

XXIII международный
научно-практический форум

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

**SMARTEX
2020**

**Издание Ивановского государственного
политехнического университета**

Иваново - 2020

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)

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XXIII Международного
научно-практического форума
«SMARTEX – 2020»

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

20 – 23 октября 2020 года

Иваново 2020

УДК 677.1/5:5

Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы: сб. материалов XXIII Междунар. науч.-практ. форума «SMARTEX-2020», 20–23 октября 2020 года. – Иваново: ИВГПУ, 2020.– 445 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. Н.А. Кулида (Ивановский государственный политехнический университет), д-р техн. наук, проф. А.Ю. Матрохин (Ивановский государственный политехнический университет),

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

Ахунбабаев О.А.	д-р техн. наук, директор Узбекского научно-исследовательского института натуральных волокон (г. Маргилан, Республика Узбекистан)
Богателина 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)
Бутман М.Ф.	д-р физ.-мат. наук, профессор, ректор Ивановского государственного химико-технологического университета
Васильев Д.М.	канд. техн. наук, директор Ивановского научно-исследовательского института пленочных материалов и искусственной кожи ФСБ России
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
Койфман О.И.	чл.-корр. РАН, д-р хим. наук, профессор, президент Ивановского государственного химико-технологического университета
Кокшаров С.А.	д-р техн. наук, профессор, заведующий научно-инновационным отделом Института химии растворов имени Г.А. Крестова РАН (г. Иваново)
Корнилова Н.Л.	д-р техн. наук, профессор, ген. директор ООО «Инжиниринговый центр текстильной и легкой промышленности» (г. Иваново)
Кричевский Г.Е.	д-р техн. наук, профессор, президент Российского союза химиков-текстильщиков и колористов, гл. редактор журнала «НБИКС – Наука. Технологии» (Москва)
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
Лысенко А.А.	д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна
Петров И.Р.	руководитель АНО «Агентство по привлечению инвестиций в Ивановскую область», 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)
Юнусов С.З.	д-р техн. наук, ректор Ташкентского института текстильной и легкой промышленности (Республика Узбекистан)

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)
Алеева С.В.	д-р хим. наук, директор 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)
Карева Т.Ю.	д-р техн. наук, профессор, руководитель направления ТПТИ НОЦ ЦКТЛП Ивановского государственного политехнического университета
Киселев А.М.	д-р техн. наук, профессор 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
Макаров А.Г.	д-р техн. наук, профессор, проректор по научной работе, зав. кафедрой Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна
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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН ПРЕДСТАВИТЕЛЬСКОГО ОБЪЕМА В СТРУКТУРЕ СТРОЕНИЯ 3D-ТКАНОГО ИЗДЕЛИЯ

DEFINITION OF REPRESENTATIVE VOLUME ZONES IN THE STRUCTURE OF A 3D-WOVEN PRODUCT

А.Б. Балашов¹, М.В. Киселев¹, П.А. Хилов²
A.B. Balashov¹, M.V. Kiselev¹, P.A. Khilov²

¹ООО НПО «Программируемые Композиты» (г. Кострома)

²НГТУ им. Р.Е. Алексеева (г. Нижний Новгород)

¹LLC NPO «Programmable Composites» (Kostroma)

²NSTU n. a. R. E. Alexeev (Nizhny Novgorod)

E-mail: balashovandrej@yandex.ru, kisselev50@mail.ru, khilov_p@mail.ru

Статья посвящена обзору подходов определения зон представительского объема в изделиях, изготавливаемых по технологии 3D-ткачества. Разработана новая методика выделения зон на основе вокселизации массивов данных с учетом технологии ткачества. Рассмотрен пример получения зон разбиения 3D-тканого изделия в форме «Шара». По входным параметрам выделения зон представительского объема получена воксельная модель ткани в ПО "ПРЕФОРМА". По разработанной методике приведены результаты выделения зон представительского объема в изделии, спроектированном по технологии 3D-ткачества.

Ключевые слова: 3D-ткачество; зоны представительского объема; вокселизация; моделирование; программирование

The article is devoted to a review of approaches to determining the zones of representative volume in products made using 3D weaving technology. A new method for identifying zones based on voxelization of data arrays, considering weaving technology, has been developed. An example of obtaining the zones of dividing a 3D woven product in the shape of a "Ball" is considered. A voxel model of the tissue in the software "PREFORMA" was obtained from the input parameters of the selection of the representative volume zones. According to the developed methodology, the results of the allocation of zones of a representative volume in a product designed using 3D weaving technology are presented.

Keywords: 3D-weaving; representative volume zones; voxelization; modeling; programming

С развитием подходов к анализу композитных материалов, получаемых методом 3D-ткачества, на первый план выходит вопрос определение механических свойств с применением методов гомогенизации. Большинство работ для решения задачи сложного напряженно-деформированного состояния (НДС) твердого тела посвящено построению математических моделей гетерогенных текстильных систем через описание влияния свойств компонентов и вида структуры неоднородных сред на характеристики изделия, где представительский объем (RVE - representative volume element) рассматривается как сплошное однородное тело и свойства элементарного объема распространяется на всю конструкцию (рис. 1).

Подобные методы гомогенизации механических свойств композитов изложены во многих работах, но данный подход применим только к изделиям с изотропными и ортотропными свойствами для которых характерны признаки [1]:

- 1) симметрии
- 2) периодичности решетки
- 3) координационные числа - ближайшие подобные элементы
- 4) базис решетки - минимального числа узлов, выраженную в осевых единицах
- 5) коэффициент компактности

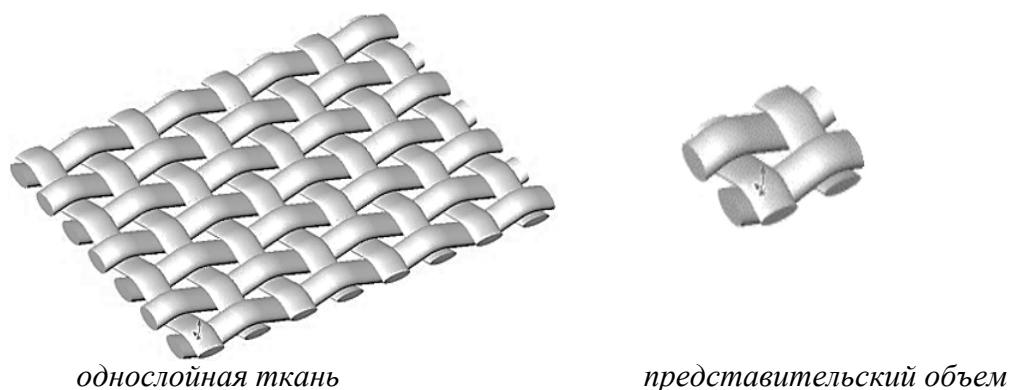


Рис. 1. Классическое определение RVE-объема для однослойной ткани

Характеристики структурно-неоднородных сред можно изучить на основе моделей механики сплошных сред, но расчет усложняется внутренней структурой 3D-тканей (рис. 2) для которой характерно огромное многообразие вариантов переплетения, большими объемами данных о направленности механических свойств нитей в каждом переплетении. Для объемов структурно-неоднородных материалов RVE-объем классическим способом не может быть определен, и в этом случае описание материала содержит непрерывное описание структуры сплошной среды.

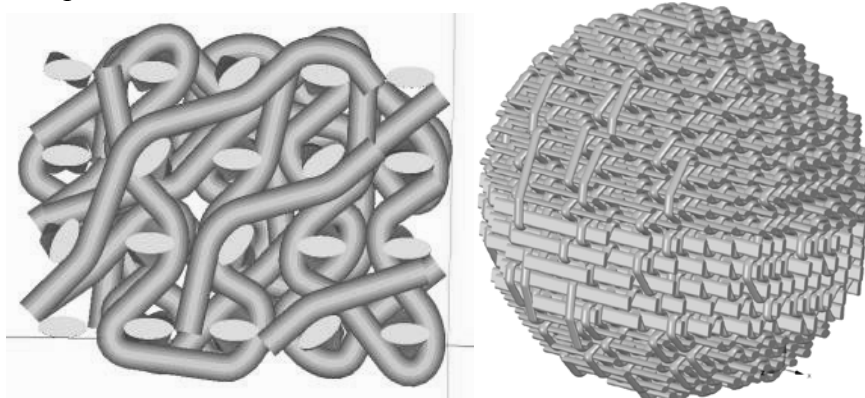


Рис. 2. Структурно-неоднородные 3D-тканые изделия

Сложность математического моделирования объемных тканых изделий заключается в характере переплетений в 3D-тканях, который приводит к постоянному изменению направлений ориентирования армирующих нитей в выбранной глобальной системе координат. А если рассматривать композиционный материал (КМ), в котором присутствует не только 3D-тканый каркас из высокомодульных нитей, но и связующее в виде полимерной матрицы, то задача усложняется еще большим множеством исходных данных свойств всех материалов, составляющих КМ.[2, С.28]

Применяя метод конечных элементов для больших габаритов изделий с описанием структуры армирующего каркаса на уровне одиночной нити, при прямом разбиении составляющих материала на конечные элементы, мы получим порядок разрешающей системы уравнений, который станет проблемой даже для супер ЭВМ.

Для деталей имеющих сложную форму поверхности невозможно применить в 3D-тканом изделии понятие ячейки периодичности, необходимо уйти от жесткого размера периодичности решетки RVE-ячейки, в этом случае RVE-образец будет характеризоваться схемой переплетения и свойствами нитей. Исходя из условия, что поверхность изделия имеет гибкую форму и не описывается ячейками, для цельнотканых преформ в этом случае большую роль для разграничения структурно-неоднородных зон играют факторы, которые напрямую зависят от особенностей технологии ткачества. Факторы, усложняющие определение RVE объема (рис. 3) для цельнотканой 3D преформы:

- Разные раппорта в одном слое 3D ткани;

- Разные раппорта в соседних слоях по основе;
- Различная линейная плотность основных нитей;
- Различная линейная плотность уточных нитей;
- Интервал dX характеризует разреженность основных нитей по оси X ;
- Интервал dY характеризует вертикальную разреженность уточных нитей по оси Y ;
- Интервал dZ характеризует горизонтальную разреженность между утками по оси Z .

Для моделирования графических представлений 3D-тканого изделия применим метод воксельного представления ткацких переплетений в виде трехмерного массива объемных элементов. Само название "воксель" составлено из двух слов - volume element, является синонимом RVE.

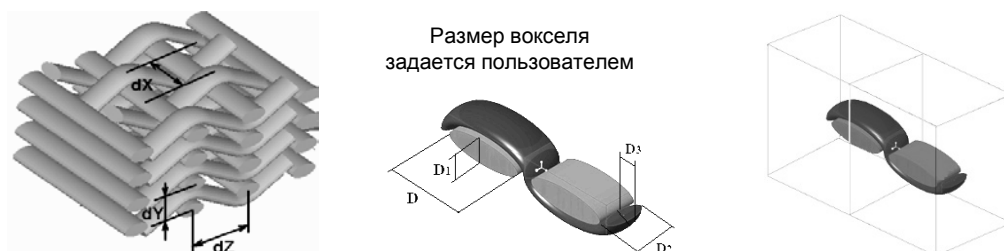


Рис. 3. Характеристики RVE-образца и воксельного представления

Учитывая в каждом вокселе набор факторов, характеризующих структуру цельнотканой 3D преформы, можно выделить воксели с уникальным набором свойств, присвоив им идентификационные ID номера (рис. 4).

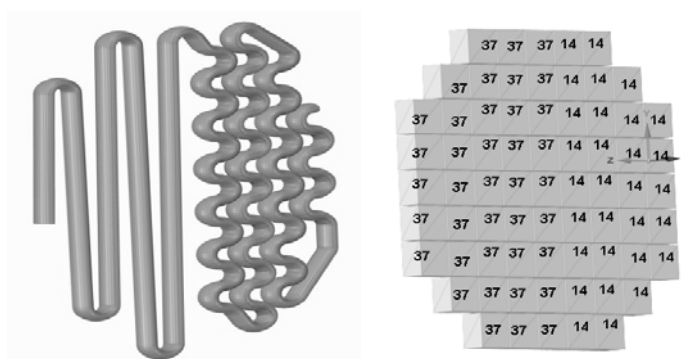


Рис. 4. Представление 3D-ткани в виде слоя нитей и RVE слоя

Согласно классическому пониманию RVE можно дать определение «Представительского объема» для 3D-тканых материалов дополнив понятие «Решетки периодичности» структурно-зависимыми свойствами воксельного представления.

RVE слой – это сложный объем тканой 3D структуры текстильного материала с толщиной равной ширине одного вокселя, образованный однослойной тканью и имеющий идентичные характеристики ID номеров вокселей и ID номеров нитей, образующих раппорт.

RVE образец – это сложный объем тканой 3D структуры текстильного материала, который образован N количеством RVE слоев и имеет идентичную последовательность ID номеров, образующих его раппортов в каждом слое.

RVE объем – это сложный объем или совокупность объемов 3D структуры текстильного материала, состоящих из объединенных RVE образцов с заранее заданными допусками на отклонения численных величин их изменяемых параметров

Определяющим видом переплетения образца по глубине будет последовательность используемых раппортов (рис. 5).

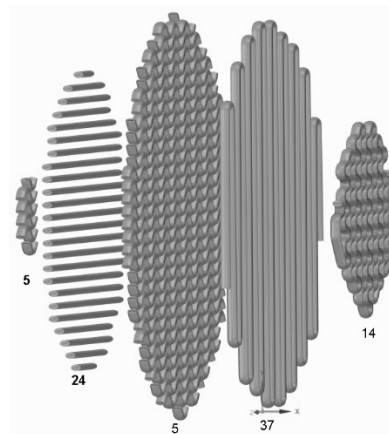


Рис. 5. Представление 3D-ткани в виде слоев нитей с разным раппортом

Используя идентификационный перечень характеристик геометрии и структурных составляющих 3D преформы для выделения RVE образцов можно получить графический примитив в виде воксельного представления объема (рис. 6). Получив воксельную матрицу дальнейшая группировка вокселей по ID номерам даст разделение объема изделия на RVE зоны с различными механическими свойствами.

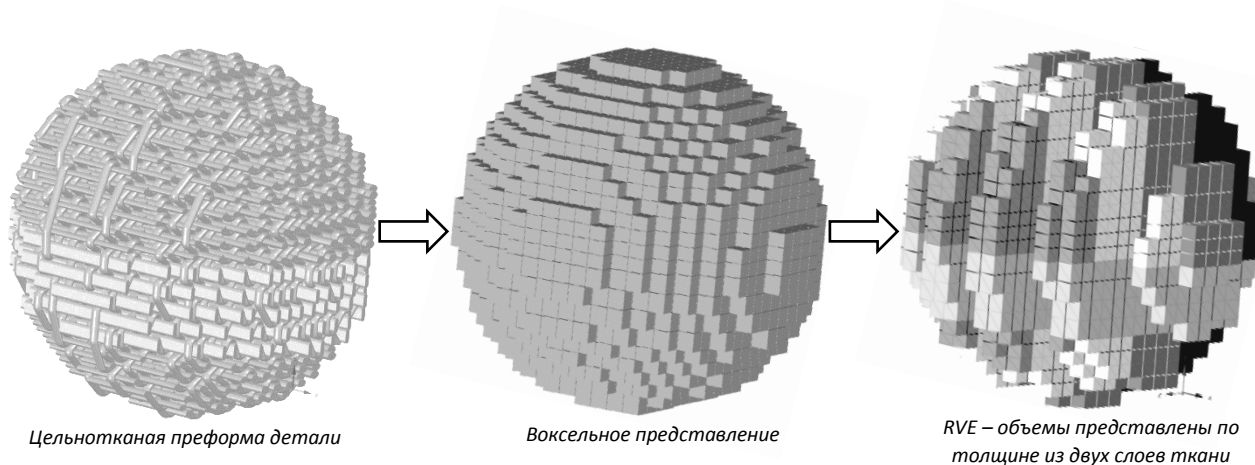


Рис. 6. Пример определения RVE объемов для образца «Шар»

Так как в схемах переплетений могут появиться незадействованные воксели и воксели в которых прокладка не выполнена, например, если поверхность изделия имеет сложную форму и в этом случае будет отсекается часть идентифицирующих свойств. Точное совпадение объемов структуры RVE-образцам приведет к образованию нераспознанных вокселей, в этом случае необходимо предусмотреть поиск не распознанных зон по слоям основных нитей с операцией присоединения нераспознанных участков к близлежащей RVE зоне, таким образом можно будет добиться 100% сохранения объема изделия с разбиением на зоны RVE всего изделия (рис. 7).

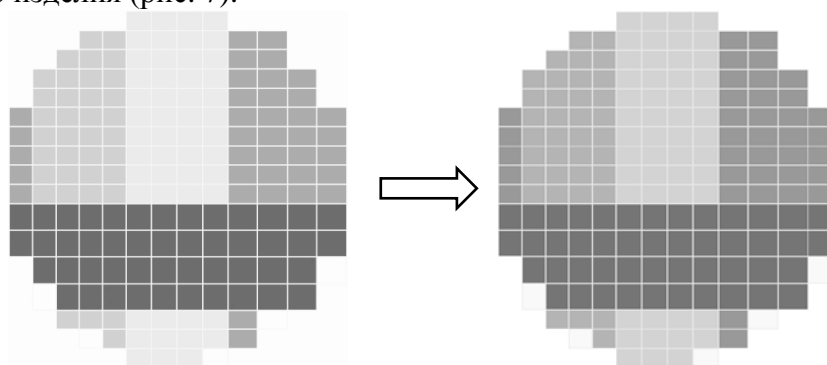


Рис. 7. Нераспознанные воксели в слое изделия в RVE

Решение задачи определения RVE - объемов для пространственно-сложных композиционных изделий со структурой на основе цельнотканых 3D преформ позволит решить задачу их расчета в CAE системах с учетом сложных зон анизотропии без существенного увеличения порядка разрешающей системы уравнений метода конечных элементов, а, следовательно, и стоимости решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Травин О.В. Материаловедение. Учебно-практическое пособие. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/3298678/page:2/>
2. Балашов А.Б., Киселев М.В. Подход к решению задачи прогнозирования механических свойств композиционных материалов на основе 3D-тканых структур / Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК–2020): сб. материалов Национальной молодежной научно-технической конференции. – Иваново: ИВГПУ, 2020.– С.26-29.

**ЛУБЯНЫЕ ВОЛОКНА (НА ПРИМЕРЕ КОНОПЛИ) В МИРЕ И РОССИИ:
ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

**BREAST FIBERS (FOR EXAMPLE, HEMP) IN THE WORLD AND RUSSIA:
HISTORY AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT**

Т.В. Смирнова, И.С. Барабанщикова
T.V. Smirnova, I.S. Barabanschikova

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

Рассмотрены свойства лубяных волокон и их применение, вопросы переработки конопляных волокон и перспективы развития льноводства в России.

Ключевые слова: лен, конопля, волокна, переработка.

The properties of bast fibers and their application, issues of processing hemp fibers and prospects for the development of flax growing in Russia are considered.

Keywords: flax, hemp, fiber, processing.

Льняная отрасль России до сих пор пребывает в стагнации, хотя проводятся государственные программы по выводу ее из кризиса.

Основная проблема – неконкурентоспособность. Продукция зачастую не соответствует современным модным тенденциям, уступает импорту по эргономике.

Из-за сокращения посевов долгунца в 80-90 годы прошлого столетия наблюдается сырьевой кризис. Государственные программы по поддержке льняной промышленности направлены на увеличение посевных площадей.

Экспорт сырья небольшой из-за его невысокого качества. На части предприятий устарело оборудование.

Сейчас поддержка отрасли осуществляется в рамках госпрограммы, рассчитанной до 2025 года. Она призвана стимулировать российский легпром переходить на отечественное льняное сырье и льняные текстильные изделия, пряжу. Для этого предусматривается ежегодное субсидирование производства смесовых тканей с содержанием льна (предназначенных для изготовления готовой льносодержащей продукции на российских предприятиях легкой промышленности).

Лубяные волокна содержатся в растениях совершенно различных семейств — как однолетних, так и многолетних. Это поразительно, но к лубяным относятся такие, казалось бы, далёкие друг от друга растения, как лён-долгунец из семейства льновых, конопля - тутовых, кенаф - мальвовых, джут - липовых, крастолярия - бобовых. Удивительно, что лубяные волокна содержатся в листьях агавы (волокно сизаль), прядильного банана (волокно манильская пенька), а также в юкке, драцене и многих других растениях.

Зоны произрастания этих растений разбросаны по всему земному шару. От умеренных широт — например, конопля и лён-долгунец, до субтропиков и тропиков. С точки зрения промышленного потребления широко возделывают джут, лён-долгунец, коноплю, кенаф и агаву. Рассказ о лубяных растениях надо начинать с конопли. Потому, что это продукт русского экспорта, который в течение многих столетий, ещё до Киевской Руси, поставлялся с нашей территории во все стороны света. Речь идёт о пеньке. До

сегодняшнего дня это один из лучших сырьевых источников при производстве канатов и верёвок.

Выращиванием конопли начали заниматься раньше, чем выращиванием льна. На территории России коноплю широко возделывали уже в IX в., а пенька была одним из важных товаров экспорта. В европейских странах коноплю стали выращивать только в XVI в. В настоящее время ее возделывают в Италии, Франции, Венгрии, Польше, Словении и др. Значительные площади конопля занимает в Китае, Индии, Японии. Площадь посева конопли в мире — около 400 тыс. га.

Основные качества технической конопли:

- выращивание конопли не требует применения продуктов агрохимии;
- конопля очень быстро растет и способна подавить влияние сорняков;
- конопля устойчива к вредителям и болезням;
- конопля полностью перерабатывается.

Структура переработки технической конопли представлена на рис. 1.



Рис.1. Структура переработки технической конопли

В Европе коноплей засевают тысячи гектаров полей. В России этим бизнесом владеют единицы. Выращивание – дело простое и прибыльное. Но еще выгоднее продавать не сырье, а готовый продукт.

Переработка конопли – это такая сфера, где на сегодня нет конкуренции. Предприятия, которые выращивают и перерабатывают коноплю в России, можно пересчитать по пальцам.

Ее реализуют в виде волокна, тресты, либо соломы. От этого зависят тонкости переработки.

Для получения волокна скошенный урожай увлажняют и ворошат несколько дней. Этот технологический процесс называется декортикация. Затем пропускают сквозь мяльно-трепальный станок. В итоге получают волокно и костру. Волокно бывает первичное, вторичное и кудель.

Если цель коноплеводства семена, то их, либо высушивают и очищают от шелухи, либо подвергают холодному отжиму (прессование и дробление) в сыром виде. Конечным продуктом в этом случае становится масло и жмых.

Передовая технология – переработка технической конопли ударно волновым методом. Смысл принципа заключается в глубокой переработке (модификации) короткого конопляного волокна.

Конопля – это безотходное производство. В переработку шло все: семена, стебли, листья. Из нее можно производить более тысячи наименований продукции. Вот некоторые из отраслей:

1. Тканые и нетканые материалы.
2. Строительство.
3. Автомобильная промышленность.
4. Целлюлозно-бумажное производство.

В Китае коноплю активно используют в тканях и обуви. Солдат армии планируют одеть в ткани из смеси конопли с хлопком летом, с шерстью зимой.

Обувь с добавлением конопляных волокон лучше пропускает воздух. Ноги в таких ботинках не потеют. Мозоли и потертости быстро заживают.

Кроме тканей из конопли изготавливают нетканые материалы: геотекстиль, брезент, бронированные элементы и др.

Переработка и экологичное производство нетканых материалов развиты в Европе.

Костра – твердая часть стебля не отход, а полезный продукт. Она составляет основу строительных бетонных блоков – арболита. Из нее делают отделочные панели, строительные бетонные блоки. Лидерами по бытовому применению технической конопли в Европе считаются Великобритания (строительство, стеновые блоки). Строительные материалы из костры не теплопроводны, они прочные и дышащие. В Германии изготавливают утеплитель и материалы для половое покрытие. Она входит в состав пенопласта, лаков и красок.

Волокна конопли составляют основу для кузовных деталей автомобилей. Так в 2008 году на автосалоне в Лондоне выставлялся спорткар из конопли.

Панели для внутренней отделки автомобилей популярных марок BMW и Mercedes производят в Голландии.

Автомобили Генри Форда ездили на конопляном топливе. А это уже альтернативная энергетика. Костру прессуют, брикеты заменяют традиционное топливо. По теплоотдаче продукты переработки превышают древесину и уступают разве что каменному углю.

Все новое – это хорошо забытое старое.

Бумагу из конопли делали еще несколько веков назад. И только потом ей на смену пришла древесина.

В целлюлозной промышленности конопля составит конкуренцию дереву. Вырубать леса ради производства бумаги бездумно. Ведь коноплю вырастить быстрее и проще. Бумага из нее прочнее, дешевле. Ее не нужно дополнительно отбеливать с использованием химикатов.

Мало кто знает, что первая Конституция США и Декларация независимости Америки изданы на бумаге из переработанной конопли. Эти документы сохранились до наших дней.

Американские доллары состоят из конопляной целлюлозы. Так что всю ее ценность можно только представить.

В последние годы конопля все активнее стала использоваться в производстве тканей. Для производства конопляной ткани отбирают специальный текстильный сорт, который не относится к наркотическому и обладает лекарственными свойствами. Также ткань из конопли не содержит никаких вредных веществ, ведь для произрастания конопли не требуется химических опылений с пестицидами.

Однако процесс изготовления конопляной ткани сложен, в отличие от её выращивания. На каждом этапе требуется ручная работа и много времени, чтобы сделать

качественное полотно. На исходе высокая цена на ткань вполне оправдана — производство очень длительно и затратно.

Конопляную ткань выделяют среди прочих как самую экологичную. В ней нет никаких примесей и не смешивают с синтетическим волокном, что делает её ещё и полностью биоразлагаемой. Прочность ткани настолько большая, что можно изготавливать униформу. При этом и износостойкость просто поразительно высокая. Одежда из конопли прочнее хлопковой. В отличие от шерстяных тканей её не портит моль.

Конопляная ткань признана антибактериальной. На ней не скапливается бактерий, как, например, на синтетике, и не образуется плесень. Людям с чувствительной кожей нужно присмотреться к этой ткани. Да и тут же стоит добавить, что и аллергики могут спокойно носить одежду из конопли. ГиВпоаллергенность — это одно из её сильных преимуществ.

Также конопляная ткань отличается терморегуляцией. Зимой хорошо согревает, а летом наоборот в ней не жарко. Такое свойство она приобрела благодаря пористому волокну. Плюс ко всему ткань из конопли защищает от ультрафиолета на 95%, в то время как лен способен защитить только на 70%.

Помимо особенных свойств ткани стоит отдельно выделить преимущества одежды из конопли. Такой вариант прекрасно подходит, например, для занятий спортом. За счет терморегуляции она не создает на теле парниковый эффект и даёт ему свободно дышать.

Конопляное волокно или пенька отличается высокими гигроскопическими, антиэлектростатическими свойствами. С добавлением льняного волокна из него можно делать постельное бельё, полотенца, скатерти.

Конопля чрезвычайно полезное растение, обладающее высокой урожайностью, устойчивостью к вредителям и сорнякам и имеющее много разных сортов с разными полезными свойствами и возможностями использования, но распространению этой культуры помешал тот факт, что в растении (в основном в соцветиях) содержатся психоактивные вещества. Борьба с наркоманией вызвала практически ликвидацию этой культуры в сельском хозяйстве. В настоящее время в России остались считанные единицы мелких производств.

Переработка конопляного волокна налажена в немногих областях России. Субсидии, выделяемые Россией на поддержку этой культуры выше, чем поддержка других сельскохозяйственных культур.

Компания «Нижегородские волокна конопли» производит тканые и нетканые материалы. «Мордовский пенькозавод» специализируется на строительных и автомобильных деталях. В Иркутске переработка адаптирована под целлюлозу. ООО «Комплекс здоровья» в Новосибирске выпускает продукты питания. Лучшее конопляное масло в России готовит в Сибири компания «Росс». В Челябинске делают текстиль.

Запустило новое производство по изготовлению биоразлагаемой упаковки предприятие «Пром Русс Кон». Здесь же будут выпускать бумагу, ткани, целлюлозу, биотопливо и удобрения.

Агрофирма «Южная» в Курской области делает упор на выращивание посадочного материала. Ее семенной материал считается одним из лучших в России.

В 2020 году Ивановская область с засеянными 1800 га конопли вышла на первое место в России по посевам.

Судя по мировым тенденциям, отрасль имеет перспективы развития. Однако ей требуются не только господдержка, но и частные или иностранные инвестиции, а их доля на данный момент небольшая.

Развитие отечественного льноводства и коноплеводства позволит России вернуть статус мирового лидера по производству лубяных волокон, а также обеспечить независимость российского легпрома от импортного хлопкового сырья и создаст стабильный рынок сбыта для российских сельхозпроизводителей лубяных волокон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Серков В.А., Смирнов А.А., Александрова М.Р. – История коноплеводства в России, 2018.
2. Сухорада Т.И. – Селекция безнаркотических сортов южной конопли и элементы их сортовой агротехники. – Краснодар, 2005.
3. <https://yandex.ru/turbo/bezotxodov.ru/s/jekologija/pererabotka-konopli>
4. <https://textiletrend.ru/terminyi/chto-eto-za-tkan-iz-konopli.html>
5. <https://shkolazhizni.ru/plants/articles/75136/>
6. <https://fabricators.ru/article/lnyanaya-promyshlennost>

АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНЫХ СВОЙСТВ МНОГОСЛОЙНЫХ ТРИКОТАЖНЫХ СТРУКТУР

ANALYSIS OF MULTILAYER KNITTED STRUCTURES TRANSPORT PROPERTIES

А.П. Башков, Е.А. Шайхутдинова, Г.В. Башкова
A.P. Bashkov, E.A. Shaykhutdinova, G.V. Bashkova

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
E-mail: apb303@yandex.ru, milena55@yandex.ru

В статье рассматриваются вопросы, связанные с разработкой методики проектирования пространственных трикотажных структур из льносодержащей пряжи, оптимизированных для сохранения высокой воздухопроницаемости и теплопроводности с учетом действия нагрузок сжатия. Подобные структуры предлагается использовать для частичной замены вспененного полиуретана в средствах по уходу за больными: в ортопедических матрацах с целью достижения лучшей гигиеничности и экологичности.

Ключевые слова: ортопедические матрасы; льняные трикотажные пространственные структуры; теплопроводность; воздухопроницаемость.

The issues related to the development of spatial knitted structures design procedure which optimized for saving high breathability under load compression are discussed in the article. Such structures are proposed for partial replacement of polyurethane foam in the patient care products and orthopedic mattress in order to achieve better hygiene and environmental conditions.

Keywords: flax multilayer knitted structures; spacer fabrics; orthopedic mattress; breathability; thermal conductivity.

В настоящее время на рынке технического текстиля появились новые перспективные структуры двухслойных трикотажных полотен с соединительными элементами из индивидуальных нитей, известных в иностранной литературе как «*knitted spacer fabrics*» (рис. 1). Особенность их в том, что между слоями имеются протяжки, играющие роль распорок. Механические свойства таких структур обуславливается способностью «распорок» сопротивляться продольному сжатию и изгибу, аналогично гибким стержням, что обеспечивает устойчивость полотна по отношению к деформациям, нормальным его поверхности, и механическим колебаниям (вибрации, звуковым волнам). Такие механические свойства «распорчатых» структур позволяют применять их в качестве вибро-, звукопоглощающего и амортизирующего материала. В то же время такая структура обладает высокой воздухопроницаемостью и способна вместе с воздухом отводить тепло и влагу, обеспечивая высокие гигиенические свойства изделия. Они используются в сидениях транспортных средств, в спортивной экипировке, в медицинских фиксирующих изделиях или ортопедических матрацах, для частичной или полной замены вспененного полиуретана.

Вспененный полиуретан, имея однородную пористую структуру, воздухопроницаем и гигроскопичен. Однако, упругость стенок пор невелика. Под действием сжатия пора складывается, резко уменьшаясь в объеме, а воздухопроницаемость слоя заметно снижается. Кроме того, полиуретан обладает высокой хемо- и биостойкостью. При попадании на полигоны твердых отходов он практически не разлагается, что вызывает определенные трудности при утилизации отслуживших свой срок изделий. Замена слоя вспененного полиуретана трикотажными «распорчатыми» структурами из натуральных волокон, в частности, льняных, позволит избежать указанных недостатков. Для проектирования подобных структур с оптимальными параметрами: по линейной плотности и прочности нити,

плотности и взаимному расположению соединительных элементов, их начальному изгибу и размерам необходимо аналитически определить способность материала проводить тепло и воздух.

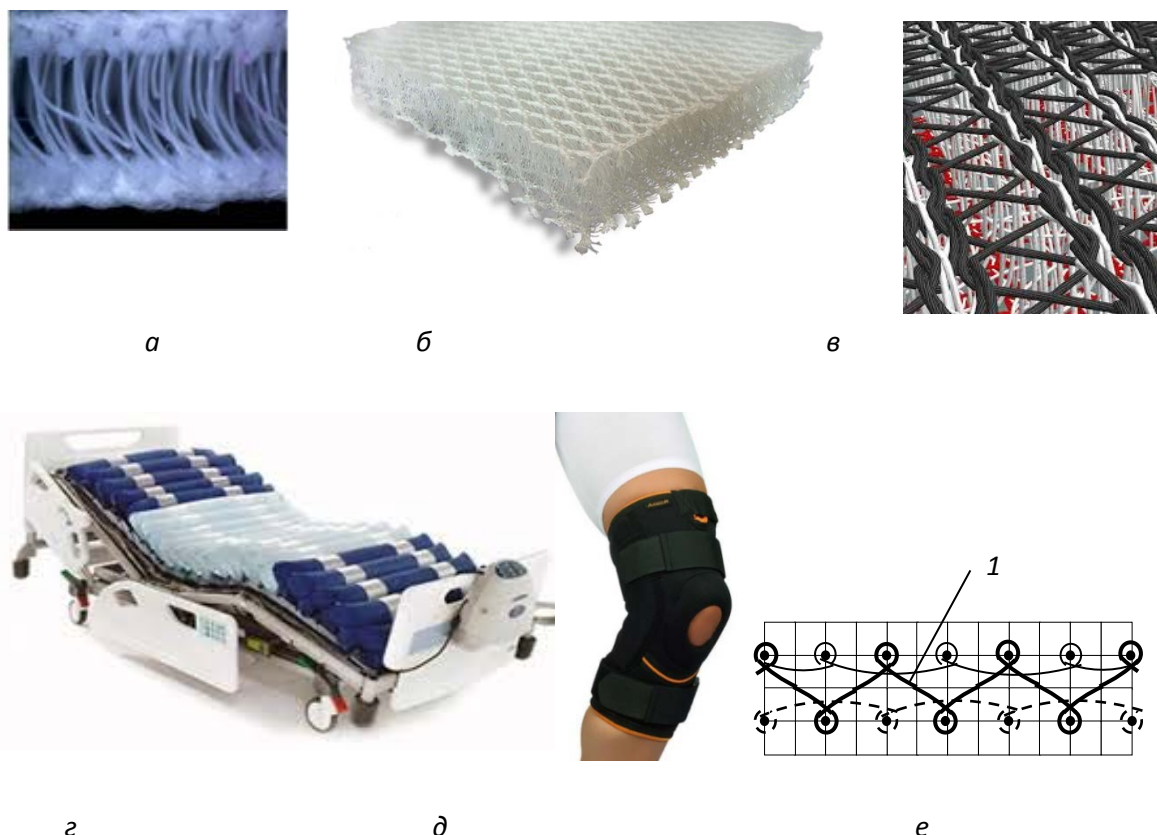


Рис. 1. Двухслойный («распорчатый») трикотаж «*knitted spacer fabrics*»: а, б – структурные формы; в, д – примеры изделий по уходу за больными, е – графическая запись трикотажной структуры.

Принято считать, что основной перенос теплоты в пористых материалах проходит «по скелету»: волокнам и нитям каркаса посредством теплопроводности (кондуктивный теплоперенос). Внутри пор, как в самих нитях, так и между ними перенос теплоты осуществляется по жидкой фазе, т.е. по заполняющему поры воздуху (конвекция). Причем механизм теплопередачи может быть как теплопроводность (молекулярный теплоперенос), так и конвекция за счет свободного (или вынужденного) движения нагретого газа в поровом пространстве материала. Причем при высокой воздухопроницаемости доля конвективного переноса увеличивается. Эти процессы оказываются взаимосвязанными, поскольку между «скелетом» и жидкостью происходит сложный, как конвективный, так и лучистый теплообмен.

Для определения величины теплового потока, проходящего через пористое вещество, используется некоторая условная величина – эффективный коэффициент теплопроводности, $\lambda_{эф}$, которая имеет смысл коэффициента теплопроводности некоторого однородного тела, через которое при одинаковой форме, размерах и температуре на границах проходит то же количество теплоты, что и через данное пористое тело.

При упрощении модели пористого тела величину $\lambda_{эф}$ можно определить аналитически с учетом структуры и материала каркаса. Пространственный «распорчатый» трикотаж относительно пористых свойств можно рассматривать в виде трехслойной структуры. Поэтому имеет смысл определять $\lambda_{эф}$ для каждого слоя.

Рассматривая традиционные термодинамические функции в связи со временем передачи импульса энергии (дискрета времени) Δt , т.е., используя принципы «расширенной (нелокальной) версии термодинамики» [1], можно за счет макроквантования перейти от дифференциальной формы уравнений термодинамики к предельно-разностной и получить аналитическое выражение для определения эффективной теплопроводности пористого (несплошного) тела [2]:

$$\lambda_{\text{эф}} = \frac{2kTr^2}{\hbar} \left(\rho c_p K_r + \frac{2kT}{F_{\text{эф}} r K_V K_T \Delta T} \right), \quad (1)$$

где T – термодинамическая температура, К; k – постоянная Больцмана $1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К, представляющая макроквант энтропии; $kT = \Delta Q$ – макроквант (приращение) тепловой энергии; \hbar – постоянная Планка $6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с; r – характерный размер (радиус) макроячейки материала; ρ – плотность материала, кг/м³; c_p – удельная теплоемкость, Дж/(кг·К); K_r – коэффициент релаксации, выражающий степень динамического воздействия макроячейки на теплопередачу, $K_r = \frac{w_r}{3c_p}$; w_r – скорость распространения теплоты в веществе, м/с; $w_r = \sqrt{a\tau_r}$; a – коэффициент температуропроводности, м²/с; τ_r – продолжительность релаксации, с; $F_{\text{эф}}$ – внутренняя эффективная (смачиваемая) поверхность материала, м³; K_V – формфакторный коэффициент, корректирующий объем макроячейки; K_T – температурный корректирующий коэффициент $K_T = T_{\text{экс}}/T_0$, где $T_{\text{экс}}$ – температура материала в условиях эксперимента; $T_0 = 273^\circ$ К – эталонная температура.

Объем поры при этом будет

$$V_i = F_{\text{эф}} r K_V K_T. \quad (2)$$

Тогда, определив для элементарной ячейки образца среднее число видимых пор n по увеличенному сканированному изображению и общий объем пор, исходя из массы образца m , объемной плотности материала ρ_o и волокна ρ_f , можно рассчитать $F_{\text{эф}}$

$$F_{\text{эф}} = \frac{m \left(\frac{1}{\rho_o} - \frac{1}{\rho_f} \right)}{nr K_V K_T}. \quad (3)$$

Значения K_r , K_V и K_T , полученные экспериментально для различных материалов, приведены в работе [2]. При положительных температурах характерных для помещений лечебных учреждений (20...30°C) значения $K_r = (5,4...6,0) \times 10^{13}$; $K_V = 0,95...1,0$; $K_T = 1,0...1,1$. При этом расчетные значения $\lambda_{\text{эф}}$ для анализируемых образцов трикотажа объемной плотностью 25...30 кг/м³ находятся в пределах от 0,046 до 0,06 Дж/м·с·К.

Зная эффективную теплопроводность текстильной структуры, можно выбрать ее толщину или количество слоев для обеспечения необходимого теплового баланса между человеком, опорной поверхностью, окружающей средой, что, в свою очередь, позволит решать задачи оптимизации материалоемкости объемных трикотажных структур с учетом их теплотехнических свойств [3].

При переносе теплоты через многослойный материал вводится эквивалентный коэффициент для всего пакета $\lambda_{\text{экс}}$, который будет уже зависеть от толщины материала δ

$$\lambda_{\text{экс}} = \sum_{i=1}^n \delta_i / \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{\text{эф}i}}. \quad (4)$$

При установившемся режиме теплообмена температуру кожи человека T_K на границе контакта с опорной поверхностью можно определить по следующей формуле

$$T_K = T_B + q \left(\lambda_{\text{экс}} + \frac{1}{\alpha_B} \right), \quad (5)$$

где T_B – температура воздуха в помещении; q – тепловой поток от кожи человека – этот

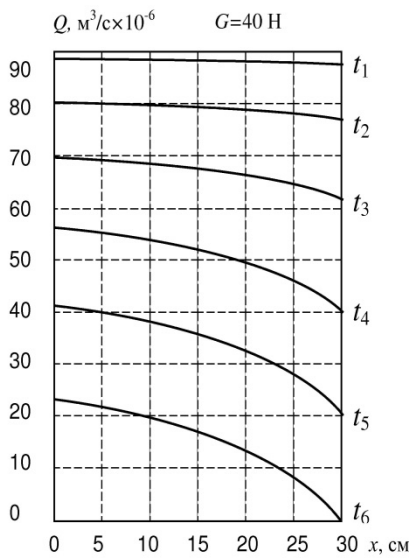


Рис. 3. График зависимости параметра фильтрации dL от степени сжатия в зависимости от времени и координаты x

Нормальная составляющая \bar{v}_n скорости фильтрации для свободной поверхности, может быть определена, если известна средняя скорость узловых перемещений v_n

$$\bar{v}_n = \frac{1}{\mu} v_n. \quad (7)$$

Будем считать, что $v_n = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ в двумерном случае. Согласно закону Дарси

$$v_x = -\frac{k}{\mu} \frac{dp}{dx}; \quad v_y = -\frac{k}{\mu} \frac{dp}{dy}. \quad (8)$$

В свою очередь, коэффициент проницаемости связан с пористостью уравнением Козени – Кармана [4]

$$k = \frac{\varepsilon^3}{KS_o^2(1-\varepsilon)^2}, \quad (9)$$

где K – константа Козени; ε – коэффициент пористости; S_o – площадь свободной поверхности, p – давление в порах, μ – вязкость воздуха, x, y – линейные координаты.

Отсюда

$$\frac{dp}{dx} = v_j \mu k S_o^2 \frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3}. \quad (10)$$

Тогда расход воздуха L через i -тый конечный элемент (ячейку материала) с учетом выражения (25) можно рассчитать для каждого фиксированного момента времени t_k по следующей матрице

$$[L] = \sum_{i=1}^6 M^{ei} \bar{\delta} = [M] \{\bar{\delta}\}, \quad (11)$$

$$\text{где } M_{ij} = v_j \mu k S_o^2 \frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3} \cdot \delta_{ij}. \quad (12)$$

Расчет фильтрации жидкости, т.е. параметра dL ведется пошагово в среде *MatLab* для заданной свободной поверхности S , симметричной относительно оси Oy , при различных фиксированных значениях внешней силы G . Скорости узловых перемещений рассчитываются по соотношениям (9). Коэффициенты пористости образцов трикотажного сетеполотна определялись экспериментально, коэффициенты воздухопроницаемости для

показатель равен 50 Вт/м^2 ; α_B – коэффициент, зависящий от скорости движения воздуха, для $v_B = 0,2-5,0 \text{ м/с}$, определяется по формуле

$$\alpha_B = 11,2 \sqrt{v_B}. \quad (6)$$

Учитывая условия комфортности, при которых $T_K = 32^\circ\text{C}$, можно определить оптимальную толщину слоев пакета с точки зрения теплопроводности. Однако, толщина многослойного пакета опорной поверхности определяется еще и требованиями воздухопроницаемости. Тогда, критерием оптимизации становятся пористые свойства и зависящие от них коэффициенты $\lambda_{эф}$ и $\lambda_{экв}$.

Для проектирования подобных структур с оптимальными параметрами с точки зрения воздухопроницаемости: линейная плотность и прочность нити, размеры ячеек и переплетение трикотажа, необходимо определить зависимость воздухопроницаемости от нагрузок и деформации слоя.

При сжатии пористого материала с силой P постоянно происходит изменение площади его свободной поверхности.

пористого наполнителя и подстилочного слоя рассчитывались в зависимости от пористости материала по формуле (9). Значения dL , рассчитанные с интервалом времени $\Delta t = 1$ с, показаны на рис. 2.

Выводы

1. На основании макроквантового термодинамического метода предложена методика расчета теплотехнических свойств инновационных трикотажных полотен.
2. Проведен анализ транспортных свойств пористых структур в зависимости от степени сжатия внешними нагрузками.
3. Предложенный метод позволяет проектировать структуру трикотажных полотен опорного слоя ортопедических матрасов, обеспечивающих условия комфортности человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Майков, В.П. О расширенной версии классической термодинамики. Теплоэнергетика, 1998. – № 9. – С. 14-19.
2. Светлов, Д.О. Эффективная теплопроводность материалов капиллярно-пористой и волокнистой структуры на основе макроквантового термодинамического метода / Д.О. Светлов, В.В. Исаев, Ю.В. Светлов // Сб. «Технологии XXI века в легкой промышленности». – М.: Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского, 2012. – 19 с.
3. Broiko, A.P. [Analysis of knitted structures and study of heat transfer processes in knitted structures](#)/ A.P. Broiko, O.N. Kharlamova, A.Yu. Baranov // [Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти.](#) – 2000. – № 4. – С. 82-84 (на англ. яз.).
4. Физическая энциклопедия. Т. 3 / Гл. ред. А.М. Прохоров. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1992. – 672 с. – ISBN 5-85270-019-3

ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ МАРКИРОВКА ТОВАРОВ – ТЯЖЁЛАЯ НОША ДЛЯ ЛЁГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

MANDATORY LABELING OF GOODS - HEAVY WEAR FOR LIGHT INDUSTRY

И.Ю Белова, Ю.А. Шаммут
I.Yu Belova, Yu.A. Shammut

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
E-mail: kaf-tshi@yandex.ru

С 1 января 2021 г. на территории РФ не допускается ввод в оборот товаров легкой промышленности без нанесения на них средств идентификации и передачи сведений о них в информационную систему мониторинга, а также оборот и вывод из оборота товаров легкой промышленности, не маркированных средствами идентификации и выпускаемых под кодами ОКП ТН ВЭД ЕАЭС 4203 10 000, 6106, 6201, 6202, 6302. Как структурировать бизнес-процессы производства товаров и снизить производственные потери процесса обязательной маркировки товаров. Проблемы и финансовые затраты ждут участников Российского рынка.

Ключевые слова: товары лёгкой промышленности; обязательная маркировка; Честный Знак; карточка товара; средства идентификации; экономическое обоснование; алгоритм технологического процесса; код ТН ВЭД; электронная подпись; сетевые компании; код агрегации; товарооборот.

From January 1, 2021, on the territory of the Russian Federation, it is not allowed to put into circulation goods of light industry without applying identification means on them and transferring information about them to the information monitoring system, as well as the circulation and withdrawal from circulation of light industry goods that are not marked with identification means and issued under the codes ОКП ТН ВЭД ЕАЭС 4203 10 000, 6106, 6201, 6202, 6302. How to structure business processes for the production of goods and reduce production losses of the process of mandatory labeling of goods. Problems and financial costs await participants in the Russian market.

Keywords: light industry goods, mandatory labeling, Honest Sign, product card, identification means, economic justification, technological process algorithm, TN VED code, electronic signature, network companies, aggregation code, turnover.

В соответствии с постановлением Правительства РФ от 31.12.2019 N 1956 "Об утверждении Правил маркировки товаров легкой промышленности средствами идентификации и особенностях внедрения государственной информационной системы мониторинга за оборотом товаров, подлежащих обязательной маркировке средствами идентификации, в отношении товаров легкой промышленности" с 1 января 2021 г. на территории РФ не допускается ввод в оборот товаров легкой промышленности без нанесения на них средств идентификации и передачи сведений о них в информационную систему мониторинга, а также оборот и вывод из оборота товаров легкой промышленности, не маркированных средствами идентификации и выпускаемых под кодами Общероссийского классификатора продукции по видам экономической деятельности 14.11.10, 14.14.13, 14.13.21, 14.13.31, 13.92.12, 13.92.13, 13.92.14 и кодам ТН ВЭД ЕАЭС 4203 10 000, 6106, 6201, 6202, 6302 [1].

В перспективных планах – создание системы полной прослеживаемости оборота товаров в России от производителя до конечного потребителя до 2024 года [2].

Как изменить или упростить производственные бизнес-процессы в данных условиях? Каждый производитель товаров сам ломает голову над тем на каком этапе технологической цепочки производства продукции нанести на каждую единицу товара код маркировки, где взять финансовые и, прежде всего, людские ресурсы для печати этих километров

маркировочных ярлыков с кодами маркировки, их агрегации и нанесения кодов агрегации на тарные упаковки. Руководители предприятий малого и среднего бизнеса откровенно задумываются над тем «стоит ли игра свеч», так как затраты на приобретение 2-D сканера, принтера для печати маркировок и расходных материалов ничто, по сравнению с затратами на программное сопровождение процесса обязательной маркировки товаров. Для крупных игроков на рынке товаров лёгкой промышленности, через которые проходят сотни тысяч единиц производимой и продаваемой продукции, самой острой стала проблема организации бизнес процесса, обеспечивающего реализацию основной концептуальной задачи «прослеживания товаров на всех этапах логистической цепочки», а именно, нанесение кода маркировки на товар, ввод этого кода в оборот, обеспечение его физической сохранности на товаре при переходе через руки всех участников товарооборота (оптовиков, розничных продавцов, комиссионеров), передача им кодов маркировки через систему ЭДО (электронного документооборота), вывод кодов маркировки из оборота, при котором контроль за всем этим процессом также ложится на плечи производителя [3].

На первый взгляд – что сложного? Зарегистрировался в Государственной системе мониторинга товаров (ГИС МТ), зарегистрировав и оплатив электронную подпись, заполнил каталог карточками товаров на все производимые номенклатурные позиции (не важно, сколько их 10 или 10 тысяч), и пожалуйста, пополняй лицевой счёт, проводи эмиссию (заказ, генерацию) кодов маркировки на каждую единицу товара, печатай коды маркировки на маркировочных ярлыках, приклеивай или пристреливай эти маркировочные ярлыки к товару, вводи коды маркировки в оборот и (или) при передаче конечному потребителю выводи из оборота. Не сложно, если этот «товар» – шуба из натурального меха, в себестоимости производства которой маркировка далеко не самая большая затратная составляющая и мощность предприятия-производителя шуб – одна тысяча единиц в год. А если этот «товар» – кухонное полотенце из вафельного набивного полотна и этот «товар» в количестве 50 тысяч штук в 15 цветовых характеристиках производится для крупной сетевой компании (Лента, Ашан, Галамарт и т.д.) и отгружается одной поставкой, то в нокауте оказываются все те, кто так или иначе принимает в этом процессе участие. Самая большая сложность даже не в количестве 50 тысяч штук, а в их 15 цветовых характеристиках, так как в карточках товаров в каталоге Честного Знака цвет – является обязательным атрибутом. Поверхностная плотность этого вафельного полотенца, т.е. количество вложенного в это полотенце валютного хлопка значения не имеет, т.е. это может быть и 105 г/м² и 145 г/м².

Цветовосприятие у всех людей разное. Цвет «морской волны» один человек отнесёт к голубому, а другой к зелёному. В чём смысл «прослеживания» именно зелёного полотенца и чем принципиально важным для Честного Знака оно отличается от голубого, если изготовлено из того же материала, при тех же размерах и одинаковой потребительской упаковке - не понятно. Но 15 цветовых характеристик – это 15 разных карточек товара, каждая из которых со своим, соответствующим цветовой характеристике GTIN кодом, «вшиваемом» в data matrix cod, который должен точно соответствовать тому полотенцу, на которое наносится. Очевидно, что трудоёмкость упаковки этих кухонных полотенец вырастет, а вместе с трудоёмкостью и фактическая стоимость обработки.

Итак: в заказе покупателя 50 тысяч штук кухонных полотенец в 15-ти цветовых характеристиках – 60 копеек за каждый код маркировки это 30 тысяч рублей на весь заказ, которые перечисляет производитель товаров в ЦРП, минимум три дня работы оператора, который коды маркировки печатает на маркировочных ярлыках, минимум 10 дней работы трёх упаковщиков, которые приклеивает эти коды маркировки на каждое полотенце, внимание, строго в соответствии с указанной на коде маркировки характеристикой товара (цветом, рисунком), складывают эти полотенца в тарные короба, считывая каждый код, проводят агрегацию кодов, печатают код агрегации на маркировочном ярлыке и приклеивают этот код на соответствующий короб. Любая ошибка оператора печати маркировок, упаковщиков и комплектовщиков приведёт к тому, что тарный короб, а вместе с ним и вся партия не будет принята заказчиком (на распределительном центре сетевой

компании) и вернётся обратно к производителю. В итоге в торговых центрах «Лента», «Ашан», «Галамарт», «Окей» и т.д. будут накапливаться товары с ошибочным кодом маркировки или с кодом агрегации, который не важно по какой причине не считался 2 D сканером в момент приёма товара

Грамотно выстроенные, структурированные бизнес-процессы всех участников рынка позволяют минимизировать значимость человеческого фактора на всех этапах производства товаров и логистической цепочки их передвижения и снизить производственные потери процесса обязательной маркировки товаров.

На рисунке 1 представлен алгоритм процесса производства швейных изделий, который легко встраивается в систему 1С УПП или 1С УНФ и позволяет дополнить технологический процесс цепочкой, реализующей поставленную задачу.

Представленный алгоритм разработан совместно специалистами предприятия и преподавателями НОЦ «Центр компетенций текстильной и легкой промышленности» ИВГПУ (ЦК ТИЛП), успешно апробирован и внедрён в технологический процесс производства швейных изделий ООО Галтекс, которое с 1 октября 2020 года выпускает швейные изделия с кодом ТН ВЭД 63.02 с маркировкой Честный Знак.

Для возможности адаптации производственного процесса предприятия под решение поставленной задачи в алгоритме выделено три самостоятельных контура, определяющих зоны ответственности исполнителей. Первый – работа с заказом покупателя, формирование на его основе заявки на пошив, эмиссия кодов маркировки в системе ЧЗ и печать маркировки – зона ответственности топ менеджеров и начальника производственного отдела. Второй – выполнение заявки на пошив с нанесением на готовую продукцию кодов маркировки и передача продукции на склад – зона ответственности технолога производства или производственного менеджера. Третий – приём продукции из швейного цеха на склад, считывание кодов маркировки, агрегация, печать кодов агрегации, нанесение маркировки с кодами агрегации на короб и отгрузка товара в строгом соответствии с заказом покупателя – зона ответственности руководителя склада. Все действия производственной цепочки прослеживаются в системе 1С УПП и находятся под контролем специалиста 1С, на которого ложится основной груз ответственности за работоспособность всего алгоритма и управление документооборотом.

Безусловным плюсом этого алгоритма является систематизация работы со складскими запасами и необходимость контроля товаров на складах, так как Честный Знак ввёл временное ограничение возможности ввода кода маркировки в оборот с момента его эмиссии.

АНАЛИЗ СКЛАДСКОГО ЗАПАСА

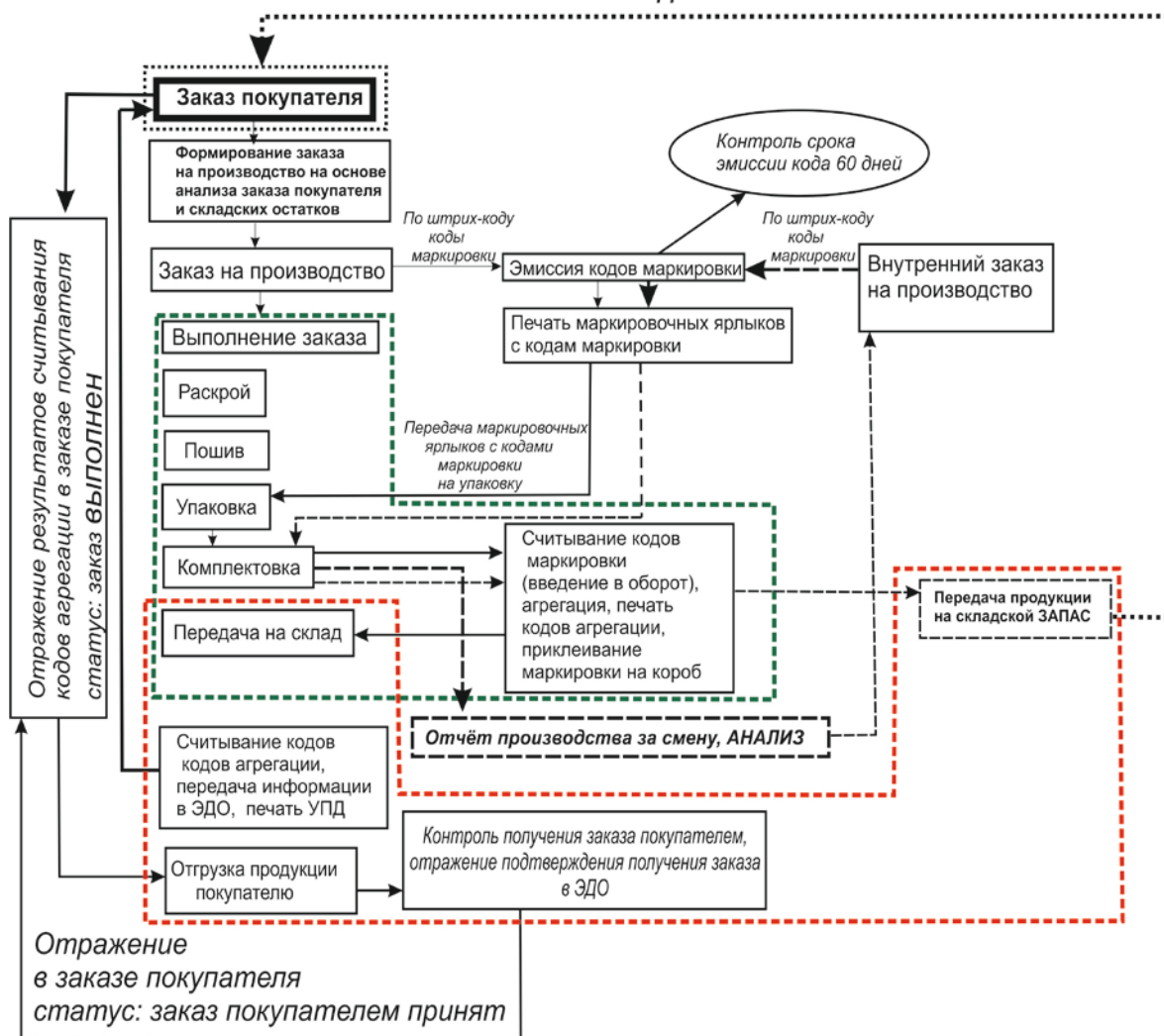


Рис. 1. Алгоритм адаптации технологического процесса производства швейных изделий под реализацию задачи обязательной маркировки продукции

До «часа пик», который наступит 1 января 2021 года осталось совсем не много времени. НОЦ ЦК ТИЛП предлагает производителям в рамках проводимого ИВГПУ международного научно-практического форума «Smartex» поделиться своим опытом обязательной маркировки товаров лёгкой промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2019 г. № 1956 “Об утверждении Правил маркировки товаров легкой промышленности средствами идентификации и особенностях внедрения государственной информационной системы мониторинга за оборотом товаров, подлежащих обязательной маркировке средствами идентификации, в отношении товаров легкой промышленности”/Информационно-правовой портал Гарант. ру/ Режим доступа: www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73267437/ Дата обращения – 01.10.20.
2. Материалы практической конференции «Цифровизация–2020: госрегулирование, юридическая и бизнес-практика». 12 марта 2020 г. г. Москва /Режим доступа: <https://strategyjournal.ru/partners-news/prakticheskaya-konferentsiya-tsifrovizatsiya-2020-gosregulirovanie-yuridicheskaya-i-biznes-praktika/> Дата обращения – 01.10.20
3. Пантыкина, И.А. Внедрение системы национальной цифровой маркировки товаров / И.А. Пантыкина, А.Э. Гарбузова // ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2019. – С. 61-63.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМЫ БАЛЛОНА НИТИ НАТУРАЛЬНОГО ШЁЛКА ПРИ СМАТЫВАНИИ С НЕПОДВИЖНОЙ ПАКОВКИ

FEATURES OF THE SHAPE OF A BALLOON OF NATURAL SILK THREAD WHEN WINDING FROM A FIXED PACKING

Г.Н. Валиев, В.О. Хомидов, М. Турдиев
G.N. Valiyev, V.O. Khomidov, M. Turdiyev

Ферганский политехнический институт (Республика Узбекистан)
Fergana politechnical institute (Republic Uzbekistan)
E-mail: gnvaliev@mail.ru, vohidhomidovfar@mail.ru

В статье исследовано влияние скорости снования на форму баллона нитей натурального шёлка. Установлено, что с увеличением скорости снования радиус баллона и угол отрыва витка нити от поверхности намотки увеличивается, при скорости снования 100 м/мин радиус баллона минимальный и нить скользит по намотке.

Ключевые слова: снование нитей, баллон нити, высота баллона, скорость снования, радиус баллона, натуральный шелк, бобина.

The article investigated the effect of warping speed of natural silk threads on the shape of the balloon. It was found that with an increase in the warping speed, the radius of the balloon increases, with a warping speed of 100 m / min, the radius of the balloon is minimal and the thread slides along the winding.

Keywords: warping of threads, balloon of threads, balloon height, speed of warping, radius of the balloon, natural silk, bobbin.

В современный период наиболее остро стоит вопрос повышения эффективности производства, совершенствования и разработки ресурсосберегающих технологий переработки сырьевых ресурсов и производства продукции, являющейся конкурентоспособной на внутреннем и внешнем рынке, отвечающей требованиям стандарта и обеспечивающей выход на международный рынок.

Без совершенствования технологии и разработки научно обоснованных способов и путей совершенствования технологического оборудования невозможно обеспечение рационального использования сырья, качества полуфабрикатов, а также качества и конкурентоспособности продукции и выхода её на международный рынок.

Применение современных высокопроизводительных ткацких станков, обеспечивающих высокое качество вырабатываемых тканей требует значительного улучшения качества приготовления основных и уточных нитей, которые существенно влияют на качество вырабатываемых тканей. Качество подготовки нитей к ткачеству во многом определяется качеством паковок и условиями осуществления самого технологического процесса. От выбора этих условий и оптимизации процессов зависит производительность оборудования, качество продукции и полуфабрикатов, выход отходов и уровень расхода сырья и материалов.

Эффективность применения современных текстильных машин и станков во многом определяется качеством подготовки нитей к ткачеству, которое зависит от качества сырья, параметров паковки [1, с. 106-113; 2, с. 212-215; 3, с. 257-261] и оптимизации технологического процесса [4, с. 203-218; 5, с. 185-188], особенно при переработке нитей натурального шелка [6, с. 101-105; 7, с. 36-40; 8, с. 89-92; 9, с. 53-54].

Снование является одним из важных и ответственных процессов при подготовке нитей к ткачеству. Структура намотки входной паковки является одним из существенных

факторов, оказывающих влияние на натяжение нитей при сматывании в процессе снования, их обрывность и качество основы.

Как известно, при большой скорости сматывания нити с неподвижной паковки под действием центробежной силы она отбрасывается от оси паковки и описывает в пространстве поверхность, называемую баллоном. При этом нить в баллоне по форме представляет собой не плоскую, а пространственную кривую. Форма нити в баллоне и форма самого баллона определяются сложными динамическими факторами. В процессе сматывания нити с паковки каждый её элемент в баллоне совершает сложное движение – вдоль оси нити и вращательное вокруг оси паковки [10, с. 13-18; 11, с. 14-15]. Форма и размеры баллона во многом зависят от действия центробежной силы и сил сопротивления воздуха, и оказывают большое влияние на натяжение сматываемой нити.

В работах [12, с. 80-82; 13, с. 44-49] проводились исследования баллонирования нити в процессе снования, Маховер В.Л. и Брут-Бруляко А.Б. получили точное решение приближенной математической модели процесса баллонирования нити, позволяющее рассчитать форму баллона и натяжение нити в баллоне [14, с. 42-47], Щербаков В.П. и Болотный А.П. исследовали процесс баллонирования нити на кольцевых прядильных машинах [15, с. 116-121].

В известных работах приведены исследования баллонирования хлопчатобумажной пряжи в процессе снования, которые проводились при больших скоростях сматывания, порядка 400-800 м/мин [12, с. 80-82; 13, с. 44-49]. Иная картина баллонирования нити может наблюдаться при сновании шелковой нити, линейная плотность которой в разы меньше хлопчатобумажной пряжи и процесс осуществляется при низких скоростях.

Исследовали баллонирование нити отваренного натурального шёлка 3,23 текс х 3 при осевом сматывании с бобины в процессе снования с помощью цифровой фотокамеры, высота баллона (расстояние от глазка нитепровода до торца паковки) 250 мм. По цифровым фотографиям баллона электронным геометрическим методом определяли угол отрыва витка нити от поверхности намотки.

Анализ полученных фотографий показывает, что при скорости снования 100 м/мин, при котором осуществляется существующий процесс снования шелковых нитей, в начале сматывания с бобины при диаметре намотки 120 мм, когда намотка полная, наблюдается одноволновый пологий конусообразный баллон без отрыва нити в баллоне от поверхности намотки (рис.1а). По мере сматывания форма баллона изменяется, к концу намотки, при диаметре намотки 60 мм наблюдается одноволновый слабо выпуклый конусообразный баллон также без отрыва нити в баллоне от поверхности намотки (рис.1б).

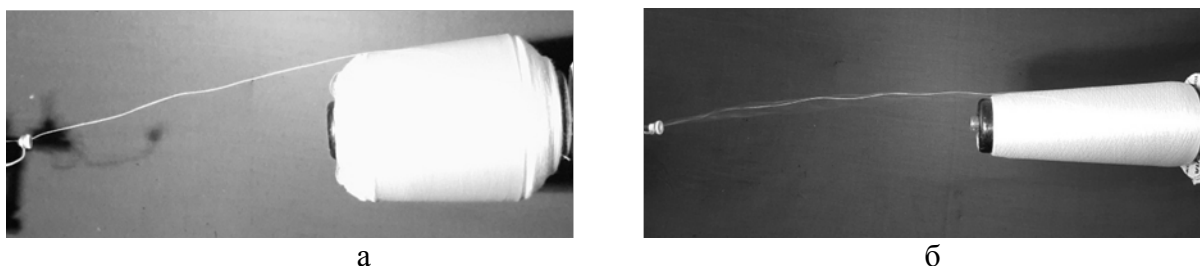


Рис. 1. – Формы баллонов шёлковой нити при скорости сматывания 100 м/мин

Исследованием зависимости угла отрыва витка нити от поверхности намотки при различных скоростях сматывания (рис. 2) установлено, что при скорости снования 100 м/мин, только в конце схода нити с бобины наблюдается небольшой угол отрыва витка нити от поверхности намотки, порядка 1-го градуса, от начала сматывания нити с бобины при диаметре намотки 120 мм, до конца сматывания, при диаметре намотки 60 мм процесс осуществляется практически без отрыва нити в баллоне от поверхности намотки (рис.2).

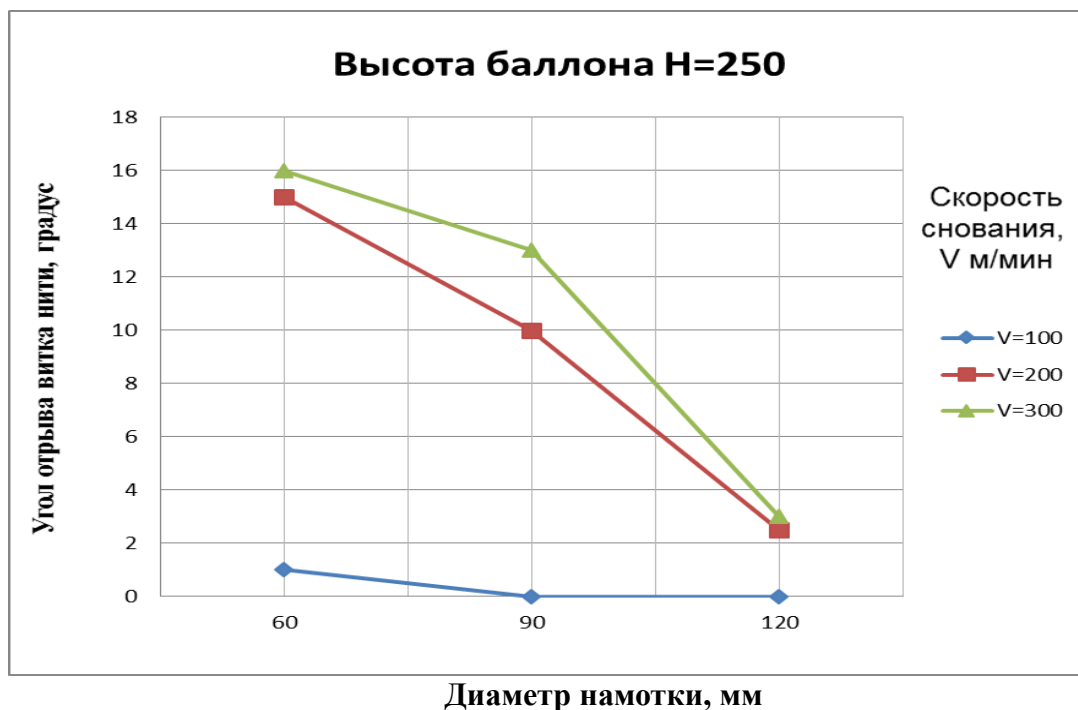


Рис. 2. Зависимость угла отрыва витка нити от поверхности намотки при различных скоростях сматывания

Следует отметить, что при этом условия сматывания нити неблагоприятные, от начала до конца сматывания нить в баллоне скользит по поверхности намотки, увеличивается угол обхвата нитью поверхности намотки, возникает большое трение нити о намотку, при этом нить будет сцепляться за узлы, шишки и налёты на поверхности намотки, что в динамических условиях сматывания нити приводит к увеличению её обрывности.

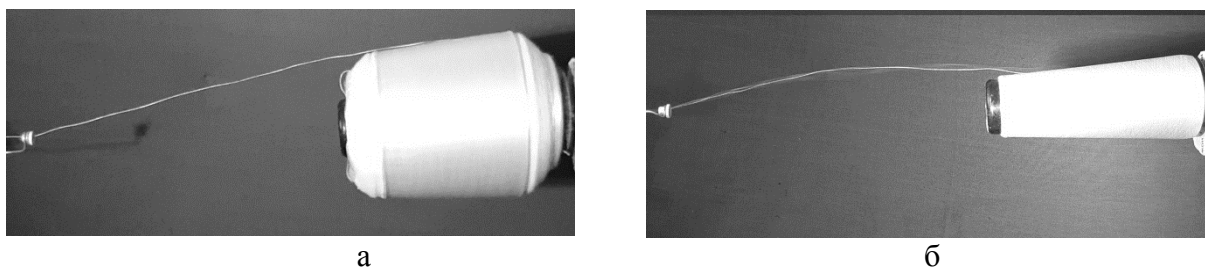


Рис. 3. Формы баллонов шёлковой нити при скорости сматывания 200 м/мин

При скорости снования 200 м/мин, в начале сматывания с бобины при диаметре намотки 120 мм, наблюдается одноволновый слабо выпуклый конусообразный баллон с отрывом нити в баллоне от поверхности намотки (рис.3а). По мере сматывания форма баллона также изменяется, к концу намотки, при диаметре намотки 60 мм наблюдается одноволновый мало выпуклый конусообразный баллон также с отрывом нити в баллоне от поверхности намотки (рис.3б).

Следует отметить, что в этом случае условия сматывания нити улучшаются. От начала до конца сматывания оторвавшаяся от намотки нить в баллоне не скользит по её поверхности, уменьшается угол обхвата нитью поверхности намотки, снижается трение нити о намотку, при этом нить не будет сцепляться за узлы, шишки и налёты на поверхности намотки, что приводит к снижению её обрывности.

При скорости снования 300 м/мин, в начале сматывания с бобины при диаметре намотки 120 мм, наблюдается одноволновый мало выпуклый конусообразный баллон с отрывом нити в баллоне от поверхности намотки (рис.4а). По мере сматывания форма баллона также изменяется, к концу намотки, при диаметре намотки 60 мм наблюдается одноволновый выпуклый конусообразный баллон также с отрывом нити в баллоне от поверхности намотки (рис.4б).

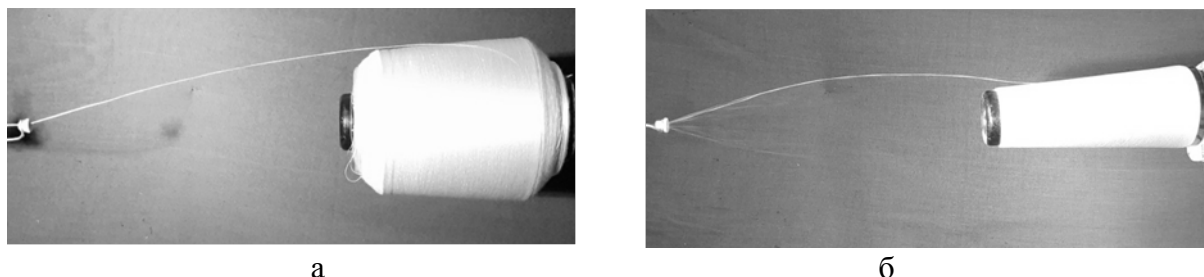


Рис. 4. Формы баллонов шёлковой нити при скорости сматывания 300 м/мин

Анализ зависимости угла отрыва витка нити от поверхности намотки при различных скоростях сматывания (рис. 2) показывает, что при скорости снования 200 – 300 м/мин, от начала сматывания нити с бобины при диаметре намотки 120 мм, до конца сматывания, при диаметре намотки 60 мм процесс осуществляется с отрывом нити в баллоне от поверхности намотки (рис.2), причем по мере схода нити с паковки и с увеличением скорости сматывания угол отрыва нити от поверхности намотки увеличивается.

В этом случае условия сматывания нити также улучшаются. От начала до конца сматывания оторвавшаяся от намотки нить в баллоне не скользит по её поверхности, уменьшается угол обхвата нитью поверхности намотки, снижается трение нити о намотку, при этом нить не будет сцепляться за узлы, шишки и налёты на поверхности намотки, что приводит к снижению её обрывности.

Полученные результаты могут быть применены в предприятиях шелковой промышленности.

Таким образом, по результатам работы можно сделать следующие выводы.

1. Проведены исследования влияния скорости снования на форму баллона нити натурального шёлка при осевом сматывании с бобины.
2. Установлено, что при скорости снования 100 м/мин, при котором осуществляется существующий процесс снования шелковых нитей, только в конце схода нити с бобины наблюдается небольшой угол отрыва витка нити от поверхности намотки, порядка 1-го градуса, при этом от начала до конца сматывания процесс осуществляется практически без отрыва нити в баллоне от поверхности намотки.
3. Установлено, что при скорости снования 100 м/мин условия сматывания нити с бобины неблагоприятные, нить в баллоне скользит по поверхности намотки, увеличивается угол обхвата нитью поверхности намотки, возникает большое трение нити о намотку, при этом нить сцепляется за узлы, шишки и налёты на поверхности намотки, что в динамических условиях сматывания нити приводит к увеличению её обрывности.
4. При скорости снования 200 – 300 м/мин, от начала до конца сматывания нити с паковки, процесс осуществляется с отрывом нити в баллоне от поверхности намотки, причем по мере схода нити с паковки и с увеличением скорости сматывания угол отрыва нити от поверхности намотки увеличивается.
5. Начиная от скорости снования 200 м/мин и выше условия сматывания нити натурального шёлка с бобины улучшаются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валиев Г.Н. Аналитическая зависимость распределения давления крестовой намотки на её основание вдоль оси паковки при сложных формах намотки и методика её определения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018. - № 3. – с. 106-113 (SCOPUS, CAS(pt)).
2. Валиев Г. Н. Аналитическая зависимость пространственного распределения давления слоя крестовой намотки на её основание по мере формирования паковки // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоёмкие технологии и материалы (SMARTEX – 2015): сборник материалов XVIII международного научно-практического форума (Иваново, 26-29 мая 2015 г.). – Иваново: ИВГПУ, 2015. – 320 с., с. 212-215.
3. Валиев Г. Н. Теоретическая зависимость распределения давления крестовой намотки на её основание по мере формирования паковки // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоёмкие технологии и материалы (SMARTEX – 2016): сборник материалов XIX международного научно-практического форума (Иваново, 23-27 мая 2016 г.). – Иваново: ИВГПУ, 2016. – Часть 1, 404 с., с. 257-261.
4. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 392с.
5. Валиев Г. Н., Хомидов В. О., Турдиев М. Способ определения технологичности нитенатяжных приборов текстильных машин // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоёмкие технологии и материалы (SMARTEX – 2018): сборник материалов XXI международного научно-практического форума (Иваново, 26-28 сентября 2018 г.). – Иваново: ИВГПУ, 2016. – Часть 1, 303 с., с. 185-188.
6. Валиев Г.Н. Повышение устойчивости намотки мотальной паковки нитей натурального шелка // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и лёгкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2014): сборник материалов Международной научно-технической конференции (Москва, 18-19 ноября 2014 г.). Часть 1. – М.: Московский Государственный университет дизайна и технологий, 2014. – 271 с., с. 101-105.
7. Валиев Г.Н. Пространственное распределение угла подъёма витка намотки мотальной паковки // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и лёгкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2016): сборник материалов Международной научно-технической конференции (Москва, 15-16 ноября 2016 г.). Часть 1. – М.: Московский Государственный университет дизайна и технологий, 2016. – 311 с., с. 36-40.
8. Валиев Г. Н., Хомидов В. О., Турдиев М. Устройство для испытания натяжных приборов текстильных машин // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и лёгкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018): сборник материалов Международной научно-технической конференции (Москва, 15-16 ноября 2018 г.). Часть 1. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. Косыгина», 2018. – 257 с., с. 89-92.
9. Валиев Г.Н. К вопросу параметров намотки мотальной паковки и теоретических зависимостей их определения //Современные технологии и оборудование текстильной промышленности (Текстиль-2012): тезисы докл. Международной научно-технической конференции (Москва, 13-14 ноября 2012 г.). Часть 1.–М.: Московский Государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина, 2012 г. – 140 с., с. 53-54.
10. Николаев С.Д., Сумарукова Р.И., Юхин С.С, Власов П.В. Теория процессов, технология и оборудование подготовительных операций ткачества. – М.: Легпромбытиздат, 2006. – 301 с.
11. Гордеев В.А., Волков П.В. Ткачество. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 488 с.
12. Розанов Ф.М. Технология ткачества (приготовление основы и утка к ткачеству) / Розанов Ф.М., Власов П.В., Павлова М.И., Селиванов Г.И., Сурнина Н.Ф. // Часть 1. – М.: Легкая индустрия, 1966. – 232 с.
13. Полетаев В.Н., Алёшин П.А. Лабораторный практикум по ткачеству. – М.: Легкая индустрия, 1970. – 272 с.

14. Маховер В.Л. и Брут-Бруляко А.Б. Уточнение решения приближенной математической модели баллонирования нити // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005. - № 2. – с. 42-47.
15. Щербаков В.П. и Болотный А.П. Баллонирование и натяжение нити на кольцевых прядильных машинах // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009. - № 1. – с. 116-121.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СПОСОБОВ ПЕЧАТИ ПО ТКАНЯМ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

RESEARCHING OF THE FABRIC PRINTING METHODS INFLUENCE TO THE CONSUMER PROPERTIES OF THE TEXTILE PRODUCTS

Т.А. Федорова, Р.А. Газизов
T.A. Fedorova, R.A. Gazizov

Казанский национальный исследовательский технологический университет
Kazan National Research Technological University
E-mail: t.fedorova50@mail.ru, xatyaz@mail.ru

Проведено исследование влияния способов печати на трикотажных тканях на потребительские свойства готовых изделий. Определено изменение значений воздухопроницаемости и разрывных характеристик при растяжении испытуемых образцов.

Ключевые слова: печать на трикотажные ткани; текстиль; способы печати; потребительские свойства; технологии печати.

The study of the printing methods influence on the knitted fabrics to the consumer properties of the finished products has been complied. The change of the air permeability and breaking characteristics values during stretching of the test samples was identified.

Keywords: printing on knitted fabrics; textiles; printing methods; consumer properties; printing technologies.

Введение

Печать на тканях – одна из наиболее востребованных и популярных позиций на рынке текстиля. Разработки в данной области носят фрагментарный характер, а связь между параметрами технологического процесса и свойствами комфортности материала с принтом остается недостаточно изученной. Потребительские свойства трикотажа формируются в процессе их проектирования и изготовления. Основными факторами данных свойств являются: волокнистый состав, структура текстильных нитей, петельное строение трикотажа и особенности их отделки. В связи с этим исследование и последующая оптимизация параметров технологического процесса с целью получения материалов с заданными потребительскими свойствами, проведенные с учетом предполагаемых условий эксплуатации трикотажа будут способствовать созданию трикотажных изделий с улучшенными свойствами комфортности. В исследовании рассмотрены актуальные задачи по изучению влияния способов печати на соответствующем оборудовании на потребительские свойства получаемых трикотажных изделий.

Наиболее популярный способ нанесения печати на трикотажное полотно – термотрансфер. Это технология нанесения изображения с использованием промежуточного носителя при помощи нагрева контактирующих между собой промежуточного носителя и поверхности изделия. Также широкое распространение получила печать на карусельных станках, являющаяся наиболее используемой при печати принтов на трикотажные изделия. В прямой цифровой печати (точнее, ее сублимационной разновидности) дисперсные красители наносятся непосредственно на полиэфирный носитель. Закрепление нанесенного рисунка (перенос красителей внутрь волокон) производится путем нагрева носителя в туннельных печах (ИК-нагрев), паровых стимерах (перегретый пар) или термопрессах (контактный нагрев). Цифровая сублимационная печать производится на цифровых струйных принтерах. Под управлением компьютера изображение печатается на ткани дисперсными чернилами

нескольких базовых цветов. Далее процесс их переноса полностью соответствует способу переноса дисперсных красителей в классическом производстве ткани [1,2].

Экспериментальная часть

В процессе исследования были выбраны виды оборудования, имеющие широкое распространение в работе малого и среднего бизнеса легкой промышленности. В рамках исследования были нанесены принты на трикотажное полотно комбинированного варианта различными способами печати на следующем оборудовании – прямая печать на принтере Brother GT-3 (образец 1), сублимационная печать на термопрессе Sefa ROTEX RMX (образец 2) и трафаретная печать на станке M&R Chameleon 6x6 карусельного типа (образец 3). Проведены исследования по определению изменений отдельных потребительских свойств образцов трикотажных изделий после нанесения на них печатного рисунка.

Для потребителя важными составляющими качества трикотажной продукции являются гигиенические свойства, а также свойства, влияющие на срок службы изделия. К первой группе свойств относятся воздухопроницаемость, паропроницаемость, водопроницаемость, гигроскопичность, электризуемость и др. Ко второй группе – прочность, износостойкость, удлинение, растяжимость, упругость, закручиваемость краев и др. [1,3-5].

Для трикотажных изделий, которые в основном применяются для нижнего белья и для носки изделий летом, занятий спортом важна хорошая воздухопроницаемость [6,7]. Данное свойство определялось по ГОСТ 12088-77 «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости». Образцы ткани были испытаны на приборе для определения воздухопроницаемости A0003-PC IDM instruments AIR PERMEABILITY TESTER, с диаметром насадки 100 мм. Наибольшая относительная погрешность измерений составила 3,8%. В таблице 1 приведены результаты измерений на воздухопроницаемость испытуемых образцов. Контрольными являлись образцы без печатного рисунка. На рис. 1 представлено изменение средних значений воздухопроницаемости образцов относительно контрольных изделий.

Таблица 1

Результаты измерений на воздухопроницаемость

Оборудование для нанесения принта на ткань	Воздухопроницаемость Q , $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$		ΔQ , %
	Контрольный образец	Окрашенный образец	
Brother GT-3	381	343	-10,0
Sefa ROTEX RMX	486	371	-23,7
M&R Chameleon 6x6	366	243	-33,5

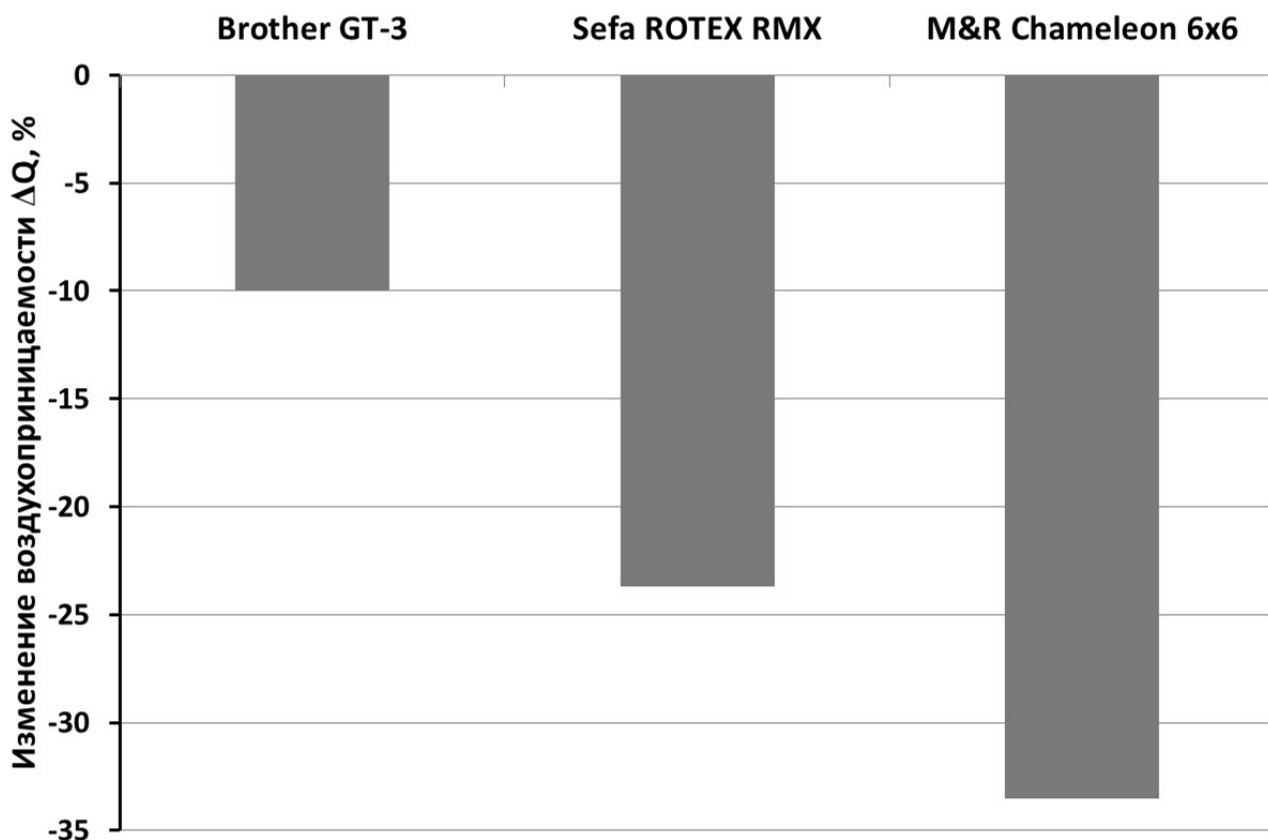


Рис. 1. Изменение средних значений воздухопроницаемости испытуемых образцов относительно контрольного

Наименьшее снижение воздухопроницаемости наблюдается у образцов окрашенных прямой печатью на принтере Brother GT-3. Уменьшение данного показателя составило 10% относительно значений контрольного образца. Значения воздухопроницаемости снизились у образцов с рисунком полученных на термопрессе Sefa ROTEX RMX – на 23,7%, станке карусельного типа M&R Chameleon 6x6 – на 33,5%.

Немаловажным свойством, влияющим на срок службы трикотажного полотна после нанесения принта, является его прочность. Соответственно, были проведены испытания по определению разрывных характеристик согласно методике по ГОСТ 3813-72 (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82) «Материалы текстильные. ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении». Для реализации данного метода была использована универсальная машина zwicki-Line Z Zwick/Roel позволяющая измерить следующие свойства исследуемых образцов ткани: разрывную нагрузку (F_H , Н) и удлинение при разрыве (E_H , %). В таблице 2 приведены результаты измерений данных характеристик. Наибольшая относительная погрешность измерений составила 8,6%. На рисунке 2 графически представлено изменение значений разрывных характеристик при растяжении.

Таблица 2

Средние значения разрывных характеристик образцов при растяжении (по основе)

Образец	печать на Brother GT-3		печать на Sefa ROTEX RMX		печать на M&R Chameleon 6x6	
	F_H , Н	E_H , %	F_H , Н	E_H , %	F_H , Н	E_H , %
контрольный	174	35,7	209	49,1	176	36,8
окрашенный	211	41,3	263	55,2	205	38,9
Изменение параметра, %	21,3	15,7	20,5	11,1	16,5	5,7

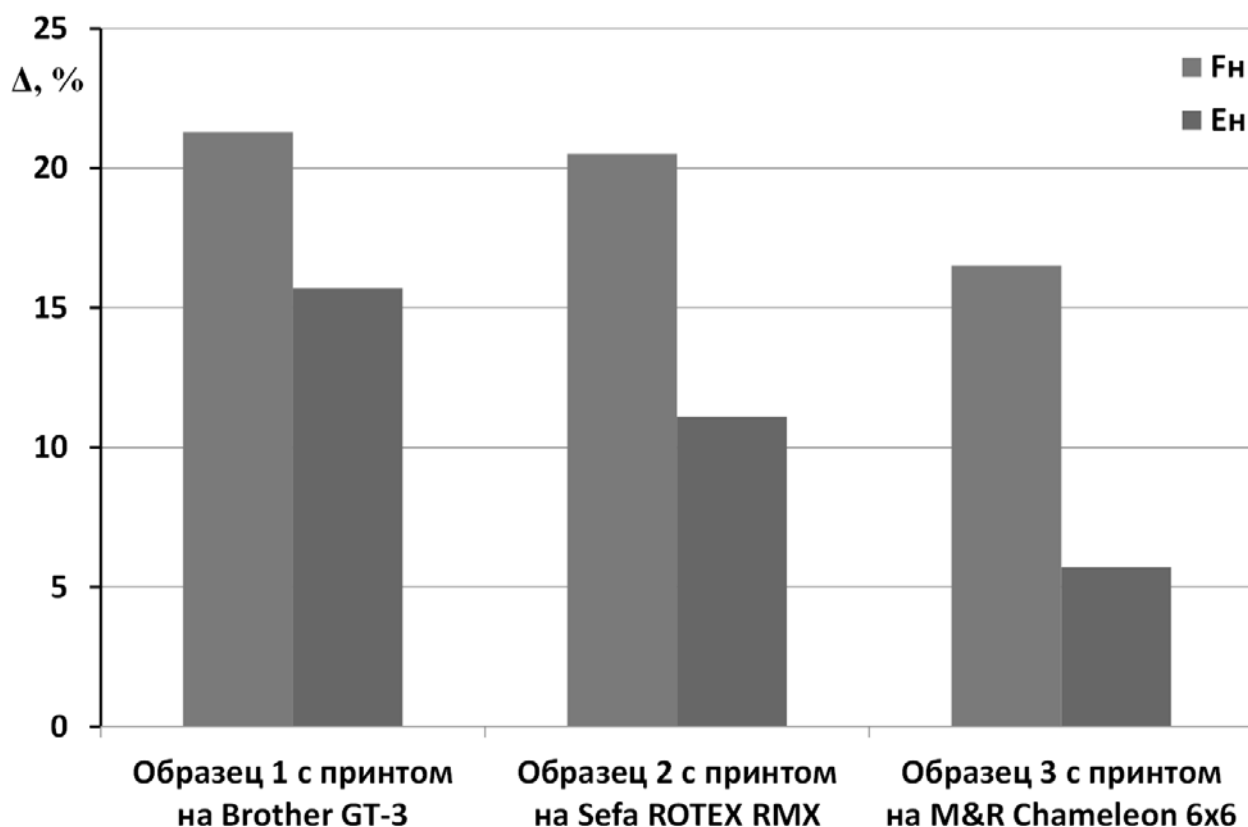


Рис. 2. Изменение значений разрывной нагрузки (F_H , Н) и удлинения при разрыве (E_H , %) образцов тканей с принтом, полученных на соответствующем оборудовании

При нанесении краски методом печати на трикотажное полотно идет сцепление между штампом нанесения красителя и трикотажного полотна, что влечет линейно-упругое деформирование материала. В результате возникает контактное взаимодействие между скрученными нитями, которое сказывается на разрывных характеристиках опытных образцов [8,9]. Как видно из рисунка 2 образцы 1 и 2 показывают примерно равное увеличение разрывной нагрузки, а изменение разрывных характеристик образца 3 оказались наименьшими.

Исходя из результатов исследования наилучшие показатели получены на образце 1 с принтом, нанесенным прямой печатью на принтере Brother GT-3. На данном образце зафиксировано наименьшее ухудшение значения воздухопроницаемости (-10%) по сравнению с образцами 2 и 3, и максимальные изменения значений разрывных характеристик. По образцу 3 с принтом, нанесенным на станке карусельного типа M&R Chameleon 6x6, получены наихудшие значения по исследуемым показателям, а именно – значение воздухопроницаемости снизилось на 33,5%, увеличение значений разрывной нагрузки и удлинения при разрыве на 16,5% и 5,7%, соответственно.

Выводы

1. Выявлено, что в процессах печатания и заключительной отделки состояние поверхности волокна будет влиять на адгезионную способность трикотажного полотна.
2. Исследован ряд образцов трикотажа с учетом их потребительских свойств после нанесения печати на изделия на различном оборудовании, применяемом в текстильном производстве.
3. Предложены варианты печати по трикотажным изделиям с учетом их потребительских свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федорова Т.А., Газизов Р.А., Мусин И.Н., Абуталипова Л.Н. Промышленные автоматические линии и оборудование текстильной и легкой промышленности: учебник – М-

во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. – 756 с.

2. Технология производства потребительских товаров. Ч.1. Непродовольственные товары: учебник / под ред. Т. И. Чалых. – М.: Изд.центр «Академия», 2003. – 123 с.

3. Торкунова З.А. Испытания трикотажа. - 2-е изд., перераб. – М.: Легпромбытиздат, 1985. – 199 с.

4. Склянников В.П. и др. Гигиеническая оценка материалов для одежды. М.: Легпромбытиздат, 1985. – 143 с.

5. Кобляков А.И., Удачин О.В., Федотов С.И. Исследования влагосодержания текстильных материалов. Известия вузов ТЛП, Т.31, №4, 1988.

6. Делль Р.А., Афанасьева Р.Ф., Чубарова З.С. Гигиена одежды: Учеб. пособие для вузов.– 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 160 с.

7. Mecheels J., Umbach K.H. Thermophysiological properties of cloting systems. – Melliand textilber, English edition, Dec. 1976.

8. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение: (Волокна и нити): Под ред. Кукина Г.Н. Учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 348 с.

9. Кобляков А.И. и др. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению. – М.: Легпромбытиздат, 1986.– 344 с.

**ЭКСПРЕСС-МЕТОД АНАЛИЗА ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ
СТРУКТУРЫ ПОЛИМЕРНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ
С УЧЁТОМ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

**EXPRESS METHOD FOR ANALYSIS OF THE TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF THE
TEXTILE STRUCTURE OF THE POLYMER FILLER TAKING INTO ACCOUNT FOR
EXTERNAL IMPACT FACTORS**

В.А. Годлевский¹, В.Б. Кузнецов², О.В. Блинов², Е.Н. Калинин²
V.A. Godlevsky¹, V.B. Kuznetsov², O.V. Blinov², E.N. Kalinin²

¹Ивановский государственный университет,
²Ивановский государственный политехнический университет
¹Ivanovo State University,
²Ivanovo State Polytechnic University
e-mail: enkalini@gmail.com

Рассмотрены вопросы взаимосвязи процессов трения и физико-механических показателей полимерных волокнистых структур как наполнителя композитного материала с учётом влияния факторов внешнего воздействия на образованную триботехническую систему.

Ключевые слова: трибология, экспресс-анализ, полимерный волокнистый композитный материал, коэффициент трения.

The issues of interrelation of friction processes and physical and mechanical indicators of polymer fibrous structures as a filler of a composite material are considered, taking into account the influence of external factors on the formed tribotechnical system.

Key words: tribology, express analysis, polymer fiber composite material, coefficient of friction.

Трибология, как наука, изучает вопросы контактного взаимодействия деформируемых твердых тел при их относительном перемещении. Как правило, в большинстве своем, последствия трения негативны и с этим связана надежность, долговечность и износостойчивость объекта, определяющего эксплуатационные параметры материальной системы в целом.

В результате реализации процессов заключительной отделки, обеспечивающих финишные эксплуатационные свойства, структура волокнистого композита приобретает заданные показатели, связанные, в том числе, и с изменением параметров его поверхности, которые зависят от сырьевого состава, характеристик структуры и технологического воздействия на структуру и особенностей взаимодействия связующего с наполнителем, определяющего физико-механические характеристики как суровых, так и готовых текстильных материалов [1, 2].

Одним из результатов лабораторных испытаний композитной структуры на соответствие её физико-механических показателей требованиям нормативной документации является показатель износостойкости как устойчивости структуры к истиранию.

При этом необходимость оперативного анализа – экспресс-анализа трибологических свойств текстильной структуры полимерного волокнистого композита с учётом факторов внешнего воздействия данного показателя с последующей корреляцией его с результатами экспериментальных данных - актуальна.

С целью расширения технических возможностей трибометра лабораторного ТАУ-1 [4], предназначенного для измерения силы трения твердых поверхностей, была выполнена его модернизация, позволяющая определять коэффициент трения текстильных материалов. В нем был использован индентор в виде сферы большего диаметра и устройство,

обеспечивающее равномерное натяжение полотна полимерного композита. На рис.1 представлена принципиальная схема модернизированного узла трения, установленного в трибометр ТАУ-1.

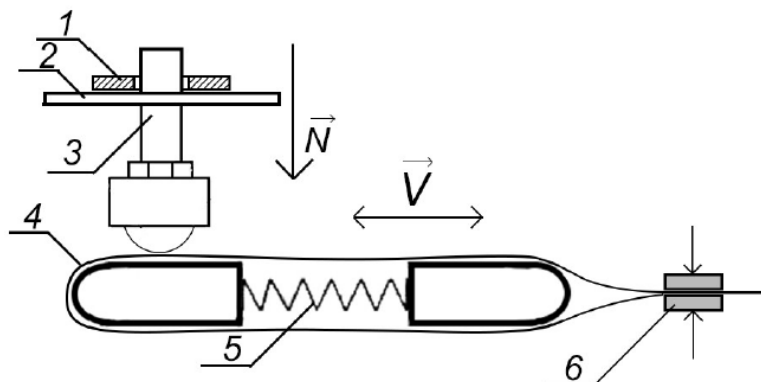


Рис. 1. Схема модернизации узла трения трибометра ТАУ-1.

1 - груз; 2 - нагрузочная площадка; 3 – индентор; 4 – образец полотна композита;
5 – пружина; 6 – зажим Гофмана; N - нормальная нагрузка;
V-скорость возвратно-поступательных движений каретки.

Для исследования были определены наиболее часто употребляемые в структуре композитов следующие образцы тканых структур:

а) однослойные:

- поплин, сатин «Люкс», рогожка в суровом и готовом виде;

б) двухслойные армирующие для тентов в различных структурных сочетаниях:

- образец № 1, лицевая сторона - полиэфирные нити, изнаночная – нити из льняного волокна;

- образец № 2, лицевая сторона полиэфирные нити, изнаночная – смесь льняного волокна с хлопчатобумажным;

- образец № 3, лицевая сторона полиэфирные нити, изнаночная – хлопчатобумажная пряжа пневмомеханического способа прядения.

Измерение коэффициента трения образцов текстильных материалов осуществлялось по двум вариантам:

- при максимальном натяжении полотна тканой структуры;

- в свободном фиксированном состоянии - без предварительно заданных продольных растягивающих усилий.

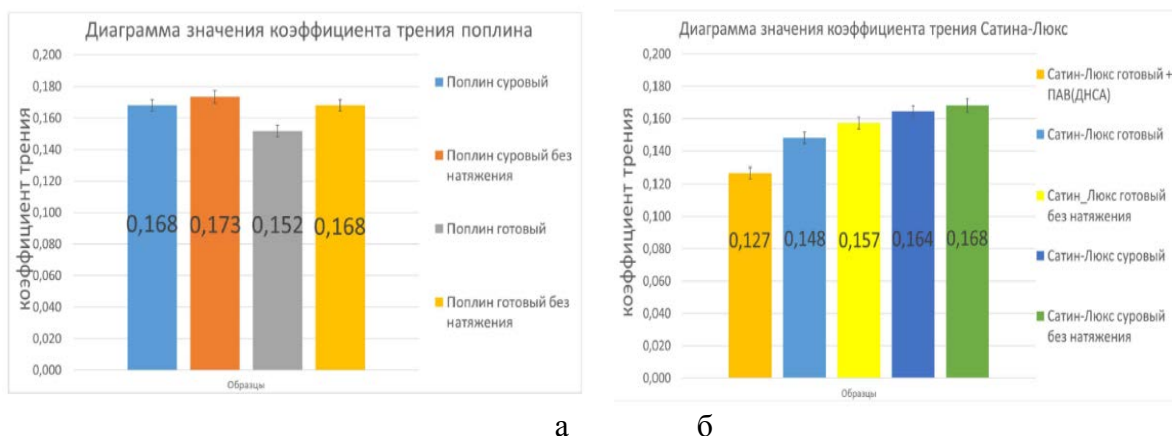


Рис. 2. Влияние продольного натяжения тканей поплин (а) и сатин «Люкс» (б) на величину коэффициента трения

На диаграмме (рис. 2,а) представлена зависимость величины коэффициента трения лицевой поверхности ткани поплин для обоих вышеуказанных вариантов испытаний.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при натяжении у готового образца тканой структуры коэффициент трения примерно на 10% меньше, чем у сурового. Это объясняется меньшей шероховатостью его лицевой поверхности, полученной в результате проведения заключительных отделочных операций, относительно того же показателя структуры суровой ткани, имеющей более рельефную поверхность.

При отсутствии продольного натяжения полотна величина коэффициента трения увеличивается в обоих случаях технологического (физико-химического) воздействия на структуру полимерного волокнистого наполнителя. Одним из объяснений этого факта может служить явление образования «деформационной волны» на поверхности полотна, создаваемой индентором, как дополнительного сопротивления при взаимодействии полотна с измерительным устройством.

Аналогичные зависимости, представленные на рис. 2, б, справедливы и для структуры - сатин «Люкс».

Дополнительная обработка лицевой стороны сатина поверхностно-активным веществом приводит к еще более резкому, примерно на 15%, уменьшению коэффициента трения. Это обусловлено образованием пленки ПАВ, уменьшающей шероховатость рабочей поверхности исследуемого материала [3].

Определение коэффициента трения структуры рогожка осуществлялось только при создании продольного натяжения полотна. У суровой ткани он примерно на 13% больше, чем у готовой (рис. 3), и также больше, чем у поплина и сатина «Люкс» в суровом виде, что может быть объяснено сложной структурой её переплетения и более выраженной рельефностью поверхности.



Рис. 3. Численные значения коэффициента трения между стальным проводником и полотном готовой тканой структуры рогожка

В табл.1 представлены физико-механические показатели тканых структур, как наполнителя, простых переплетений и производных от них, подвергнутых анализу на износостойкость.

Таблица 1

Ткань	Поверхностная плотность, г/м ²	Число нитей на 10 см		Разрывная нагрузка полоски ткани размером 50×200 мм, кгс не менее	
		основа	уток	основа	уток
Поплин, суровый	130	300	280	49	40
Поплин, готовый	120	334	268	50	40
Сатин «Люкс», суровый	157	646	298	90	40

Сатин «Люкс», готовый	145	683	298	85	39
Рогожка, суровая	164	220	175	37	44
Рогожка, готовая	161	247	172	43	39

В табл. 2 приведены начальные физико-механические параметры двухслойных тканых структур, являющиеся отправными характеризующими для проведения лабораторного физического эксперимента.

Таблица 2

Ткань	Поверхностная плотность, г/м ²	Число нитей на 10 см		Разрывная нагрузка полоски ткани размером 50×200 мм, кгс не менее	
		основа	уток	основа	уток
Образец 1	517	360	280	> 240	> 240
Образец 2	555	400	240	> 240	> 240
Образец 3	632	380	240	> 240	> 240

Текстильные материалы, подвергнутые технологическим процедурам облагораживания (отбеливание, крашение, печатание или аппретирование), имеют меньшую площадь поверхности, что обусловлено комплексом физико-механических и физико-химических операций. В результате коэффициент трения у готовых тканей меньше, чем у суровых. Это подтверждается полученными результатами [3]. При этом следует отметить, что наблюдается прямая зависимость между коэффициентом трения суровых и готовых текстильных материалов различных структур. В связи с этим, располагая данными по взаимосвязи величины коэффициента трения и износостойкости (количество циклов истирания по ГОСТ 18976-73) для суровых тканей, полученные результаты можно экстраполировать на структурные показатели готовых материалов, используя технологию синтеза стохастических моделей.

В табл.3 представлены результаты экспериментальных исследований по определению коэффициента трения и количеству циклов истирания для различных видов суровых однослойных тканей, а также для двухслойных структур:

- образец № 1 - лицевая сторона ПЭ нити, изнаночная – «лен»;
- образец № 2 - лицевая сторона ПЭ нити, изнаночная – «лен + хлопок»;
- образец №3 - лицевая сторона ПЭ нити, изнаночная – «хлопок» пневмомеханического способа прядения.

Таблица 3

Ткань	Коэффициент трения	Устойчивость к истиранию, циклы
Поплин	0,168	583
Сатин «Люкс»	0,164	1577
Рогожка	0,196	488
Образец 1	0,276	20703
Образец 2	0,257	21358
Образец 3	0,231	23702

Приведенные данные свидетельствуют о прямой взаимосвязи между величиной коэффициента трения и количеством циклов при определении устойчивости тканей к истиранию.

Чем больше величина значения коэффициента трения, тем большее количество циклов истирания выдерживает текстильный материал, и, соответственно, он более устойчив к воздействию процесса трения.

Таким образом, модернизированный трибометр-лабораторный ТАУ-1 может быть использован для экспресс-оценки устойчивости полимерных волокнистых структур к истиранию.

В результате реализации процессов заключительной отделки текстильные материалы приобретают различные эксплуатационные характеристики, связанные, в том числе, и с изменением структурных параметров поверхности ткани. Тем не менее, ткацкие переплетения в значительной степени определяют физико-механические показатели текстильных материалов и в частности износостойкость [1, 2].

Для образцов двухслойных тканых структур значения коэффициента трения определён для всех образцов испытуемого материала при продольных растягивающих усилиях (натяжении) как с лицевой, так и с изнаночной сторон, а у образца № 1 - для лицевой стороны в свободном фиксированном состоянии. Полученные данные представлены в табл. 4.

Таблица 4

Величина коэффициента трения для образцов двухслойных тканей

Номер образца, сторона	Натяжение	Коэффициент трения
№ 1, лицо	+	0,282 ± 0,008
№ 1, лицо	-	0,327 ± 0,010
№ 1, изнанка	+	0,276 ± 0,005
№ 2, лицо	+	0,272 ± 0,050
№ 2, изнанка	+	0,231 ± 0,003
№ 3, лицо	+	0,269 ± 0,005
№ 3, изнанка	+	0,257 ± 0,010

Более высокие значения коэффициента трения, примерно в 1,5...2 раза, по сравнению с поплином, сатином «Люкс» и структурой рогожка обусловлены многослойностью и особенностями механического взаимодействия упруго-вязких двухслойных тканых структур с индентором, деформирующим их структуру в поперечном направлении и, соответственно, испытывающим большее сопротивление перемещению в направлении V (рис.1). При этом просматривается тенденция к возрастанию коэффициента трения по изнаночной стороне от образца № 3 (хлопок) к образцу № 1 (лен), что обусловлено спецификой структуры поверхности образующих ее переплетение нитей.

В табл.5 приведены данные по испытанию образцов двухслойных тканых структур на устойчивость к истиранию по ГОСТ 18976-73 и коэффициентам трения по лицевой стороне, полученным с помощью модернизированного трибометра ТАУ-1.

Таблица 5

Показатели устойчивости к истиранию и коэффициенты трения двухслойных тканых структур

Номер образца	Коэффициент трения	Устойчивость к истиранию, циклы
1	0,276±0,005	20703
2	0,257±0,010	21358
3	0,231±0,003	23702

Таким образом, на основе графического и статистического анализа полученных результатов экспериментальных исследований следует отметить, что они в достаточной мере коррелируются между собой и имеют обратно пропорциональную зависимость.

Результаты реализованной методики экспресс-метода анализа трибологических свойств волокнистой структуры полимерного наполнителя с учётом факторов внешнего воздействия, на основе разработанного нами принципиально новой измерительной схемы трибометра дает возможность расширить масштаб используемых результатов экспериментальных исследований в плане синтеза стохастических моделей для создания

новых композитов с прогнозируемыми эксплуатационными (конструкционными) параметрами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кирюхин С.М., Шустов Ю.С. Текстильное материаловедение-М.: Колосс, 2011. – 360 с.
2. Кукин Г.Н. и др. Текстильные материаловедение (текстильные полотна и изделия). Учебн. для вузов /Г.Н.Кукин, А.Н.Срловьев, А.И.Кобляков. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1992. 272 с.
3. Степанова Т.Ю. Разработка и исследование эмульгирующих составов на основе полиэтиленгликолей как регуляторов трения волокно-волокно и волокно-металл: дисс. канд. техн: 05.02.04 защищена 2003г./ Степанова Татьяна Юрьевна – Иваново, 2003г. -112 с.
4. 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.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ В 3D ПРОЕКТИРОВАНИИ ОДЕЖДЫ

DIGITIZATION OF MATERIAL PROPERTIES IN 3D CLOTHING DESIGN

В.С. Белгородский¹, М.А. Гусева¹, Е.Г. Андреева¹, Н.А. Смирнова²
V.S. Belgorodskiy¹, M.A. Guseva¹, E.G. Andreeva¹, N.A. Smirnova²

¹Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство), (Москва)

²Костромской государственный университет

The Kosygin State University of Russia

(Technology. Design. Art), (Moscow)

Kostroma State University

E-mail: guseva_marina67@mail.ru

В статье предложен универсальный инструмент цифровой оценки формообразующих и деформационных свойств тканей для получения входной информации для автоматизированного параметрического проектирования моделей одежды в трехмерной виртуальной среде. Представлены примеры оценки льносодержащих тканей, в состав которых включены хлопковые, вискозные, шерстяные, полиамидные, полиэфирные, полиакрилонитрильные, полиуретановые и комбинированные нити и волокна, с целью обеспечения наилучшей посадки изделий различного ассортимента и покроя.

Ключевые слова: цифровые шкалы свойств материалов, прогнозирование формы одежды, формообразующие и деформационные свойства тканей.

The article proposes a universal tool for digital assessment of the shape-generating and deformation properties of fabrics to obtain input information for the automated parametric design of clothing models in a three-dimensional virtual environment. Examples of evaluating flax-containing fabrics, which include cotton, viscose, woolen, polyamide, polyester, polyacrylonitrile, polyurethane and combined threads and fibers, are presented in order to ensure the best fit of products of various assortments and cuts.

Key words: digital scales of material properties, predicting the shape of clothing, form-building and deformation properties of fabrics.

Для перехода современного швейного производства к виртуальному проектированию в единой цифровой среде важна адекватность визуализации проектируемых моделей одежды в САПР, что требует научно-обоснованного учета свойств материалов для построения конструкций изделий и трехмерной симуляции их посадки на фигурах потребителей [1]. Создание внешней формы является приоритетной задачей дизайнера одежды, поэтому текстура и другие свойства материалов играют ключевую роль в практическом воплощении внешнего образа изделия [2]. Физико-механические свойства тканей определяют внешнюю форму и пластику одежды [3], и в большей степени в изделиях более свободных силуэтов [4]. Формообразующие характеристики текстильных материалов напрямую связаны с конструктивными параметрами конструкции, как в двухмерной, так и в трехмерной среде [5]. С математической точки зрения характеристики формообразующих свойств ткани позволяют интерпретировать соотношения между их механическими свойствами и желаемым силуэтом одежды, чтобы подбирать оптимальный покрой и силуэт одежды для конкретных материалов или наоборот подбирать оптимальные ткани для проектирования требуемой модели [6].

На этапе конфекционирования в САПР потребительские характеристики изделия могут формироваться в условиях удаленного доступа к материальным ресурсам при возможности их широкого выбора, что обуславливает важность исчерпывающей информации о свойствах используемых материалов. В существующих САПР одежды свойства используемых материалов влияют на выбор цвета и текстуры поверхности изделия, определение значений раствора вытачек, конструктивных прибавок, посадки срезов,

технологических припусков, отклонений от направления нити основы, а также на расчет высоты настила и оптимизацию раскладки лекал [7]. При параметрическом конструировании и моделировании в САПР возможен выбор алгоритмов проектных процедур в зависимости от вида используемых материалов, чтобы учитывать специфические особенности тканей, трикотажа, меха и других, чтобы дизайнер мог оценить и при необходимости изменить сгенерированную пространственную форму проектируемого изделия [8]. В процессе проектирования прогнозирование поведения материалов в одежде опирается на трудно формализуемые опыт, навыки и знания специалистов, что затрудняет их алгоритмизацию для использования в САПР и обуславливает актуальность разработки универсального инструмента цифрового представления текстильных материалов.

Для проведения виртуальной примерки целесообразно прогнозировать поведение материалов в различных областях, включая как опорные участки, так зоны свободного провисания, и в различных комбинациях пакета. При выборе наиболее подходящих материалов прежде всего учитывают визуальные характеристики, волокнистый состав, толщину, поверхностную плотность, формообразующие и деформационные свойства. Для оценки формообразующих свойств тканей важна подвижность их сетчатой структуры, которая определяется толщиной, формой и свойствами нитей, их взаимным расположением и связанностью. При покрывании тканью криволинейной поверхности происходит изгиб нитей, и способность изменять угол между ними до появления диагональной складки определяет формоустойчивость ткани. Величины диагоналей параллелограммов ячеек ткани характеризуют способность материала к сутюживанию (уменьшению длины участка среза детали усадкой и уплотнением нитей в результате влажно-тепловой обработки) и оттягиванию (увеличению этой же длины в результате влажно-теплого воздействия). Вид переплетения ткани, определяющий порядок взаимного перекрытия нитей основы и утка (раппорт), и её волокнистый состав влияют на формообразующую способность, включая показатели растяжения, сжатия, сдвига и др.

В качестве примера универсального цифрового представления текстильных материалов выбраны льносодержащие ткани, для улучшения визуальных, тактильных, формообразующих и формосохраняющих характеристик которых в их состав добавляют различные природные и синтетические волокна, что приводит к изменению показателей их свойств. Среди свойств, наиболее значимых для создания внешней формы изделий, выделены толщина, поверхностная плотность, вид переплетения, формоустойчивость, деформационная способность (усадка, драпируемость, жесткость и упругость), значения показателей которых выступают в роли исходных данных при разработке конструктивно-технологического решения моделей одежды.

Анализ выделенных характеристик льносодержащих материалов выполнялся на примере плечевой одежды с втачными рукавами. Для экспериментального исследования выбраны изделия различного ассортимента и покроя, в том числе модели косого кроя. Изучали образцы льносодержащих материалов, в волокнистый состав которых включены нити (Н) и волокна (В) хлопка (х/б), вискозы (Вис), шерсти (Шрс), полиамидные (Пам), полиэфирные (Пэф) и полиакрилонитрильные (Пан), а также спандекс (НПУ) и комбинированные нити (Кмб), полученные обкручиванием основы различными нитями или пряжей. Исследования растяжимости и пластичности льносодержащих тканей разной поверхностной плотности показали, что усиление льняных нитей по основе и утку полиэфирными волокнами значительно повышает растяжимость и пластичность материала, что положительно сказывается эстетике пространственной конфигурации оката втачных рукавов (табл.1).

Таблица 1

Фрагмент шкалы оценки растяжимости и пластичности льносодержащих тканей разной поверхностной плотности [9]


Поверхностная плотность, г/м ²	Волокнистый состав		Растяжимость, %		Пластичность, %		Балл
	основа	уток	основа	уток	основа	уток	
432	НПэф	НКмб: НПэф, НПУ	3	45	0	8,9	100
332	Прх/б	НКмб: Прх/б, НПУ	0	45	0	5,5	95
271	НПэф	НКмб: НПэф, НПУ	2	45	0	6,6	70
252	ПрШрс	НКмб: ПрВШрс, НПУ	13	32	0	3	60
221	ПрШрс	НКмб: ПрВШрс, НПУ	7	25	0	0	48
185	НПэф	НКмб: НК, НПУ	1	42	50	5	40

Установлено, что на способность льносодержащих тканей к формообразованию, а именно на величину сутюживания/ оттягивания и формуемость, влияет вид переплетения (табл. 2).

Таблица 2

Фрагмент шкалы оценки формообразующих свойств льносодержащих тканей по виду переплетения [9]

Вид образца	Вид переплетения	Волокнистый состав	Поверхностная плотность, г/м ²	Величина сутюживания/ оттягивания, %	Формуемость (угол до появления складки), град	Балл
	Мелко-узорчатое (саржа ромбовидная)	Лен/хлопок	214	12,2	13	100
	Мелко-узорчатое (саржа 3/3)	Лен/хлопок	211	14,6	17	95
	Мелко-узорчатое	Лен/хлопок	204	14,6	16	85
	Мелко-узорчатое (рогожка)	Лен/хлопок	199	13,9	17	80

	Плотняное	Лен/ хлопок	178	11,7	11	60
---	-----------	----------------	-----	------	----	----

Оценка драпируемости льносодержащих материалов показала, что наиболее значимыми факторами, определяющими способность ткани к изменению пластики формы, являются поверхностная плотность, волокнистый состав, вид переплетения (табл. 3).

Таблица 3

Фрагмент шкалы оценки драпируемости льносодержащих тканей
(на примере материала плотняного переплетения) [10]

Поверхностная плотность, г/м ²	Характеристики строения		Драпируемость, %	Балл
	вид переплетения	волокнистый состав, %		
268	плотняное	лен-30, ПЭ-70	64	85
258	плотняное	лен-50, ПЭ-50	72	75
230	плотняное	льняная	74	60
180	плотняное	льняная	62	40
169	плотняное	льнохлопковая	62	36
134	плотняное	льнохлопковая	70	20

Разработанные базы данных содержат визуальную и метрическую информацию о значимых характеристиках льносодержащих тканей, представленных в виде универсальных цифровых шкал [9, 10]. Использование структурированной информации о свойствах материалов позволяет осуществить быстрый выбор входной проектной информации для процесса конструирования одежды высокого качества посадки с правильной ориентацией рукава в пройме, увязке размеров и формы оката с размерами и формой проймы, определяющих эстетичность формы оката. Применение разработанных цифровых шкал количественных показателей формообразующих и деформационных свойств текстильных материалов позволяет параметризовать процесс виртуального проектирования, так чтобы при внесении изменений в 3D визуализацию проектируемого изделия можно было также варьировать свойства используемых материалов, в том числе путем их замены или модификации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корнилова Н.Л., Салкупан С.В., Горелова А.Е., Васильев Д.А. Основные подходы к созданию цифровых фабрик в индустрии моды // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). – 2018, №1-1. с. 39-45
2. Chuang M., Hung S. Texture image of men's suit fabrics// Journal of the Textile Institute. – 2011, Vol.102, No.6. – P.461-474.
3. Гетманцева В.В., Гончарова А.С., Никитина Н.Г., Андреева Е.Г. Влияние показателей физико-механических свойств тканей на пространственную форму плечевого изделия// Известия вузов. Технология текстильной промышленности. - 2011, № 6. С.88-94.
4. Сурикова О.В., Кузьмичев В.Е., Курмузакова М.В. Анализ влияния физико-механических свойств тканей на форму одежды// В сб. Междунар. науч.-техн. конф. "Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности". - М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018. - С.232-235.

5. Григорьева З.Р., Горелова А.Е., Корнилова Н.Л. Разработка способа учета свойств материалов в автоматизированном процессе проектирования одежды// Известия вузов. Технология легкой промышленности. - 2016, Т.33, №3. - С.55-59.
6. Xue Z., Zeng X., Koehl L. An intelligent method for the evaluation and prediction of fabric formability for men's suits// Textile Research Journal. – 2018, Vol.88, Is.4. – P.438-452.
7. Подшивалова А.В., Королева Л.А., Андреева Е.Г. Интеллектуализация процесса конфекционирования в рамках интегрированной САПР одежды// Дизайн и технологии. - 2013, №34 (76). - С.43-50.
8. Гетманцева В.В., Гусева М.А., Андреева Е.Г., Колиева Ф.А. Методика параметрического моделирования одежды из различных материалов в автоматизированной интеллектуальной среде// Территория новых возможностей. Вестник ВГУЭС. - 2017, Т.9, №3 (38). - С.215-225.
9. Белгородский В.С., Смирнова Н.А., Гусева М.А., Андреева Е.Г., Разбродин А.В., Разумеев К.Э., Гетманцева В.В., Петросова И.А. Базовые цифровые шкалы формообразующих свойств льносодержащих тканей/ Свидетельство о регистрации базы данных №2019620688 от 10.04.2019.
10. Белгородский В.С., Смирнова Н.А., Гусева М.А., Андреева Е.Г., Разбродин А.В., Разумеев К.Э., Гетманцева В.В., Петросова И.А. Базовые цифровые шкалы деформационных свойств льносодержащих тканей/ Свидетельство о регистрации базы данных №2019620689 от 10.04.2019.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ РАЗНОГО
ИНФОРМАЦИОННОГО НАПОЛНЕНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ
ДВОЙНИКОВ ФИГУР: НОВЫЙ ТРЕНД ПОСЛЕ FHUB IVANOVO I**

**USING RELATIONAL DATABASES WITH DIFFERENT INFORMATION FOR
DESIGNING DIGITAL VIRTUAL TWIN OF BODIES: A NEW TREND AFTER FHUB
IVANOVO I**

И.В. Жукова, В.Е. Кузьмичев
I.V. Zhukova, V.E. Kuzmichev

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnical University
E-mail: iren932@gmail.com; wkd37@list.ru

В статье предложен структурный подход использования реляционных баз данных для проектирования виртуальных двойников фигур. Приведены варианты применения виртуальных двойников фигуры, разработанных с использованием баз данных с разным информационным наполнением.

Ключевые слова: реляционная база данных, фигура человека, размерные признаки, виртуальный двойник.

The article proposes a structural approach of the application use of the relational databases to design a virtual twins of a bodies. The variants of digital twins application by using databases with different information content, are given.

Keywords: relational database, human's body, body measurements, virtual twin.

Компьютеризация всех сторон жизни является главным трендом промышленной, управленческой и научной работы, где сохранение, обработка, получение, передача и сбор информации, рассматривается как обязательное условие работы с базами данных. Первые базы данных использовали в химии, ядерной физике, космонавтике и остальных науках для систематизации работы с информацией. Последующее развитие компьютеризации потребовало разработки баз данных во всех областях деятельности человека, включая традиционное и цифровое проектирование одежды.

Цифровое проектирование одежды включает использование 2D САПР для разработки плоских проектов (технические рисунки, чертежи деталей и др.) и их перевод в 3D структурно-согласованную цифровую среду virtual reality (VR), которая в настоящее время становится популярной в условиях кастомизации и быстрой сменяемости ассортимента [1]. Для оцифровывания этапов конструирования одежды необходимо подвергнуть переосмыслению содержание исходных баз данных и знаний относительно антропоморфных характеристик типовых фигур и их достаточности для генерирования реалистично выглядящих цифровых двойников систем "фигура - одежда". С этой целью использование реляционных баз данных, которые включают в себя набор данных с predetermined связями между ними, является наиболее удобным. Такие данные организованы в виде набора таблиц, состоящих из столбцов и строк. В каждом столбце таблицы хранится определенный тип данных, в каждой ячейке – значение атрибута, а каждая строка содержит набор связанных значений, относящихся к одному объекту. Каждая строка в таблице может быть помечена уникальным идентификатором, называемым первичным ключом, а строки из нескольких таблиц могут быть связаны с помощью внешних ключей. К этим данным можно получить доступ многими способами, и при этом реорганизовывать таблицы баз данных не требуется [2]. На рис.1 приведены содержание и схема использования реляционных баз

данных, которые содержат разную информацию об антропоморфных характеристиках тела человека.

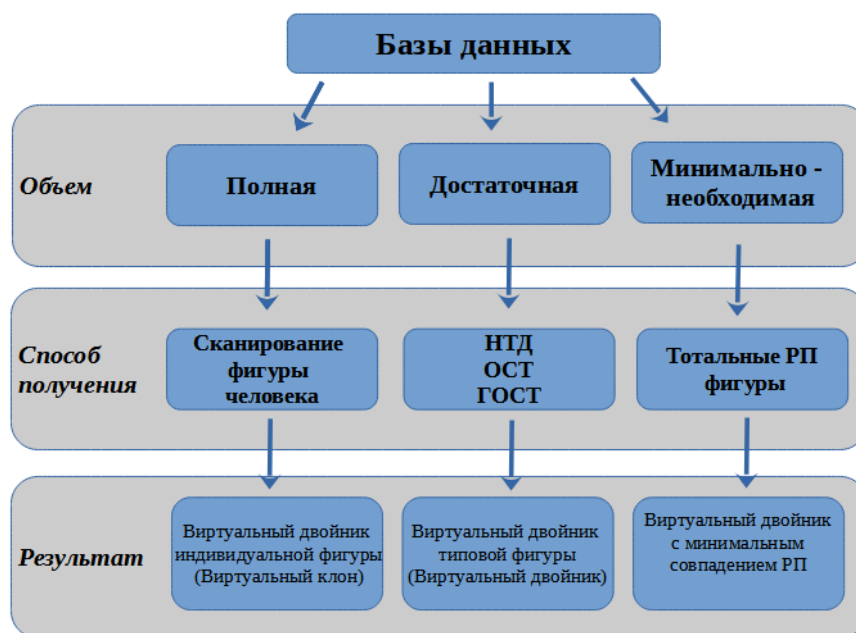


Рис.1. Схема использования реляционных баз данных с разным информационным наполнением для проектирования виртуального двойника фигуры

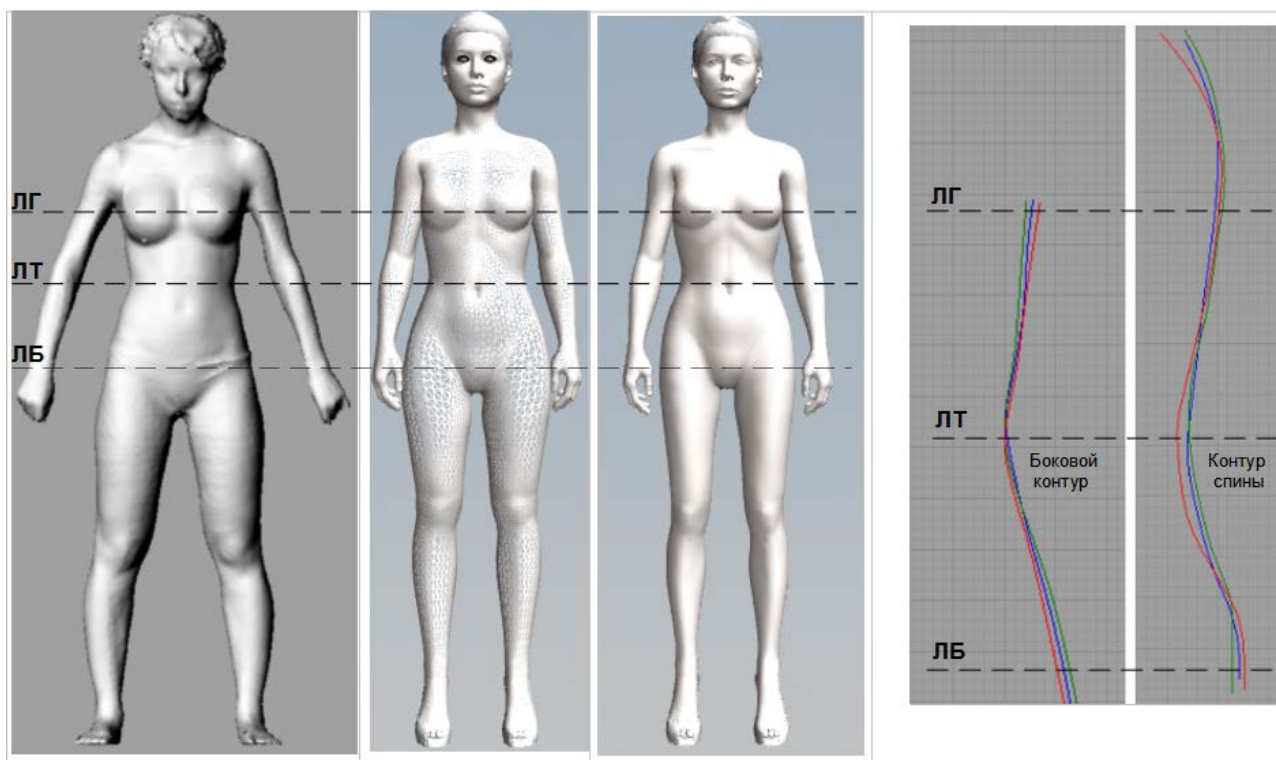
Полную базу данных о фигуре индивидуального человека или типовой фигуре после измерения большого количества людей можно получить с помощью бодисканера для трехмерного измерения тела INTAILOR 3-D Scanning фирмы Human Solutions (Германия). Сканирование фигуры проводят в основной антропометрической позе согласно стандартам [3-6]. Для генерирования виртуального цифрового клона на экране монитора используют программу «Anthroscan» (3D image processing software). Полная база данных позволяет получить виртуальный двойник (виртуальный клон) фигуры человека с учетом его морфологических особенностей.

Существуют специализированные базы данных размерных признаков российских фигур, большинство которых основано на данных отраслевых стандартов 1980-х годов, однако во всем мире размерная типология пересматривается через каждые 15 лет, так как за этот период в результате процесса акселерации происходит изменение размеров, пропорций и форм тела человека. Учитывая то, что с момента последних обмеров прошло почти 30 лет, в 2001-2003 годах в Центральном научно-исследовательском институте швейной промышленности было проведено антропометрическое обследование населения и разработаны новые антропометрические стандарты [7]. Данные стандарты можно считать **достаточной** базой данных, так как она включает величины размерных признаков, но не отражает морфологические особенности фигуры человека. Такая база данных позволит получить виртуальный двойник типовой фигуры человека.

Минимально-необходимые базы данных могут включать минимальный набор величин размерных признаков, таких как: рост (P), обхват груди третий ($O_{г3}$), обхват талии ($O_{т}$), обхват бедер с учетом выступа живота ($O_{б}$) и вес (m). Данная база данных позволяет получить виртуальный двойник фигуры человека с совпадением по тотальным размерным признакам без учета его морфологических особенностей.

На рис. 2 представлены виртуальные двойники фигуры человека, полученные с использованием реляционных баз данных с разным информационным наполнением. Виртуальный двойник (виртуальный клон) индивидуальной фигуры получен путем автоматического генерирования в программе «Anthroscan» (3D image processing software) на основе более 250 размерных признаков (рис.2, а). В программе CLO 3D генерировали

виртуальный двойник типовой женской фигуры на основе 12 обхватов (обхват груди третий $O_{г3}$, обхват груди четвертый $O_{г4}$, обхват талии $O_{т}$, обхват бедер $O_{б}$, обхват шеи $O_{ш}$, обхват плеча $O_{п}$, обхват предплечья $O_{пп}$, обхват запястья $O_{зп}$, обхват бедра $O_{бед}$, обхват колена $O_{к}$, обхват икроножной мышцы $O_{и}$, обхват щиколотки $O_{щ}$) и 7 линейных размерных признаков (рост P , ширина груди $Ш_{г}$, ширина спины $Ш_{с}$, высота линии талии $В_{лт}$, высота коленной точки $В_{к}$, высота шейной точки сзади $В_{шм}$, плечевой диаметр $d_{пл}$) в соответствии с действующей типологией российского населения (рис.2, б) [8]. Также в программе CLO 3D генерировали виртуальный двойник женской фигуры на основе тотальных признаков: рост (P), обхват груди третий ($O_{г3}$), обхват талии ($O_{т}$), обхват бедер с учетом выступа живота ($O_{б}$) (рис. 2, в).



а б в г

Рис. 2. Виртуальные двойники женской фигуры (164-88-92) с использованием реляционных баз данных с разным информационным наполнением: а - полная; б - достаточная; в - минимально-необходимая; г - контуры боковой поверхности и спины фигуры

Разработанные виртуальные двойники (клоны) фигур по полным БД могут быть использованы при проектировании одежды на индивидуальную фигуру, кастомизированной одежды в мелкосерийном производстве. Виртуальные двойники типовых фигур полученные по достаточным БД целесообразно использовать при проектировании одежды для массового производства. Для проектирования одежды оверсайз (oversize) можно использовать виртуальные двойники, разработанные на основе данных минимально-необходимых БД.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмичев, В.Е. Цифровые технологии в дизайне одежды: ожидания VS реальность./ Мультиканальная платформа Индустрии Моды [Электронный ресурс]. URL: <https://e-mm.ru> (дата обращения 08.10.2020).
2. Зеленков Ю.А. Введение в базы данных. - 1997 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mstu.edu.ru/study/materials/zelenkov/toc.html> (дата обращения: 09.10.2020).
3. ISO 7250-1:2017 Basic human body measurements for technological design — Part 1: Body measurement definitions and landmarks [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iso.org/standard/65246.html> (дата обращения 09.10.2020)

4. ISO/TR 7250-2:2010 Basic human body measurements for technological design — Part 2: Statistical summaries of body measurements from national populations [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iso.org/standard/41249.html> (дата обращения 09.10.2020).
5. ISO 20685-1:2018 3-D scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases — Part 1: Evaluation protocol for body dimensions extracted from 3-D body scans [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iso.org/standard/63260.html> (дата обращения 09.10.2020).
6. ISO 20685-2:2015 Ergonomics — 3-D scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases — Part 2: Evaluation protocol of surface shape and repeatability of relative landmark positions [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iso.org/standard/63261.html> (дата обращения 09.10.2020).
7. Тенгусова Н.А. Проблемы автоматизации предпроектных работ при создании САПР швейных изделий// Современные наукоемкие технологии. – 2008. – № 4. – С. 92-94; URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=23766> (дата обращения: 10.10.2020).
8. Типовые фигуры женщин. Размерные признаки для проектирования одежды. - М: ОАО «ЦНИИШП», 2003. - 108 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ОТХОДОВ ШЕЛКОМОТАНИЯ

IMPROVEMENT OF SILK WASTE TREATMENT METHODS

А.А. Ишматов¹, А.Ф. Плеханов², А.Б. Ишматов¹.
A.A. Ishmatov¹, A.F. Plekhanov², A.B. Ishmatov¹.

¹Технологический университет Таджикистана

²Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство), (Москва)

¹Technological University of Tajikistan

²The Kosygin State University of Russia

(Technology. Design. Art), (Moscow)

E-mail: webmaster74@mail.ru, plekhanov-af@rguk.ru, ishmat_0405@mail.ru

Представлены вопросы переработки натурального сырья в шелковой в отрасли промышленности в условиях ежегодного уменьшения объемов производства и переработки коконов тутового шелкопряда. Увеличение объемов шелковых изделий за счет эффективного использования отходов шелкомотальных фабрик становится актуальной научно-производственной задачей. Приводятся результаты предварительных экспериментов по совершенствованию безотходной технологии получения шелковой пряжи из отходов шелкомотальных производств республики Таджикистан.

Ключевые слова: натуральный шелк, отходы, безотходная технология, эффективность, переработка шелка.

The issue of raw materials, which makes up the bulk of the cost of manufactured products in the silk industry, is very relevant, especially in the current conditions, when the volume of production and processing of cocoons decreases annually. In these conditions, the increase in the volume of silk products due to the efficient use of waste from silk-winding factories is of particular importance. The article presents the results of preliminary experiments to improve the waste-free technology for producing silk yarn from the waste of silk-winding industries in the Republic of Tajikistan.

Key words: natural silk, wastes, waste-free technology, efficiency, silk production.

В связи с переходом предприятий шелковой отрасли республики Таджикистан на рыночные отношения, увеличение объемов производства и переработки изделий из натурального шелка может увеличиваться только за счет рационального использования коконного сырья и совершенствования безотходных технологий переработки коконов.

Актуальность выбранной темы исследований вызвана также образованием и ростом числа малых и средних предприятий в отрасли, а также дехканско-фермерских хозяйств по производству и переработки продукции шелковой подотрасли экономики Таджикистана. Например в результате образования мелких и средних предприятий на базе Ленинадского шелкового комбината Таджикской ССР, где полностью перерабатывались отходы всех шелкомотальных фабрик Советского Союза, что составляло более 500 тонн сырья в год [1,2], эти отходы утилизируются на местах, или за низкие цены реализуются в зарубежные страны. В связи с этим разработка эффективной технологии переработки отходов шелкомотального производства или совершенствование существующих способов переработки является актуальной задачей наших исследований.

По результатам обработки статистических данных, проведенных технологических расчетов и опроса руководителей малых и средних предприятий шелковой отрасли республики Таджикистан установлено, что за год образуются более 150 тонн различных неперабатываемых отходов. Причиной этому является отсутствия технологии переработки, из-за низких объемов. Ранее отходы собирали и упаковали по видам и сортам,

так как их объемы были значительными. В настоящее время они выделяются сотнями, а некоторые виды десятками килограмм. Поэтому их объединяют (рис.1), прессуют в общие кипы и реализуют, поскольку их переработка является экономически нецелесообразной.



Рис.1 Общий вид и состав шелковых отходов (подметь):

1 - мелкий сор; 2 - крупный сор; 3 - струна коконная; 4 - мятые коконы; 5- одонки (размотанный кокон); 6 - гнилые коконы; 7 - куколки гусениц; 8 - посторонние предметы; 9 - путанка; 10 - вата-сдир (машинный).

В соответствии с методами математической статистики [3], нами в условиях производства проведены эксперименты по определению: общего количества в килограммах и установлено содержание в процентах выхода волокна, а также степени использования всех компонентов шелковых отходов (подмети), спрессованных в кипы.

Эксперименты проводились в производственной лаборатории Душанбинского шелкового комбината (ДШК) и лаборатории текстильного производства Технологического университета Таджикистана. Для этой цели со склада ДШК были выборочно взяты 5 кип, средний вес которых составлял 45-50 кг, с размерами 60x60 см. Затем от каждой кипы отходов также выборочно были отобраны по 5 проб массой 1 кг. В начале из пробы удаляли посторонние предметы и гнилые коконы, затем путем неоднократного разрыхления и растряски очистили пробы от мелкого и крупного сора, оставшегося в волокнистой массе и в ручную сортировали на вышеперечисленные компоненты.

В таблице 1 приведены результаты сортировки (разделения компонентов) шелковых отходов для определения процентного содержания каждого вида отходов, составляющих общий объем, к общей массе кипы, а также оценивалась возможность их дальнейшего использования (табл.1).

Таблица 1

Качественный и количественный и состав шелковых отходов (подмети):

Наименование отхода	Количество		Выход волокна, %	Степень пригодности для использования
	гр.	%		
Мелкий сор	61,3	6,13	0	пригоден
Крупный сор	47,0	4,7	0	непригоден
Струна коконная	52,1	5,21	90-95	пригоден
Кокконы мятые	80,0	8,0	60-65	пригоден
Одонки (размотанный кокон);	111,7	11,17	20-25	пригоден

Коконь гнилые	24,3	2,43	0	непригоден
Куколка гусеницы	67,6	6,76	0	пригоден
Посторонние предметы	23,1	2,31	0	непригоден
Путанки	51,8	5,18	70-80	пригоден
Вата-сдир (машинный)	481,1	48,11	90-95	пригоден
Всего	1000	100	-	-

Средние трудозатраты для очистки 1 кг шелковых отходов составили 0,25 чел/час или одна работница за час может очистить и сортировать до 4,0 кг отходов.

Как указывается в ранее опубликованных работах [4-7], несмотря на сильную засоренность ваты-сдира, снимаемой с оболочки коконов с помощью сдиральных машин типа СА-70, остатками растительных примесей шелковицы и коконника, разработаны оригинальные технологии получения шелковой и смешанной пряжи.

Степень использования компонентов шелковых отходов определяли возможностью выделения из них волокнистой массы, а также возможностью использования их в других отраслях народного хозяйства. Например, мелкий сор может быть использован в качестве удобрения, а куколки – на корм для животных.

Для других видов отходов таких как струна, коконы мятые, одонки, путанка также разрабатывается технология переработки и устанавливается область их применения.

Выводы

1. Увеличение объемов производства коконов шелка в республике Таджикистан является одной из приоритетных задач развития экономики, в связи с чем принято Постановление Правительства о переходе с аграрно-индустриальной к индустриально-аграрной системе развития шелководства.
2. Одним из путей повышения эффективности шелковой отрасли республики является решение научной задачи и разработка глубокой безотходной технологии производства и переработки натурального шелка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тумаян С.А. Новое в технике и технологии шелкопрядения. - Москва : Легкая.индустрия, 1977. - 39 с.
2. Ишматов А.Б. Состояние и перспективы развития производства натурального шелка в Таджикистане. / А.Б. Ишматов и др. // Изв АН Тадж, 2010. – №1.
3. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследований механико-технологических процессов текстильной промышленности. / А.Г Севостьянов // – М.: Легкая индустрия, 1980.– 392 с.
4. Алимова Х.А. Теоретические аспекты и практические рекомендации по штапельированию и измельчению отходов натурального шелка. / Х.А. Алимова, Р.З. Бурнашев. – Ташкент: Фан. – 1994. – 37 с.
5. Кошакова М.Ж. Выбор смешанной пряжи хлопкового волокна с использованием отходов хлопкового и шелкового производств. / М.Ж.Кошакова. // Бюл. науч-техн.инф. «Шёлк». – 1996. – № 3. – С. 28-29.
6. Ишматов А.Б. Получение пряжи из отходов шелкомотальных производств. /А.Б. Ишматов, П.Н. Рудовский. // Вестник КГТУ. – Кострома.: КГТУ, – 2012. – №1. – С.18-20.
7. Ишматов А.Б. Технология получения пряжи из шелковых отходов. / А.Б. Ишматов. //Вестник Тадж.нац.унив. – Душанбе. – 2011. – №12(76). – С.37-39.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С БИОАКТИВНЫМИ СВОЙСТВАМИ

ON THE POSSIBILITY OF OBTAINING FUNCTIONAL TEXTILE MATERIALS WITH BIOACTIVE PROPERTIES

Д.Ю. Кабанцев, А.Ю. Матрохин, Н.Э. Чистякова, В.Н. Коротких
D.Yu. Kabantsev, A.Yu. Matrokhin, N.E. Chistyakova, V.N. Korotkikh

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
E-mail: kabantsev.dmitry@yandex.ru, mtsm@ivgpu.com, charlottaf@mail.ru

Описаны подходы к получению функциональных текстильных материалов с биоактивными свойствами. Определены существующие аналоги и дана их характеристика. Определена последовательность и направления дальнейших исследований в области получения функциональных текстильных материалов с биоактивными свойствами.

Ключевые слова: текстильные материалы, биоактивные свойства, турмалин, пирозэффект, пьезоэффект

Approaches to the production of functional textile materials with bioactive properties are described. The existing analogs are identified and their characteristics are given. The sequence and directions of further research in the field of obtaining functional textile materials with bioactive properties have been determined.

Keywords: textile materials, bioactive properties, tourmaline, pyroelectric effect, piezoelectric effect

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» [1] в ближайшие 10-15 лет приоритетами научно-технологического развития следует считать те направления, которые позволят получить научные и научно-технические результаты и создать технологии, являющиеся основой инновационного развития внутреннего рынка продуктов и услуг, устойчивого положения России на внешнем рынке, и обеспечивающие, в том числе: переход к новым материалам; переход к персонализированной медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям здоровьесбережения; противодействие техногенным, биогенным угрозам и в целом возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий.

Традиционные текстильные материалы и технологии производства соответствующих товаров широкого потребления в настоящее время не находятся в фокусе внимания при разработке указанных направлений. Однако, по своему применению они могут являться важным проводником для достижения поставленных целей. Для этого текстильные материалы должны обладать дополнительными функциональными возможностями помимо общеизвестных (создание тактильного комфорта, защита от пониженной (повышенной) температуры, защита от механических воздействий, защита от вредных химических веществ, фильтрация веществ и др.). Например, уже сейчас существуют текстильные материалы с антибактериальными свойствами. Такого эффекта удается добиваться благодаря тому, что в волокна ткани были добавлены наночастицы серебра [2-5] или диоксида титана [6-7]. Минусом таких технологий является ограниченность ресурсов, а, следовательно, высокая себестоимость единицы готового изделия. Дополнительные риски могут вызывать присутствие в подобных изделиях ионов тяжелых металлов (Ag^+).

Возможным решением в разработке материалов с биоактивными свойствами является придание традиционному текстильному материалу из натуральных или химических волокон мезотерапевтического эффекта при его использовании в качестве первого слоя одежды.

Научное обоснование этого состоит в использовании текстильного материала как носителя для компонента, обладающего соответствующей активностью. Выбор этого компонента должен исходить из принципиально важных ограничений:

- 1) наличие искомого эффекта;
- 2) распространенность источников сырья;
- 3) безопасность для здоровья человека и животных, а также для окружающей среды;
- 4) встраиваемость его переработки и нанесения в традиционную технологию производства текстильных материалов.

Предполагается, что наночастицы черного турмалина ($\text{NaFe}^{2+}_3\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{BO}_3)_3(\text{OH})_4$) обладают биоактивными свойствами. Черный турмалин (шерл) – минерал подкласса кольцевых боросиликатов с подвижной ионной кристаллической решеткой. Если кристалл шерла механически сдавить, ионы внутри него сместятся и на концах кристалла появятся электрические заряды. Если же кристалл растянуть – заряды поменяются местами. Помимо пьезоэлектрика шерл, как и другие виды турмалина, также является пироэлектриком. В нормальном состоянии кристалл обладает спонтанной поляризацией, которая компенсируется электрическими зарядами из воздуха. Нагревание или охлаждение вызывают возникновение электрических зарядов на противоположных концах кристалла с образованием электрического поля. При этом изменение температуры приводит еще и к деформации кристаллической решетки и, как следствие, к возникновению дополнительной интенсивности электрического поля [8].

Благодаря пиро- или пьезоэффекту, происходит ионизация окружающего пространства полем, то есть электрическое поле, генерируемое активным компонентом, вызывает появление отрицательных ионов в непосредственной близости (в воздухе или в прилегающих слоях контактирующих объектов), которые могут оказывать терапевтический эффект. Для доказательства данной гипотезы необходимы всесторонние исследования на химическом, физическом и биологическом уровнях. В частности, необходимо установить:

- химическую природу описываемых эффектов;
- физические величины, отражающие генерацию электрического поля и их выраженность в различных условиях;
- фракционный состав минеральной композиции и ее безопасность для здоровья человека и животных, а также для окружающей среды;
- наличие эффектов, в том числе биоцидных, связанных с активацией обменных процессов в тканях организма и с ионизацией окружающего пространства;
- возможность нанесения биоактивного компонента с использованием существующих технологий отделочного производства;
- устойчивость ожидаемых эффектов и сохранность материала в процессе длительной эксплуатации.

Только после этих исследований можно прорабатывать технологию изготовления текстильных материалов с биоактивными свойствами. Уникальность предлагаемой идеи заключается в подборе рецептуры используемых материалов и сырья, в разработке способов нанесения биоактивного компонента и в разработке рекомендаций по применению материалов для изготовления функциональной одежды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».
2. Gao, Y. Recent advances in antimicrobial treatments of textiles / Y. Gao, R. Cranston // *Textile research journal*. – 2008. – V. 78. – № 1. – P. 60-72.
3. Букина, Ю.А. Антибактериальные свойства и механизм бактерицидного действия наночастиц и ионов серебра / Ю.А. Букина, Е.А. Сергеева // *Вестник Казанского технологического университета*. – 2012. – № 14. – С. 170-172.
4. Халиуллина, М.К. Использование различных бактерицидных и фунгицидных добавок в

полимерах при производстве антимикробных текстильных материалов / М.К. Халиуллина, Э.А. Гадельшина // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 8. – С. 87-91.

5. Петрова, Л.С. Использование наночастиц серебра для придания текстильным материалам бактерицидных свойств / Л.С. Петрова, А.А. Липина., А.О. Зайцева, О.И. Одинцова // Известия высших учебных заведений. Технология Текстильной промышленности. – 2018. – Т. 378. – № 6. – С. 81-85.

6. Саляхова, М.А. Исследование фотокаталитических и антибактериальных свойств композиционных материалов с внедренным диоксидом титана / М.А. Саляхова, И.Ш. Абдуллин, В.В. Уваев // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – № 17. – С. 134-135.

7. Саляхова, М.А. Исследование свойств композиционного резинотканевого материала с фотокаталитическим покрытием / М.А. Саляхова, И.Ш. Абдуллин, В.В. Уваев, Э.Н. Пухачева // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – № 9. – С. 202-204.

8. Турмалин: физика и мошенники [Электронный ресурс]: информация подготовлена специалистами сайта: <https://medaboutme.ru> – Режим доступа: https://medaboutme.ru/articles/turmalin_fizika_i_moshenniki/

**ЦИФРОВОЕ ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ВИРТУАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ:
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОСЛЕ FHUB CONGRESS IVANOVO I**

**DIGITAL FASHION DESIGN AND EVALUATION OF VIRTUAL CLOTHING:
FUTURE DEVELOPMENT AFTER FHUB CONGRESS IVANOVO I**

В.Е. Кузьмичев, Янь Цзяци, Ся Пэн, Ван Сидя
V.E. Kuzmichev, Yan Jiaqi, Xia Pen, Wan Sida

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechic University
E-mail: wkd37@list.ru

Аннотация. Рассмотрено содержание цифрового процесса дизайн-проектирования одежды. Приведены примеры генерирования виртуальных двойников фигур, объективной оценки цифровых луков одежды на нейropsychологическом уровне, моделирования причин возникновения дефектов одежды на этапе разработки чертежей конструкций и дистанционного проектирования одежды на нестандартные фигуры. Приведен состав аппаратно-программного комплекса для исследований в области цифрового сопровождения процесса дизайн-проектирования, используемый на кафедре конструирования швейных изделий Ивановского государственного политехнического университета.

Ключевые слова: дизайн-проектирование, цифровизация, виртуальные двойники, фигура, одежда, виртуальная примерка, дефекты, аппаратно-программный комплекс.

Abstract. The content of clothing digital fashion design is considered. There were the examples of generation the body' digital twins, objective evaluation the clothing digital looks based on neuropsychological approach, modeling the defect origin which take place during the patterns drafting and the on-line clothing design for non-typical bodies. The structure of measure-programmatic complex for exploration of digital design which is using in Clothing Design Department of Ivanovo State Polytechic University is shown.

Key-words: fashion design, digitalization, digital twins, body, clothing, virtual try-on, defects, measure-programmatic complex

Прошедшие в сентябре 2020 года ключевые международные мероприятия в сфере индустрии моды - [фестиваль 3D Tech Festival by Alvanon x Motif](#) [1] и [российский Первый образовательный онлайн-конгресс FHUB CONGRESS IVANOVO I](#) [2] - подтвердили интерес участников к процессам цифровизации дизайн-проектирования и ускорения его этапов, начиная от художественной разработки и заканчивая реализацией новых моделей одежды. Ускорение производственного цикла однозначно ассоциируется с переходом из материальной в цифровую реальность, наполнение которой на сегодняшний день формируют процессы и продукты, генерируемые с помощью компьютерного софта. Программные средства, разработанные компаниями Assyst, CLO Virtual Fashion, FNXTECH, Gerber Technology, OPTITEX, Shima Seiki, tg3d, CentricSoftware, Browzwear, находят широкое применение для генерирования цифровых продуктов: технические рисунки и эскизы, чертежи деталей, варианты трансформации чертежей для этапов конструкторско-технологической подготовки швейного производства, цифровых луков, показов моделей (fashion-show). Область их применения постоянно расширяется и включает производство, маркетинг, потребление, сферу культуры.

Преимущества цифровизации очевидны и давно сформулированы [3,4]. Последний вид цифрового контента - цифровые луки - приходит на смену традиционным трудо- и материалоемким материальным образцам новых моделей одежды ввиду своей малозатратности, исключительно широкой вариативности и возможности генерирования безграничных ассортиментных матриц на маркетплейсах [5-7].

Современное программное обеспечение, реализованное в трехмерных САПР для генерирования системы цифровых двойников "фигура - одежда", принципиальным образом меняет содержание проектного труда и открывает замечательные перспективы в нескольких направлениях: цифровизация индустрии моды, появление новых компетенций для специалиста нового уровня, обладающего компетенциями дизайнера (разработчика художественного объекта) и конструктора одежды (материализатора художественных идей), и развития образования. На рис. 1 показаны скриншоты двух разных САПР, демонстрирующие принципиальные различия между содержанием труда проектировщика.

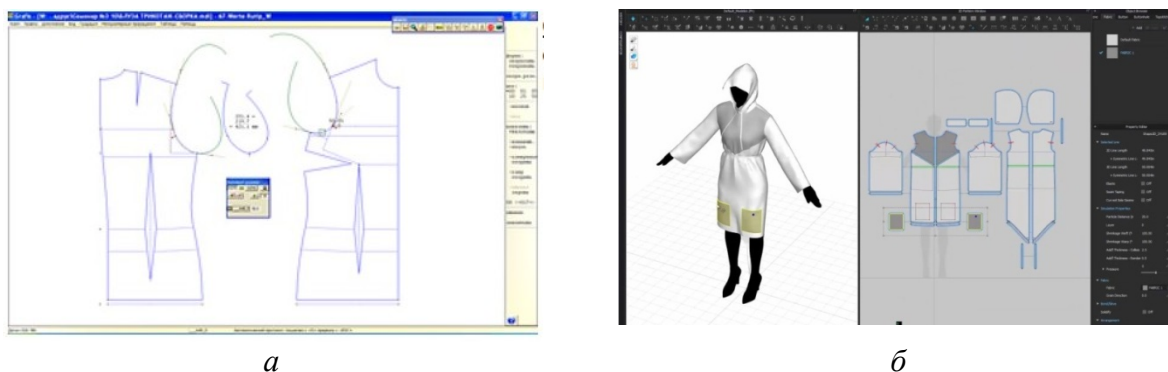


Рис.1. Скриншоты САПР: *а* - Graphis для проектирования плоских чертежей [8], *б* – CLO3D для проектирования плоских чертежей, лекал, выбора материалов, аватаров фигур и виртуальной примерки одежды [9]

В случае САПР «Graphis» (рис.1,а) реализуется основной этап проектирования - разработка плоских чертежей деталей, но качество которых формируется в отрыве от внешней формы будущей одежды и в условиях неопределенности принятия конструкторских решений. Во втором случае программа CLO3D (рис.1,б) объединяет сразу несколько этапов проектирования - разработку чертежей, преобразование их в лекала, конфекционирование материалов, виртуальную примерку и кастомизацию конечного продукта.

В настоящее время этапы дизайн-проектирования имеют разные уровни цифровизации благодаря возможностям имеющегося программного обеспечения и глубины формализации проектных работ. Процесс проектирования включает следующие цифровые модули:

1. Цифровой клон фигуры и его трансформация в цифровую модель фигуры [10]
2. Чертежи модели одежды.
3. Цифровой двойник текстильных материалов.
4. Виртуальная примерка и получение реалистичного трехмерного цифрового лука.
5. Оценка физической комфортности виртуальной одежды [11].
6. Экспертная оценка эстетической привлекательности и визуального качества нового дизайна.

На кафедре конструирования швейных изделий ФГБОУ ВО «ИВГПУ» сформирован аппаратно-программный комплекс из семи компонентов для проведения научных исследований и разработки баз данных:

- (1) лазерный бесконтактный 3D бодисканер VITUS Smart XXL для получения цифровых клонов фигур согласно стандарту ISO 20685-2010(E);
- (2) программа Anthroscan (Human Solutions, Германия) для обработки антропометрической информации;
- (3) программа Mixamo (Adobe, США) для преобразования цифрового клона фигуры и его цифровую скелетную модель;
- (4) САПР проектирования чертежей деталей;
- (5) измерительные комплексы KES-F (Kawabata Evaluation System for Fabrics, Япония) или FAST (Fabric Assurance by Simple Testing) или КИТ (CLO3D), необходимые для

тестирования тканей и трикотажных полотен и получения информации об их будущих цифровых двойниках;

(6) компьютерная программа CLO 3D, версия 6.0 (CLO Virtual Fashion, Республика Корея) для генерирования статичных и динамичных цифровых двойников фигур и проведения виртуальной примерки одежды;

(7) измерительный комплект, включающий инструменты Tobii Pro Nano и Tobii Pro Glasses 2 Wireless (Швеция) для фиксации движения глаз для оценки цифрового лука одежды.

В зависимости от имеющейся исходной базы данных и целей проектирования из перечисленных компонентов могут быть сформированы два варианта – неполный и полный:

если аватары типовых или близких к ним фигур, цифровые двойники тканей содержатся в библиотеках перечисленных программ, из которых они могут быть импортированы, то может быть использован неполный вариант комплекса [(4) + (6) + (7)];

если для формирования исходной базы необходима параметрическая информация о реальных фигурах и материалах, например, в случае одежды MtM или e-bespoke, то вариант комплекса будет максимально полным [(1) + (2) + (3) + (4) + (5) + (6) + (7)].

Ниже приведены примеры использования сформированного комплекса и его компонентов для решения практических задач:

- генерирование виртуальных двойников фигур в различных позах;
- моделирование причин возникновения дефектов, влияющих на уровень качества посадки виртуальной одежды, под влиянием параметров конструкции;
- дистанционное проектирование одежды на нестандартные фигуры с максимальным использованием цифровых технологий;
- объективная оценка цифровых луков одежды на нейропсихологическом уровне.

Пример 1. Виртуальное моделирование фигур в разных эргономических позах (статических и динамических) необходимо для проектирования специальной одежды, при эксплуатации которой требуется обязательное согласование параметров, относящихся к разным объектам. Комфортность может быть достигнута в том случае, если в системе «фигура – одежда» будут известны и согласованы между собой следующие параметры: динамические приращения к размерным признакам, величины сжатия мягких тканей и кожных покровов и растяжение текстильных материалов. Общим и единственным регулятором всех перечисленных динамических процессов является конструкция одежды, размеры составляющих ее деталей и степень соразмерности фигуре. Условия эксплуатации одежды определяют возможные эргономические позы, отличающиеся от основной антропометрической вертикальной позы. В частности, для дайверов в костюмах для подводного плавания характерным является горизонтальное положение, в котором под влиянием движений и перемещения мышечно-жировых тканей изменяется пластика фигуры, а процесс параметризации фигуры дайвера становится многофакторным и трудно формализуемым. Для моделирования возможных поз дайвера использовали программу CLO 3D, в которой измеряли растяжение материалов и возникающее давление (рис.2).

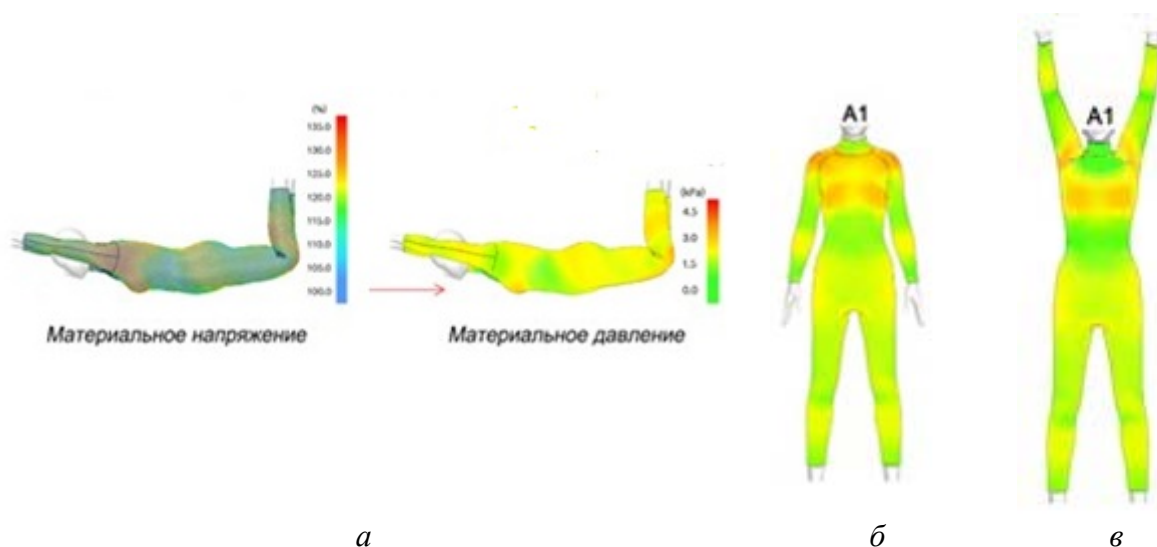


Рис.2. Виртуальная женская фигура в положении под водой (а) и карта деформаций растяжения гидрокостюма (б)

Такой подход позволил смоделировать типовые ситуации в системе "дайвер – гидрокостюм – водная среда", в которых проведение измерений или невозможно или было бы сопряжено с большими сложностями. Согласование между собой двух групп параметров - деформации фигуры и материала - позволило создать эргономичную конструкцию гидрокостюма с рациональным расположением линий членения и величинами конструктивных прибавок [12].

Пример 2. Цифровая одежда должна проходить такую же оценку, как и материальные образцы. Самым важным показателем качества проектирования является отсутствие дефектов посадки одежды на аватаре или цифровом двойнике реальной фигуры. Виртуальное моделирование дефектов во время примерки может быть выполнено после формализации профессионального опыта конструктора и понимания механизмов возникновения дефектов под влиянием конструктивных параметров (прибавок, конфигурации конструктивных линий) и морфологических особенностей фигуры. Прежняя схема плоскостного проектирования чертежей не позволяла предупредить появления возможных дефектов. Поэтому разработка специальных модулей в виде справочников позволит целенаправленно управлять внешним видом цифрового лука.

На рис. 3 показан пример появления дефектов цифрового лука женского жакета под влиянием уменьшения высоты оката рукава, т.е. нарушения соотношения между высотой закрытой проймы и высотой оката рукава.

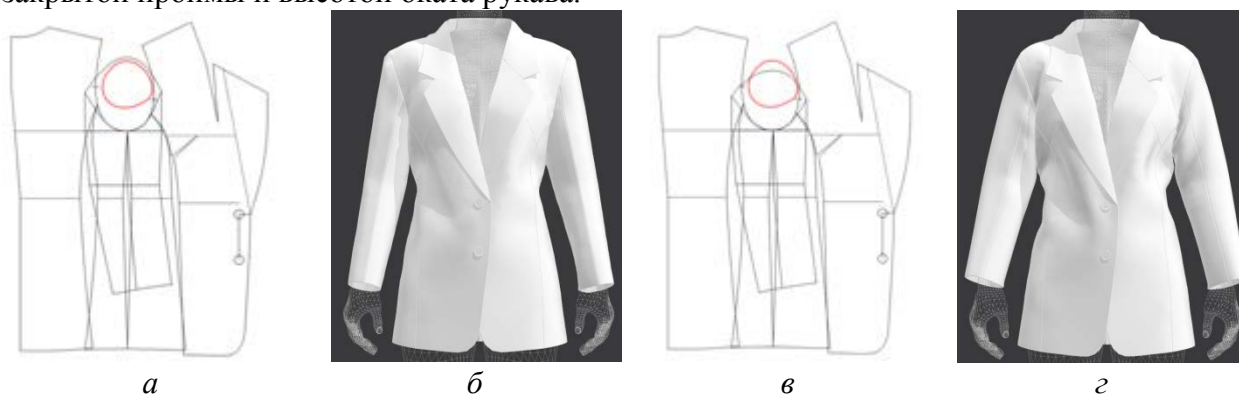


Рис. 3. Варианты схем конструкций чертежей рукава (а,в) и внешний вид цифровых луков жакетов (б,г)

Из сравнения рис.3,б и 3,г видно, что под влиянием сокращения длины оката рукава происходит деформация области проймы в виде искривления плечевого шва и появления

вертикальной складки на полочке. Последовательное изменение обоих сопрягаемых элементов – проймы и оката – позволило установить рациональные соотношения между ними в поперечном и продольном направлениях, согласовать конфигурацию линий и определить правильное положение контрольных знаков.

На рис. 4 показан другой пример моделирования дефектов посадки для женской блузки под влиянием изменения углов наклона плечевых линий.

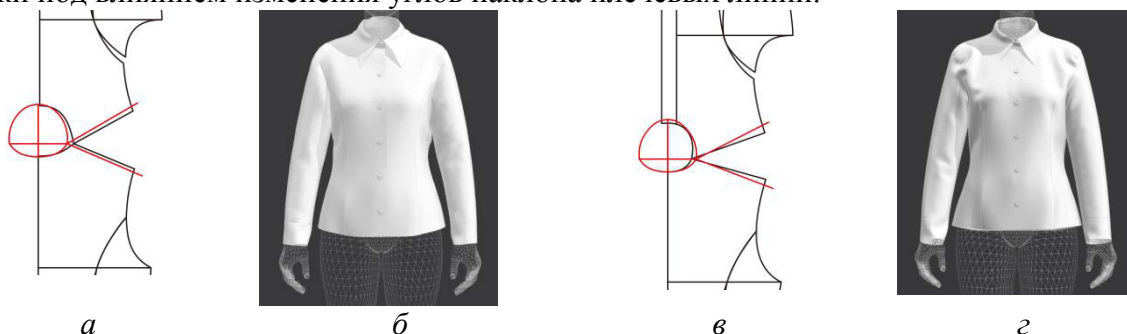


Рис. 4. Схемы чертежей женских блузок, соразмерные (а) и несоразмерные (в) фигуре, и виртуальные рендеры блузок, сгенерированные на основе соразмерного (б) и несоразмерного чертежа (г) из-за неверного направления плечевых линий без дефектов и с дефектами посадки

Видно, что рендер блузки на рис.4, б не имеет дефектов посадки в области опорной поверхности из-за согласования плечевых контуров развертки фигуры и чертежа. Рендер на рис.4,г имеет складки вдоль проймы, появляющиеся из-за превышения по величине боковой дуги конструкции над боковой дугой фигуры. Очевидно, что в достижении хорошей посадки наиболее важным участком является верхняя опорная поверхность, с которой контактирует блузка, а в результате нарушения условий взаимодействия на поверхности блузки будут возникать складки или заломы [13].

В результате такого виртуального моделирования разработан цифровой каталог дефектов посадки одежды, возникающих под влиянием конструктивных параметров, наличие которого в САПР позволит оптимизировать труд проектировщика.

Пример 3. Проектирование одежды на нестандартные фигуры в цифровой среде представляет собой гораздо более сложный процесс по сравнению с продукцией массового производства. Основной причиной является недостаточная антропоморфная база современных методик конструирования базовых чертежей одежды, включающая ограниченное количество размерных признаков, как правило, основных и не описывающих все особенности морфологии. Индивидуальное проектирование одежды на нетиповые фигуры всегда считалось верхом портновского искусства, которое предусматривало обязательный физический контакт потребителя и закройщика, во время которого закройщик вносил изменения в базовые чертежи и вводил специфические измерения, чтобы получить соразмерную и сбалансированную одежду. Благодаря технологии бодисканирования и наличию цифрового клона фигуры необходимость в физическом контакте отпадает, и проектировщик одежды получает возможность работы с цифровым двойником фигуры.

На рис.5 показаны этапы дистанционного проектирования мужской сорочки.

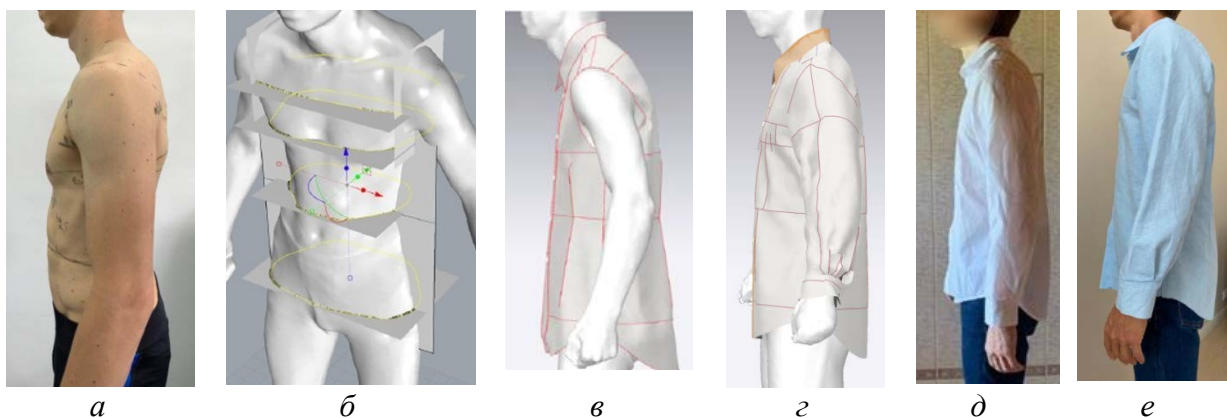


Рис. 5. Этапы дистанционного проектирования мужской сорочки на нестандартную фигуру: *а* – исходная фигура, *б* - цифровой клон фигуры, *в,г* – виртуальная модель сорочки, *в* - материальные сорочки с разными стилевыми особенностями

После оцифровывания мужской фигуры (рис.5,а) на получаемом цифровом клоне в интерактивном или автоматическом режимах измеряют новые размерные признаки к количеству, достаточном для получения антропоморфной оболочки будущей сорочки. С помощью новых размерных признаков генерируют чертеж базовой или модельной конструкции и его основе цифровую модель сорочки (рис.5,в,г), отрабатывая стилевые особенности и устраняя дефекты посадки. Одобренная потребителем цифровая модель содержит всю необходимую информацию для изготовления материальных образцов (рис.1,д,е). Рис.1 подтверждает правильность выбранного подхода пока для однослойных видов одежды со стабильным конструктивным устройством [10].

Благодаря цифровому дистанционному проектированию одежды может быть достигнут максимальный уровень кастомизации благодаря учету эстетических предпочтений потребителя и его физических параметров.

Пример 4. Исходная информация для дистанционного проектирования должна включать следующие составляющие: цифровой скан фигуры потребителя после бодисканирования, его предпочтения относительно физических параметров будущей сорочки (стиль, форма, конструкция деталей, вид материала) и предпочтения относительно органолептических параметров, формируемых органами чувств при ношении сорочки. Пока нерешенной проблемой является наполнение третьей составляющей из-за отсутствия методологической базы и аппарата для перевода ощущений в цифровую форму. В настоящее время такой аппарат может быть сформирован только для распознавания образов с использованием нейронных сетей [14], применение которых в условиях быстрой сменяемости ассортимента нецелесообразно.

Оценка визуальной привлекательности цифровых двойников одежды на нейропсихологическом уровне позволяет объективно оценить гармоничность композиции, в том числе, и по причине отсутствия дефектов. Известно, что улучшение качества посадки сопряжено с большими затратами на конструкторские работы, но результаты не всегда могут быть оценены позитивно потребителями. Несомненную ценность имеет оценка потенциальными потребителями дефектов на основе фиксации внимания к качеству посадки. Последнее направление является особенно важным с позиций включения такой процедуры на завершающем этапе проектирования.

На рис.6 показаны цифровые двойники блузки и жакета с разными дефектами посадки и карты концентрации внимания экспертов к дефектам.

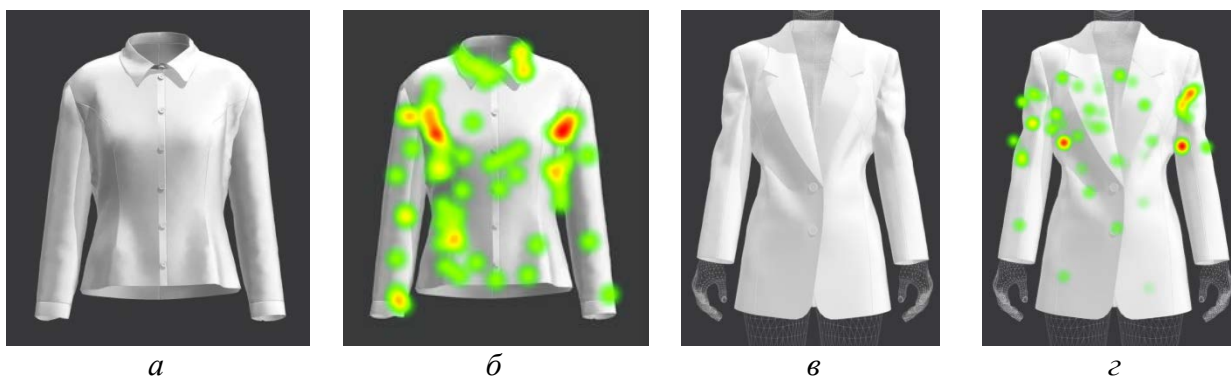


Рис. 6. Внешний вид рендеров блузки и жакета (а, в) и карты концентрации внимания экспертов к дефектам посадки в области проймы и рукава (б, з)

Из рис.6 видно, что складки в области проймы блузки и на рукаве жакета привлекают максимально пристальное внимание экспертов, что видно по размерам и цвету пятен на карте. Поэтому карты являются важным информационным ресурсом для оптимизации уровня качества, а технология должна быть интегрирована в процесс цифрового проектирования на этапе оценки его качества без изготовления материальных образцов.

Приведенные примеры иллюстрируют позитивные аспекты применения цифровых технологий.

Дальнейшее развитие цифровые технологии получают в нескольких ожидаемых направлениях: подборе одежды в соответствии с психотипом потребителя и его стилевыми предпочтениями; совершенствовании виртуальной примерки за счет моделирования процессов взаимодействия деталей одежды при их сборке, взаимодействия одежды и поверхности цифрового двойника фигуры, расширения ассортимента одежды и ее функций; моделирование цифровых двойников человеческих фигур с изменяемой пластикой и положением в трехмерном пространстве,

Таким образом, продемонстрированный во время FHUB CONGRESS IVANOVO I интерес к переводу процесса проектирования одежды в виртуальную реальность является базовым трендом, требующим проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://motif.org/event/3d-tech-festival-2020/>
2. <http://fhubeducation.ru/congress>
3. Сурикова, Г.И. и др. Проектирование изделий легкой промышленности в САПР (САПР одежды): учебное пособие / Г.И.Сурикова и др. – М.:ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2013. – 336 с.
4. Голуб, А. Искусственный интеллект в индустрии моды /Андрей Голуб; авт. Вступ.сл. Александр Рыжов. – Минск: Дискурс, 2019. – 352 с.
5. <https://replicant.fashion/>
6. <https://dress-x.com/>
7. <https://www.alenaakhmadullina.ru/catalog/3d-capsule/>
8. <http://www.cadrus.ru/>
9. <https://www.clo3d.com/explore/why3d/>
10. Yan, J. Q. A virtual e-bespoke of men's shirts based on new body measurements and method of pattern drafting (Виртуальные кастомизированные мужские сорочки, основанные на новых размерных признаках и методе конструирования) / J.Q. Yan, V.E. Kuzmichev // Textile Research Journal, 2020, vol.90, issue 19-20, <https://doi.org/10.1177/0040517520913347>
11. Го, М. Проектирование виртуальных систем "женская фигура - платье" с человеко-ориентированным содержанием / М Го, В.Е.Кузьмичев, Д.С.Адольф // AUTEX Research Journal, Vol. 15, No. 1, March 2015. - P.19-29

12. У Синьчжоу. Алгоритм проектирования костюма для подводного плавания / У Синьчжоу, В. Е. Кузьмичев // Технология текстильной промышленности, 2019, 38(3):121-127.
13. Пэн, С. Прогнозирование качества чертежей на виртуальных двойниках женских фигур / С.Пэн, В.Е.Кузьмичев // Известия вузов. Технология текстильной промышленности, 2020, 4(382), с.121-127.
14. Corona, E. Active garment recognition and target grasping point detection using deep learning / E. Corona, G. Alenya, A. Gabas, C. Torras // Pattern Recognition, 2018, 74(2): 629-641.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ ПРЯЖИ НА ВАЛУ В ПАРТИОННОМ СНОВАНИИ

DETERMINATION OF THE YARN MASS ON THE SHAFT IN BATCH WARPING

Н.А. Кулида, Е.С. Волков, Е.А. Бебин
N.A. Kulida, E.S. Volkov, E.A. Bebin

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
E-mail: knatex@yandex.ru

Исследованы возможности определения массы пряжи, наматываемой на вал партионной сновальной машины. Известный способ основан на измерении длины наматываемой пряжи и вычислении массы по ее линейной плотности. Предложенный способ использует кинематические характеристики процесса разгона или останова сновальной машины, геометрические размеры сновального вала и нагрузочные параметры электропривода машины. Выполнено сравнение двух способов определения массы по точности вычисления массы и сложности используемых аппаратных средств.

Ключевые слова: партионное снование, масса вала, кинематические параметры, разгон и останов машины, определение массы, погрешности

The possibilities of determining the mass of yarn wound on the shaft during batch warping are investigated. The known method is based on measuring the length of the yarn being wound and calculating the mass from its linear kinematic characteristics of the process of acceleration or stopping the warping machine, the geometric dimensions of the warping shaft and the load parameters of the machine drive. The comparison of two methods for determining the mass by the accuracy of calculating the mass and the complexity of the hardware used is performed.

Keywords: batch warping, shaft mass, kinematic parameters, acceleration and stopping of the machine, mass determination, errors

В партионном сновании высокая эффективность подготовки основных нитей к ткачеству, наряду с другими условиями, обеспечивается формированием партии сновальных валов с однородным напряженным состоянием [1], при этом однородность партии сновальных валов понимается как совокупность паковок со сходными количественными признаками. Определение этих показателей, идентифицирующие напряженное состояние формируемой паковки, непосредственно в процессе наработки сновального вала возможно на основе регистрируемых кинематических параметров, получаемых с помощью микропроцессорной системы [2].

В качестве интегрального показателя напряженного состояния паковки использована плотность намотки и закономерность ее распределения по радиусу [3, 4]. Для вычисления этого показателя и характеристики требуется в процессе наматывания измерять массу пряжи на сновальном валу и геометрические параметры цилиндрической паковки. Измерения последних при известных допущениях не представляет большой трудности. Массу же в процессе наработки паковки можно измерять только косвенно. Широко распространенный в настоящее время способ измерения плотности намотки в i -ом слое основан на вычислении массы m_i (кг) пряжи по измеренной длине l_i (м) наматываемой пряжи и известной ее линейной плотности T (текс):

$$m_i = T l_i k \cdot 10^{-6},$$

где k – количество наматываемых нитей.

Известный способ вычисления массы пряжи на валу имеет достаточно высокую погрешность в силу зависимости линейной плотности T от различных случайных факторов и ее естественной вариации, допускаемой по условиям производства. К числу наиболее важных влияющих факторов относится натяжение пряжи и ее влажность.

Линейная плотность нормируется не только номинальным значением, но и коэффициентом вариации, характеризующим естественную неровноту пряжи, например, для хлопчатобумажной пряжи стандартом устанавливается система показателей качества [5], в которой устанавливаются допустимые отклонения от номинальной линейной плотности. По указанным причинам погрешность определения плотности намотки может быть значительной.

Возможно более точное определение массы на основе анализа процессов разгона и останова сновальной машины. При обрывах пряжи останов сновальной машины должен происходить очень быстро, чтобы предотвратить заматывание оборванного конца. Если в этот период известны кинематические параметры процесса останова машины, в частности, угловое ускорение сновального вала, то возможно вычисление массы из уравнения движения электропривода. После устранения обрыва пряжи осуществляется пуск машины, в процессе которого при регистрации кинематических параметров осуществляется вычисление углового ускорения сновального вала и определение массы вала из уравнения движения электропривода в этот период.

При осуществлении мониторинга кинематических параметров процесса снования периода квантования [6] выбирается из условия измерения малых приращений длины нитей в слое с требуемой точностью. Для определения углового ускорения с необходимой точностью требуется выполнять измерения практически в течение одного оборота сновального вала, поскольку, например, останов должен осуществляться по указанной выше причине в течение одного оборота паковки, т.е. в этом режиме требуется квантование выполнять с существенно более высокой частотой. Вместе с тем малый период квантования требует значительных ресурсов микропроцессорной системы и неприемлем при квантовании процесса наматывания в стационарном режиме, поэтому алгоритм работы микропроцессорной системы должен предусматривать возможность перехода на другой период квантования при нестационарных режимах работы сновальной машины, т.е. останове машины при обрывах пряжи и последующем пуске сновальной машины после устранения нарушения технологического процесса.

Особо следует отметить режим работы сновальной машины с низким уровнем обрывности, который на современных сновальных машинах возможен при переработке пряжи высокого качества и оснащении машины системой автоматического управления уровнем натяжения. В этом случае должен быть предусмотрен режим преднамеренного останова сновальной машины в определенные периоды наработки сновального вала и последующего пуска машины, возможно, в автоматическом режиме. Количество остановов машины и их периодичность устанавливаются по требуемой точности получения закономерности изменения плотности по радиусу намотки. Режим преднамеренного останова машины возможен и в случае, когда по условиям точности воспроизведения закономерности изменения плотности намотки остановов машины по причине обрывов пряжи недостаточно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулида, Н.А. Формирование партии однородных сновальных валов для шлихтования на основе мониторинга параметров наматывания / Н.А. Кулида, Н.А. Демидов // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2016) [Текст]: сб. материалов XIX Междунар. науч.-практ. форума 23-27 мая 2016 года. – Иваново: ИВГПУ, 2016. – ч. 1. – 404 с.

2. Демидов, Н.А. Микропроцессорная система контроля кинематических параметров партионного снования / Н.А. Демидов // Изв. вузов. Технология текст. пром-сти. – 2012. – № 4. – С. 159 – 161.
3. Кулида, Н.А. Определение плотности намотки сновальных валов на основе кинематических параметров процесса / Н.А. Кулида, Н.А. Демидов, А.В. Круглов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – № 2 – 2013. – С. 77 – 81.
4. Кулида, Н.А. Определение плотности намотки по закономерности изменения длины нитей в слоях / Н.А. Кулида, А.В. Круглов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – № 2 – 2014 – С. 63 – 66.
5. Система показателей качества продукции (СПКП). Пряжа хлопчатобумажная и смешанная. Номенклатура показателей [Текст]: ГОСТ 4.8-2003 (ИСО 10290:1993 – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 13 с.
6. Кулида, Н.А. Обоснование выбора периода квантования при измерениях кинематических параметров партионного снования / Н.А. Кулида, А.В. Круглов, Т.Ю. Карева // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – № 6 – 2013. – С. 91 – 94.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ ВОЛОКНИСТО-ПОРИСТОГО МАТЕРИАЛА В СРАВНЕНИИ С НЕТКАНЫМИ ФИЛЬТРОЭЛЕМЕНТАМИ

EXPERIMENTAL STUDY OF THE FILTRATION COEFFICIENT OF A FIBROUS-POROUS MATERIAL IN COMPARISON WITH NON-WOVEN FILTER ELEMENTS

В.В. Куликовский, М.В. Киселев
V.V. Kulikovskiy, M.V. Kiselev

ООО «НПК Программируемые Композиты», (г. Кострома)
Костромской государственной университет
LLC «NPK Programmable Composites», (Kostroma)
Kostroma State University
E-mail: kylvit@mail.ru, kisselev50@mail.ru

Определены коэффициенты фильтрации процесса очистки жидкости, загрязненной ферромагнитными фракциями, полученные в ходе экспериментальных исследований механической очистки с разными фильтрующими материалами. Показано, что коэффициент фильтрации волокнисто-пористого материала новой структуры составил около 60%, а применение любых фильтров с фильтроэлементом только из нетканых материалов для поставленной задачи исключено.

Ключевые слова: фильтрующий материал; волокнисто-пористый материал; фильтрационные свойства, математическое моделирование.

The filtration coefficients of the process of cleaning a liquid contaminated with ferromagnetic fractions obtained during experimental studies of mechanical cleaning with different filter materials are determined. It is shown that the filtration coefficient of the fiber-porous material of the new structure is about 60%, and the use of any filters with a filter element made only of non-woven materials is excluded for this task.

Keywords: filter material; fiber-porous material; filtration properties, mathematical modeling.

На сегодняшний день современная промышленность существенно зависит от процессов фильтрации. До начала 1950-х текстильный материал, применяемый для фильтрации, был исключительно основан на тканых материалах из хлопка, шерсти, льна, также использовались фильтровальная бумага, картон, фетр и др. Данным фильтровальным материалам присуща высокая стоимость сырья, из которого они изготавливаются, многоступенчатая технологическая цепочка их получения, сложность эксплуатации в части замены отработанного материала, низкая эффективность в зависимости от концентрации и фракций загрязненной жидкости.

Последующая разработка синтетических волокон и применение их для производства как тканей, так и нетканых полотен, позволили существенно изменить структуру фильтрующих материалов и соответственно области их применения. В настоящее время также применяются в практике водоочистки переработанные отходы термопластов, целлюлозы, стеклокремнизита, полимерные и минеральные волокна (базальтовые) и др., в частности последние материалы высокоэкологичны – не гниют, не выделяют токсичных веществ в воздушной и водной среде, не горят, не образуют вредных соединений с другими веществами, имеет неограниченный срок службы и относительно невысокую стоимость.

Определяющим фактором применения химических волокон в изготовлении фильтрующих материалов является придание синтетическим материалам специфических характеристик. В частности, фильтровальный материал должен иметь хорошую проницаемость, стойкость к истиранию, химическую устойчивость, высокое сопротивление растяжению и сжатию и др.

На оптимальный подбор фильтровальных материалов с одной стороны влияет требуемое качество очистки жидкости, а с другой стороны – производительность фильтра (пропускная способность). Неоправданное применение более плотных фильтрующих материалов (с большей степенью фильтрации) приводит к снижению пропускной способности фильтровальной установки и повышенному расходу фильтровального материала. Наиболее корректным в проводимом сравнении работы двух фильтров с разным фильтровальным материалом будет сравнение одинаковых принципов фильтрации жидкости механическими способами. Механическая очистка направлена на удаление из воды таких примесей, как песок, камни, частицы металла, другие минеральные частицы, которые не растворяются в воде, но задерживаются фильтром при этом без использования каких-либо химических реагентов. Такая очистка необходима для жидкости из водопровода, колодца или скважины, которая имеет разнообразные примеси, начиная от ржавчины, обычного песка и земли с другими мелкодиспергированными частицами, и заканчивая солями и др.

Ранее, в рамках проведенного исследования по моделированию структуры волокнисто-пористого материала, в процессе регулирования его структуры, разработана новая структура, и получен фильтрующий материал из синтетических полимерных волокон [1, 2] для механической очистки воды. Теоретические исследования в рамках моделирования структуры материала и вычислительные эксперименты по определению свойств смоделированной структуры материала ранее были выполнены в ПО ANSYS CFX [3]. Исследования по моделированию структуры волокнисто-пористого материала доведены до конкретной инженерной разработки – методом аддитивных технологий получен образец фильтрующего материала с высокими фильтрующими и физико-механическими характеристиками из полимерного материала. Данный волокнисто-пористый материал (ВПМ) стал базовым при сравнении с другими фильтрующими материалами в экспериментальной установке (рис.1).



Рис. 1. Волокнисто-пористый фильтрующий материал с повышенными фильтрующими свойствами (в корпусе)

Для оценки эффективности фильтрации разработанной структуры фильтрующего материала был проведен ряд испытаний работоспособности фильтра на высококонцентрированной смеси из мелкодисперсного ферромагнитного порошка с водой. Испытания проведены при условиях свободной фильтрации полученной смеси при атмосферном давлении. В качестве жидкости для очистки взята высококонцентрированная смесь из мелкодисперсного ферромагнитного порошка, предоставленная АО «Стойленский ГОК». Анализ опытной рабочей жидкости показал разброс загрязняющих фракций от 2 мкм до 10 мкм., при этом примерно 80% составляют фракции с размером 2 мкм. Предварительные исследования состава смеси показали, что она состоит на 30% из ферромагнитного порошка и на 70% из воды.

Результаты исследования фильтрующей способности новой конструкции фильтра из волокнисто-пористого материала для опытной рабочей смеси показали:

1. Возможность протекания процесса фильтрации даже для высококонцентрированных смесей воды с загрязняющими частицами. При этом важен обратный эффект, заключающийся не в очистке воды, а наоборот – сборе частиц

«загрязнений». Задержанные частицы металлического порошка собраны внутри фильтрующего элемента и могут легко быть из него извлечены.

2. Эксперимент показал, что без использования фильтрующих элементов комбинированного типа, разработанный фильтр только механической очистки имел коэффициент фильтрации около 60% – отношение задержанных фильтром частиц к общему количеству частиц загрязнений пропущенных через фильтр на входе в %. Таким образом, можно сделать вывод, что разработанный фильтр может работать для фильтрации механической очистки жидкостей с частицами загрязнений от 2 до 10 мкм с задержкой до 60% примесей.

3. При увеличении давления в напорной магистрали фильтра из волокнисто-пористого материала его фильтрующая способность будет повышаться.

Для сравнения с предлагаемым разработанным фильтром выбраны две различные модели фильтров с фильтрующим материалом, содержащим нетканые материалы – комбинированного типа (нетканый материал и угольная смесь) и чисто нетканый материал для механической очистки жидкости (рис.2).



Рис.2. Сменный модуль для механической очистки воды на основе нетканого материала (EcoFilter)

Целью эксперимента было определить какое количество мелкодисперсного ферромагнитного порошка задерживается в различных фильтрующих материалах при одинаковых внешних условиях протекания условий фильтрации.

Проведены процессы фильтрации опытной рабочей жидкости через волокнисто-пористый полимерный материал с новой разработанной структурой и через два других фильтра – с комбинированным и чисто нетканым фильтроэлементами (рис.3). Целью эксперимента являлось определить количество мелкодисперсного ферромагнитного порошка в фильтрующих материалах при одинаковых внешних условиях методом простого взвешивания (рис.4).



Рис.3. Экспериментальная установка для определения коэффициента фильтрации материала



Рис.4. Определение количества задерживаемого мелкодисперсного ферромагнитного порошка в каждом из образцов фильтрующих материалов в ходе эксперимента методом взвешивания

В результате испытаний опытной смеси фильтр комбинированного типа (снаружи нетканый материал, внутри угольный материал) показал коэффициент фильтрации около 80%. При этом возникли проблемы с прохождением высококонцентрированного раствора загрязнений через фильтр.

Применение фильтров комбинированного типа при увеличении давления в напорной магистрали становится невозможным вследствие большого гидравлического сопротивления фильтрующего элемента и его малой механической жесткости. В результате выполненного эксперимента можно сказать, что эффективность нового фильтра на принципах только механической очистки близка к эффективности фильтров комбинированного типа.

Для более корректного сравнения эффективности работы нового фильтра было проведено сравнение с эффективностью работы фильтра с фильтрующим материалом только из нетканых материалов, работающих на принципах исключительно механической очистки примесей. Безусловно, пористость нетканого материала, а, следовательно, проницаемость фильтра меняются в зависимости от его структуры, сырья и технологии производства. Для проведения эксперимента был взят фильтроэлемент на основе нетканого материала с объемной плотностью заполнения материалом 10-15%.

Результаты испытаний показали, что для фильтров данного типа при фильтрации высококонцентрированных растворов на атмосферном давлении процесс невозможен. Для прохождения смеси через фильтр с данным типом фильтров пришлось увеличить давление в напорной магистрали до 2 атм.

Через незначительное время на входе в фильтрующий элемент частицы загрязнений собираются в нижней части фильтра и постепенно наращивают свой объем, тем самым блокируют основную функцию фильтра (рис.4).

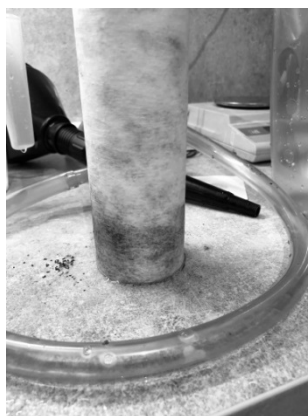


Рис.4. Внешний вид фильтро-элемента из нетканого материала после испытаний

Коэффициент фильтрации стандартного фильтра из нетканых материалов с механической оценкой примесей составил 22%. Данный показатель говорит о том, что нетканые материалы с объемной плотностью заполнения материалом около 10-15% для подобных смесей совершенно непригодны (78% частиц загрязнения проходит насквозь, остальные частицы просто осаждаются в структуре нетканого материала в связи с большой массой). Увеличение давления в напорной магистрали невозможно в связи с механической деформацией нетканого фильтрующего материала.

Полученные в ходе эксперимента данные представлены в таблице.

Таблица 1

Тип образца фильтрующего материала	Результаты экспериментов		
	Масса примеси в образце, г	Масса порошка прошедшего через фильтр, г	Коэффициент пропускания, %
Базовый (волоконисто-пористый материал)	2,07	1,428	60,2
Комбинированный (нетканый материала и уголь)	2,792	0,698	80
Механический (нетканый материал)	0,77	2,740	22

Коэффициент пропускания рассчитывался как отношение задержанных фильтром частиц к общему количеству частиц загрязнений пропущенных через фильтр на входе в %.

Для базового фильтра из ВПМ коэффициент пропускания по экспериментальным данным составил - 60,2%, комбинированного фильтра - 80%, механического – 22%.

Данный результат для вновь предлагаемой и изготовленной структуры фильтра из ВПМ показал существенно лучший результат по сравнению с чисто нетканым материалом и недостаточно хороший результат по сравнению с комбинированным фильтром в отношении конкретной жидкости – высококонцентрированной смеси из мелкодисперсного ферромагнитного порошка. Однако разработанное программное обеспечение и методика по созданию новых поровых структур из полимерных материалов позволяет смоделировать и изготовить другую структуру фильтрующего материала из ВПМ, которая будет более эффективно обеспечивать очистку конкретной заранее известной загрязненной жидкой среды, а также при этом составит конкуренцию по финансовому аспекту даже фильтрам комбинированного типа.

В заключение необходимо отметить, что разработанная новая структура фильтрующего материала уже сейчас готова к заполнению ее дополнительными химическими реактивами для сочетания механической очистки жидкости с химической и,

таким образом превращения новой структуры материала в фильтрующий элемент комбинированного типа.

Выводы:

1. В ходе проведенного натурального эксперимента по фильтрации высококонцентрированной смеси из мелкодисперсного ферромагнитного порошка с размером фракции от двух до 10 микрон коэффициент фильтрации волокнисто-пористого материала новой структуры составил около 60%.
2. Применение любых фильтров, основанных на принципах механической очистки из нетканых материалов, для поставленной задачи считаем невозможным из-за высокой концентрации фильтруемого раствора и малой жесткости фильтрующего элемента.
3. Применение в практике водоочистки волокнисто-пористых материалов на основе полимеров с предлагаемой структурой, позволит повысить эффективность фильтрации и снизить затраты на ее проведение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киселев М.В., Померанцев М.А., Куликовский В.В. Геометрическая модель структуры фильтрующих пористых материалов /М.В.Киселев, М.А.Померанцев, В.В.Куликовский// Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – Иваново: ИвГПУ. – 2018. – № 2 (374). С.210-213.
2. Куликовский В.В., Киселев М.В., Киселев Н.В. Разработка структуры волокнисто-пористых материалов с повышенной фильтрующей способностью / В.В. Куликовский, М.В. Киселев, Н.В. Киселев // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2019) [Текст]: сб.материалов XXI Междунар.науч.-практ. форума, 25 – 27 сентября 2019 г. – Иваново: ИВГПУ, 2019. – С.227-233.
3. Куликовский В.В. Исследование структуры пористого материала с повышенными фильтрующими свойствами экспериментальными и теоретическими методами / В.В.Куликовский // Известия вузов. Технология легкой промышленности. – Санкт-петербург: СПГУТД. – № 1. – 2020.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЛОКНИСТОЙ ТЕРМОГЕНЕРАЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ ИННОВАЦИОННЫХ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

THE USE OF FIBER THERMOGENERATION TECHNOLOGY IN THE CREATION OF INNOVATION NONWOVEN MATERIALS

Е.В. Мезенцева^{1,2}, В.Ю. Мишаков¹
E.V. Mezentseva, V.Yu. Mishakov

¹Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство), (Москва)

²ООО «Термопол», (Москва)

¹Russian State University named after A.N. Kosygin
(Technology. Design. Art), (Moscow)

²Thermopol, LLC, (Moscow)

E-mail: yelena_ev@mail.ru, viktormishakov@rambler.ru

Представлено исследование методов и технологий создания активных теплоизоляционных нетканых материалов на волокнистой основе. Изучены ассортимент и свойства волокнистого сырья, позволяющего обеспечить эффективную терморегуляцию пододежного пространства в условиях интервальной нагрузки за счет свойства генерации адсорбционного тепла при увлажнении.

Ключевые слова: нетканые материалы; полиакрилатные волокна; интеллектуальная волокнистая система; экзотермическая реакция; активная теплоизоляция; сорбционное тепло; интервальная нагрузка.

The research of methods and technologies for creating active thermal insulation nonwoven materials on a fiber basis is presented. The range and properties of fibrous raw materials are studied that allows for effective thermoregulation of the underlying space under the conditions of an interval activity due to the property of generating adsorption heat during perspiration.

Keywords: nonwoven materials; polyacrylate fibers; intelligent fiber system; exothermic reaction; active thermal insulation; sorption heat; interval activity.

Инновационным направлением в текстильной отрасли при создании эффективного терморегуляционного слоя в одежде является использование феномена сорбционного тепла текстильных материалов.

В процессе сорбции происходит взаимодействие полимеров волокон с молекулами воды, которое сопровождается экзотермической реакцией. Тепло, выделяющееся в результате сорбционного процесса, оказывает влияние на теплоизоляционные свойства текстильных изделий. Так, например 1 кг вискозных волокон при увеличении влажности окружающей среды с 40 до 70 % выделяет энергию равной 168 кДж, шерстяные волокна при этих же условиях выделяют 159 кДж, хлопковые – 84 кДж, ацетатные – 50 кДж, нейлоновые – 42 кДж, полиэфирные – 4 кДж [1].

Появление новых типов волокон повышенной гигроскопичности, позволяет получать материалы, которые обладают термогенерирующими свойствами и способны компенсировать потери теплоизоляционных свойств при перспирации за счет обратимой экзотермической реакции.

Объектом исследования являлись инновационные волокна, используемые при создании текстильных материалов.

Предметом исследования являлись адаптационные возможности волокнистого сырья как структурного элемента теплоизоляционного слоя в одежде.

Целью исследования являлся поиск наиболее подходящего волокнистого сырья для создания нетканых теплоизоляционных материалов с функцией термогенерации.

Примером текстильных изделий, спроектированных с учетом феномена сорбционного тепла, является линейка нательного трикотажного белья HEATTECH® (Япония), реализуемой японской розничной сетью магазинов одежды Uniqlo Co, Ltd. В изделиях применены модифицированные вискозные волокна, которые эффективно поглощают влагу и трансформируют ее в энергию (рис. 1).

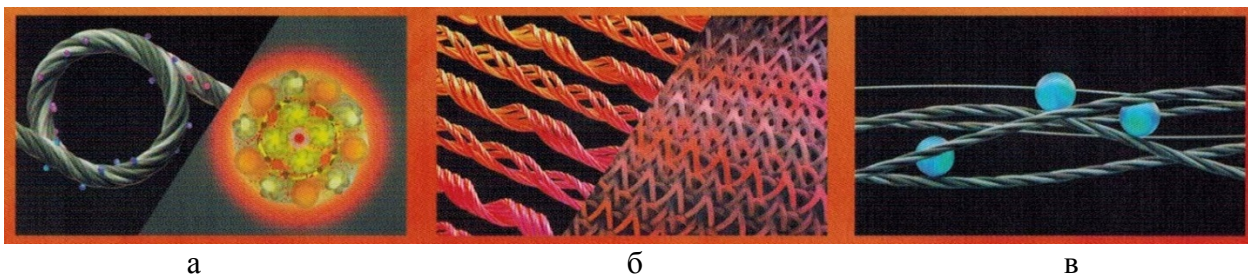


Рис. 1. Структура изделий HEATTECH®: а – схема термогенерации; б – структура изделия (трикотажное полотно); в – процесс поглощения влаги [2]

Перспективным направлением является применение полиакрилатных волокон [3, 4]. Производителями волокон получены несколько типов волокон [4, 5].

Различные полиакрилатные волокна отличаются по своим свойствам и химическим формулам. Общим свойством является их высокая гигроскопичность (до 27 %), что способствует быстрому отведению влаги от тела и созданию более комфортного микроклимата в пододежном пространстве по сравнению с другими волокнами [6, 7].

Полиакрилаты являются ионными полимерами, волокна на их основе способны поглощать водяной пар, исходящий от тела человека быстрее, чем другие гидрофильные волокна за счет разницы в строении волокон (рис. 2). Полиакрилатные волокна отдают воду быстрее других волокон и высыхают в три раза быстрее, чем, к примеру, хлопковые волокна [8].

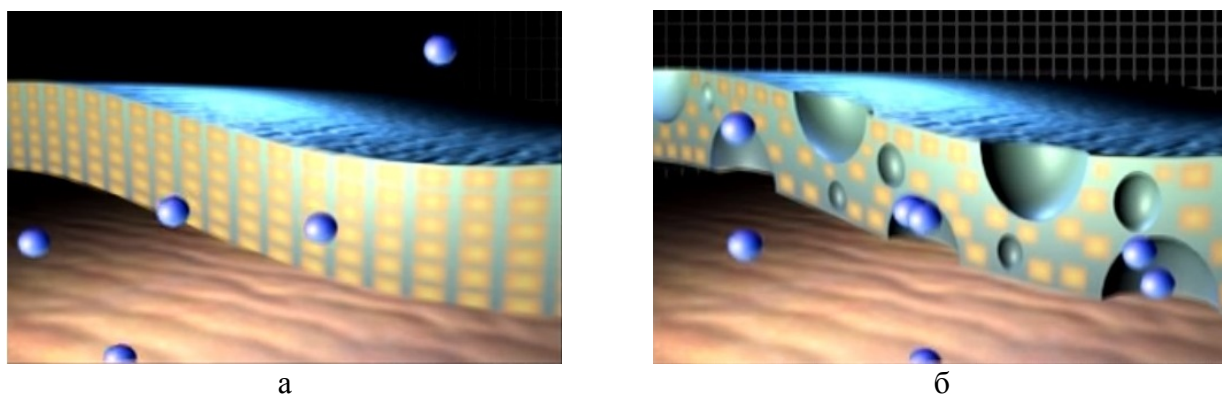


Рис. 2. Сорбционные свойства волокон: а – волокна; б – хлопковые волокна [9]

На рис. 3 представлены данные по гигроскопичности различных волокон.

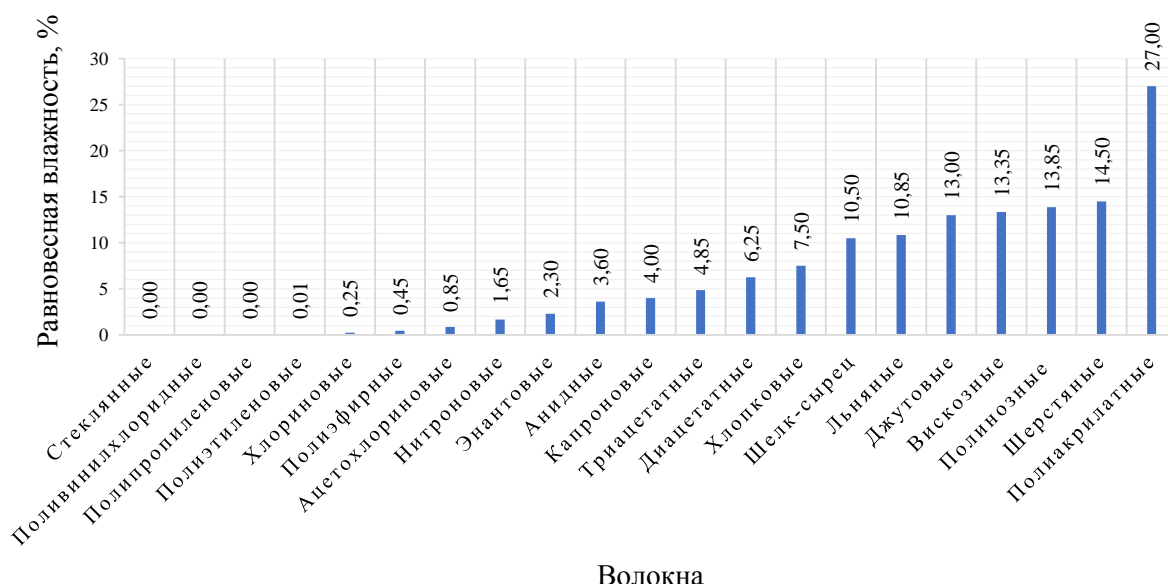


Рис. 3. Средние показатели равновесной влажности различных волокон (%) при относительной влажности воздуха $\phi = 65\%$ [1, 10]

При поглощении водяного пара полиакрилатные волокна генерируют тепло через *энтальпию испарения (конденсации)*, то есть скрытое тепло водяного пара передается телу в момент интенсивного поглощения водяного пара волокном. Описанный процесс известен как *феномен адсорбционного тепла (adsorption heat phenomenon)*. Быстрое поглощение и испарение влаги приводит к непрерывному процессу расширения и сжатия волокон, этот процесс сопровождается повышением скорости и амплитуды колебания молекул, что вызывает повышение температуры внутри волокон [11, 12].

Химическая формула полиакрилатных волокон представлена на рис. 4, 5 [13].

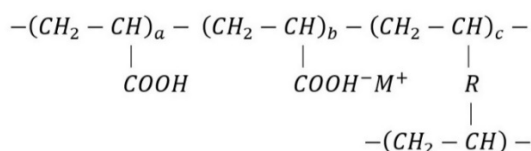


Рис. 4. Химическая формула полиакрилатных волокон [3, 13]

Как видно из рис. 4, полиакрилатные волокна содержат структурный компонент – акрилат, связанный с другой полимерной цепью, где M^+ – это ионы металлов, таких как Na^+ , Ca^+ , K^+ , Mg^+ и т.д. «R» – функциональные группы, примеры которых, представлены на рис. 1.17 [3, 13].

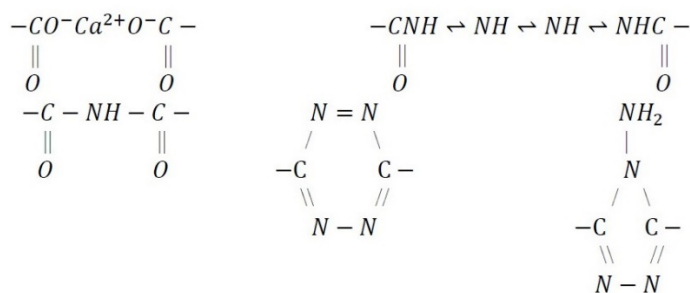


Рис. 5. Функциональные группы, входящие в состав полиакрилатных волокон [3, 13]

В табл. 1 представлены основные физические свойства полиакрилатных волокон [13].

Таблица 1.

Физические свойства полиакрилатных волокон

Температура плавления	Не плавится
Температура разложения	Свыше 250 ⁰
Температура вспышки	Свыше 300 ⁰
Температура воспламенения	Свыше 500 ⁰
Плотность	1,4 г/см ³

В табл. 2 представлены данные результатов токсикологических и санитарно-эпидемиологических исследований материалов с полиакрилатными волокнами, проведенными ООО «Термопол».

Таблица 2.

Токсиколого-гигиенические свойства текстильных материалов из полиакрилатных волокон

№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерения	Результаты испытаний	Величина допустимого уровня	Нормативные документы исследований
1	Ацетальдегид*	мг/м ³	менее 0,005	не более 0,01	МУК 4.1.3170-14
2	Формальдегид*	мг/м ³	менее 0,003	не более 0,003	РД 52.04.823-2015
3	Индекс токсичности	%	91±9,1	80-120	МР № 29 ФЦ/2688-2003
4	Акрилонитрил	мг/м ³	менее 0,001	не более 0,03	ГОСТ Р ИСО 16017-1
5	Винилацетат	мг/м ³	менее 0,001	не более 0,15	

* Испытания проведены в моделируемых условиях: модальная среда – воздух, температура 40±2 °С, насыщенность – 1,0 м²/м³, экспозиция – 24 часа.

Согласно проведенному исследованию, полиакрилатные волокна пригодны для технологической переработки и безопасны при применении их в качестве волокнистого компонента текстильной продукции.

Главной задачей для эффективного использования полиакрилатных волокон при получении текстильных материалов является их оптимальное сочетание с гидрофобными волокнами, а также создание особой текстильной структуры, которая бы позволяла не задерживать влагу, а максимально быстро ее отводить во внешнюю среду. Это особенно важно при создании теплоизоляционной одежды для экстремально низких температур, где важным является сохранение сухого микроклимата пододежного пространства и материалов с целью обеспечения температурного гомеостаза.

Вопрос теплоизоляционной безопасности человека продолжает оставаться актуальным. Появление инновационных материалов и технологий, а также конструктивных решений позволяет не только совершенствовать существующие виды теплоизоляционных изделий, но и создавать новые виды одежды с новыми принципами терморегуляции.

Современные разработки ориентированы на создание высокоэффективных материалов с повышенными функциональными свойствами.

Применение технологий автономной термогенерации за счет волокнистых включений в материалах позволяет реализовать в текстиле идею интеллектуальной волокнистой саморегулирующейся и самоорганизующейся системы *intelligent fiber system (IFS)* [14].

Можно с уверенностью сказать, что это мейнстрим будущего подхода к конструированию одежды. Применение интеллектуальных систем в одежде актуально в изделиях повседневной, военной, туристической одежды и требует дополнительного всестороннего изучения и разработок [15].

Разработка высокоэффективных материалов, с учетом последних достижений науки и техники, открывает новые возможности по повышению показателей, свойств и

характеристик текстильной продукции. Перспективы актуализируются государственными программами по освоению Арктики, Антарктики и космоса. Главным для ученых и производителей продолжает оставаться вопрос температурного равновесия, создания и удержания комфортной термической среды в пространстве одежды (внешнем, внутреннем, пододежном), а также учета физиологических особенностей организма.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-38-90010.

Acknowledgments: The reported study was funded by RFBR, project number № 19-38-90010.

ЛИТЕРАТУРА

1. Morton W. E., Hearle J. W. S., Physical Properties of Textile Fibres, 4th ed., Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England: 2008.
2. Коллекция HEATTECH осень/зима 2018 [Текст] / Москва, 2018. – 6 с. – (Информ. листок / Арх. Uniqlo Co., Ltd).
3. Мезенцева, Е.В. Разработка саморегулирующихся нетканых систем на основе полиакрилатных волокон / Е.В. Мезенцева, В.Ю. Мишаков // Современные задачи инженерных наук: сборник стендовых докладов молодых ученых и студентов: Международный Косыгинский Форум (29-30 октября 2019 г.). – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2019. – с. 117-119.
4. 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 02.10.19; опубл. 04.06.19.
5. 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.
6. Мезенцева, Е.В., Мишаков В.Ю. Исследование теплоизоляционных свойств нетканых материалов в составе комплектов одежды на термоманекене в состоянии движения и имитации перспирации / Е.В. Мезенцева, В.Ю. Мишаков // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности, № 5 (383). Иваново: Ивановский государственный политехнический университет. – 2019 – С. 143 – 150.
7. Мезенцева, Е.В., Мишаков В.Ю. Оценка теплоизоляционных свойств инновационных нетканых материалов с использованием интегрального показателя эффективности/ Е.В. Мезенцева, В.Ю. Мишаков // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности, № 6 (384). Иваново: Ивановский государственный политехнический университет. – 2019 – С. 28 – 34.
8. Мезенцева, Е.В. Использование методов термического анализа и инфракрасной спектроскопии для получения паспорта состава нетканых материалов, содержащих полиакрилатные волокна / Е.В. Мезенцева, В.Ю. Мишаков // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности, № 4. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна. – 2019 – С. 16 – 19.
9. Sambath, S., & Zhu, E. (2012). *Frontiers in computer education*. Berlin: Springer.
10. Кукин, Г.Н. Текстильное материаловедение (волокна и нити): учебник для вузов / Г.Н. Кукин, А.Н. Соловьев, А.И. Кобляков. – 2-е изд, перераб. и доп. – Москва: Легпромбытиздат, 1989. – 352 с.
11. Мезенцева, Е.В. Исследования структурных характеристик нетканого объемного термоскрепленного материала, сформированного путем диспергирования волокон в потоке воздуха, содержащего полиакрилатные волокна / Е.В. Мезенцева, В.Ю. Мишаков // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности, № 3. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна. – 2019. – С. 29 – 33.

12. Bin, Y., Ying, Z., Huapeng, Z., Xiaodan, P. and Guoliang, H. (2012). Lecturing and Reflections on the Fiber Heats of Sorption Part II. *Frontiers in Computer Education*, pp.85-90.
13. Pisani, R. and Roll, M. (2015). *Toyobo U.S.A. Inc. Request For Designation of New Generic Fiber Name «Polyacrylate» Under The Textile Fiber Products Identification Act*. [Letter] Federal Trade Commission, Secretary of the Commission. Pennsylvania Avenue, NW Washington, 21.
14. Мезенцева, Е.В. Разработка структуры и исследование свойств теплоизоляционных нетканых материалов на основе инновационных волокон / Е.В. Мезенцева, В.Ю. Мишаков, В.В. Иванов // *Фундаментальные и прикладные проблемы создания материалов и аспекты технологий текстильной и легкой промышленности: сборник статей Всероссийской научно-технической конференции* / под. Ред. Л.Н. Абуталиповой; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ (14-15 ноября 2019 г.). 2019. – с. 231 – 237.
15. Мезенцева, Е.В. Утепленная верхняя одежда: социологический анализ предпочтений россиян / Е.В. Мезенцева, В.Ю. Мишаков, М.С. Готовкина // *Дизайн и технологии*, № 65(107). М: РГУ им. А.Н. Косыгина. – 2018. – С. 122 – 130.

СТРУКТУРИЗАЦИЯ СЛОЕВ КЛЕЕВОГО ПЛЕНОЧНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЗАЩИТНЫХ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

THE LAYERS STRUCTURING OF GLUE FILM MATERIAL FOR PROTECTIVE GARMENTS

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

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State polytechnic university
bondarenko.ivanovo@yandex.ru, olmet07@yandex.ru

Использование новых полимерных композиций способствует созданию новых материалов для изготовления бытовой и специальной защитной одежды. Предложены пленочные клеевые материалы, обладающие остаточной липкостью и способные образовывать прочные и надежные клеевые соединения. Исследованы физико-механические и адгезионные свойства полученных образцов пленочного материала.

Ключевые слова: акрилатные латексы; композиционный пленочный материал; полимерная композиция; защитные изделия.

Use of new polymeric compositions promotes creation of new materials for production of household and special protective clothes. The film glue materials having residual stickiness and capable to form strong and reliable glue connections are offered. Physicomechanical and adhesive properties of the received samples of film material are investigated.

Keywords: akrilat latex; composite film material; polymeric composition; protective products.

В настоящее время спецодежда является стабильным и высоко востребованным ассортиментом, имеющим значительную долю в продукции, выпускаемой швейной промышленностью. Общие цели применения спецодежды: сохранение здоровья человека в процессе труда, повышение эффективности труда. Спецодежда должна не только создавать благоприятные для организма человека соотношения с окружающей средой и обеспечивать оптимальные условия для трудовой деятельности, но и обладать высокой степенью защитной эффективности и удобством в эксплуатации.

Использование новых полимерных композиций и совершенствование структуры покрытий обеспечило создание новых материалов для изготовления бытовой и специальной одежды, обладающих не только высокими защитными, но и улучшенными эксплуатационными и гигиеническими свойствами. Активное развитие ассортимента материалов для швейных изделий и повышение их качественных показателей должны быть учтены при разработке современных способов производства швейных изделий. Для изготовления спецодежды из материалов с пленочным покрытием в настоящее время швейные предприятия используют дорогостоящие импортные технологии и оборудование. Наибольшее распространение на предприятиях нашел способ приклеивания клеевой ленты на поверхность ниточного шва. Термопластичные ленты с клеевым слоем расплавляют с помощью струи нагретого газа или воздуха, накладывают на шов и прессуют, пропуская между роликам [1], [2].

Для изготовления специальных изделий защитного назначения из разнообразных по свойствам материалов, включая пленочные материалы и материалы с полимерными покрытиями, не разработано к настоящему времени специальных клеевых пленочных материалов, обладающих остаточной липкостью и способных образовывать прочные и надежные клеевые соединения [3], [4].

Цель работы – разработка новых подходов к получению безосновного самоклеящегося пленочного материала, функциональное назначение каждого слоя которого определяется его химическим составом, к исследованию взаимосвязи химического состава и дисперсионного состояния композиций для клеевого и неклеевого слоев материала с физико-химическими свойствами и структурными характеристиками как основы для создания технологий производства безосновного самоклеящегося пленочного материала, обладающего комплексом улучшенных функциональных характеристик, таких как адгезионная и разрывная прочность, низкая жесткость и высокая эластичность, стойкость к агрессивным средам и циклическим деформациям.

Исходя из требований, предъявляемых к разрабатываемому пленочному материалу для изготовления швейных изделий специального назначения, в качестве перспективных пленкообразующих при создании полимерных композиций для клеевого и неклеевого слоев были определены водные дисперсии полимеров [5]. На основе проведенных аналитических исследований установлена перспективность разработки безосновных самоклеящихся пленочных материалов и определено направление исследований: исследование и подбор ингредиентов для получения исходной полимерной композиции; оценка влияния химического состава клеевой и неклеевой армирующей композиций на показатели условной вязкости и поверхностного натяжения; оценка дисперсионного состояния композиций для клеевого и неклеевого слоев безосновного самоклеящегося пленочного материала.

В качестве основных пленкообразующих при создании самоклеющегося пленочного материала для изготовления швейных изделий были выбраны акрилатные латексы различных марок опытно-промышленного производства ФГУП «НИФХИ им. Л.Я. Карпова». Эти латексы синтезированы методом радиационно-эмульсионной полимеризации и не имеют аналогов в мировой практике по комплексу физико-химических и механических свойств. Этот метод синтеза позволяет получить полимеры, сочетающие традиционные свойства акрилатов (водостойкость, прозрачность, бесцветность, нетоксичность, эластичность, атмосферо-, водо-, маслостойкость, устойчивость к ультрафиолетовому излучению) со специфическими (высокая адгезия к различным субстратам).

Экспериментально установлено, что наилучшими технологическими свойствами обладают пленки из латексов, представляющих собой водную дисперсию сополимера бутилакрилата, акрилонитрила и метакриловой кислоты, а также смеси указанных латексов, взятых в пропорции 3:1 (в пересчете на сухое вещество). Оптимальное сочетание высокой прочности и эластичности позволило рекомендовать данные составы для использования в качестве неклеевого армирующего слоя [6].

В качестве загустителя акрилатного латекса использовали водную дисперсию сополимера бутилакрилата, акрилонитрила и метакриловой кислоты с соотношением звеньев по массе соответственно 67:22:11. Зависимости изменения вязкости от количественного содержания загустителя и времени вызревания латексных смесей представлены на рисунке 1.

С учётом полученных результатов по влиянию загустителя на реологические свойства латексных композиций и физико-механические показатели плёночных покрытий, в качестве базового варианта для получения самоклеящегося плёночного материала был выбран состав, рецептура которого приведена в таблице 1.

Содержание и условия реализации технологических операций в процессе получения модельных образцов многослойного пленочного герметизирующего материала идентичны содержанию и условиям реализации технологических операций получения модельных образцов однослойных пленок. Каждый слой многослойного самоклеящегося пленочного материала формируется последовательно после высыхания предыдущего слоя. Количество слоев определяется видом и особенностями эксплуатации герметизирующего материала.

Однородность химического состава слоев материала способствует нивелированию границ раздела между слоями [7]. Это обеспечивается за счёт взаимодиффузии макромолекул полимеров смежных слоёв при получении многослойного клеевого материала и действием межмолекулярных сил, способствуя повышению его когезионной прочности.

Полученная модель многослойного самоклеящегося пленочного материала является настолько прочной в поперечном направлении (по толщине), что не способна к расслоению.

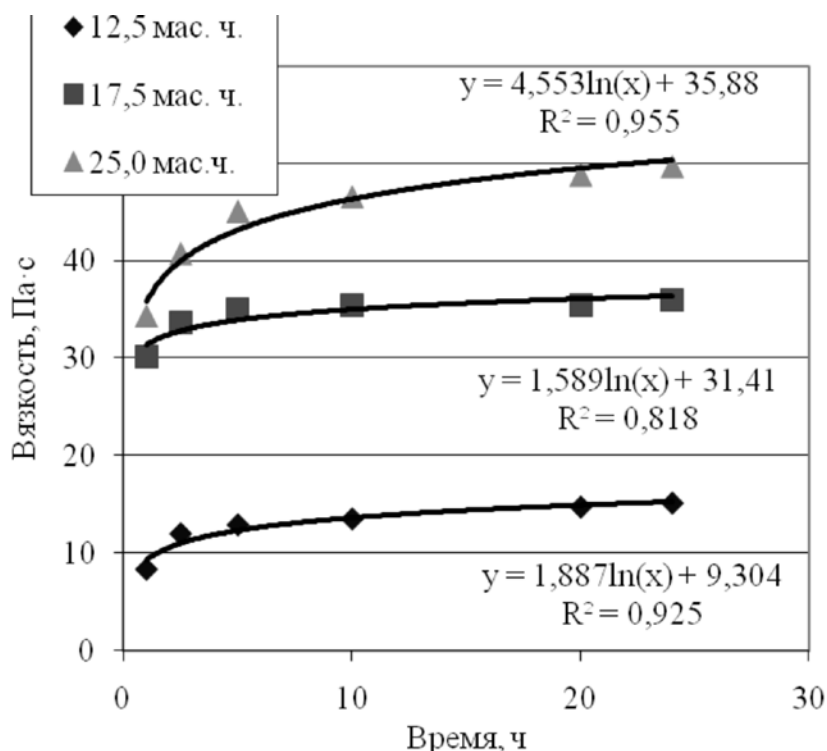


Рис. 1. Зависимость изменения вязкости от количественного содержания загустителя и времени вызревания латексных смесей

Таблица 1

Рецептура полимерной композиции на основе акрилатного латекса

Наименование ингредиентов	Количество в мас. ч. на 100 мас. ч. полимера латекса
1. Водная дисперсия акрилового сополимера	100,0
2. Акриловый загуститель	10,0 ÷ 20,0
3. Аммиак 12,5 % - ный	0,5 ÷ 1,0
4. Пластификатор	5,0 ÷ 10,0

Значения физико-механических показателей модельных образцов многослойных пленок, определенные по стандартным методикам, применяемым для оценки свойств пленочных материалов и искусственных кож, представлены в таблице 2. В результате установлено их высокое соответствие требованиям, обусловленным особенностями производства швейных изделий из защитных материалов.

Таблица 2

Физико-механические показатели модельных образцов многослойных пленок

Наименование показателя	Значение показателя	Методика испытаний
1	2	3
Поверхностная плотность (масса 1 м ²), г, не более	230	ГОСТ 17073-71 Кожа искусственная. Метод определения толщины и массы 1 м ²
Толщина, мм	0,25	ГОСТ 9998-86 Пленки поливинилхлоридные пластифицированные бытового назначения.

1	2	3
		Общие технические условия
Прочность при растяжении, МПа	8-10	ГОСТ 14236-81 Пленки полимерные. Метод испытания на растяжение
Относительное удлинение при разрыве, %	350	ГОСТ 12580-78 Пленки латексные. Метод определения упруго-прочностных свойств при растяжении
Липкость, с	15,0-20,0	ГОСТ 20477-86 Лента полиэтиленовая с липким слоем. Технические условия
Прочность связи с полиуретановым покрытием при отслаивании, Н/см, не менее	4	ГОСТ 17317-88 Кожа искусственная. Метод определения прочности между слоями
Жесткость, сН	0,7-1,0	ГОСТ 8977-74 Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения гибкости, жесткости и упругости
Условная прочность при растяжении, МПа	35,7	ГОСТ 12580-78. Пленки латексные. Метод определения упруго-прочностных свойств при растяжении
Относительное остаточное удлинение, %	12	ГОСТ 12580-78. Пленки латексные. Метод определения упруго-прочностных свойств при растяжении
Условное напряжение при заданном удлинении (300%), МПа	30,0	ГОСТ 12580-78. Пленки латексные. Метод определения упруго-прочностных свойств при растяжении

По внешнему виду модель бесосновного самоклеящегося пленочного материала в виде многослойной пленки на основе однослойных пленок различного компонентного состава с односторонним или двусторонним клеевым (липким) слоем, а также однослойные пленки из латекса сополимера бутилакрилата, акрилонитрила и метакриловой кислоты с разным сочетанием мономеров идентичны и представляют собой прозрачные бесцветные пленки.

Герметизирующий материал для швейных изделий должен выдерживать все деформации, возникающие при эксплуатации, не теряя своих защитных свойств. Для исключения отслаивания герметизирующего материала от поверхности шва при растяжении, необходимо, чтобы его относительное удлинение было больше относительных удлинений швов в продольном и поперечном направлениях, а также больше относительного удлинения водонепроницаемого материала, из которого изготовлено изделие. Относительные удлинения швов различных конструкций из водонепроницаемых материалов с полимерными покрытиями достигают в продольном направлении 30 %, в поперечном 25 %, а относительные удлинения самих материалов – до 40 % в любом направлении. Значительное превышение (в 10-20 раз) относительного удлинения модельных образцов многослойных пленочных материалов над относительными удлинениями водонепроницаемых материалов с пленочными покрытиями и швов в изделиях из этих материалов позволяет сделать вывод о возможности сохранения адгезионного контакта между герметизирующим и основным материалом при растяжении швов и, значит, возможности их использования для герметизации швов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демидов С. PFAFF Industrie Maschinen AG. Сварка как шаг в будущее // Швейная промышленность. – 2006. – № 1. – С. 11.
2. SportTex. Текстильная компания. Оборудование и ткани. –<http://sporttex.ru>; СТ-Пром. Продажа промышленного швейного оборудования и запчастей. - <http://shtprom.ru/>
3. 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.
4. Пат. 2506296 РФ, Многослойный клеевой материал, МПК G09J 7/02; B32B 27/00; B32B 27/28; заявитель и патентообладатель Ивановский гос. политех. университет / Е.П. Покровская, О.В. Метелева, Л.И. Бондаренко, Т.С. Савченко, Н.Н. Зайцева – № 2012107518/05; заявл. 28.02.2012; опубл. 10.02.2014. - Бюл. № 4. – Режим доступа: http://old.rguts.ru/electronic_journal/number39/contents. – Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2506296>.
5. Елисеева, В.И. Полимерные дисперсии / В.И. Елисеева. – М: Химия, 1980. – 296 с.
6. Еркова, Л.Н. Латексы / Л.Н. Еркова, О.С. Чечик. – М.: Химия, 1983. – 224 с.
7. Трофимович, Д.П. Технология переработки латексов / Д.П. Трофимович, В.А. Берестнев. – М: ООО Издательство Научтехлитиздат, 2003. – 372 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ШЁЛКА–СЫРЦА МЕХАНИЧЕСКОГО И АВТОМАТИЧЕСКОГО КОКОНОМОТАНИЯ

RESEARCH OF QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF SILK-RAW MATERIALS OF MECHANICAL AND AUTOMATIC WILDING

Ж.И. Орипов, Г.Н. Валиев
J.I. Oripov, G.N. Valiyev

Ферганский политехнический институт, (Республика Узбекистан)
Fergana politechnical institute, (Republic Uzbekistan)
E-mail: oripov_jaurbek@mail.ru, gnavaliyev@mail.ru

В статье исследованы качественные характеристики шёлка–сырца механического и автоматического кокономотания. Установлено, что свойства и качественные характеристики испытуемых образцов шелка-сырца по многим определяющим и второстепенным показателям качества в основном совпадают, отличаются лишь отклонением по линейной плотности и интенсивностью отклонений по линейной плотности: несогласностью 2.

Ключевые слова: ткань, ассортимент, шелк, креповые ткани, шелк-сырец, качество, технология.

The article investigates the qualitative characteristics of raw silk mechanical and automatic cocooning. It was found that the properties and qualitative characteristics of the tested samples of raw silk in many defining and secondary quality indicators basically coincide, differ only in the deviation in linear density and the intensity of deviations in linear density: disagreement 2.

Keywords: fabric, assortment, silk, crepe fabrics, raw silk, quality, technology.

В современный период экономических реформ по мере насыщения рынка различными ассортиментами шёлковых тканей большое значение имеет уровень их качества, структура самой ткани и её художественно-колористическое оформление, которое определяется качеством применяемого сырья, условий технологического процесса и параметров паковки, особенно при переработке нитей натурального шелка.

Актуальными проблемами развития шелковой отрасли являются коренное улучшение и обогащение ассортимента и качества шелковых тканей, путем разработки их новых структур, освоения нового высокопроизводительного оборудования с широкими ассортиментными возможностями и модернизации действующего технологического оборудования, особенно при переработке нитей натурального шелка [1-7].

Особую важность приобретает вопрос создания различного ассортимента шелковых тканей исходя из требований внутреннего и внешнего рынка. В этом плане актуальны разработки новых структур креповых тканей, плательно-костюмных и постельных тканей из натурального шелка.

Одной из актуальных задач сегодняшнего дня является создание новых и модернизация действующих производств, организация глубокой переработки коконного сырья, увеличение производства и улучшение качества готовых шелковых тканей, увеличение экспорта готовых изделий из натурального шелка.

Получение шелка-сырца из кокона - один из самых важных этапов в производстве ткани. В настоящее время в странах, где развита шелковая промышленность, например, в Китае, Индии, Италии и других, используются различные способы и оборудования для получения нитей шёлка-сырца.

Свойства выращиваемых коконов, имеют особые характеристики в зависимости от пород и гибридов коконов тутового шелкопряда, местных погодных условий, методов и технологий выращивания коконов.

Существует два широко известных способов переработки коконов и получения шёлка-сырца: механическое и автоматическое кокономотание. Технология этого процесса сложна, и ее совершенствованию посвящены многие исследования различных ученых.

На сегодняшний день в Республике Узбекистан созданы шелкомотальные предприятия оснащённые новыми современными высокопроизводительными кокономотальными автоматами и сопряжёнными с ними коконозапарочными, перемоточными машинами, а также комплектами подготовительного и лабораторного оборудования, которые позволяют получить нити шелка-сырца высокого качества в соответствии с Государственным стандартом Республики Узбекистан «O'z DSt 3313:2018. Шелк-сырец. Технические условия» [8], гармонизированного с международными стандартами.

Стандарт O'z DSt 3313:2018 по классификации качества шелка-сырца и методике испытаний соответствует международному стандарту. По стандарту O'z DSt 3313:2018 по качеству шелк-сырец всех категорий подразделяется на семь сортов: 4А, 3А, 2А, А, В, С и D, при этом наивысшим сортом шелка-сырца установлен сорт 4А, наиболее низким – D.

Шелк-сырец по определяющим показателям качества в зависимости от его линейной плотности подразделяется на три категории: 1-я категория – 2 текс и менее; 2-я категория – 2,1 – 3,6 текс; 3-я категория – 3,7 текс и более [8].

Оценка качества шелка-сырца производится по основным определяющим показателям с учетом дополнительных показателей, визуальной оценки партии и средней кондиционной плотности шелка-сырца.

Сорт партии шелка-сырца по O'z DSt 3313:2018 устанавливаются по наихудшему из определяющих качественных показателей. Если при визуальной оценке общий вид партии шелка-сырца оценивается как «неудовлетворительный» или когда число обрывов при определении перемоточной способности превышает установленные пределы, то вся партия шелка-сырца переводится в сорт D указанного стандарта.

Для характеристики степени и частоты колебаний по линейной плотности шелка-сырца приняты три степени интенсивности отклонений: несогласность 1, несогласность 2, несогласность 3.

В центре сертификации Ташкентского института текстильной и легкой промышленности в аккредитованной испытательной лаборатории Centexuz провели испытания шёлка-сырца линейной плотности 2,33 текс на соответствие стандарту O'z DSt 3313:2018. Полученные результаты приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Характеристики основных показателей качества шёлка-сырца

№	Наименования основных показателей качества	Шёлк с механического кокономотального станка			Шёлк с кокономотального автомата		
		По НД	Фактические данные	Результат по НД	По НД	Фактические данные	Результат по НД
1	Отклонение по линейной плотности, денье	1.65	1.56	3А	1.60	1.38	2 А
2	Несогласность 1	170	165	3А	170	155	3А
3	Несогласность 2	37	80	В	26	20	2А
4	Чистота по крупным дефектам, % не менее	95	96	3А	97	97.3	4А

5	Чистота по мелким дефектам, % не менее	94	100	4А	94	96.0	4А
6	Наихудшая чистота, % не менее	90	100	4А	90	95.0	4А

Таблица 2

Характеристики второстепенных показателей качества шёлка-сырца

№	Наименования второстепенных показателей качества	Шёлк с механического кокономотального станка			Шёлк с кокономотального автомата		
		По НД	Фактические данные	Результат по НД	По НД	Фактические данные	Результат по НД
1	Несогласность 3	0	10	1-класс (4А)	0	0	1-класс (4А)
2	Перемоточная способность, кол-во обрывов не более, шт.	4	4	1-класс (4А)	4	3	1-класс (4А)
3	Относительная разрывная нагрузка г/д	Менее 3.7	3.17	2-класс (В)	3.7	3.85	1-класс (4А)
4	Относительное разрывное удлинение (%)	18	23.5	1-класс (4А)	18	24.6	1-класс (4А)
5	Связность, ходов каретки, шт.	60	150	1-класс (4А)	60	66	1-класс (4А)
6	Максимальное отклонение, денье	3.8	2.33	1-класс (4А)	3.1	2.3	1-класс (4А)

Анализ полученных результатов показывает, что шёлк-сырец механического кокономотального станка по определяющим показателям качества соответствует сорту В, а шёлк-сырец кокономотального автомата соответствует сорту 2А. При этом следует отметить, что свойства и качественные характеристики испытуемых образцов шелка-сырца по многим определяющим и второстепенным показателям качества в основном совпадают, отличаются лишь отклонением по линейной плотности и интенсивностью отклонений по линейной плотности: несогласностью 2.

Таким образом, по результатам работы можно сделать следующие выводы:

1. Проведены исследования качественных характеристик шёлка-сырца механического и автоматического кокономотания.

2. Установлено, что испытуемые образцы шёлк-сырца механического кокономотального станка по определяющим показателям качества соответствует сорту В, а шёлк-сырец кокономотального автомата – сорту 2А.

3. Свойства и качественные характеристики испытуемых образцов шелка-сырца по многим определяющим и второстепенным показателям качества в основном совпадают, отличаются лишь отклонением по линейной плотности и интенсивностью отклонений по линейной плотности: несогласностью 2.

4. Шёлк-сырец механического кокономотального станка и кокономотального автомата может быть использован для выработки различных ассортиментов шёлковых тканей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валиев Г. Н., Алимбаев Э. Ш. Многофакторная математическая модель натяжения нити и оптимизация параметров модернизированной технологии размотки мотков на бобинажных машинах // Проблемы текстиля. – 2009. – № 4. – С. 26-32.
2. Валиев Г. Н. Повышение устойчивости намотки мотальной паковки нитей натурального шелка // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и лёгкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2014): межд. конф. (Москва, 18-19 ноября 2014 г.). Часть 1. – М.: МГУДТ, 2014. – 271 с., с. 101-105.
3. Валиев Г. Н. Пространственное распределение угла подъёма витка намотки мотальной паковки // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и лёгкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2016): межд. конф. (Москва, 15-16 ноября 2016 г.). Часть 1. – М.: МГУДТ, 2016. – 311 с., с. 36-40.
4. Валиев Г. Н. Аналитическая зависимость пространственного распределения давления слоя крестовой намотки на её основание по мере формирования паковки // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоёмкие технологии и материалы (SMARTEX – 2015): сборник материалов XVIII международного научно-практического форума (Иваново, 26-29 мая 2015 г.). – Иваново: ИВГПУ, 2015. – 320 с., с. 212-215.
5. Валиев Г. Н. Теоретическая зависимость распределения давления крестовой намотки на её основание по мере формирования паковки // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоёмкие технологии и материалы (SMARTEX – 2016): сборник материалов XIX международного научно-практического форума (Иваново, 23-27 мая 2016 г.). – Иваново: ИВГПУ, 2016. – Часть 1, 404 с., с. 257-261.
6. Валиев Г.Н. Аналитическая зависимость распределения давления крестовой намотки на её основание вдоль оси паковки при сложных формах намотки и методика её определения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018. - № 3. – с. 106-113 (SCOPUS, CAS(pt)).
7. Валиев Г. Н., Орипов Ж. И.. Теоретическая зависимость пространственного распределения давления крестовой намотки на её основание // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоёмкие технологии и материалы (SMARTEX – 2018): сборник материалов XXI международного научно-практического форума (Иваново, 26-28 сентября 2018 г.). – Иваново: ИВГПУ, 2016. – Часть 1, 303 с., с. 181-185.
8. O'z DSt 3313:2018. Шёлк-сырец. Технические условия / О.А.Ахунбабаев, Г.Г.Мавлянбердиева, У.О.Ахунбабаев, И.И.Туйчиев, М.М.Мирзахонов // Ташкент, Агентство «Узстандарт». – 2018. – 84с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОБАВКИ ГЛИЦЕРИНА В ПРЯДИЛЬНЫЙ РАСТВОР НА СТРУКТУРУ ЭЛЕКТРОФОРМОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF GLYCERIN ADDITION IN THE SPINNING SOLUTION ON THE ELECTROSPUN WEBS STRUCTURE

Д.Б. Рыклин, Н.Н. Ясинская, М.А. Демидова, В.М. Азарченко
D.B. Ryklin, N.N. Yasinskaya, M.A. Demidava, V.M. Azarchenka

Витебский государственный технологический университет, (Республика Беларусь)
Vitebsk State Technological University, (Republic Belarus)
E-mail: ryklin-db@mail.ru, yasinskayann@rambler.ru,
demidova.mariya00@gmail.com, azarchenko22@mail.ru

В процессе экспериментальных исследований установлено, что для минимизации количества дефектов электроформование из растворов поливинилового спирта с добавлением глицерина целесообразно осуществлять с использованием стандартной прядильной головки, а содержание глицерина не должно превышать 8 %. Большая часть волокон в получаемых материалах имеет структуру «ядро-оболочка», при этом стержневой слой получен из ПВС, а наружный – из глицерина. Диаметр волокон в электроформованных материалах зависит от содержания каждого из компонентов.

Ключевые слова: электроформование, поливиниловый спирт, глицерин, структура «ядро-оболочка»

During experimental researches it was found that electrospinning from solutions of polyvinyl alcohol with glycerin addition is expedient to carry out using a standard spinning head, and the glycerin content should not exceed 8% for defects number minimizing. Most of the fibers in the electrospun materials have a core-shell structure with the core layer obtained from PVA and the outer layer from glycerin. The diameter of the fibers in the materials depends on the content of each component.

Key words: electrospinning, polyvinyl alcohol, glycerin, core-shell structure

В настоящее время проводится огромное количество исследований, посвященных созданию микро- и нановолокон и частиц состоящих из двух и более компонентов для нужд биомедицины и косметологии. Волокна с включенным активным компонентом широко используются в фармацевтике и регенеративной медицине, таргет-системах для лечения раковых опухолей [1], стоматологии, раневой терапии, тканевой инженерии [2], для специфической постоперационной терапии [3], когда необходимо, чтобы материал с лекарственным средством оставался внутри пациента, продолжая своё действие, и при этом токсическая нагрузка и побочные эффекты были минимальными. Всё это приводит к тому, что медицина нуждается в материалах с точно спроектированными характеристиками, которые будут отвечать заданным качествам и дадут необходимый терапевтический эффект. Это возможно лишь в том случае, если понимание процесса взаимодействия волокнообразующего полимера с активным компонентом будет полным, а также характеристики и качество получаемого материала будут контролируемыми. Таким образом, оценка влияния добавочного компонента на структуру электроформовочного материала является важной и актуальной задачей.

Одним из наиболее распространенных полимеров, используемых для получения материалов медицинского назначения методом электроформования, является поливиниловый спирт (ПВС), что обусловлено его относительно низкой стоимостью и уникальными свойствами [4]. Создание концентрированных растворов полимеров с лекарственными веществами различной природы приводит к получению эффективных лечебных средств для внутреннего и наружного применения. При этом в ряде случаев физиологическая активность полимеров проявляется в активизации процессов всасывания и

проникновения лекарственных средств через слизистые оболочки, кожу и др. [5]. Благодаря нетоксичности поливиниловый спирт может применяться в медицине в качестве клеев, пластырей, стерильных салфеток, хирургических нитей, фармацевтических препаратов, для изготовления плазмозаменяющих растворов [6]. Поэтому в данной работе в качестве волокнообразующего полимера при проведении исследований было принято решение использовать именно растворы поливинилового спирта. При проведении исследований использовался ПВС марки Arkofil PPLgr компании Archroma (Швейцария),

В чистом виде ПВС не выполняет никакой медицинской функции, однако из него может быть сформирован нановолокнистый материал, содержащий в своей структуре различные лекарственные препараты и другие активные вещества, которые при растворении высвобождаются и впитываются в кожу или раневую поверхность.

Одним из веществ, которые могут быть добавлены в формовочный раствор для получения материалов медицинского или косметологического применения, является глицерин. Известно, что глицерин – один из важных компонентов в косметологии и медицине. Его можно назвать одним из самых дешевых увлажняющих средств. Он входит в состав многих кремов, мазей, мыла. Глицерин выполняет еще защитную функцию кожи, так как сохраняет влагу в клетках кожи. В медицине его используют в качестве антисептика при комплексном лечении многих заболеваний, особенно кожных (способствует заживлению ран, препятствует заражению и гноению) [7]. Водопоглощающий эффект провоцирует дегидратацию и гибель болезнетворных бактерий. Глицерин в медицине является эффективным растворителем таких химических веществ, как йод, фенол, тимол, бром [8].

Целью данной работы являлось определение влияния добавки глицерина в формовочный раствор на структуру электроформованных материалов на основе поливинилового спирта.

Исследования проводились на установке для формирования нановолокнистых материалов Fluidnatek LE-50. Как и на других установках, электроформование на которых осуществляется с использованием капилляров, электрическое напряжение прикладывается к раствору полимера, который при помощи дозатора подается на прядильную головку [9]. Высокое напряжение индуцирует в растворе полимера одноименные электрические заряды, которые, в результате кулоновского электростатического взаимодействия, приводят к вытягиванию раствора полимера в тонкую струю. В процессе электростатического вытягивания полимерной струи она может претерпевать ряд последовательных расщеплений 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, превращаясь в волокна, и под действием электростатических сил дрейфуют к заземленной подложке, закрепленной на осадительном электроде.

Для электроформования установка оснащена прядильными головками двух конструкций [10]:

- стандартная головка, содержащая одну иглу (капилляр);
- коаксиальная головка, содержащая два капилляра, один из которых располагается концентрично внутри другого.

В литературе отмечается, что применение коаксиальной головки позволяет вырабатывать двухслойные нановолоконные конструкции со структурой «ядро – оболочка» [11]. В связи с этим одновременно с проведением исследований, направленных на достижение указанной цели, решалась задача оценки влияния конструкции прядильной головки на структуру электроформованных волокон.

Для проведения исследований были приготовлены 3 варианта растворов, составы которых приведены в табл. 1. С использованием 3 растворов в различном сочетании (табл. 2) осуществлена наработка 4 образцов покрытий на установке Fluidnatek LE-50. Суммарный расход растворов при наработке составил 1500 мкл/ч. При использовании коаксиальной головки устанавливались равные расходы растворов, подаваемых через каждую иглу.

В процессе электроформования при использовании коаксиальной прядильной головки наблюдалось смешивание растворов из внутреннего и внешнего капилляров на выходе из прядильной головки в конусе Тейлора до начала формирования полимерной струи. В связи с этим представляет интерес оценка влияния содержания различных компонентов в смешанном растворе на структуру волокнистого покрытия. С учетом одинакового расхода растворов, истекающих из внешнего и внутреннего капилляров коаксиальной головки, содержание каждого компонента в смешанном растворе может быть определено, как среднее значение для двух растворов, подаваемых в зону электроформования отдельно (табл. 2).

Таблица 1

Составы растворов, использованных при проведении исследований

№ раствора	Состав
1	Вода – 96 %, ПВС – 14 %
2	Водный раствор ПВС (14 %) – 90 %, водный раствор глицерина (85 %) – 10 %
3	Водный раствор ПВС (16 %) – 90 %, водный раствор глицерина (85 %) – 10 %

Таблица 2

Среднее содержание компонентов в растворах

№ образца	Стандартная головка	Коаксиальная головка		Среднее содержание компонента в растворах, %		
		Внутренний капилляр	Внешний капилляр	ПВС	глицерин	вода
1	Раствор 1	-	-	14,0	-	86,0
2	Раствор 3	-	-	14,4	8,5	77,1
3	-	Раствор 3	Раствор 2	13,7	8,5	77,8
4	-	Раствор 3	Раствор 1	14,2	4,3	81,5

Для оценки влияния состава формовочных растворов на структуру получаемых материалов были получены их изображения при различном увеличении с использованием электронного сканирующего микроскопа LEO 1420 (Carl Zeiss, Германия).

Анализируя изображения покрытий, полученные при увеличении в 1000 раз (рис. 1), можно отметить, что волокнистое покрытие, сформованное из раствора ПВС без добавления глицерина, практически не содержит явно видимых дефектов. Волокна располагаются хаотично, равномерно покрывая материал подложки.

При добавлении глицерина возникают два вида дефектов – застывшие капли формовочного раствора на поверхности материала, а также пряди (агломераты), состоящие из слипшихся при осаждении волокон, наличие которых часто объясняют как неполным высыханием волокон, так и с наличием в прядильном растворе нерастворившихся остатков волокнообразующего полимера и твердых добавок, а также воздушных пузырьков.

В случае добавления в раствор глицерина наличие агломератов объясняется первой причиной, так как глицерин хорошо растворяется в воде, но медленнее высыхает при движении струи от прядильной головки до коллектора. Использование стандартной головки существенно снижает количество дефектов в виде слипшихся волокон.

Количество застывших капель, приходящихся на 1 мм² электроформованного материала, определялось на основании анализа изображений, полученных при увеличении в 100 раз, которые в данной статье не представлены. Установлено, что количество дефектов данного вида повышается при использовании коаксиальной головки и при увеличении процентного содержания глицерина в формовочном растворе, что хорошо видно на гистограмме, представленной на рис. 2. Так, образцы 2 и 3 изготовлены из растворов, содержащих одинаковое количество глицерина, однако образец 2, полученный с использованием стандартной головки содержит почти в 2 раза меньше описанных дефектов, чем образец 3, выработанный с использованием коаксиальной головки. Сравнивая образцы 3 и 4, можно отметить, что уменьшение содержания глицерина в растворе в 2 раза приводит к

снижению количества дефектов почти в 4 раза. Образец 1, выработанный из раствора ПВС без добавления глицерина, содержит незначительное количество дефектов.

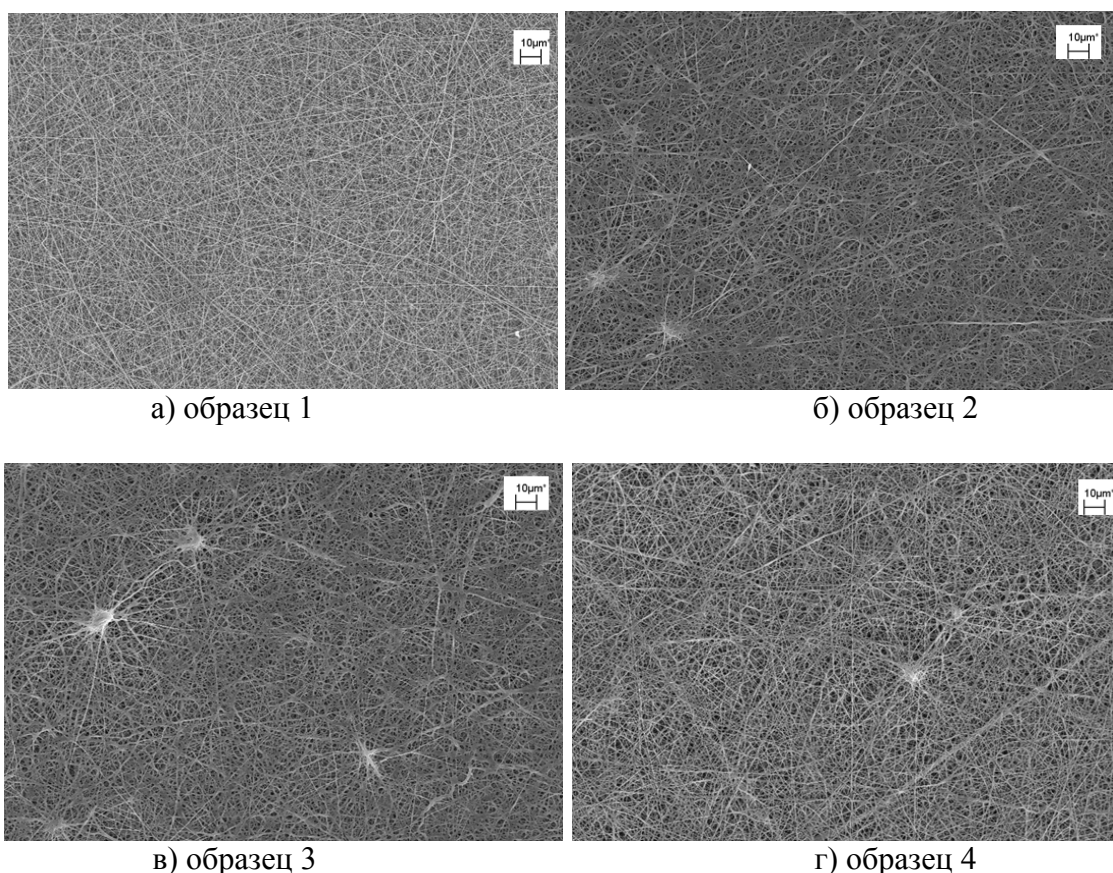


Рис. 1. Изображения электроформованных материалов разного состава, полученные при увеличении в 1000 раз



Рис. 2. Количество застывших капель, приходящихся на 1 мм² электроформованных материалов

Следовательно, можно сделать вывод о том, что данные дефекты в основном представляют собой сгустки глицерина. Размер сгустков не превышает 20 мкм.

Таким образом, для получения материалов с добавлением глицерина методом электроформования можно рекомендовать использовать стандартную головку с одним капилляром, а содержание глицерина в растворе не должно превышать 8 %.

Анализируя изображения волокнистых покрытий (рис. 3), полученные при увеличении в 15000 раз, можно отметить, что во всех образцах, полученных с добавлением глицерина, данный компонент фактически не формирует отдельных волокон, а обволакивает волокна, сформированные из ПВС.

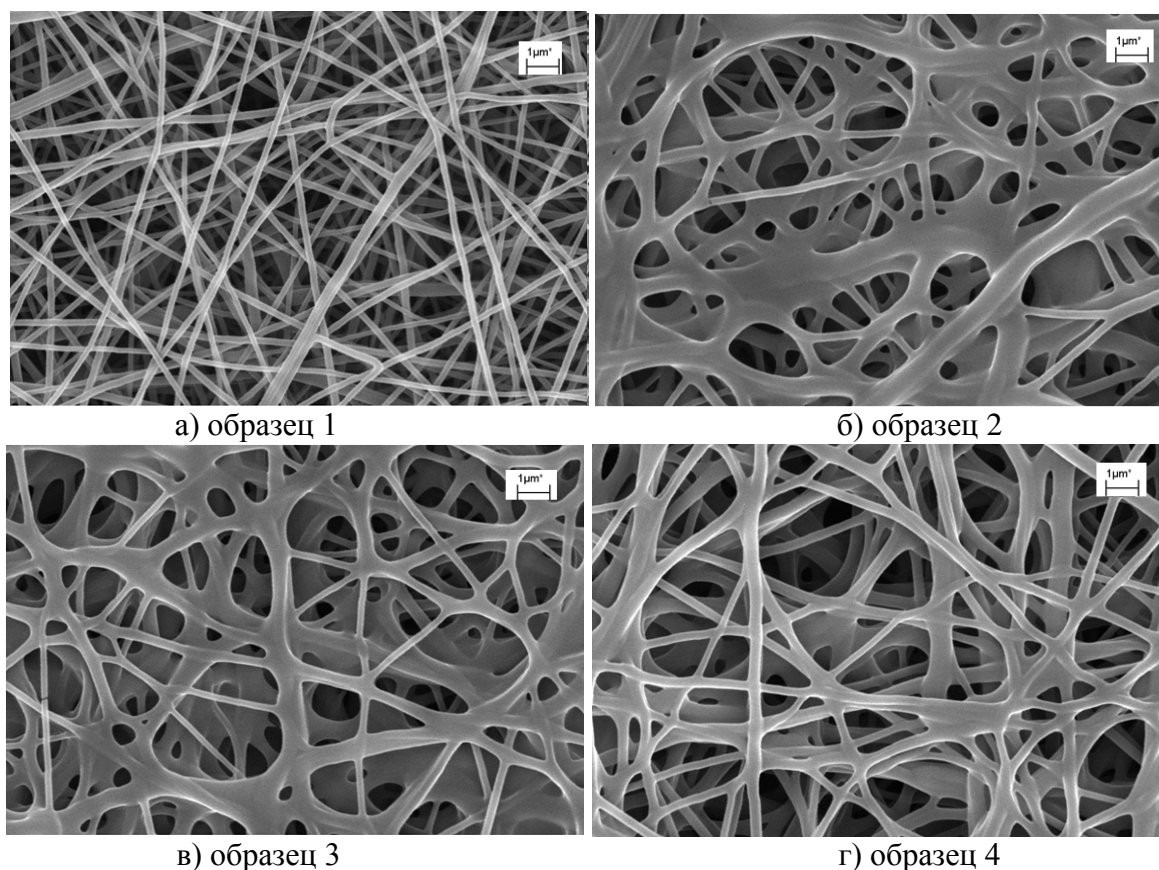


Рис. 3. Изображения электроформованных материалов разного состава, полученные при увеличении в 15000 раз

Особенно наглядно это видно на тех участках, на которых пересекаются отдельные волокна. Некоторые участки волокон из ПВС не покрываются глицерином, о чем свидетельствует тот факт, что по диаметру и внешнему виду они соответствуют волокнам образца 1. Таким образом, можно утверждать, что получаемые волокнистые покрытия образцов 2, 3 и 4 состоят из волокон, большая часть которых имеет структуру «ядро-оболочка», то есть стержневой слой получен из ПВС, а наружный – из глицерина. По равномерности структуры участки покрытия, на которых отсутствует скопление глицерина, визуально отличаются друг от друга незначительно.

Определение диаметра электроформованных волокон и их неровности по толщине осуществлялось с использованием изображений, полученных при увеличении в 15000 раз. В табл. 3 представлены результаты расчетов характеристик толщины волокон, полученные по 50 измерениям.

Таблица 3

Влияние состава раствора на характеристики электроформованных волокон

№ образца	Средний диаметр волокна, нм	Коэффициент вариации по диаметру волокна, %
1	197,0	18,1
2	318,8	27,4
3	260,4	24,5
4	285,4	21,7

Анализируя полученные данные, можно отметить, что неравномерность волокон по толщине повышается с увеличением процентного содержания глицерина в смешанном растворе, а на среднее значение диаметра оказывает влияние содержание обоих компонентов.

Этот результат можно объяснить следующим образом. Известно, что диаметр волокна повышается с увеличением динамической вязкости растворов, которая, в свою очередь,

зависит от концентрации в нем полимера. Проведенные ранее исследования показали, что увеличение содержания в растворе ПВС марки Arkofil PPLgr приводит к увеличению диаметра волокна на 10 – 15 нм. Кроме того, с увеличением содержания глицерина растёт и покрывающего волокна толщина наружного слоя. Сопоставление данных о свойствах растворов и диаметрах волокон, сформованных из них, показывает, что содержание ПВС оказывает несколько большее влияние на толщину волокна. Однако присутствие глицерина в растворе приводит к тому, что влияние содержания ПВС на диаметр волокна усиливается по сравнению с растворами, выработанными без добавления глицерина. Этот факт может быть доказательством того, что глицерин частично инкапсулируется во внутреннем слое волокна.

Выводы

1. В процессе экспериментальных исследований установлено, что для минимизации количества дефектов электроформование из растворов поливинилового спирта с добавлением глицерина целесообразно осуществлять с использованием стандартной прядильной головки, а содержание глицерина не должно превышать 8 %.
2. Большая часть волокон в получаемых материалах имеет структуру «ядро-оболочка», при этом стержневой слой получен из ПВС, а наружный – из глицерина. Диаметр волокон в электроформованных материалах зависит от содержания каждого из компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mehnath, S.; Chitra, K.; Karthikeyan, K.; Jeyaraj, M.: Localized delivery of active targeting micelles from nanofibers patch for effective breast cancer therapy, *International Journal of Pharmaceutics*, 584 (2020), art. 119412.
2. Xie, X.; Chen, Y.; Wang, X.; Xu, X.; Shen, Y.; Khan, A.R.; Aldalbahi, A.; Fetz, A.E.; Bowlin, G.L.; El-Newehy, M.; Mo, X; Electrospinning nanofiber scaffolds for soft and hard tissue regeneration, *Journal of Materials Science & Technology*, 59 (2020), pp. 243-261.
3. Ben-Nun, Y.; Fichman, G.; Adler-Abramovich, L.; Turk, B.; Gazit, E.; Blum, G.: Cathepsin nanofiber substrates as potential agents for targeted drug delivery, *Journal of Controlled Release*, 257 (2017), pp. 60-67.
4. Дорошенко, И.А. Влияние швивающих агентов на набухание поливинилового спирта в воде / И.А. Дорошенко, И.С. Алексеев // Вестник ВГТУ, Химическая технология и экология. – 2014. – №27. – С. 136-140.
5. Физиологически активные полимеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mplast.by/encyklopedia/fiziologicheski-aktivnyie-polimeryi/>. – Дата доступа: 20.09.2020.
6. Попова, И. Н. Экономика производства и применения полимеризационных пластмасс / И. Н. Попова, Е. Д. Файнберг, Ю. Т. Лившиц. – Ленинград : Химия, 1977. – 200 с.
7. Химия. Глицерин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://himya.ru/glicerin.html>. – Дата доступа: 20.09.2020.
8. Глицерин в медицине [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mplast.by/encyklopedia/fiziologicheski-aktivnyie-polimeryi/>. – Дата доступа: 20.09.2020.
9. Матвеев, А. Т. Получение нановолокон методом электроформования: учебное пособие / А. Т. Матвеев, И. М Афанасов. — Москва : МГУ, 2010. — 83 с.
10. Рыклин, Д.Б. Определение рациональных режимов электроформования с использованием прядильных головок различной конструкции / Д.Б. Рыклин, В.М. Азарченко, М.А. Демидова // Химические волокна. – 2019. – № 4. – с. 13.
11. Sun, Z.C.; Zussman, E.; Yarin, A.L.; Wendorff, J.H. & Greiner, A.: Compound coreshell polymer nanofibers by co-electrospinning, *Advanced Materials*, 15 (2003), pp. 1929-1932.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЦИФРОВИЗАЦИИ И ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

MATERIALS SCIENCE IN SOLVING PROBLEMS OF DIGITALIZATION AND IMPORT SUBSTITUTION

Н.А. Смирнова, В.В. Лапшин, В.В. Замышляева
N.A. Smirnova, V.V. Lapshin, V.V. Zamyshlyeva

Костромской государственный университет
Kostroma State University

E-mail: nadejda.smirnova.a@yandex.ru, vlv1000@mail.ru, vverrona@yandex.ru

В статье приводится информация о роли «Материаловедения производств текстильной и легкой промышленности» в решении задач цифровизации и импортозамещения, рассмотрены существующие проблемы и пути их решения. Предложен комплекс экспериментальных методов исследований свойств текстильных полотен и систем материалов, реализуемых на автоматизированных системах, обеспечивающих расширение информативности измерений, получение цифровой базы данных по технологическим и эксплуатационным свойствам, а также прогнозирование поведения материалов в условиях их дальнейшей переработки и эксплуатации в изделиях. Показана целесообразность промышленного производства современной приборной базы, разработка новых стандартов на методы испытаний и сохранение статуса научной специальности 05.19.01 – Материаловедения производств текстильной и легкой промышленности.

Ключевые слова: материаловедение, цифровизация, импортозамещение, автоматизированный измерительный комплекс, метод, показатели качества

The article provides information about the role of "materials science of textile and light industry" in solving the problems of digitalization and import substitution, examines existing problems and ways to solve them. A set of experimental methods for studying the properties of textile fabrics and material systems implemented on automated systems that expand the information content of measurements, obtain a digital database of technological and operational properties, and predict the behavior of materials in the conditions of their further processing and operation in products is proposed. The expediency of industrial production of modern instrumentation, development of new standards for test methods and preservation of the status of the scientific specialty 05.19.01 – Materials science of textile and light industry is shown.

Keywords: materials science, digitalization, import substitution, automated measurement system, method, quality indicators

В условиях международных экономических санкций остро стоит вопрос импортозамещения. В государственной программе «Цифровая экономика Российской Федерации» установлены приоритеты развития цифровой экономики и цифрового производства на основе отечественных разработок, импортозамещения, обновления приборной базы организаций, выполняющих научные исследования и разработки. Эти задачи актуальны и для «Материаловедения производств текстильной и легкой промышленности» (рис. 1).

Существующие в РФ стандартные методы определения свойств материалов обеспечивают только выходной контроль качества продукции текстильных предприятий и требуют значительных материальных и временных затрат, и в большинстве устарели. Приборная база не позволяет объективно оценивать важнейшие показатели качества, а также достоверно прогнозировать количественные характеристики свойств продукции. Большинство существующих приборов имеют механический принцип действия, что обуславливает значительные погрешности результатов измерений. Использование зарубежной приборной базы, например, измерительного комплекса «Кавабата», не представляется возможным по причине введенных санкций.

Поэтому внедрение автоматизированных систем измерений и методов определения свойств материалов, направленных на снижение временных и материальных затрат при оценке качества текстильных материалов с одновременным повышением их информативности актуально.

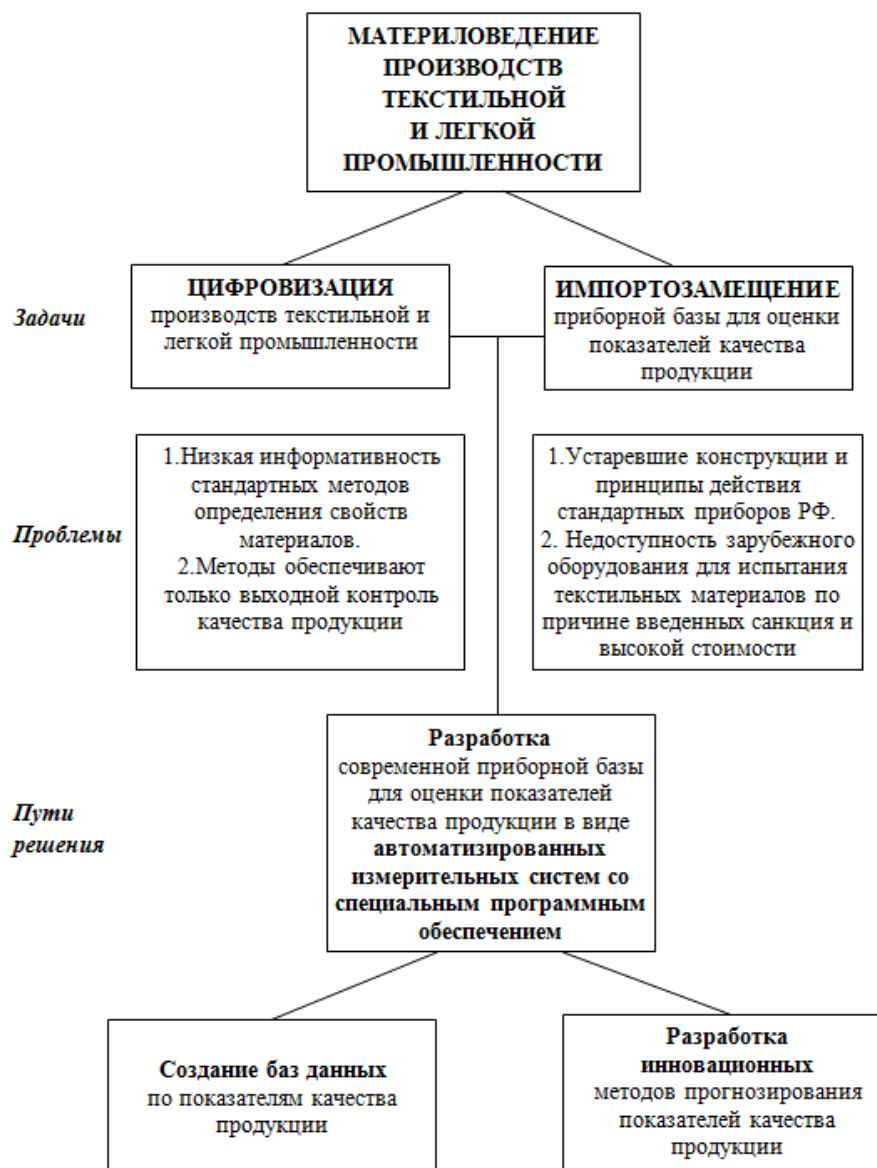


Рис. 1. Материаловедение и задачи цифровизации и импортозамещения

В Костромском государственном университете (КГУ) в результате творческого сотрудничества кафедр «Дизайна, технологии, материаловедения и экспертизы потребительских товаров» и «Автоматики и микропроцессорной техники» разработан комплекс автоматизированных методов, позволяющих проводить определение свойств материалов и систем материалов при различных видах деформации. Разработанные автоматизированные системы [1] для реализации методов дают возможность графической записи процессов деформирования и восстановления и позволяют определять характеристики свойств, отвечающие не только за способность материалов и систем материалов к формообразованию в процессе изготовления, но и за формосохранение изделий в процессе эксплуатации. Системы построены на базе точных измерительных преобразователей и вычислительной техники, обладают высокой производительностью, значительным динамическим диапазоном измерений, малой погрешностью, возможностью контролировать одновременно несколько параметров и обрабатывать полученные данные в

режиме реального времени. Оснащение автоматизированных измерительных систем датчиками перемещения и силы, рационально подобранными в зависимости от метода определения показателей качества материалов, значительно повышает точность измерений. Инструментальное обеспечение разработанных методов имеет самостоятельное конструктивное оформление и функционирует совместно с ЭВМ под управлением разработанных компьютерных программ, что позволяет автоматизировать обработку результатов измерений и создавать базу данных. Автоматизированные системы и управляющие программы для ЭВМ характеризуются высоким техническим уровнем проведения испытаний, который соответствует современным тенденциям развития измерительной техники.

Рассмотрим достоинства выполненных разработок на примере автоматизированной системы для определения характеристик изгиба в сравнении со стандартным методом (ГОСТ 8977-74) и для определения характеристик сдвига, сравнение которого выполнено с зарубежным аналогом [2] по причине отсутствия стандарта РФ.

Автоматизированная система для определения характеристик изгиба включает компактное устройство (рис. 2), где закрепленная в форме кольца проба изгибается под действием сосредоточенной нагрузки на треть ее высоты и дает возможность оценки способности материала сопротивляться изгибающему воздействию и восстанавливать свою форму после освобождения от деформирующей нагрузки с записью диаграммы в режиме реального времени (рис. 3) и построения диаграммы изменения усилия от деформации (рис. 4).

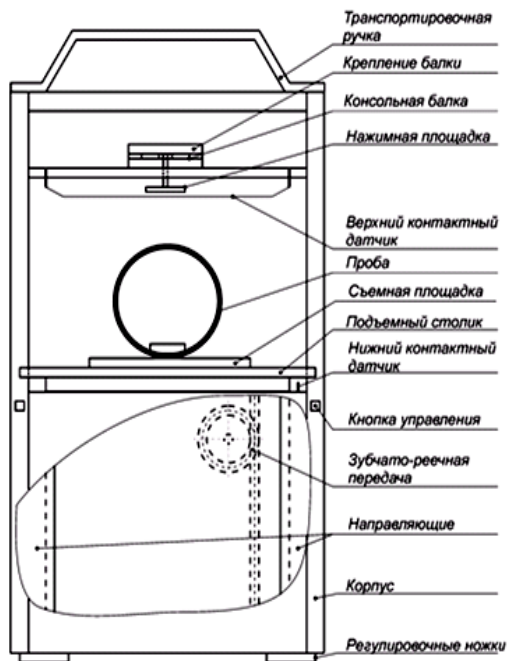


Рис. 2. Устройство определения характеристик изгиба

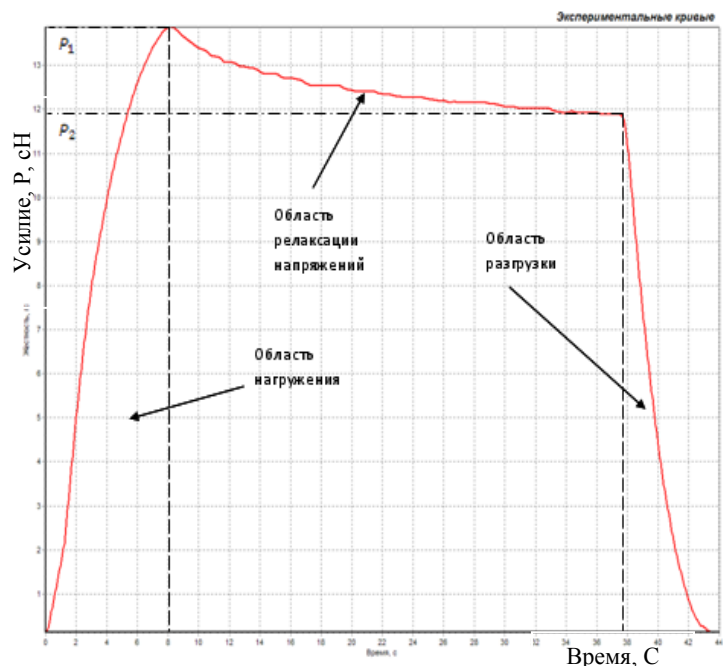


Рис. 3. Кинетика изменения усилия при изгибе и восстановлении после изгиба

Программное обеспечение позволяет количественно определить стандартные характеристики (условную жесткость и условную упругость) и новые:

- работу изгиба;
- работу восстановления;
- разность работ ΔA_{ii} , определяемую по площади гистерезисной петли;
- релаксацию усилия ΔP , определяемую по изменению усилия во времени;
- коэффициент формоустойчивости при изгибе, определяемый отношением работы восстановления к работе изгиба.

Предложенный комплекс характеристик изгиба позволяет количественно оценить способность материала изгибаться и восстанавливаться после изгиба в условиях реальной сложности этих явлений, имеющих место при изготовлении и эксплуатации изделий легкой промышленности.

Автоматизированная система определения характеристик сдвига включает устройство, где пробу закрепляют в нижнем неподвижном зажиме и верхнем подвижном зажиме, который может совершать возвратно-поступательное движение в горизонтальной плоскости. В результате горизонтального перемещения верхнего зажима происходит сдвиг нитей в ткани, обуславливающий изменение сетевых углов между нитями основы и утка. Датчик силы регистрирует величину усилия для сдвига нитей в ткани, а датчик перемещения – величину деформации. Для определения релаксационных свойств после сдвига нитей ткани проба выдерживается в деформированном состоянии, а затем возвращается в исходное положение. Программное обеспечение позволяет выводить диаграмму сдвига и восстановления (рис. 5) и определять характеристики, аналогичные характеристикам изгиба: жесткость, работу сдвига, работу восстановления, разность работ, релаксацию усилия, коэффициент формоустойчивости при сдвиге.



Рис. 4. Диаграмма изгиба и восстановления после изгиба

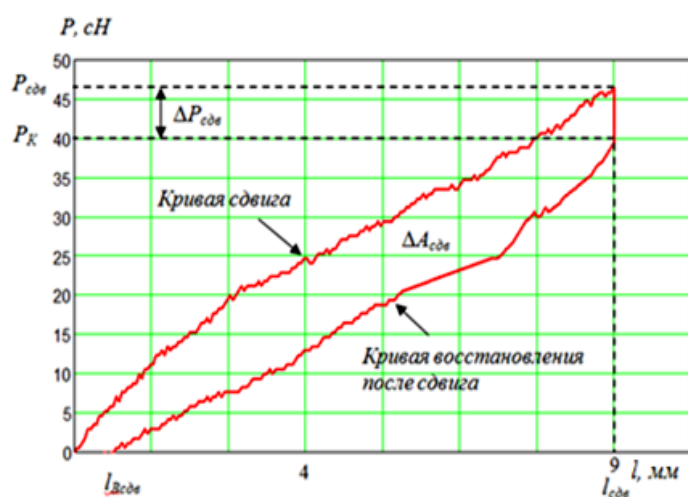


Рис. 5. Диаграмма сдвига и восстановления после сдвига

Относительные характеристики изгиба и сдвига – коэффициенты формоустойчивости, целесообразно использовать для сравнения свойств разных материалов. Близость значений коэффициентов к единице свидетельствует о высокой устойчивости к изгибу и устойчивости структуры полотна к изменению сетевых углов между системами нитей.

Разработанный комплекс автоматизированных методов позволяет получить ряд принципиально новых характеристик, которые расширяют информацию о свойствах материалов и систем материалов, определяющих их способность к переработке, дают возможность проводить сравнительный анализ свойств разных материалов, и обоснованно конфекционировать материалы для конкурентоспособных швейных изделий.

Практическая значимость разработанных методов и предлагаемых характеристик деформационных свойств текстильных материалов и систем материалов подтверждается экспериментальными исследованиями [3], которые широко освещены в научной литературе и представлены в диссертационных работах. Результатами проводимых изысканий являются новые справочные сведения, которые внедрены и успешно используются в учебном процессе и на различных предприятиях Костромской области и других регионов.

Целесообразность промышленного выпуска автоматизированного измерительного комплекса заключается в возможности его использования в лабораториях предприятий

легкой промышленности для контроля качества продукции, в научно-исследовательских лабораториях и в учебном процессе вузов лёгкой промышленности при подготовке специалистов для швейных, обувных и текстильных предприятий. Разработанные автоматизированные методы определения свойств материалов являются универсальными и могут быть использованы, например, при создании новых материалов, для оценки влияния современных методов модификации волокон и видов отделки на качество материалов. Выполненные в КГУ разработки рекомендуется использовать для создания новых стандартов определения показателей качества полотен взамен устаревших или отсутствующих. Информацию о свойствах текстильных полотен и систем материалов в виде баз данных [4], полученную с использованием разработанного автоматизированного измерительного комплекса, целесообразно использовать в промышленном масштабе, как средство управления качеством продукции лёгкой промышленности и совершенствования работы САПР.

Достоинством использования автоматизированного измерительного комплекса является также разработка методов прогнозирования [5, 6]. Разработанный метод прогнозирования свойств тканей с помощью интеллектуальной системы, созданной на базе искусственных нейронных сетей с использованием новых характеристик свойств материалов, полученных на автоматизированном комплексе, позволяет реализовать цифровизацию конфекционирования при отсутствии автоматизированных измерительных систем [7].

Важная роль материаловедения в решении задач, определенных государственной программой развития РФ обуславливает целесообразность сохранения статуса научной специальности 05.19.01 – Материаловедение производств текстильной и легкой промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лапшин В.В. Автоматизированный измерительный комплекс как реализация концепции цифровизации в легкой промышленности: монография / В.В. Лапшин, Н.А. Смирнова. – Кострома: Изд-во Костром. гос. ун-та, 2019. – 107 с.
2. Смирнова Н.А. Исследование отечественного прибора для определения свойств текстильных полотен при деформации сдвига / Н.А. Смирнова, В.Е. Кузьмичев, В.В. Замышляева, В.В. Лапшин // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности, 2017. – № 3 (369). – С. 93–97.
3. Замышляева В.В. Экспериментальное обоснование формирования бортовой прокладки для изделий костюмной группы. / В.В. Замышляева, Н.А. Смирнова, И.А. Хромеева, В.В. Лапшин // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности, 2019. – № 4. – С. 92–96.
4. Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2019620689. Базовые цифровые шкалы формообразующих свойств льносодержащих тканей. Зарег. в реестре баз данных Федеральной службы по интеллектуальной собственности (ФСИС) 26.04.2019. В.С. Белгородский, Н.А. Смирнова, М.А. Гусева, Е.Г. Андреева, А.В. Разбродин, К. Э. Разумеев, В.В. Гетманцева, И.А. Петросова.
5. Применение информационных технологий для прогнозирования эксплуатационных свойств дублированных пакетов одежды из льняных тканей / В. В. Замышляева, В. В. Лапшин, Н. А. Смирнова, В. Н. Ершов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2019. – №3. – С. 133–138.
6. Замышляева В.В. Технология прогнозирования стабильности структуры бортовых тканей / В.В. Замышляева, Т.Л. Акиндинова, Н.А. Смирнова, В.В.Лапшин // Дизайн. Материалы. Технология, 2020. – № 1 (57). – С. 121–125.
7. Смирнова Н.А. Компьютерные технологии в конфекционировании материалов / Н.А. Смирнова, В.С. Белгородский, Е.Г. Андреева, В.В. Замышляева, Н.А. Балакирев, М.А. Гусева, А.В. Разбродин // Сборник научных трудов Международного научно-технического

симпозиума «Вторые международные Косыгинские чтения «Энергоресурсоэффективные экологически безопасные технологии и оборудование», приуроченные к 100-летию РГУ им. А.Н. Косыгина. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2019. – Т. 2. – С. 180–186.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

IMPROVING THE QUALITY ASSESSMENT METHODOLOGY GARMENT

М.А. Сташева, Б.Н. Гусев
M.A. Stasheva, B.N. Gusev

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
E-mail: mtsm@ivqpu.com

Показан существующий уровень стандартизации процесса оценки качества швейных изделий бытового и военного назначения, а также приведены отдельные методические решения по совершенствованию нормативной оценки их качества. В развитии существующих подходов предложена методика комплексной оценки качества швейных изделий на примере детского бельевого ассортимента.

Ключевые слова: швейные изделия, стандартизация, оценка качества.

The existing level of standardization of the process of assessing the quality of household and military clothing products is shown, as well as individual methodological solutions for improving the normative assessment of their quality. In the development of existing approaches, a method of comprehensive assessment of the quality of clothing products on the example of children's underwear assortment is proposed.

Key words: sewing products, standardization, quality assessment.

Согласно стандартам [1,2] качественная градация (сорт) швейных изделий определяется по соответствию внешнего вида (художественно-эстетическим показателям), посадке изделия на фигуре, технологии изготовления и применяемым материалам образцу (эталону), утвержденному заказчиком, а также наличию производственно-швейных дефектов и пороков внешнего вида основных и подкладочных тканей.

Проведенный ранее анализ отечественных нормативных документов на оценку качества швейных изделий [3] показывает, что назрела необходимость пересмотра действующих стандартов и внесения в них изменений как в отношении совершенствования оценки качества внешнего вида швейных изделий, так и расширения номенклатуры единичных показателей качества, а также комплексной оценки качества изделий в целом.

Кафедра МТСМ ИВГПУ целенаправленно и последовательно решала локальные проблемы совершенствования оценки качества швейных изделий. В частности, с целью расширения диапазона уровней градации качества (сорта) и повышения достоверности в оценке качества в работе [4] осуществлялся переход из шкалы порядка в абсолютную шкалу. Создание методики оценки качества внешнего [5] и эстетического [6] вида швейных изделий позволило вплотную подойти к комплексной оценке качества швейных изделий и начать формировать новую версию на стадии предварительного национального стандарта. Однако нерешённой проблемой является расширение номенклатуры единичных показателей качества (ЕПК) швейных изделий в соответствии с современными запросами потребителей и комплексная оценка качества. Рассмотрим более подробно один из вариантов практического решения выделенных проблем.

Объектом исследования служили швейно-трикотажные изделия, а именно майки детские из трикотажных полотен. На первом этапе формировали номенклатуру ЕПК (таблица 1) на основании рекомендаций действующей нормативно-технической документации на детские трикотажные изделия бельевой группы [7].

Таблица 1

Показатели качества трикотажных изделий

Обозначение	Наименование показателя
X1	Воздухопроницаемость
X2	Гигроскопичность
X3	Соответствие изделия основному функциональному назначению
X4	Соответствие изделия размерной и полнотно-возрастной группе
X5	Соответствие сезону, сфере применения и условиям эксплуатации
X6	Удобство стирки и глажения
X7	Изменение линейных размеров после мокрых обработок
X8	Совершенство производственного исполнения
X9	Четкость и выразительность исполнения товарных знаков и ярлыков
X10	Художественно-колористическое оформление

На следующем этапе осуществляли ранжирование ЕПК с использованием рекомендаций [8]. Первоначально экспертам (специалистам швейного производства в количестве семи человек) были предложены ЕПК (таблица 1) искомого трикотажного изделия.

Расчет показателей весомости представлен в таблице 2.

Таблица 2

Расчет весомостей единичных показателей качества

Показатель	Ранг, проставленный экспертом							Сумма (S _i)	Весомость α _i
	1	2	3	4	5	6	7		
X1	1	2	3	2	4	1	3	16	0,18
X2	2	1	2	4	3	4	1	17	0,17
X3	8	9	6	7	10	6	7	53	0,06
X4	6	7	9	5	6	7	8	48	0,06
X5	9	8	10	10	9	9	10	65	0,05
X6	10	10	7	9	8	10	9	63	0,04
X7	3	4	1	1	5	2	2	18	0,16
X8	4	3	5	8	2	5	5	32	0,10
X9	7	6	8	6	7	8	6	48	0,06
X10	5	5	4	3	1	3	4	25	0,12
Сумма	55	55	55	55	55	55	55	385	1,00

Обработка результатов ранжирования проводилась стандартными методами. Коэффициент конкордации составил 0,63, что больше рекомендуемого значения 0,5. Следовательно, мнение экспертов является согласованным, и возможно применение данных оценок для дальнейших расчетов. Осуществлена также проверка на адекватность оценки по критерию Пирсона (χ^2), который равен 49. Табличное значение критерия Пирсона ($\chi^2_{\text{табл}}$) при числе степеней свободы 6 составляет 12,6 при доверительной вероятности 0,95. Поскольку $\chi^2 > \chi^2_{\text{табл}}$, то оценка экспертов адекватна.

Из установленных десяти ЕПК выберем наиболее важные, весомость α_i которых более критического значения α_{крит}, равного 0,1. Следовательно, для дальнейших расчетов при определении уровня потребительских свойств будут использоваться ЕПК: художественно-колористическое оформление, совершенство производственного исполнения, изменение линейных размеров после мокрых обработок, гигроскопичность и воздухопроницаемость. Следует отметить, что о последних трех показателях потребитель будет судить по волокнистому составу и структуре материала. Далее осуществим перерасчет коэффициентов весомости выделенных ЕПК (таблица 3).

Таблица 3

Перерасчёт коэффициентов весомости значимых показателей

	X1	X2	X7	X8	X10
α	0,18	0,17	0,16	0,1	0,12
β	0,25	0,24	0,22	0,12	0,17

Значения весомости β используем для расчета уровня качества комплексным методом. Для определения значений единичных показателей качества были проведены дополнительные исследования значимым ЕПК искомого швейного изделия. Для измерения таких показателей как гигроскопичность, воздухопроницаемость и изменение линейных размеров после мокрых обработок использовали инструментальные методы [9]. Для определения значений художественно-колористического оформления и совершенства производственного исполнения изделий применяли экспертные методы, а именно балльные шкалы, где относительные значения ЕПК (дифференциальные показатели (q)) вычисляли по известным формулам для позитивных и негативных показателей соответственно [8].

Отметим, что для швейных изделий среди исследуемых ЕПК негативным является изменение линейных размеров после мокрых обработок, остальные показатели качества – позитивные (то есть с увеличением их количественного значения потребительская ценность возрастает). За базовые значения брали лучшие числовые значения ЕПК. Результаты исследований по исследуемым объектам представлены в таблицах 4-7.

Таблица 4

Расчет относительных показателей воздухопроницаемости и гигроскопичности

Изделие	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2\text{с}$			Гигроскопичность, %		
	X_{ϕ}	X_{β}	$q_{\text{возд}}$	X_{ϕ}	X_{β}	$q_{\text{гигр}}$
1	2	3	4	5	6	7
1	112	117	0,96	17	17	1,00
2	109	117	0,93	13	17	0,76
3	117	117	1,00	12	17	0,71
4	102	117	0,87	10	17	0,59
5	107	117	0,91	11	17	0,65
6	106	117	0,91	12	17	0,71
7	103	117	0,88	9	17	0,53
8	110	117	0,94	16	17	0,94
9	111	117	0,95	15	17	0,88

Анализ таблицы 4 свидетельствует о среднем уровне гигиенических свойств исследуемого изделия относительно аналогов (выделено жирным шрифтом).

Таблица 5

Расчет относительных показателей изменения линейных размеров (ИЛР) после мокрых обработок изделий

Изделие	ИЛР по длине, %			ИЛР по ширине, %			$q_{\text{илр}}$
	X_{ϕ}	X_{β}	$q_{\text{илр1}}$	X_{ϕ}	X_{β}	$q_{\text{илр2}}$	
1	7	4	0,57	11	5	0,45	0,51
2	6	4	0,67	9	5	0,56	0,62
3	4	4	1,00	5	5	1,00	1,00
4	4	4	1,00	5	5	1,00	1,00
5	9	4	0,44	12	5	0,42	0,43
6	7	4	0,57	10	5	0,50	0,54
7	9	4	0,44	10	5	0,50	0,47
8	5	4	0,80	7	5	0,71	0,76
9	4	4	1,00	6	5	0,83	0,92

Анализ данных, приведённых в таблице 5, свидетельствует о недостаточном уровне изменения линейных размеров относительно приведённых аналогов (выделено жирным шрифтом).

Таблица 6

Расчет относительных показателей совершенства производственного исполнения изделий

Изделие	Балльная оценка экспертов					Общее количество баллов	Максимально возможное количество баллов	Q _{сов}
	1	2	3	4	5			
1	10	10	10	10	10	50	50	1,00
2	10	10	10	10	10	50	50	1,00
3	10	10	10	10	10	50	50	1,00
4	7	6	7	5	6	31	50	0,62
5	8	7	7	6	8	36	50	0,72
6	7	6	8	8	7	36	50	0,72
7	9	8	9	9	8	43	50	0,86
8	5	3	5	4	5	22	50	0,44
9	7	6	7	8	7	35	50	0,70

Таблица 7

Расчет относительных показателей художественно-колористического оформления изделий

Изделие	Балльная оценка экспертов					Общее количество баллов	Максимально возможное количество баллов	Q _{худ}
	1	2	3	4	5			
1	6	4	6	5	4	25	50	0,50
2	5	6	4	6	4	25	50	0,50
3	8	7	7	9	6	37	50	0,74
4	10	9	10	9	8	46	50	0,92
5	9	8	9	10	10	46	50	0,92
6	9	10	8	8	7	42	50	0,84
7	1	2	1	2	2	8	50	0,16
8	4	5	3	5	5	22	50	0,44
9	5	6	4	6	6	27	50	0,54

Анализ таблиц 6 и 7 свидетельствует о среднем уровне эстетических свойств исследуемого изделия относительно аналогов (выделено жирным шрифтом). Особо следует обратить внимание на показатель «совершенство производственного исполнения», так как он оказывает влияние на решения потребителя о покупке изделия, а его значение можно регулировать непосредственно у производителя. Остальные показатели в большей степени зависят от качества поставляемых комплектующих.

В итоге рассчитаем комплексный показатель качества (КПК) исследуемых швейных изделий, используя арифметический способ усреднения [8]. Результаты расчетов представлены в таблице 8.

Расчет значений комплексного показателя качества изделий

Изделие	Значение относительных показателей					КПК
	Q _{возд}	Q _{гигр}	Q _{илр}	Q _{сов}	Q _{худ}	
1	0,96	1,00	0,51	1,00	0,50	0,80
2	0,93	0,76	0,62	1,00	0,50	0,76
3	1,00	0,71	1,00	1,00	0,74	0,89
4	0,87	0,59	1,00	0,62	0,92	0,81
5	0,91	0,65	0,43	0,72	0,92	0,72
6	0,91	0,71	0,54	0,72	0,84	0,74
7	0,88	0,53	0,47	0,86	0,16	0,58
8	0,94	0,94	0,76	0,44	0,44	0,75
9	0,95	0,88	0,92	0,70	0,54	0,83

Полученное значение **0,74** КПК свидетельствует о среднем уровне качества исследуемого швейного изделия, т.к. максимальное значение соответствует (КПК)_{max} = 1,00.

Таким образом, работы, проведенные на кафедре МТСМ ИВГПУ по совершенствованию системы оценки качества швейных изделий, создают предпосылки для формирования проекта нового предварительного национального стандарта, позволяющего удовлетворить современные требования потребителей к качеству швейных изделий.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 11259-79. Изделия швейные для военнослужащих. Определение сортности.
- ГОСТ 12566-81. Изделия швейные бытового назначения. Определение сортности.
- Ефимова О.Г. Анализ нормативных документов на систему показателей качества текстильных материалов и изделий / О.Г. Ефимова, Н.В. Виноградова, С.А. Виноградова, Б.Н. Гусев // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. - 2000. - № 4. - С.16-18.
- Ломакина И.А., Евсева Н.В., Гусев Б.Н. Совершенствование нормативных документов на определение сортности текстильных материалов и изделий // Текстильная промышленность. - 2008. - №4. - С. 60-63.
- Виноградова Н.В., Лунькова С.В., Пилюкина Д.С., Гусев Б.Н. Совершенствование методики оценки качества внешнего вида швейных изделий // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. - 2014. - № 6. - С. 31-34.
- Лунькова С.В., Виноградова Н.В., Гусев Б.Н. Количественная оценка эстетического вида швейных изделий // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. - 2016. - №6 – С. 65-68.
- ГОСТ 4.45 - 86. СПКП. Изделия швейные бытового назначения. Номенклатура показателей. [Текст] – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 6 с.
- Лысова М.А., Ломакина И.А., Лунькова С.В., Гусев Б.Н. Математические методы в проектировании и оценивании качества текстильных материалов и изделий (монография).- Иваново: ИГТА, 2012. - 252 с.
- Бузов, Б.А. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство) / Б.А. Бузов, Н.Д. Алыменкова. – М.: ИЦ «Академия», 2004. – 448 с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ТКАНЫХ СТРУКТУР В MATLAB

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE MODULE FOR GEOMETRIC OPTIMIZATION OF WOVEN STRUCTURES IN MATLAB

И.А. Суворов, С.В. Ершов, В.Б. Кузнецов, Е.Н. Калинин
I.A. Suvorov, S.V. Ershov, V.B. Kuznetsov, E.N. Kalinin

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University

E-mail: suvorov@live.it, ershovsv.iv@yandex.ru, kuznetsovtex@gmail.com, enkalini@gmail.com

В работе представлены результаты разработки программного модуля для геометрической оптимизации трехмерной элементарной периодической ячейки тканой структуры. Для математического описания моделируемой тканой армирующей структуры выбрана математическая модель с линзовидным поперечным сечением нити, на основе которой получена система нелинейных уравнений. Для решения системы нелинейных уравнений разработана имитационная модель, состоящая как из ключевых блоков переменных, так и блоков выполняемых математических операций, осуществляющих решение данной системы. Полученные данные позволяют сделать вывод об эффективности применения разработанной модели.

Ключевые слова: полимерный композиционный материал, топологическая оптимизация, армирующая текстильная структура, процесс пропитки, программирование, разработка, имитационное моделирование.

The paper presents the results of the development of a software module for geometric optimization of a three-dimensional elementary periodic cell of a woven structure. For the mathematical description of the simulated woven reinforcing structure, a mathematical model with a lenticular cross-section of the thread was selected, on the basis of which a system of nonlinear equations was obtained. To solve a system of nonlinear equations, a simulation model has been developed, consisting of both key blocks of variables and blocks of performed mathematical operations that solve this system. The data obtained allow us to conclude about the effectiveness of the application of the developed model.

Key words: polymer composite material, topological optimization, reinforcing textile structure, impregnation process, programming, development, simulation.

Ранее рассмотрены актуальность разработки в плане перспектив использования полимерных композитных материалов (ПКМ) [1].

Целью работы является создание программного модуля для геометрической оптимизации трехмерной элементарной ячейки тканой структуры и дальнейшего исследования архитектуры наполнителя в ПКМ.

Традиционно для построения трехмерных моделей тканых структур используются четыре математические модели тканой структуры, разработанные для нитей с профилем с симметричными закруглениями (модель ипподрома), круглыми, эллиптическими, и линзовидными сечениями [2, 4].

Для математического описания моделируемой структуры нами была выбрана математическая модель с линзовидным поперечным сечением нити. Модель с линзовидным поперечным сечением нити позволяет дать более точное математическое описание в соответствии реальной тканой структурой [4, 5], поэтому через данные уравнения можно получить математическое описание для других видов моделей армирующих структур.

$$\begin{aligned}
p_1 &= (l_2 - D_2\theta_2) \cos\theta_2 + D_2\sin\theta_2; \\
h_2 &= (l_1 - D_1\theta_1) \sin\theta_1(1 - \cos\theta_1); \\
D_1 &= 2R_2 + b_1; \\
a_2 &= 2d_2 + \sin\theta_1; \\
b_2 &= 2d_2 + \cos\theta_1; \\
e_2 &= a_1/b_1; \\
\sin\phi_1 &= 2e_1/(1 + e_1^2); \\
h_1 + h_2 &= b_1 + b_2; \\
l_2 &= D_1\theta_1,
\end{aligned}
\tag{1}$$

В результате нами получена система нелинейных уравнений, имеющая вид:

$$\begin{aligned}
p_2 &= (l_1 - D_1\theta_1) \cos\theta_1 + D_1\sin\theta_1; \\
h_1 &= (l_1 - D_1\theta_1) \sin\theta_1 + D_1(1 - \cos\theta_1);
\end{aligned}
\tag{2}$$

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; θ_1, θ_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 [3].

Для разработки программного средства, применяемого для расчета глобальных управляющих переменных в качестве среды для разработки и реализации модели, нами использована система MatLab [3].

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.

Для, динамического моделирования использовалась программное окружение Simulink. Выбор программного окружения обусловлен тесной интеграцией со средой MatLab, а также возможностью моделирования и симуляций на системном уровне, что позволяет проводить всестороннее исследование разрабатываемой системы в единой среде проектирования.

В процессе разработки программного средства для формулирования его характеристик нами был разработан алгоритм его реализации, блок-схема которого представлена на рис.1, блок-схема, которого состоит из трех ключевых структурных этапов:

- операции по анализу данных;
- обработка данных;
- исследование точности разработанных алгоритмов расчета.

Разработанное нами программное средство выполняет обработку заданных параметров, вычисление основных параметров нитей с использованием элементной базы с числовыми алгоритмами интегрирования Simulink в которую заложены математические операции и ключевые переменные, получаемые из среды MatLab.

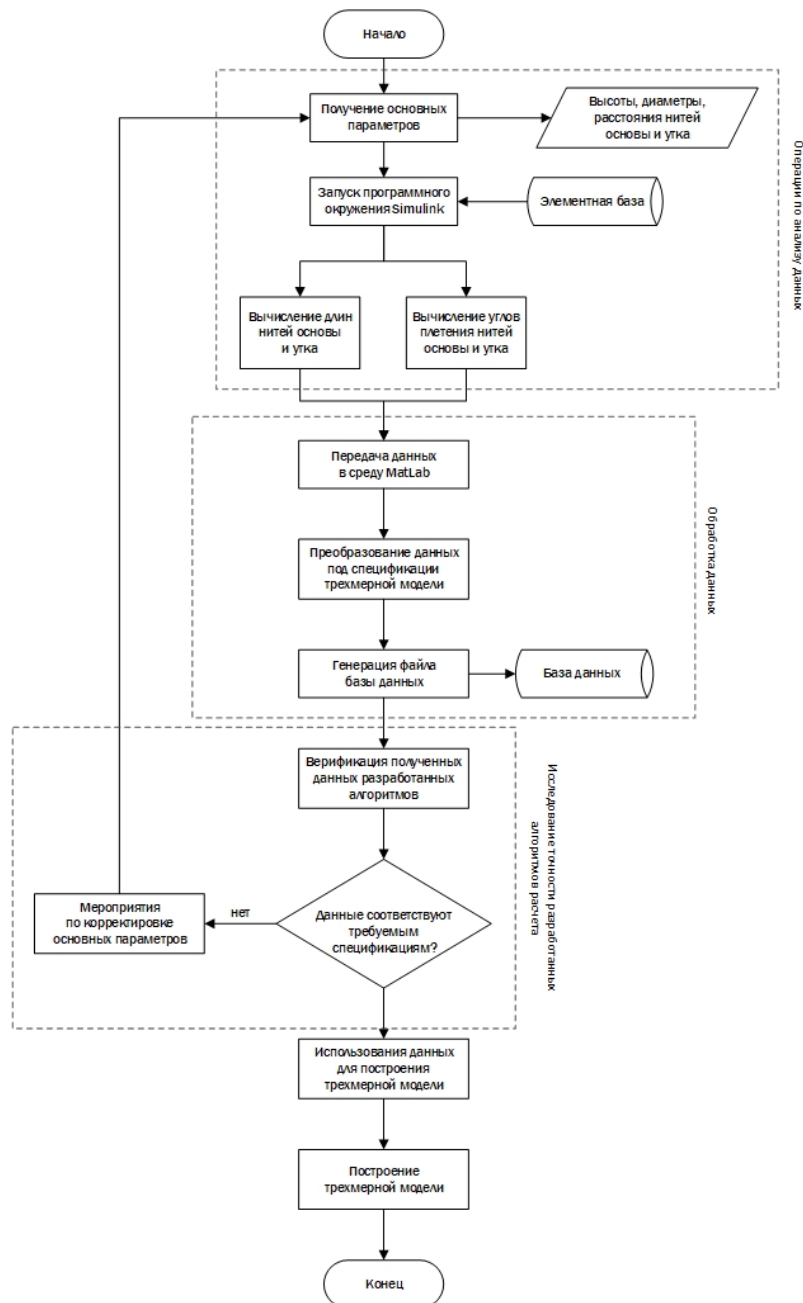


Рис. 1. Алгоритм работы программного модуля для геометрической оптимизации трехмерной элементарной ячейки тканой структуры

На данном этапе получена имитационная модель Simulink, состоящая как из ключевых пиктограмм блоков переменных, так и пиктограмм блоков выполняемых математических операций осуществляющая решение системы уравнений (рис.2). Пиктограммы блоков объединены 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, разработанный алгоритм и его программная реализация даст возможность преобразования математической модели с линзовидным поперечным сечением нити в параметрическую 3D модель для дальнейшего исследования в системах автоматизированного проектирования.

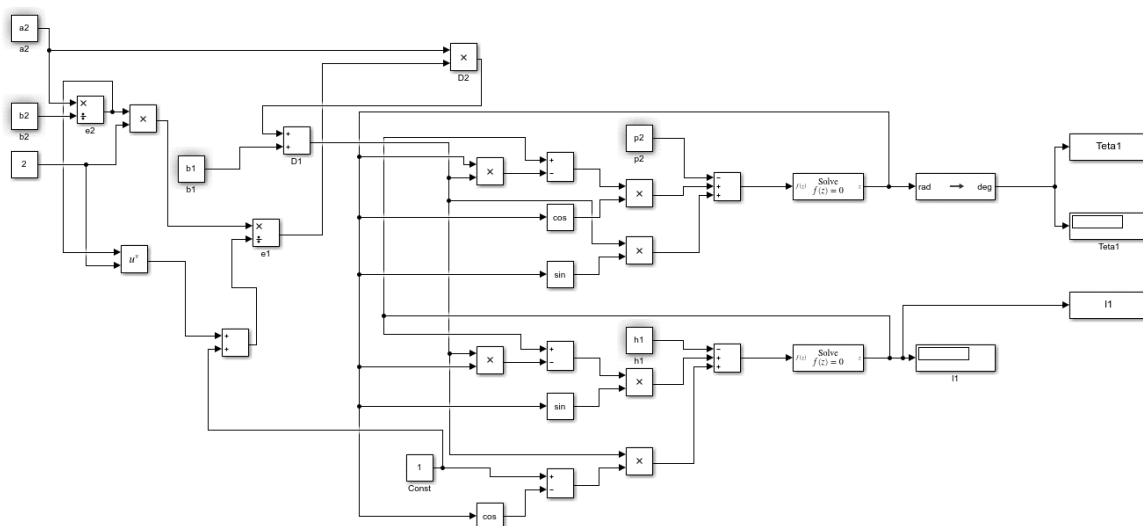


Рис. 2. Имитационная модель Simulink

Выводы

В ходе выполнения исследования разработаны математические алгоритмы для расчета геометрических моделей тканой структуры, учитывающие различные пространственные характеристики полотна, что обеспечивает более точное воспроизведение его структуры при моделировании. Одновременно реализован программный модуль для геометрической оптимизации элементарной ячейки тканой структуры в ПКМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суворов И.А., Ершов С.В., Кузнецов В.Б. Разработка параметрической 3D-модели тканой армирующей структуры полимерного композиционного материала: сборник Всероссийской (с международным участием) молодежной научно-технической конференции ПОИСК-2019. 2019. С. 310-312.
2. Суворов И.А., Ершов С.В., Кузнецов В.Б., Калинин Е.Н. Создание параметрической 3d-модели тканой армирующей структуры композиционного материала: сборник XXII Международный научно-практический форум SMARTEX. 2019. С. 194-198.
3. Суворов И.А., Ершов С.В., Кузнецов В.Б., Калинин Е.Н. Разработка специализированного программного средства для построения базы управляющих параметров геометрической модели тканой структуры: сборник Национальной молодежной научно-технической конференции ПОИСК-2020. 2020. С. 650-651.
4. Chen X. Modelling and predicting textile behavior – 2010. С. 25 – 29.
5. Vassiliadis S. Mechanical Analysis of Woven Fabrics: The State of the Art // Advances in Modern Woven Fabrics Technology – 2011. С. 41 – 61.

ПРЕДПОСЫЛКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОДЕЖДЫ

PREREQUISITES FOR USEING AN ELEMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE CLOTH DESIGN

О.В. Сурикова
O.V. Surikova

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
E-mail: ola_surikova@mail.ru

Аннотация: В настоящей работе представлены инновационные разработки для виртуальной градации одежды с обеспечением заданной формы, гармоничности формы и сенсорного комфорта на всем диапазоне градации.

Ключевые слова: женская одежда, системы искусственного интеллекта, форма, силуэт, градация.

Summary: Presents innovative developments for virtual gradation of clothing with the provision of a given shape, harmony of form and sensory comfort over the entire range of gradation.

Keywords: women's clothing, artificial intelligence systems, shape, silhouette, gradation.

Информационные технологии, во многих сферах жизни и производственных процессах смело и успешно заменяют человека. Современная кибернетика достигла невероятных успехов в применении систем искусственного интеллекта в решении таких задач как распознавании лиц, навигация, в том числе, и беспилотных автомобилей. Умные помощники стали привычными для современного человека. Искусственные нейронные сети могут создавать тексты, музыку, прогнозировать тренды и даже планируется использовать их для разработок коллекции одежды для сети Amazon.

В проектировании и моделировании одежды в настоящее время не так уж много примеров использования элементов искусственного интеллекта. Большая часть работ по использованию интеллектуальных систем касается разработки архитектуры ЭС и формирования БЗ с использованием математического аппарата нечетких множеств.

Есть разработки экспертных систем, прогнозирующие показатели качества и трудоемкость проектируемой модели в системе «человек-одежда». В работах [1,2] представлены разработки ЭС для выбора предпочтительного варианта художественно-конструктивного решения модели, обеспечивающего гармоничный внешний образ индивидуального потребителя.

В Ивановском государственном политехническом университете давно ведутся разработки ЭС для диагностики качества и оптимизации чертежей конструкций одежды с криволинейными линиями в направлении достижения технологичности изделий [3] и для диагностики качества чертежей конструкций с рукавами сложных покроев, предназначенная для согласования параметров конструкций с комплексом требований к качеству посадки одежды в статике, динамике [4].

Несмотря на скромность опыта по использованию СИИ в практике проектирования одежды убедительно доказана их эффективность. Экспертные системы, созданные на базе профессиональных знаний высококвалифицированных специалистов, сокращают число промежуточных вариантов в поиске решения, исключают субъективные ошибки, решают задачи оптимизации конструкции.

Цель настоящей работы – разработка компьютерной технологии с элементами искусственного интеллекта для виртуальной градации одежды.

Виртуальная градация одежды позволит решить следующие вопросы:

- обеспечение антропометрического соответствия параметров одежды фигуре потребителя;
- сохранение перцептивных свойств силуэта и формы модели одежды на всем диапазоне градации;
- сохранение гармоничности формы одежды и ее частей для фигур различных морфологических типов;
- учет свойств материалов в параметрах конструкции одежды;
- обеспечение комфорта в одежде за счет сенсорного инжиниринга.

Функционирование информационной технологии, реализующей виртуальную градацию одежды, становится возможной на основе обширных БД о следующих параметрах:

- показателей формы одежды в 2D и 3D пространствах;
- показателей гармоничности сенсорного восприятия одежды различных объемно-силуэтных форм и пропорций на одежде разных размеров;
- методики учета свойств материалов, позволяющая гарантированно получать заданную форму одежды;
- методика обоснованного задания параметров конструкций одежды с учетом показателей формы одежды, антропометрических параметров, свойств материалов для всей шкалы типовых фигур;
- методика оценки качества чертежей конструкций на всей шкале фигур;

Элементы искусственного интеллекта, в основу которых положены экспертные системы, анализируют, заложенные в программу базы данных и выбирают оптимальные параметры конструкций, обеспечивающих заданную форму одежды, гармоничность ее визуального восприятия для данного типа фигуры, с обеспечением антропометрического соответствия и сенсорного комфорта

Алгоритм функционирования виртуальной градации моделей одежды представлен на рис.1.



Рис. 1 Алгоритм виртуальной градации моделей одежды

Результатом функционирования виртуальной градации является одежда, сгенерированная для заданного диапазона градации, в которой обеспечивается соответствие заданной форме, гармоничность формы, и ее сенсорный комфорт.

Использование разработанной виртуальной градации позволяет улучшить качество одежды для фигур различных размеров, повысить удовлетворенность покупателей одеждой, а также создает предпосылки для создания систем виртуальной примерки одежды в он-лайн торговле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акимочкина, И.М. Экспертная система выбора предпочтительных моделей одежды для формирования гармоничного внешнего образа индивидуальных потребителей / И.М. Акимочкина, Е.Ю. Кривобородова, Г.И. Петушкова // Швейная промышленность. – 2007. – №2.
2. Гетманцева, В.В. Интеллектуализация начальных этапов проектирования моделей одежды / В.В. Гетманцева, Е.Ю. Струневич, Е.Г. Андреева // Дизайн и технологии. – 2008.– №9 (51).
3. Сурикова О.В. Искусственный разум приходит на помощь конструктору // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы в текстильной и легкой промышленности (Прогресс - 2004): Тез. докл. межд. научно-техн. конф. – Иваново: ИГТА, 2004.- с. 205.
4. Гниденко, А.В. Разработка архитектуры экспертной системы оценки качества чертежей конструкций одежды / А.В. Гниденко, В.Е. Кузьмичев, Л.П. Юдина // Швейная промышленность. – 2007. – № 5.

ПОВЫШЕНИЕ АДАПТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БЫТОВОГО САМОСПАСАТЕЛЯ

IMPROVING THE ADAPTIVE CHARACTERISTICS OF A HOUSEHOLD SELF-RESCUER

М.В. Сурикова, Г.С. Переславцева
M.V. Surikova, G.S. Pereslavl'tseva

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnical University
E-mail: surikovsm@mail.ru, gpereslava@gmail.com

Рассмотрена актуальность проектирования и совершенствования бытового фильтрующего самоспасателя. Выполнен анализ конструктивных решений существующих фильтрующих самоспасателей. Предложено конструктивное решение компактного, мобильного и надежного самоспасателя для населения. Установлено, что использование клеевых соединений обеспечивает их прочность и герметичность.

Ключевые слова: самоспасатель, базовая конструкция, система крепления

The relevance of design and improvement of the household filtering self-rescuer is considered. The analysis of constructive decisions of the existing filtering self-rescuers is made. The constructive solution of the compact, mobile and reliable self-rescuer for the population is proposed. It is established that use of glue connections provides their durability and tightness.

Keywords: the self-rescuer, a base construction, system of fastening

В настоящее время все более широкое распространение получают компактные средства индивидуальной защиты органов дыхания, лица и головы фильтрующего типа – самоспасатели. Они предназначены для защиты человека от опасных факторов для безопасной самостоятельной эвакуации из задымленных помещений во время пожара, зон террористических актов и техногенных аварий.

Фильтрующие самоспасатели нашли большое применение за рубежом. Это обусловлено тем, что эвакуация людей осуществляется в основном на начальной стадии пожара, когда объемная концентрация кислорода в воздухе, по крайней мере, на участках путей эвакуации ещё достаточна для дыхания [1]. При возникновении пожара людям, находящимся в здании, легче и быстрее одеть фильтрующие, чем изолирующие самоспасатели, поскольку пользование фильтрующими самоспасателями не требует специальной подготовки в отличие от изолирующих на сжатом воздухе.

Возгорания в торговых центрах, больших жилых и офисных зданиях, сопровождаемые гибелью людей, происходят в нашей стране с пугающей частотой. В таких условиях большое значение имеет наличие индивидуального компактного мобильного средства защиты «под руками», к которому относится самоспасатель и которого в настоящее время нет. Уровень фактической обеспеченности всеми видами существующих самоспасателей не превышает 1%. Поэтому задача разработки бытового мобильного самоспасателя с требуемым уровнем защитных свойств для населения является весьма актуальной, особенно в эпоху разумного потребления вещей [2].

Целью настоящего исследования является анализ моделей самоспасателей, представленных на отечественном рынке, а также разработка и исследование компактного мобильного бытового средства индивидуальной защиты органов дыхания, лица и головы фильтрующего типа в условиях чрезвычайной ситуации, обеспечивающего снижение затрат на производство.

Проведенный анализ существующих самоспасателей выявил ряд недостатков систем крепления: ненадежность фиксации шнура оголовья в процессе эксплуатации и невозможность поправить его из-за того, что он находится внутри капюшона, а снизу вход в капюшон дополнительно закрыт [3]; дискретность регулировки [4], что уменьшает возможность точной подгонки для обеспечения максимального прилегания; сужение и без того ограниченного поля обзора [5] из-за больших размеров капюшона, что в условиях плохой видимости при нахождении человека в зоне пожара, аварии или катастрофы, воздух которой содержит дым, пыль и туман, существенно усложняет эксплуатацию самоспасателя; невозможность регулирования плотности прилегания маски [5] при наличии очков, бороды, усов и объемной сложной прически.

Для защиты населения в различных чрезвычайных ситуациях разработаны десятки видов средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД). Они имеют небольшую массу (минимально 250-300 г), но их неудобные габариты не способствуют широкому распространению в качестве средства защиты, находящемуся постоянно «под рукой».

Защитная конструкция фильтрующего устройства не пригодна для категории пользователей, имеющих слабое или затрудненное дыхание, (дети, пожилые люди и люди, страдающие легочными заболеваниями) [3]. Из-за повышенного сопротивления выходу выдыхаемого воздуха, имеется тенденция к накоплению в подмасочном пространстве углекислого газа, образующегося при дыхании пользователя, особенно при учащенном дыхании, характерном для людей, попавших в экстремальные условия, в результате создает определенный дискомфорт для пользователя и ограничивает использование устройства для указанных категорий лиц.

Герметизация капюшона по полосе обтюрации в ГДЗК-У и зарубежных аналогах осуществляется подмасочником. Учитывая разницу в 5...6 см в высоте лица с учетом разных фенотипов нельзя говорить об универсальности и одинаковой степени защиты людей с разными параметрами лица. Коэффициент подсоса в этом случае будет больше. Кроме того, значительно снижают надежность самоспасов борода, усы, прически с длинными волосами (в соответствии с [6] предусмотрено увеличение коэффициента подсоса до 5%). Еще одна проблема, которую пытаются решить разработчики – ненадежное уплотнение края капюшона на шее пользователя приводит к проникновению токсичной и задымленной атмосферы.

Следующий проблемный вопрос – множество движущихся деталей в конструкции фильтра снижает его надежность. Система крепления капюшона КЗУ на голове осуществляется с помощью шнуров-стяжек с ограничителями [5]. В ГДЗК-У применена двойная система обтюрации с помощью ремней по шее и на уровне лица [7]. Оголовье ГЗДК и иностранных аналогов выполнено из легкогорючей тканевой тесьмы и имеет недостаточно удобную при надевании конструкцию, особенно для людей с ограниченной подвижностью рук. Эластичная внутренняя (внутри капюшона) саморегулирующаяся система оголовья самоспасателей Шанс Е, DRAGER PARAT упрощает и исключает неправильный порядок надевания самоспасателя, не требует дополнительной подгонки.

Немаловажное значение имеет достаточно высокая стоимость (порядка 2500 – 3000 рублей).

Анализ технологии изготовления огнезащитных изделий показал два основных направления – изготовление цельного, бесшовного изделия с последующим приданием ему термо- и огнестойкости, либо соединение слоев пакетов материалов с заданными свойствами с последующей или параллельной герметизацией швов. Первое направление при изготовлении самоспасателей не приемлемо, т. к. необходимо встраивать в конструкцию либо иллюминатор (если материал капюшона непрозрачный), либо фильтрующе-дыхательный элемент (если материал капюшона воздухонепроницаемый, пленочный), либо и то, и другое одновременно. Таким образом, для изготовления самоспасателей необходим вариант соединения материалов различной структуры с герметизацией швов, обладающих достаточной прочностью, эластичностью, огне- и термостойкостью.

Выявлены недостатки известных технологических решений, направленных на повышение герметичности швов:

- рассмотренные технологические решения представлены в основном для защиты от действия жидких агентов;
- использование предлагаемых герметизирующих веществ и вспомогательных материалов сопровождается повышением жесткости швов;
- рассмотренные технологии предполагают включение в технологический процесс новых технологических операций и вспомогательных приемов, что создает сложности в организации технологического процесса и увеличение времени изготовления изделия;
- невозможность применения данных технологий при изготовлении средств индивидуальной защиты, поскольку герметики не обладают термо- и огнестойкостью, либо невозможность применения в существующем виде для изготовления изделий (отсутствие адаптации в технологическом процессе).

В настоящее время не разработано универсальной технологии блокирования швов при изготовлении специальных изделий в качестве композита в которых выступают материалы с разнородными свойствами.

Таким образом, при наличии возможности выбора самоспасателей с учетом различных характеристик их эффективности и массовости применения нельзя сказать, что проблема обеспечения населения универсальным, компактным, находящимся постоянно под руками средством решена. Имея по отдельности ряд характеристик, необходимых для такого универсального самоспасателя, отдельные образцы этих изделий не могут являться эталоном для массового производства с целью обеспечения общественных мероприятий, организаций и индивидуальных граждан. Швейные предприятия, разработчики материалов и средств защиты должны уделить этой проблеме серьезное внимание.

Для дальнейшей проработки разработана модель с усовершенствованной системой крепления. Спроектирован самоспасатель, который выполнен из двух видов огнестойкого материала: верхняя часть капюшона самоспасателя – из прозрачной полиимидной пленки, а нижняя часть – из тканого материала. Конструкция самоспасателя в области подмасочника повторяет его контуры, обеспечивая однозначность посадки самоспасателя в нижней части лица, шеи и головы, исключает сдвиги самоспасателя в процессе ориентации на голове при надевании и препятствует сползанию самоспасателя в результате движений пользователя, а значит, повышает надежность посадки.

Сзади и сбоку нижней части на уровне подмасочника на внешней поверхности капюшона самоспасателя расположено средство крепления самоспасателя в виде кулисы с эластичным элементом внутри, охватывающим голову в нижней затылочной части, и фиксатором для регулирования плотности затягивания. Система крепления подмасочника в виде кулисы обеспечивает плотное прилегание ко рту и носу пользователя, при этом ее легко надевать. Конструктивно кулиса располагается максимально близко (встык, внахлест) к подмасочнику. Эластичный элемент (в виде эластичной тесьмы или полоски тонкой резины) внутри кулисы имеет ширину порядка 3...5 см, что усиливает его надежность и долговечность и устраняет давление на голову при ношении самоспасателя, минимизирует дискомфорт и перекручивание в процессе одевания, повышает удобство, обеспечивает достаточно плотное прилегание подмасочника ко рту и носу пользователя. Эластичный элемент имеет ширину, достаточную для продевания в регулятор. Это может быть эластичный или неэластичный шнур. Между собой два разных по ширине эластичных элемента кулисы соединены неразъемным швом.

Надежная посадка самоспасателя может регулироваться индивидуально в зависимости от размера головы, индивидуальной прически. Конструкция кулисы и наличие регулятора (фиксатора), расположенного сзади на внешней поверхности нижней части самоспасателя обеспечивают возможность простой регулировки и быстрой индивидуальной подгонки изделия для разных размеров головы и контуров лица, быстрое надевание/снятие капюшона в чрезвычайной ситуации. Оно может быть выполнено при первом

тренировочном надевании самоспасателя и храниться в таком состоянии в течение срока годности.

В области шеи выполнен эластичный или неэластичный хлястик для фиксации самоспасателя и обеспечения его герметичности. Спереди его концы застегиваются на ленту велкро. Фиксация хлястика сзади нижней части самоспасателя обеспечивает его быстрое обнаружение в момент надевания. Отсутствие свободных концов хлястика спереди самоспасателя при надевании и последующее застегивание их на ленту велкро создает удобство и безопасность в момент использования самоспасателя.

В области лба самоспасателя между боковыми швами размещены две горизонтальные светоотражающие полосы, а по центру передней панели, исключая область зрения, – вертикальная полоса. Наличие светоотражающих полос позволяет сделать пользователя более заметным спереди и сбоку в условиях повышенной задымленности.

Достаточный объем пространства в волосистой части головы и глаз способствует удобству пользования самоспасателем для людей с очками, с объемными прическами (косами, бантами и т.п.).

Разработанный самоспасатель обладает герметичностью за счет плотности прилегания в нижней части головы и стабильности посадки, а также герметизации всех швов универсальным самоклеющимся пленочным материалом с внутренней стороны. Швы самоспасателя обладают достаточной прочностью в продольном и поперечном направлениях в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

Разработанная конструкция шлема самоспасателя и системы его регулировки и фиксации способствует стабильности его посадки на лице и голове пользователя, легкое обнаружение человека в условиях пониженной видимости, прочность и герметичность материалов и мест соединений, что повышает надежность и эффективность защиты головы и органов дыхания человека

ЛИТЕРАТУРА

1. М.В. Томаков, В.И. Томаков. Средства индивидуальной защиты людей при пожаре и техногенных авариях. Известия Юго-Западного государственного университета. – 2016. – № 1(18). С. 54-63
2. Наталия Сулова. Устойчивое развитие и осознанное потребление. ПЕРВЫЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ОНЛАЙН-КОНГРЕСС FHUB EDUCATION IVANOVO. [Электронный ресурс] <http://fhubeducation.ru/congress#!/tab/223775565-6>
3. Пат. № 4382 Республика Беларусь, МПК А 62 В 15/00, А 62 В 17/00. Защитный капюшон / Астахов В.С., Коробейникова А., Подплетнева Г.В., Астахов А.С., Астахов А.М. (РФ); № 20070724, заявл. – 17. 10.2007, опубл. 30. 06.2008. – 8 с.
4. Пат. 2523998 Российская Федерация, МПК А 62 В 18/02. Головной гарнитур респиратора со складывающимся головным креплением / Кастиглионе Д.М. (США), Миттелстадт У.А. (США), Холмквист-Браун Т.В. (США); № 2012137181/12; заявл. – 02.03.2011, опубл. 20.04.2014, Бюл. № 21.
5. Пат. 2289461 Российская Федерация, МПК А 62 В 18/00, А 62 В 17/00. Устройство защитное дыхательное / Фатхутдинов Р.Х. и др.; № 2005101191/12, заявл. – 19.01.2005, опубл. 20.12.2006, Бюл. № 35. – 8 с.
6. ГОСТ 12.4.294-2015 (EN 149:2001+A1:2009) Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Полумаски фильтрующие для защиты от аэрозолей. Общие технические условия (с Поправкой)
7. Пат. 2381043, РФ. МПК А62В17/04, А62В7/00. Устройство для защиты органов дыхания [Текст] / Гладышев Н. Ф., Симаненков Э. И., Путин Б.В., Дорохов Р. В., Козадаев Л. Э., Путин С. Б. – заявл. 09.06.2008, № 2008123447/12; опубл. 10.02.2010

РАЗРАБОТКА ПЕРЕЧНЯ ЕДИНИЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА (ЕПК) ДЛЯ ТКАНОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СЕТКИ

DEVELOPMENT OF A LIST OF INDIVIDUAL QUALITY INDICATORS (IQI) FOR WOVEN METAL MESH

М.Е. Сучкова, А.А. Тувин
M.E. Suchkova, A.A. Tuvin

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
E-mail: deva.su4kova@yandex.ru, tuvin@ivgpu.com

Настоящая статья посвящена разработке перечня единичных показателей качества (ЕПК) для тканой металлической сетки. Рассмотрены основные нормативные документы на изготовление металлических сеток. Будем использовать три отдельные группы показателей: геометрические, механические и дефекты внешнего вида. Обоснуем выбор единичных показателей качества (ЕПК) из групп геометрических свойств.

Ключевые слова: технические условия; показатели; геометрические; механические; дефекты внешнего вида; единичный показатель качества.

This article is devoted to the development of a list of individual quality indicators (IQI) for woven metal mesh. The main regulatory documents for the production of metal nets are considered. We will use three separate groups of indicators: geometric, mechanical, and appearance defects. We justify the choice of individual quality indicators (IQI) from groups of geometric properties.

Keywords: technical conditions; indicators; geometric; mechanical; appearance defects; single quality indicator.

В соответствии с рекомендациями [1, 4] в первую очередь выделим перечень определяющих показателей качества для тканой металлической сетки. При этом будем использовать три отдельные группы показателей, а именно геометрические и механические показатели, а также дефекты внешнего вида.

Основными нормативными документами на изготовление металлических сеток являются технические условия, оформленные в виде ГОСТов [5, 6], где выделены и пронормированы значения показателей по геометрическим свойствам (плотность, пористость, материалоемкость, толщина); механическим свойствам (прочность, деформация, жесткость); дефектам внешнего вида (рубцы и жмоты, «чаще – реже», рассеки и др.). На основании этой информации по каждой группе свойств в дальнейшем выделяем их количественные показатели и переводим их в статус единичных показателей качества. Отмечаем, что их выбор обусловлен различными требованиями (возможности измерения, высокой информативности и другими).

В данной статье обоснуем выбор единичных показателей качества (ЕПК) из групп геометрических свойств. Анализ технических условий [5, 6] изготовления металлических тканых сеток показывает, что при осуществлении технического контроля чаще всего определяют диаметр проволоки основы и утка, предельные отклонения диаметра от номинального значения, размер ячейки в свету, предельное отклонение среднего арифметического размера ячейки в свету от номинального значения, максимальное отклонение размера стороны ячейки от номинального, допустимое число ячеек с максимальным размером, число проволок основы и утка на 1 дм (для фильтровых сеток). Выделенные геометрические показатели металлических тканых сеток с квадратными ячейками, а именно, контролируемые свойства и их количественные показатели, а также коэффициенты весомости приведены в таблице 1.

Таблица 1

Геометрические показатели сеток с квадратными и прямоугольными ячейками

Свойство	Единичный показатель качества	Единица измерения	Обозначение		Коэффициент весомости
			натуральное	кодированное	
Плотность	Среднее арифметическое количество ячеек на единицу длины	шт/ед. длины	S_{un}	$X_1^Г$	0,25
Пористость	Средний арифметический размер ячейки в свету	м	a	$X_2^Г$	0,20
Толщина	Номинальный диаметр проволоки:				
	– основы	м	d_o	$X_3^Г$	0,15
	– утка	м	d_y	$X_4^Г$	0,10
	Показатель толщины сетки	м	T_c	$X_5^Г$	0,15
Материалоемкость	Теоретическая масса 1 м ² сетки	кг	M_c	$X_6^Г$	0,15

Аналогично в таблице 2 приведем геометрические показатели для фильтровых сеток.

Таблица 2

Геометрические показатели для фильтровых сеток

Свойство	Единичный показатель качества	Единица измерения	Обозначение	
			натуральное	кодированное
Толщина	Номинальный диаметр проволоки:			
	– основы	мм	d_o	$X_3^Г$
	– утка	мм	d_y	$X_4^Г$
	Показатель толщина	мм	T_c	$X_5^Г$
Материалоемкость	Теоретическая масса 1 м ² сетки	кг	M_c	$X_6^Г$

Необходимо отметить, что номинальный диаметр проволоки по основе и по утку сетки предлагаются для контролирования фазы строения металлотканой сетки. Это связано с тем, что при изготовлении тканых металлических сеток в основном используют полотняное или саржевое переплетение. В этом случае фаза строения тканых сеток близка к пятой. Тогда, если толщина выходит за нормативные значения, то можно говорить о нарушении технологического процесса и ухудшении качества сетки. Показатель толщины характеризует протяженность между нижней и верхней поверхностями металлической сетки. Измерение показателя производится замером расстояния между соседними высотами изгибов волн утка или основы в зависимости от того, какой фазы строения требуется достичь. Ранжирование ЕПК осуществлялось экспертным методом и рассмотрено в работе [4]. Механические показатели металлических тканых сеток с квадратными ячейками, а именно,

контролируемые свойства, их количественные показатели и коэффициенты весомости приведены в таблице 3

Таблица 3

Механические показатели качества тканых металлических сеток

Свойство	Единичный показатель качества	Обозначение		Единица измерения	Коэффициент весомости
		натуральное	кодированное		
Прочность	Разрывная нагрузка сетки:				
	– по основе	$(P_p)_o$	X_1^M	Н	0,25
	– по утку	$(P_p)_y$	X_2^M	Н	0,10
Деформация	Относительное удлинение проволоки:				
	– основы	$(\varepsilon_p)_o$	X_3^M	%	0,25
	– утка	$(\varepsilon_p)_y$	X_4^M	%	0,10
Жесткость	Показатель жесткости сетки на сдвиг (<i>диагональная устойчивость</i>)	$C_{cd}, \%$	X_5^M	%	0,30

Если прочность и деформация тканой сетки постоянно контролируется в производственном процессе её изготовления, то реже определяется ее жесткость. Жёсткость сетки характеризуется диагональной устойчивостью образца сетки при приложении к нему определённой силы тяжести. Отсутствие должной жёсткости сетки при механическом воздействии на неё в процессе её использования, приводит к искажению формы ячейки сетки. Ячейки приобретают ромбический вид, сужаясь по одной диагонали и увеличиваясь по другой. В таком случае при неизменном живом сечении сетки изменяется пропускная способность ячеек в меньшую сторону по малой диагонали и в большую - по большой.

Необходимо отметить, что требования по диагональной устойчивости, методика её контроля в отечественных и зарубежных нормативных документах отсутствуют.

Для определения жёсткости сетки в работе [4]. предложено использовать образцы (пробы) размером 100x100мм с приложением к ним силы не менее 110 грамм. Воздействие силы тяжести груза осуществлялось в течение 10 минут. Под воздействием силы тяжести груза, приложенного к крайней угловой точке образца, изменялась длина диагонали образца сетки. При этом констатировали результат, что чем больше увеличение диагонали, под воздействием силы тяжести, тем менее жёсткая была сетка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тувин, А.А. Описание технологических процессов металлотацкого производства на основе методологии IDEFO / А.А. Тувин, М.Е. Сучкова // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2019): сборник материалов XXII международного научно-практического форума. - Иваново: ИВГПУ, ч.1., - 2019. - С.270-275.
2. Сучкова, М.Е. Разработка алгоритм расчета комплексных показателей результативности и эффективности технологического процесса металлотачества / М.Е. Сучкова, А.А. Тувин / Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК–2020): – Иваново: ИВГПУ, 2020.– с.664-667.

3. Максимов А.А., Аллямов Р.Р., Тувин А.А. Организация технического контроля производства тканых металлических сеток // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 1.– С.82-86.
4. Тувин А.А. Развитие научного и методического обеспечения процессов проектирования оборудования и технического контроля производства тканых металлических сеток: дис. ... докт. техн. наук / А.А. Тувин. – Иваново (ИГТА). - 2012. - с.335.
5. ГОСТ 6613-86. Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов. – 1986. –16 с.
6. ГОСТ 3187-76. Сетки проволочные тканые фильтровые. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов. - 1976. – 10 с.

**РАЗРАБОТКА ОЧИСТИТЕЛЬНОЙ КОЛОСНИКОВОЙ РЕШЕТКИ ИЗ
МНОГОГРАННЫХ КОЛОСНИКОВ ДЛЯ АГРЕГАТА УХК ПО ОЧИСТКЕ ХЛОПКА-
СЫРЦА ОТ КРУПНОГО СОРА**

**DEVELOPMENT OF A CLEANING GRILLE BAR OF MULTI-FACE GRIDS FOR THE
“УХК”- LINE FOR LARGE TRUSH RAW COTTON CLEANING**

Д.С. Ташпулатов¹, А.Ф. Плеханов², И.Д. Мадумаров¹
D.S. Tashpulatov¹, A.F. Plekhanov², I.D. Madumarov¹

¹Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, (Республика Узбекистан)

²Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство), (Москва)

¹Tashkent Institute Of Textile And Light Industry, (Republic Uzbekistan)

²The Kosygin State University of Russia
(Technology. Design. Art), (Moscow)

E-mail: ssht61@mail.ru, plekhanov-af@rguk.ru, madumarov_id@mail.ru

В статье приведены результаты научных исследований технологического процесса очистки хлопка-сырца от крупного сора на модернизированном агрегате УХК. Исследованы зависимость эффективности очистки и механическую поврежденность семян хлопка-сырца от количества граней колосников, а также расстояние между пильчатым барабаном и колосниковой решеткой очистительный эффект агрегата.

Ключевые слова: колосник, хлопок-сырец, эффективность очистки, колосниковая решетка, сор, хлопкоочиститель, производительность, жесткость, пильный барабан, многогранный колосник.

The article presents the results of scientific research on the technological process of cleaning raw cotton from coarse trash at a modernized UKhK unit. The dependence of the cleaning efficiency and mechanical damage of raw cotton seeds on the number of grate edges, as well as the distance between the saw drum and the grate, the cleaning effect of the unit are investigated.

Key words: grate, raw cotton, cleaning efficiency, grate bar, trash, cotton cleaner, production, rigidity, saw drum, multifaceted grate.

С целью повышения эффективности очистки хлопка-сырца нами были проведены экспериментальные исследования на лабораторном стенде УХК, где была установлена колосниковая решетка из многогранных колосников, выполненных из полимерного материала. Данные исследования проводились с применением селекционного сорта хлопчатника Наманган-77, I сорта 2-класса, при засоренности 5,4 %, влажности 8,2 % и повреждаемости семян 0,2 %. При этом производительность агрегата составляла 5 тонн хлопка-сырца в час.

Результаты экспериментов представлены на рис.1 и 2. На рис.1 представлен график зависимости эффективности очистки хлопка-сырца, в зависимости от количества граней колосника. Из данного рисунка видно, что если при количестве граней колосника 4 эффективность очистки составляет 60,2 %, то с увеличением количества граней колосника наблюдается снижение эффективности процесса очистки. Так, при увеличении количества граней колосника до 5, 6, 7, 8 эффект очистки хлопка-сырца на агрегате снижается и составляет соответственно 59,6; 58,6; 56,1 и 53,2 %. При увеличении количества граней колосника до 9, 10, 11, 12 и 13 эффект очистки практически не меняется и составляет 50÷51 %.

На рис.2 представлены результаты исследований влияния количества граней колосников на механическую поврежденность семян при очистке хлопка от крупного сора. 1-я кривая на этом рисунке соответствует экспериментам с хлопком 1-го сорта 2-го класса и

показывает, что уменьшение механических повреждений семян наблюдается по мере увеличения количества граней колосников. При количестве граней колосника 4 механическое повреждение семян составляло 1,45%, при количестве граней колосника 5 показатель составлял 1,2%, при количестве граней колосника 6 механическое повреждение семян снижалось до 0,82%. Механическое повреждение семян при количестве граней колосников 7 и 8 приводит к уменьшению повреждения семян соответственно на 0,8 и 0,76 %, механическое повреждение семян практически не изменилось и составило 0,63 %, когда количество граней колосника было увеличено до 13.

Для определения оптимальных параметров хлопкоочистительных машин проведено полнофакторное исследование на основе математического планирования эксперимента

Для получения измерений с высокой точностью и во избежание ошибок при проведении экспериментальных исследований была проведена сравнительная оценка по стандартным машинным показателям.

Для проведения экспериментальных исследований разработана степень вариации факторов (табл.1).

Таблица 1

Таблица вариации факторов для проведения экспериментов

Факторы	x_{max}	x_{min}	x_0	Δ
Жесткость эластичного материала, $E \cdot 10^4$, Н/м	2	1.5	1.75	0.25
Производительность машин, т/час	7	5	6	1
Расстояние между пильным барабаном и многогранным колосником, $\delta \cdot 10^{-3}$, м	16	12	14	2

После выбора основных факторов и их уровней варьирования необходимо определить выходные параметры, по которым можно будет оценить эффективность работы технологических машин. За выходной параметр принят эффект очистки установки.

Проверка гипотезы однородности оценок дисперсии была проведена по критерию Кочрена, а гипотезы о значимости коэффициентов регрессии – при помощи критерия Стьюдента. Обработка результатов, определение значимых эффектов из общего числа факторов и их взаимодействий, отсеивание эффектов, определение коэффициентов регрессии, проверка адекватности моделей проводились по методике выбора и оптимизации контролируемых параметров технологического процесса.

Математическая обработка результатов эксперимента позволила получить уравнение регрессии, описывающие зависимость параметра оптимизации от входных факторов.

В математическую модель процесса включены только значимые коэффициенты. Таким образом, обрабатывая результаты опытов с помощью программы Microsoft EXCEL, полученное уравнение регрессии примет следующий вид:

$$Y = 84,08 + 0,96X_1 - 1,28X_2 - 0,76X_3 - 2X_1X_2 - 0,34X_2X_3 + 0,27X_1X_2X_3.$$

Проверка математических моделей по критерию Фишера подтвердила их адекватность. Величина и знак коэффициентов уравнения регрессии показывают степень их влияния на параметр оптимизации с количественной и качественной стороны.

На рис. 3 показано влияние ширины зазора между пильчатым барабаном и многогранным колосником на эффективность очистки хлопка-сырца от крупного сора.

Представленные зависимости показывают, что при взаимосвязанных значениях факторов коэффициентов x_1 и x_2 , и при увеличении расстояния между пильным барабаном и колосниками с 12 мм до 16 мм, эффективность очистки характеризуется убывающей кривой: первая кривая со значением факторов $x_1=1,0 \cdot 10^4$ Н/м; $x_2=5,0$ т/час эффективность очистки составила от 82,08% до 80,74%, вторая кривая при $x_1=1,33 \cdot 10^4$ Н/м; $x_2=5,56$ т/час эффективность очистки составила от 82,0% до 78,89%, третья кривая при $x_1=1,66 \cdot 10^4$ Н/м;

$x_2=6,32$ т/час эффективность очистки изменялись от 82,04% до 77,74%, четвертая кривая при $x_1=2,0 \cdot 10^4$ Н/м; $x_2=7$ т/час - от 81,9% до 77,2%.

Анализ полученных результатов полнофакторного эксперимента дал возможность рекомендовать рациональные значения основных факторов:

- производительность – 5,0 т/час;
- жесткость эластичной основы - $2,0 \cdot 10^4$ Н/м;
- расстояние между пыльным барабаном и колосником—16 мм.

При рекомендуемых значениях факторов процесс очистки хлопка от крупного сора достигнута высокая эффективность очистительных машин.

На колосниковую решетку очистителя волокнистого материала получены Патенты РФ № 2668544 и №2710829.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала. Патент РФ №2668544. Приоритет изобретения 12 декабря 2017 г., Дата государственной регистрации в Государственном реестре изобретений РФ 01 октября 2018 г.
2. Сепаратор хлопка-сырца. Патент РФ №2701220. Приоритет изобретения 19 апреля 2019 г., Дата государственной регистрации в Государственном реестре изобретений РФ 25 сентября 2019 г.
3. Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала. Патент РФ №2710829. Приоритет изобретения 24 июня 2019 г., Дата государственной регистрации в Государственном реестре изобретений РФ 14 января 2020 г.
4. Ташпулатов Д.С., Плеханов А. Ф., Джуриная И.М., Джураев А., Шухратов Ш. Анализ колебаний и влияния на эффект очистки многогранных колосников очистителей волокнистых материалов. Журнал «Известия вузов. Технология текстильной промышленности» №5 (383). с.с. 99-104.
5. Плеханов А. Ф., Кузякова С.В., Першукова С.А., Битус Е.И., Разумеев К.Э., Хожиев М.Т., Ташпулатов Д.С., Джураев А.Д., Муродов О.Д., Рахимов А.Х. Совершенствование процесса отделения летучек и разработка новой конструкции сепаратора хлопка-сырца. Материалы Международной научной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения профессора А.Г. Севостьянова. с.с. 7-11.
6. Джураев А. Д., Плеханов А. Ф., Ташпулатов Д. С. Обоснование выбора параметров колосников на упругих опорах очистителя волокнистой массы хлопка-сырца. Журнал «Известия вузов. Технология текстильной промышленности». № 3 (381), 2019 г., с.с. 80-86.
7. Джураев А. Д., Ташпулатов Д.С., Плеханов А. Ф., Элмонов С. М., Жилисбаева Р.О. Эффективная технология очистителя натурального волокна от примесей на упругих опорах и обоснование параметров колосника. Журнал «Известия вузов. Технология текстильной промышленности». №6 (378), 2018 г., с.с. 70-75.
8. Джураев А. Д., Ташпулатов Д.С., Плеханов А. Ф., Элмонов С. М., Жилисбаева Р.О. Разработка ресурсосберегающей технологии очистителя натурального волокна от растительных примесей и обоснование параметров колосника на упругих опорах. Журнал «Известия вузов. Технология текстильной промышленности». №6 (378), 2018 г., с.с. 70-75.
9. Битус Е. И., Джураев А. Д., Плеханов А. Ф., Разумеев К. Э., Ташпулатов Д. С. Разработка колосниковой решетки для очистки волокнистой массы в виде хлопка-сырца. Рецензируемый журнал «Материалы и технологии» Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет», г. Витебск, Республика Беларусь. №2, 2018 г. с.с. 34-39.
10. Tashpulatov D.S., Djuraev A. D., Plekhanov A. F. Questions of the rationale preparation of the parameters of the kolosnikov on elastic supports of the fiber material cleaner. European Sciences review Scientific journal № 5–6 2018 May-June, Vienna, p.p. 350-352.
11. Tashpulatov D.S., Djuraev A. D., Plekhanov A. F. Kolosnik oscillations on elastic supports with nonlinear rigidity with random resistance from cotton-raw maternity. European Sciences review Scientific journal № 5–6 2018 May-June, Vienna, p.p. 350-352.

12. Tashpulatov D.S., Djuraev A. D., Plekhanov A. F., Kayumov A. The Substantiation of the Parameters of the Kolosnikov on Elastic Supports of the Cleaner of Fiber Material. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 5, Issue 7, July 2018, p.p. 6396-6405.

ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МНОГОСЛОЙНЫХ КОМПОЗИТОВ

RESEARCH AND MODELING OF STRENGTH CHARACTERISTICS OF MULTILAYER COMPOSITES

Ю.М. Трещалин
Yu.M. Treshchalin

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
e-mail: antropog@yandex.ru

В статье изложены результаты исследований прочностных характеристик многослойных композитов, изготовленных на основе полиэфирных, полиамидных и углеродных волокон и нитей. Приводятся экспериментальные данные разрывной нагрузки и предела прочности многослойного композита.

Построена динамическая модель разрушения изготовленного композита при помощи программного пакета LS DYNA. Доказана адекватность разработанной модели.

Ключевые слова: многослойный композит, растяжение, динамическая модель, напряжения, деформирование, предел прочности, разрушение.

The article presents the results of studies of the strength characteristics of multilayer composites made on the basis of polyester, polyamide and carbon fibers and threads. Experimental data on breaking load and ultimate strength of a multilayer composite are presented.

A dynamic model of fracture of the fabricated composite was constructed using the LS DYNA software package. The adequacy of the developed model is proved.

Keywords: multilayer composite, tension, dynamic model, stresses, deformation, ultimate strength, fracture.

Интенсивный рост композитной промышленности связан с возможностью получения широкого спектра требуемых характеристик готовых изделий. Для придания необходимых свойств в композиционных материалах есть широкая совокупность факторов, позволяющая решать такую задачу. Это и применение различных материалов для создания армирующей основы композита и ее текстильной структуры, выбор различных материалов связующего, технологии получения композиционного изделия и т.д. В статье рассматривается еще один фактор, расширяющий возможности получения композиционных материалов для обеспечения эффективного целевого применения готовых изделий. В частности, речь идет о сочетании в одном композиционном материале нескольких слоев основы с различными физико-механическими свойствами. Это дает возможность получать композиционные материалы с комплексом заданных свойств: высокопрочные и электропроводные, термостойкие и экологически чистые и т.д.

Одной из областей применения слоистых композитов является возможность создание ударопрочных композитов, предназначенных для механической защиты различных инженерных сооружений, включая магистральные трубопроводы, где целесообразно использовать комбинированную основу, состоящую из нетканых полотен и плетеных полотен, изготовленных из углеволокнистых или полиамидных нитей. В таком композите несущую способность материала будет выполнять композитный слой из углеродных или полиамидных волокон.

В данной работе исследовались только физико-механические свойства композиционных материалов. Для создания слоистых композитов использовались следующие составляющие армирующей основы и связующее:

1. Нетканые полотна под торговой маркой «Холлофайбер», произведенные из полиэфирных мононитей (табл. 1);

Таблица 1

Характеристики образцов нетканых полотен «Холлофайбер» (среднее значение объемной плотности мононити $\rho_v = 622,08 \text{ кг/м}^3$)

Обозначение образца	Марка образца	Толщина, при удельном давлении 2,0 кПа, мм.	Длина, мм	Ширина, мм	Масса, г	Поверхностная плотность, г/м^2	Объемная плотность, кг/м^3	Пористость, ξ
1с	Холлофайбер Софт	8,41	209,3	48,5	3,934	387,546	46,082	0,9259

2. Плетеное полотно в виде лент производилось из:

- полиамидных нитей, выработанных на предприятии ООО «Курскхимволокно», номинальной линейной плотностью 187 текс;

-углеволоконистых нитей, марки Tenax®-E HTS45 E23 12K, номинальной линейной плотностью 800 текс. Характеристики полотен даны в табл. 2.

Таблица 2

Характеристики образцов плетеных полотен

Обозначение образца	Волокнистый состав нити	Угол плетения, град	Количество нитей (веретен)	Толщина, при удельном давлении 2,0 кПа, мм.	Длина, мм	Ширина, мм	Масса, г	Поверхностная плотность, г/м^2	Объемная плотность, кг/м^3
П2	Полиамид	50	60	2,475	143	78,5	15,594	1389,12	561,262
ПУ	Угле-волокно	30	168	1,725	134,38	132,7	20,012	1122,12	649,925

3. Связующее на базе полиэфирной смолы POLYLITE 516-M855, что обусловлено его высокой адгезионной способностью с полиамидными нитями, углеродными волокнами при спецобработке и полиэфирными мононитеями.

Для оценки влияния каждого из компонентов были изготовлены, как многослойные композиционные материалы, так и композиты на основе отдельно взятых нетканых полотен, полиамидной и углеволоконистой плетеных лент. При создании образцов применялся метод вакуумной пропитки.

Анализ результатов экспериментальных исследований дает возможность произвести оценку и сопоставить значения максимальных усилий при испытаниях на растяжение образцов, как отдельных составляющих, так и многослойных композиционных материалов. Результаты испытаний отдельных слоев композитов при растяжении, согласно ГОСТ 32656-2014, приведены в табл.3.

Таблица 3

Результаты испытаний образцов композиционных материалов на растяжение

Обозначение образца	Максимальное усилие, Н	Максимальное удлинение, мм	Предел прочности при растяжении, МПа
1с	92,9	1,40	2,211
П2	427,9	29,65	6,349
ПУ	17900	5,02	487,1

Результаты испытания многослойного композиционного материала на растяжение, согласно ГОСТ 32656-2014 [1], представлены в табл.4.

Таблица 4

Обозначение образца	Максимальное усилие, Н	Максимальное удлинение, мм	Предел прочности при растяжении, МПа
Пакет ПУ1сП2	15400	4,57	435,0

В процессе испытаний на растяжение для отдельных слоев композитов в табл. 3 были записаны диаграммы деформирования до разрушения. Результаты испытаний представлены на рис. 1.

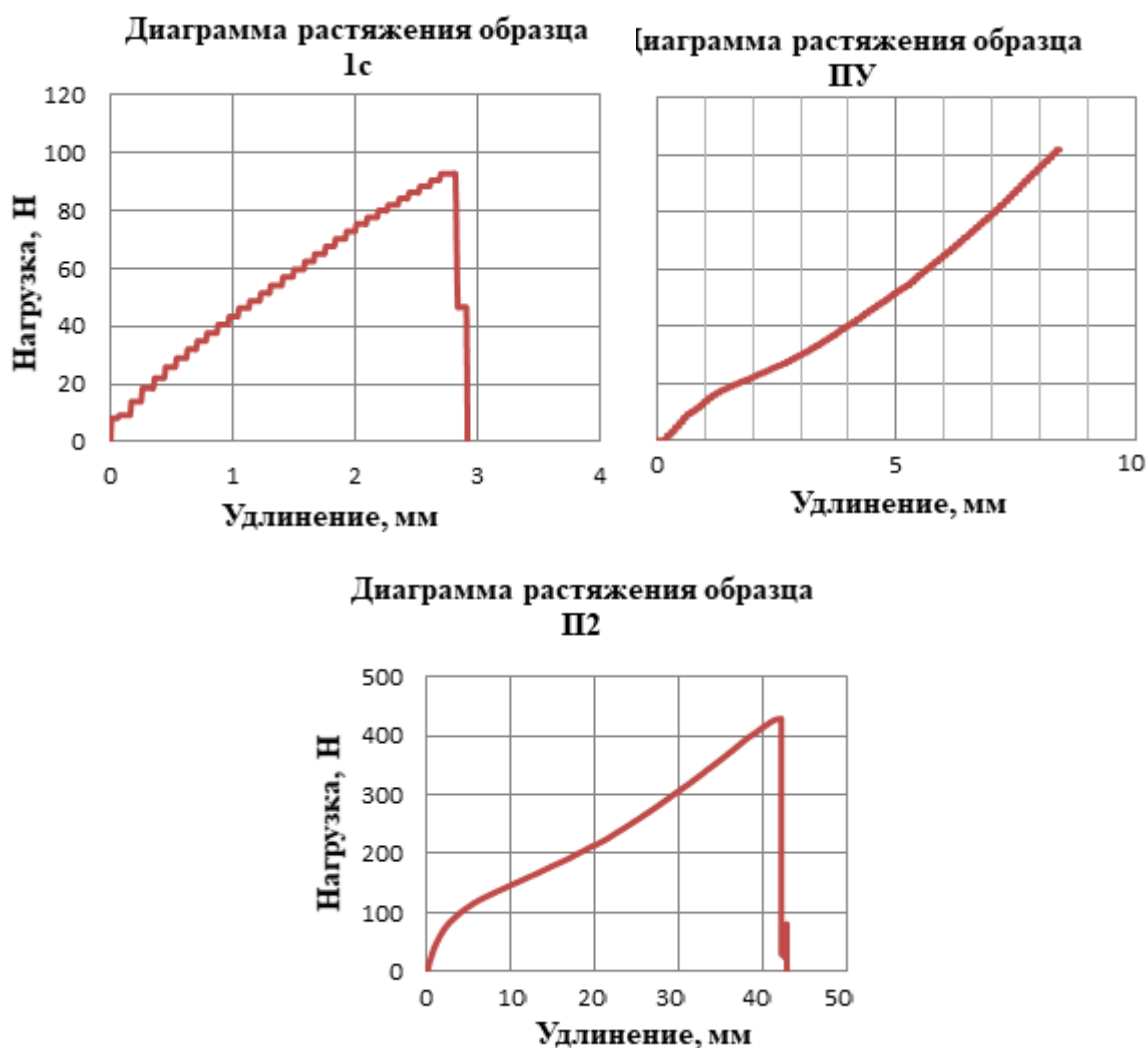


Рис. 1. Диаграммы растяжения отдельных слоев композиционного материала

По результатам испытаний на растяжение можно констатировать, что основным видом разрушения многослойного композита являлось расслоение, при котором возникало резкое падение нагрузки и остановка испытательной машины. Картина разрушения слоистого композита представлена на рис. 2.



Рис.2. Фотография разрушения образцов многослойного композиционного материала

Очевидно, что такое разрушение обусловлено различием в величинах предельной деформации до разрыва отдельных слоев многослойного композиционного материала (см. рис. 1).

Для задач проектирования актуальна разработка математических моделей механического поведения композиционных материалов, в том числе вплоть до их разрушения. Построение точной и адекватной модели позволяет понять сущность процесса, определить влияние факторов на выбранные свойства, и, в конечном счете, решить задачу оптимизации состава композита и его строения для получения оптимальных свойств готового изделия. С этой целью было выполнено моделирование поставленной выше задачи в динамической постановке в программном комплексе LS DYNA. Это известный пакет – один из мировых лидеров программного обеспечения в области решения динамических задач разрушения явным методом [2].

Для решения задачи моделирования разрушения многослойного композиционного материала была построена его геометрическая модель (рис. 3) со стандартными размерами образцов, согласно ГОСТ 32656-2014: длина 100 мм, ширина 50 мм. Толщина каждого слоя 2 мм.

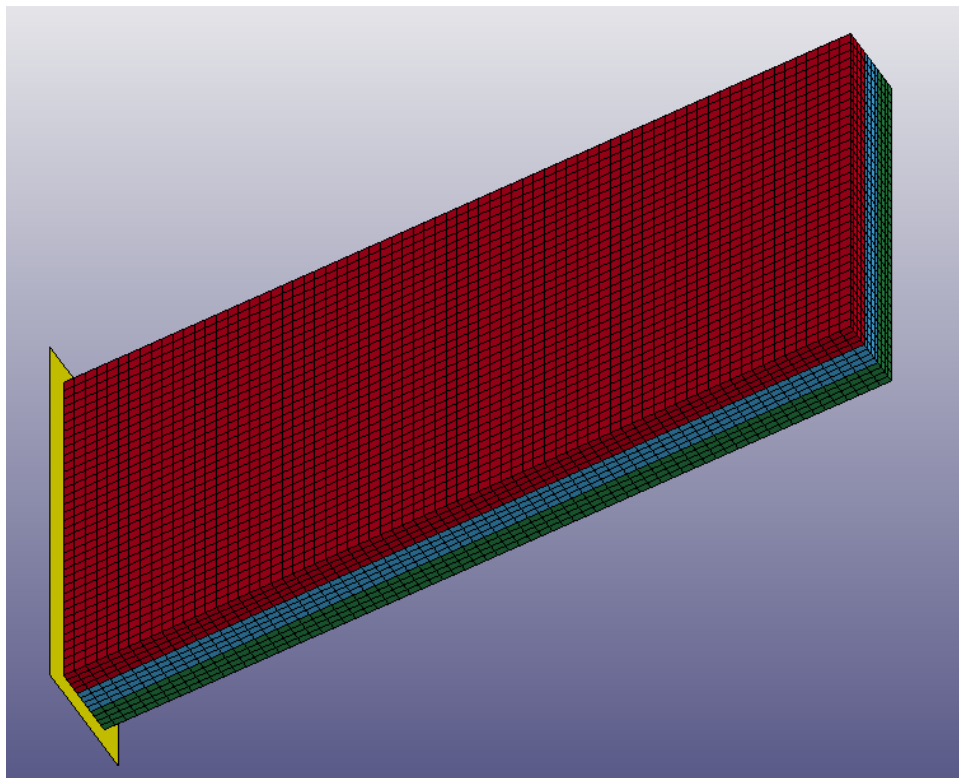


Рис. 3. Геометрическая модель многослойного композиционного материала в LS DYNA

Свойства материалов для задания в LS DYNA по результатам обработки диаграмм деформирования соответствующих материалов приведены в табл. 5. Для моделирования всех диаграмм деформирования выбрана модель упруго пластического материала с линейным упрочнением.

Таблица 5

Характеристики материалов

Обозначение слоя	Модуль упругости 1 рода, Па	Предел прочности, Па	Предел упругости, Па	Модуль упрочнения, Па	Предельная величина пластической деформации
ПУ	$11,7 \cdot 10^9$	$487,1 \cdot 10^6$	$2,3 \cdot 10^7$	$6,012 \cdot 10^9$	0,083
1С	$20 \cdot 10^9$	$2,21 \cdot 10^6$	$4,0 \cdot 10^7$	$8,18 \cdot 10^8$	0,029
П2	$21 \cdot 10^8$	$6,35 \cdot 10^6$	$4,0 \cdot 10^6$	$14,7 \cdot 10^7$	0,43

Граничные условия при решении задачи смоделированы максимально близко к реальным условиям проведения эксперимента при растяжении образцов. Заделку в захватах нижнего края композита имитирует абсолютно жесткая стенка ($E = 1 \cdot 10^{20}$ Па) с жестко связанными с ней узлами конечно-элементной сетки сечения многослойного композита. Второму сечению, свободный конец композита, сообщается движение, со скоростью, соответствующей скорости перемещения верхнего захвата испытательной машины. Перемещение верхнего сечения композита будет осуществляться до полного разрушения его отдельных слоев. Слои композита связаны друг с другом без трения, что соответствует реальному процессу изготовления композита. Задачей моделирования является получение картины распределений напряжений в материале в динамической постановке и самой картины разрушения с определением пиковой растягивающей нагрузки при полном разрыве образца для оценки адекватности разработанной модели. Результаты моделирования в виде распределений интенсивности напряжений в различные временные интервалы нагружения приведены на рис. 4 - 7.

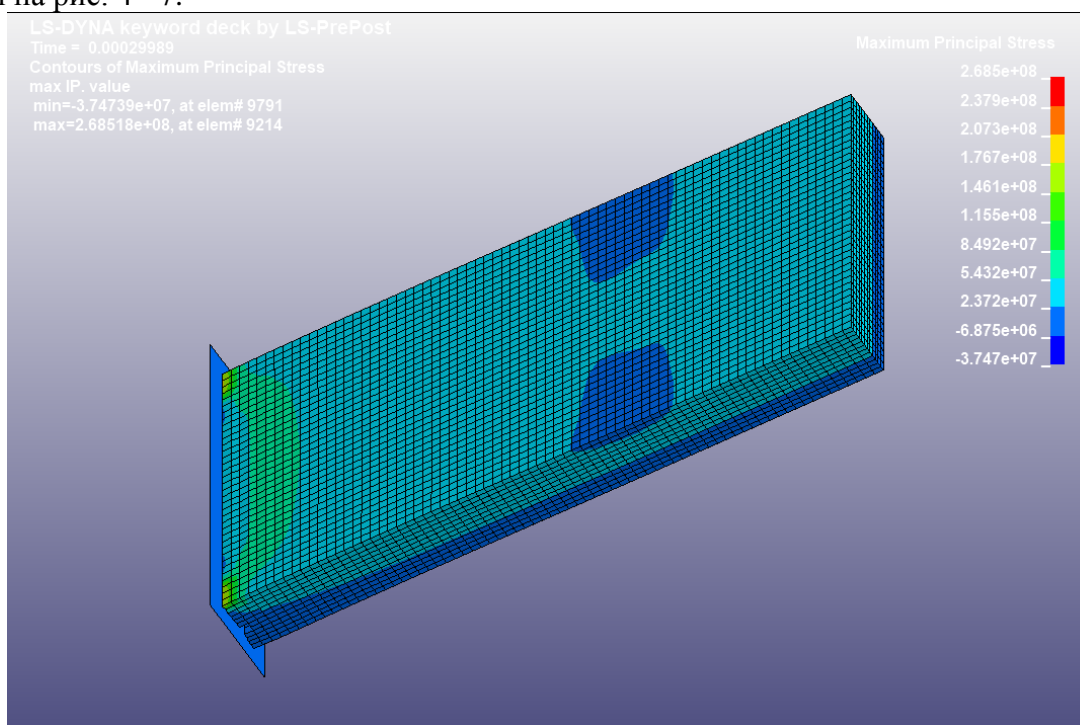


Рис. 4. Распределение интенсивности напряжений на одной из итераций (упругие деформации)

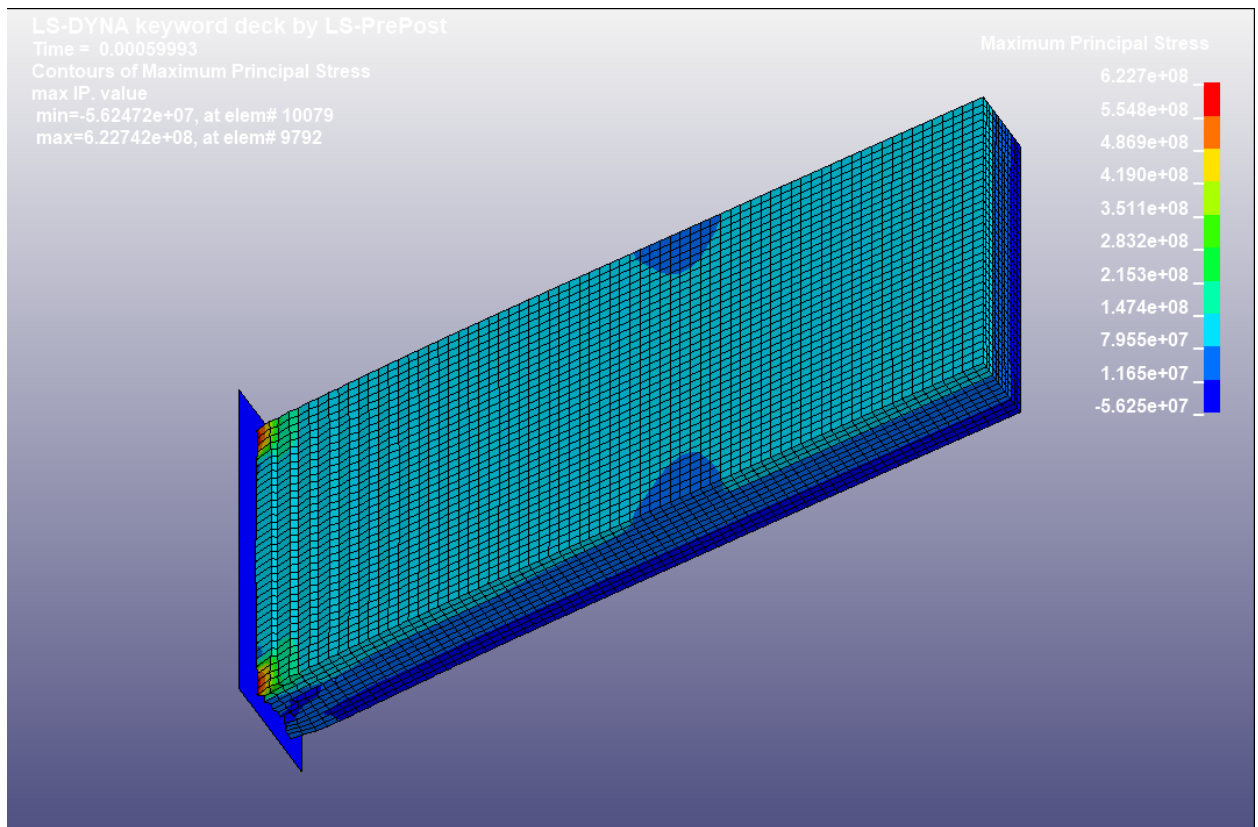


Рис. 5. Распределение интенсивности напряжений на одной из итераций (начало разрушения нижнего и среднего слоя)

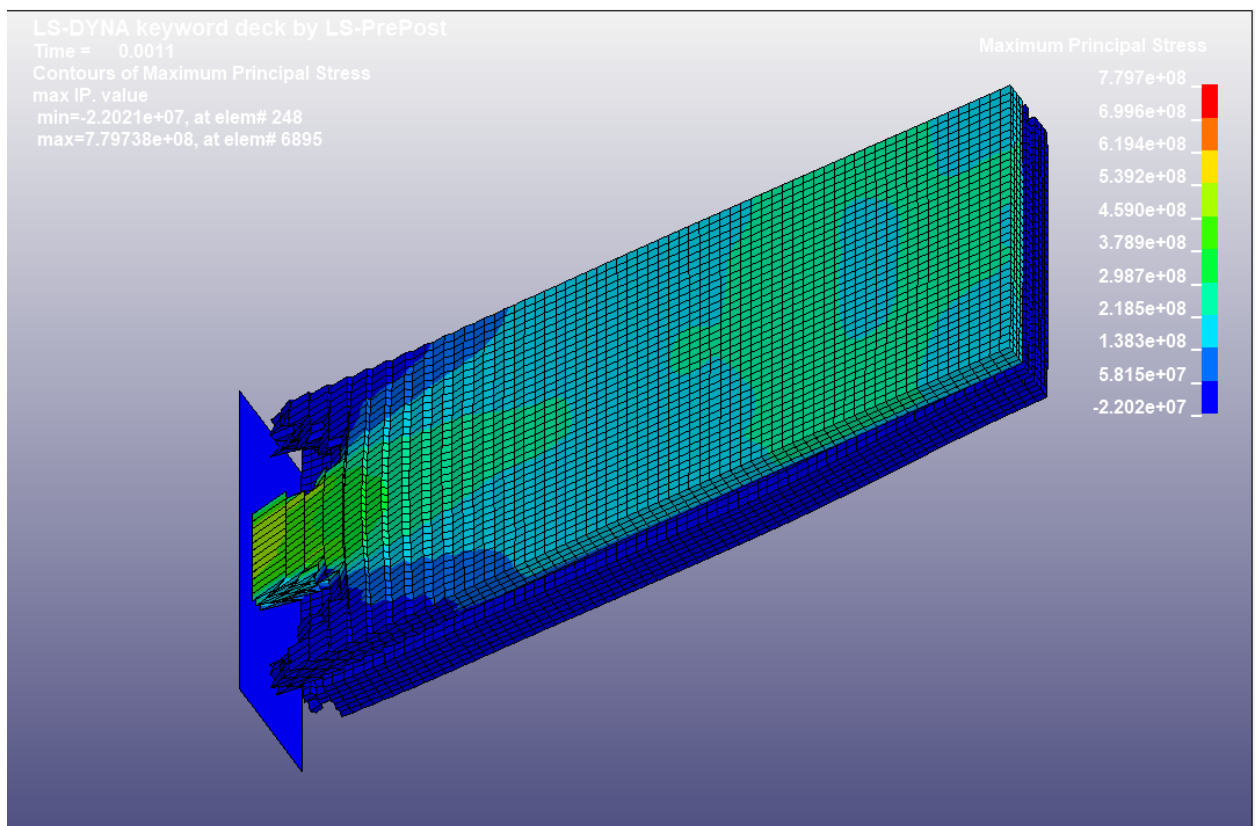


Рис. 6. Распределение интенсивности напряжений на одной из итераций (завершение разрушения композита – рушится верхний слой при уже разрушенных нижних)

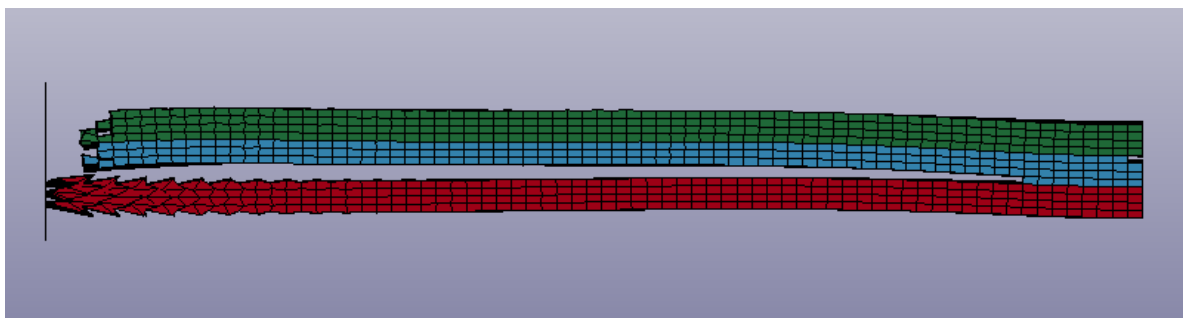


Рис. 7. Картина разрушения многослойного композиционного материала на одной из итераций (вид сбоку)

На рис. 7 видно, что основным механизмом разрушения многослойного композита является расслоение. Картина разрушения полученная в процессе моделирования хорошо коррелирует с результатами экспериментальных данных, представленных на рис. 2. Для оценки не только качественной, но и количественной, по результатам моделирования был выведен график силы как реакция жесткой опоры на внешнее воздействие за весь период времени до разрушения образца. График динамического изменения силы - реакции жесткой опоры представлен на рис. 8.

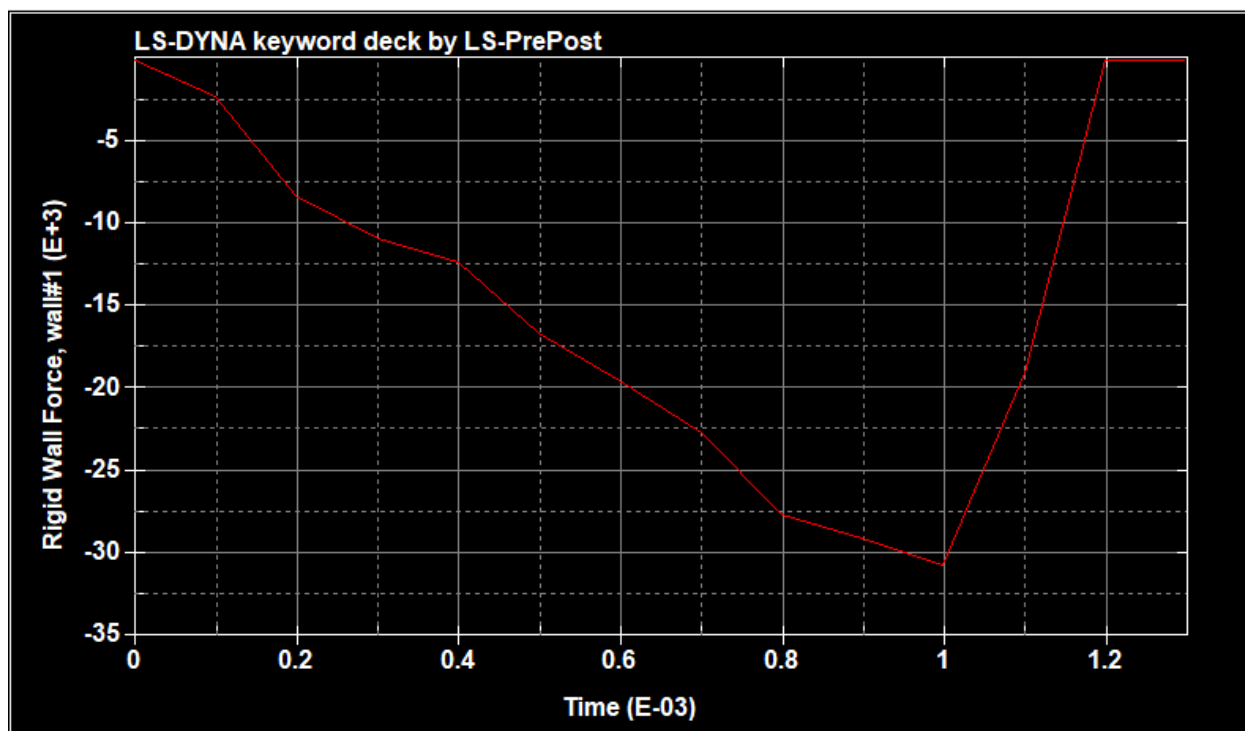


Рис. 8. Запись диаграммы силы - реакции в заделке во времени до разрушения образца.

Из графика видно, что до момента времени $1e-3$ сек сила реакция почти монотонно возрастала, что соответствовало сопротивлению разрушения со стороны всех 3-х слоев композита. В момент времени $1 \cdot 10^{-3}$ сек произошло разрушение одного из слоев композита, затем в момент времени $1,1 \cdot 10^{-3}$ сек произошло разрушение второго слоя композиционного материала и далее в момент времени 1,2 сек разрушился последний слой. Почти одновременное разрушение 2-х слоев композиционного материала объясняется близкими значениями величин предельной пластической деформации (см. табл. 5) для образцов ПУ и 1С. Последним разрушился слой П2 с наибольшим значением предельной деформации до разрыва. Пиковое значение силы позволяет определить значение максимальной силы при разрушении всего композита. По диаграмме на рис. 8 получаем $F_{\text{пик}} = 31500$ Н. Данное

значение получено при разрушении композита шириной 50 мм. Экспериментальное значение разрушающей нагрузки $F = 15400$ Н получено для образца шириной 25 мм. Учитывая, что разрушающая сила прямо пропорциональна площади поперечного сечения (в данном случае – прямоугольное, постоянное по длине), то для образца шириной 25 мм в теоретическом расчете $F_{\text{пик}} = 31500/2 = 15750$ Н.

Таким образом, получаем погрешность построенной математической модели в 2,2%, что является достаточно точным результатом.

Выводы:

1. Для расширения возможностей получения композиционных материалов с заданными свойствами предлагается использование многослойных композитов с различными физико-механическими свойствами.

2. Построена адекватная математическая модель процесса разрушения многослойного композиционного материала, на основе которой можно строить аналогичные модели в процессе проектирования заданных свойств готовых изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 32656-2014 «Композиты полимерные. Методы испытаний. Испытания на растяжение». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://internet-law.ru/gosts/gost/57683/>

2. Дубинский С. Программный комплекс ANSYS/LS-DYNA 8.0. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://sapr.ru/article/7051>

АДГЕЗИОННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И СВЯЗУЮЩЕГО В ПРОЦЕССЕ ЕГО ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КОМПОЗИТОВ

ADHESIVE INTERACTIONS OF STRUCTURAL ELEMENTS AND BINDER IN THE PROCESS OF ITS POLYMERIZATION DURING COMPOSITES MANUFACTURING

Ю.М. Трещалин¹, М.Ю. Трещалин²
Yu. M. Treschalin¹, M.Yu. Treschalin²

¹Ивановский государственный политехнический университет
²Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

¹Ivanovo State Polytechnic University (Ivanovo)

²Lomonosov Moscow State University

E-mail: antropog@yandex.ru, mtreschalin@mail.ru

В статье рассматривается адгезионное взаимодействие структурных элементов нетканой основы композиционных материалов и связующего. Проводится экспериментальное изучение сцепления матрицы и единичной мононити. Дается анализ влияния на прочность композита различных клеевых соединений.

Ключевые слова: адгезия, мононить, связующее, композит, нетканая основа, клеевые соединения, прочность.

The article discusses the adhesive interaction of the structural elements of non-woven fundamentals of composite materials and a binder. A pilot study of the coupling matrix and a single monofilament. The analysis of the impact strength of various composite adhesive joints.

Keywords: adhesion, monofilament, binding, composite, non-woven backing, adhesive bonding, strength.

Продолжительность сохранения целостности и заданных механических свойств в условиях внешнего нагружения или воздействия агрессивных сред является важнейшим критерием использования композиционного материала целевого назначения. Во многом долговечность определяется взаимодействием волокна и полимерного связующего - адгезией, имеющей первостепенное значение. В [1] указывается, что «...единой теории, объясняющей адгезию, нет и, вероятно, не может быть». Адгезия (от латинского *adhaesio* - прилипание) как физическое явление, в настоящее время трактуется как:

- возникновение межмолекулярного взаимодействия между приведенными в контакт разнородными конденсированными фазами;
- установившееся взаимодействие между фазами на границе раздела и величина, его характеризующая;
- связанное состояние разнородных фаз (тел), при котором они удерживаются в межфазном контакте.

Фазы составляют основу образующегося в результате молекулярного (т.е. по всей межфазной площади) контакта адгезионного соединения.

Силы, возникающие на границе раздела, зависят от взаимодействия вторичных (межмолекулярных) сил, обеспечивающих адгезию. Причем, ввиду большой инертности пары «адгезив-субстрат» химическое взаимодействие между ними маловероятно. Обычно субстраты – твердые тела (например, волокна или мононити), адгезивы – связующие вещества, соединяющие между собой субстраты путем сцепления с их поверхностями [2, 3].

Формирование межфазного контакта ускоряется повышением давления и снижением вязкости адгезива и, в значительной мере, определяется площадью контактов: поверхностного и молекулярного.

Эффективность растекания адгезива по поверхности субстрата, помимо межфазных свойств, зависит также от его когезионных показателей [4]:

- сцепления между находящимися в контакте поверхностями двух однородных по составу тел;
- свойств тела, обеспечивающих связывание его частей.

Закономерности образования и разрушения адгезионных соединений основываются на двух независимых подходах [2]:

- термодинамическом, предусматривающем изучение энергетических характеристик (поверхностные энергии адгезива, субстрата и межфазной границы);
- молекулярно-кинетическом, в рамках которого рассматриваются когезионные свойства адгезивов и субстратов (прочность и обуславливающие ее параметры, вязкость адгезива), а также условия их контакта (температура, давление и продолжительность).

В общем случае эффективность адгезионного взаимодействия, выражаемая прочностью адгезионных соединений, для полимерных систем зависит от показателей субстрата, характеризующих его адгезионные свойства и конкретного типа нагружения соединения вне зависимости от природы адгезива. Прочность определяется как межфазным взаимодействием, так и деформационными свойствами адгезивов и субстратов (различными в объеме и в приповерхностных слоях фаз) и возникающими в них при адгезионном контакте напряжениями (прежде всего тангенциальными, развивающимися в адгезиве при его усадке вследствие полимеризации или взаимодействия с субстратом).

С целью оценки взаимодействия единичного структурного элемента нетканой основы и связующего в процессе его полимеризации, проведены экспериментальные исследования.

Испытаниям подвергались:

- одиночные полипропиленовые нити, диаметром 0,0185 мм, аккуратно без механических повреждений извлеченные из образца иглопробивного нетканого полотна «Геотекс М 350»;
- силикон-тефлоновая нить, диаметром 0,12 мм;
- полиамидная нить.

Диаметр нитей определялся при помощи микрометра гладкого цифрового МКЦ-750 (погрешность измерений 0,001мм).

В процессе испытаний использовались:

1. Связующее на базе полиэфирной смолы POLYLITE 516-M855, с добавлением отвердителя NORPOL PEROXIDE № 11 и раствора перекиси метилэтилкетона в диметилфталате NORPOL PEROXIDE № 1;

2. Вязкие клеящие вещества:

- герметик (прозрачный, белый) KIM TEC Silicon 101E – универсальный силиконовый герметик и клей ацетатного отверждения. Эластичный, водостойкий, морозостойкий, термостойкий (от -50 °С до +180 °С), содержит антигрибковые добавки. Производство: Германия, Art.-№. 5126010/281009;

- резиновый клей – клей специальный «Момент Резиновый» (ТУ 2385-011-89589540-2009) обеспечивает высокую прочность, эластичность, надёжность, долговечность и водостойкость клеевого соединения. Клей морозостойкий, теплостойкий (от -30°С до +100°С.). Состоит из: полихлоропреновых каучуков, смолы, этилацетата, ацетона, алифатических и нафтеновых углеводородов, этилацетата, добавок;

- клей ПВА - универсальный клей (ТУ 2385-030-00203789-99) имеющий в своем составе: поливинилацетатную дисперсию, пластификатор, лапрол, карбамид, катамин АБ, натрий-карбоксиметилцеллюлозу, воду.

Выбор указанных веществ обусловлен целевым назначением изделия из композиционного материала: жесткие конструктивные элементы (трубы, пластины, уголки, швеллеры и т.д.) изготавливаются с применением связующего, тогда как гидро-тепло и

звукозащитные материалы в первую очередь должны быть водостойкими, эластичными и достаточно прочными на растяжение и изгиб.

Резиновый клей представляет собой раствор каучука в бензине и широко применяется для склеивания прорезиненных тканей, металлов, резинотканевых и резиновых изделий. Обычно они содержат вулканизирующие агенты, модифицирующие добавки, в том числе наполнители (технический углерод, каолин, TiO_2 , мел, кварц и т.п.), сшивающие агенты (как правило, полиизоцианаты), растворители или дисперсионную среду, другие полимеры, повышающие адгезию, клейкость, улучшающие технологические свойства. Такие клеи переходят из пластичного (текучего) состояния в эластичное вследствие испарения растворителя или дисперсионной среды (не вулканизирующиеся резиновые клеи, например, на основе латексов) или вследствие вулканизации (вулканизирующиеся резиновые клеи) [5].

Клей ПВА - эмульсия поливинилацетата в воде, с пластификатором и специальными добавками, обладающая высокой морозостойкостью, нетоксична, пожаро- и взрывобезопасна. Добавление в строительные растворы ПВА повышает адгезию растворов к основам, придаёт пластичность, увеличивает прочность конечного изделия. При застывании стекленеет с малой усадкой, но не становится излишне хрупким, что позволяет заполнять просветы до нескольких миллиметров [6].

Герметики (герметизирующие составы), пастообразные или вязкотекучие композиции на основе полимеров или олигомеров, которые наносят на различные соединения с целью предотвращения утечки рабочей среды через зазоры конструкции. Герметики обладают: высокой эластичностью, прочностью, адгезией к материалам конструкции, тепло- и морозостойкостью, устойчивостью к действию влаги, света, озона, коррозионной инертностью по отношению к поверхностям, контактирующим с герметиками, а в некоторых случаях, электроизоляционными свойствами, стойкостью к действию ионизирующих излучений [7].

Первоначально нити в расправленном состоянии, но без натяжения, крепились в вертикальном положении на вращающемся диске. Обработка нитей связующим и клеящими веществами производилась равномерно по всей поверхности при помощи мягкой кисти. В процессе полимеризации диск периодически поворачивался, меняя положение на 180° , для того, чтобы избежать стекание жидкого связующего вниз под действием силы тяжести.

Наблюдения показали, что связующее на базе полиэфирной смолы POLYLITE 516-M855 располагается на нитях в виде шарообразных капелек, которые в процессе полимеризации приклеивались к мононити, но не контактировали и не слипались между собой (рис. 1а). По окончании процесса полимеризации нити оставались эластичными и не теряли свою прочность.

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

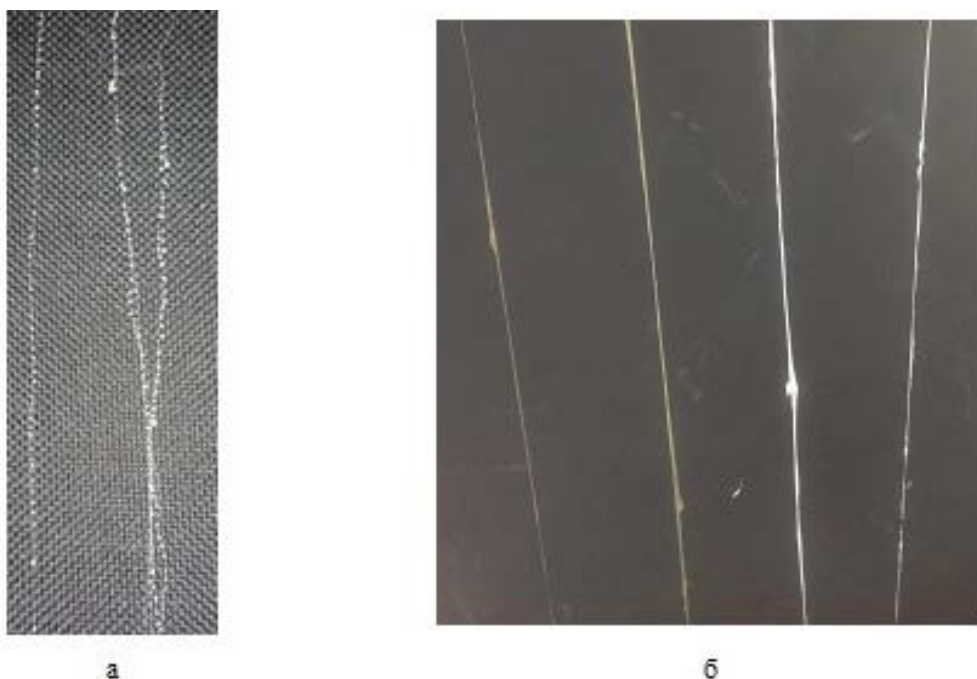


Рис 1. Нити после полимеризации: а – связующего на базе полиэфирной смолы POLYLITE 516-M855 (в виде капелек); б – клеящих веществ.

Используя электронный твердомер, марки ZWICK/ROELL ZHU250TOP, при увеличении в 183 раза было установлено, что:

- отдельные капельки связующего скатываются по нити в виде шарообразных капелек, которые в процессе полимеризации приклеиваются к ней, но не контактируют и не слипаются между собой на поверхности нитей (рис. 2а);
- наличие на нити, находящейся внутри капельки отвердевшего связующего, тончайшего пограничного слоя (рис. 2б);

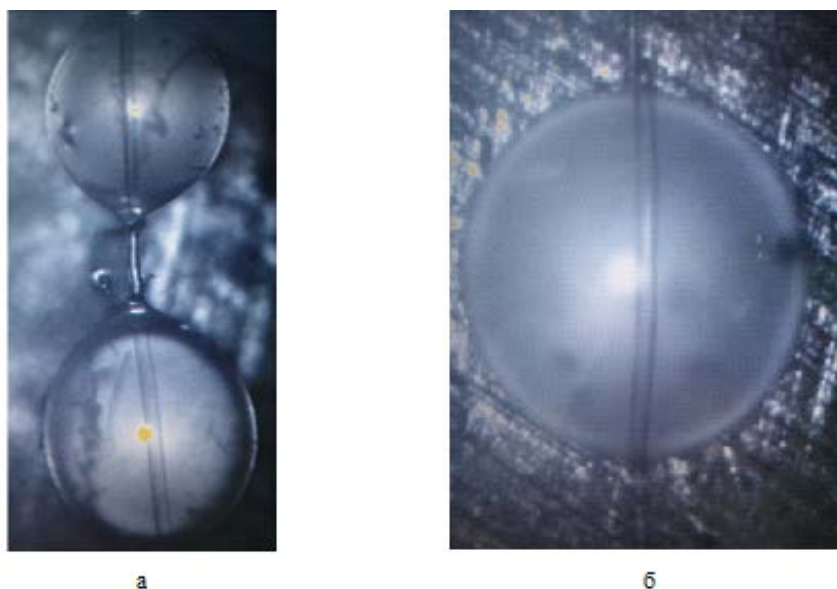


Рис 2. Капельки связующего на мононити: а – отсутствие связующего на мононити между капельками связующего; б – наличие пограничного слоя на волокне внутри капельки связующего.

- взаимосвязь нитей и полимеризованного связующего крайне не существенна и при приложении незначительной нагрузки, капелька отвердевшего связующего достаточно легко сдвигалась по нити;

- клеящие вещества покрывают нить сплошным слоем, на поверхности не наблюдаются трещины и пузырьки воздуха (рис. 3).

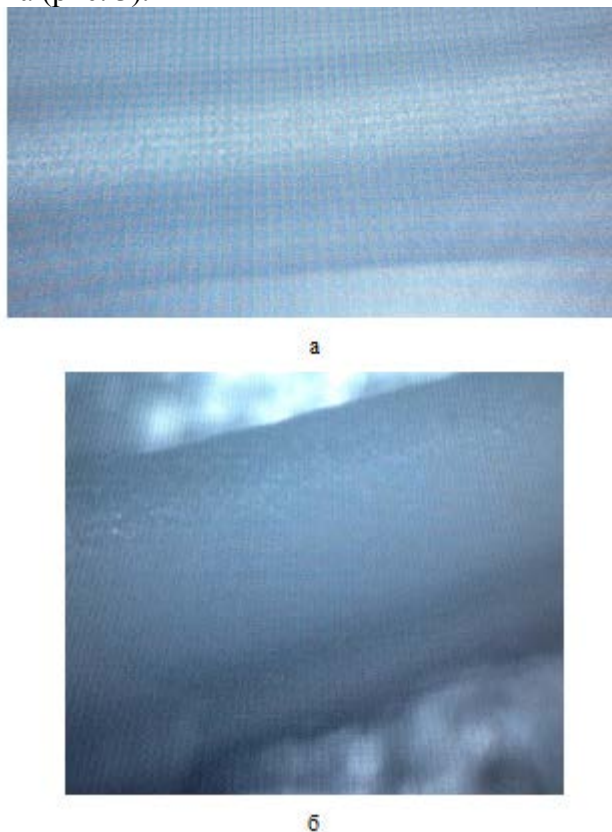


Рис 3. Клеящее вещество на полиамидной нити: а – резиновый клей; б – герметик.

Помимо изложенного, проведены исследования единичной нити, находящейся в толще полимерной матрицы. Эксперимент проводился по следующей методике.

Нить размещалась в форме, размером 50×250 мм, таким образом, чтобы она находилась в центре прямоугольного сечения. После чего форма заполнялась связующим или клеящим веществом (рис. 4).

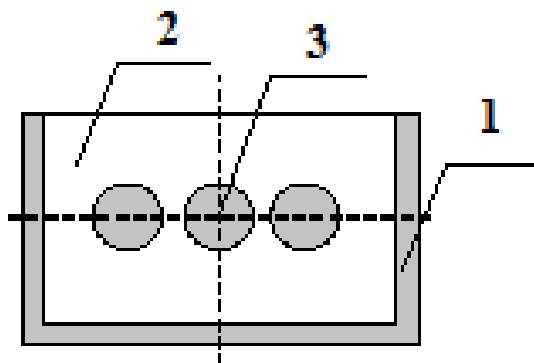


Рис. 4. Поперечное сечение формы: 1 – стенки формы; 2 – связующее или клеящее вещество; 3 – нить.

После полимеризации полученные образцы (рис. 5) изучались при помощи твердомера ZWICK/ROELL ZHU250TOP.

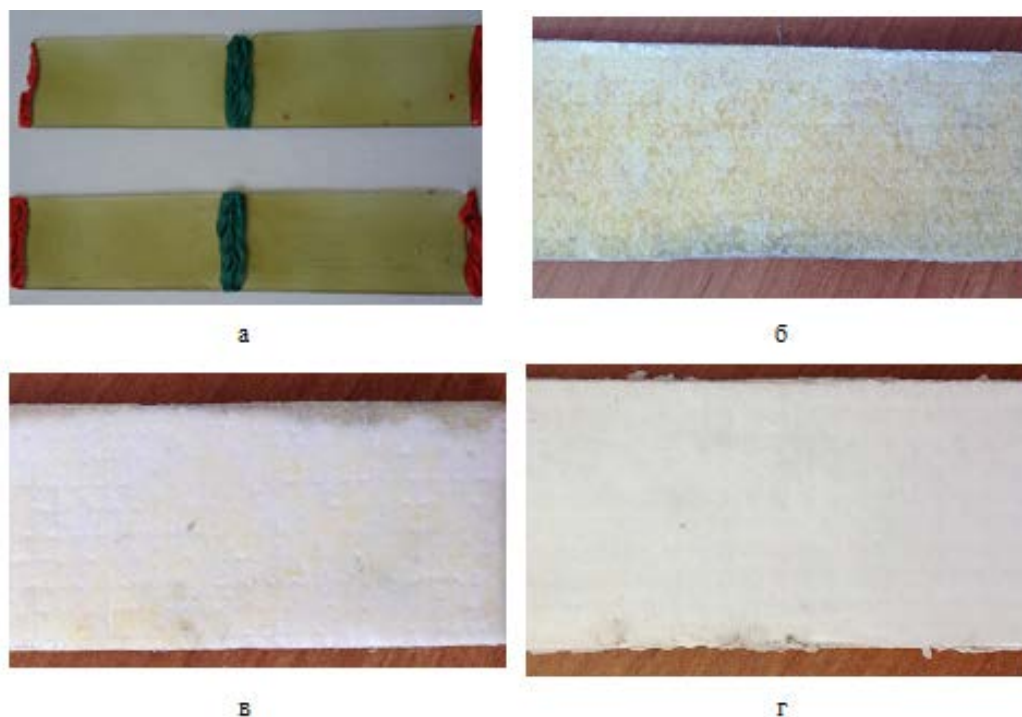


Рис 5. Нити в матрице: а – связующее; б – резиновый клей; в – клей ПВА; г – герметик.

Нити, находящиеся внутри застывших матриц клеевых соединений, даже при увеличении в 183 раза обнаружены не были. Имеет место прочное соединение клеев и нитей: попытка вытащить нить из матрицы не увенчалась успехом, что позволяет судить о высоких адгезионных свойствах мононитей и используемых клеящих веществ. Визуальное исследование нитей, находящихся в полимеризованном связующем показало, что нить по всей внешней поверхности полностью взаимодействует с матрицей, в зоне контакта трещины и пузырьки воздуха отсутствуют (рис. 6).



Рис 6. Расположение мононити в матрице.

В целом на основании проведенных исследований было установлено, что:

- взаимосвязь между химическими волокнами (мононитями) и матрицей, представляющей собой связующие на базе полиэфирной смолы POLYLITE 516-M855 и клеящие вещества (герметик, резиновый клей, клей ПВА), является эффективным;
- повышение прочностных свойств композитов на нетканой основе достигается за счет поверхностного слоя, образующегося при адгезии структурных элементов и связующего в процессе его полимеризации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адгезия. Основные термины и определения. Ненахов С.А. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.penta-91.ru/adhesion.htm>.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.newchemistry.ru/glossary/glossary.php?gloss_id=25
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mirsmazok.ru/blogs/modules.php?name=articles&id=941>
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki>
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3862.html>
6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
7. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/988.html>

ВЛИЯНИЕ ВИДА ПРЯЖИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЖИНСОВЫХ ТКАНЕЙ

NFLUENCE OF YARN TYPE ON EFFICIENCY JEANS MANUFACTURING

А.В. Умарова¹, А.А. Ишматов², А.Б. Ишматов²
A.F. Umarova¹, A.A. Ishmatov², A.B. Ishmatov²

¹ЗАО “САТН” (Республика Таджикистан, г. Худжанд)
²Технологический университет Таджикистана, (г. Душанбе)
¹CJSC SATN, (Republic Tajikistan Hujand)
²Technological University of Tajikistan, (Dushanbe)
E-mail: ishmat_0405@mail.ru

В республике Таджикистан много швейных предприятий легкой промышленности (например, “САТН”, “Джавони”, “Нику Худжанд”, “Лидер”), выпускающих продукцию из джинсовых тканей. Предварительные результаты экспериментов по совершенствованию технологии изготовления джинсовых тканей на этих предприятиях показали, что эффективность производства зависит в основном от вида используемого сырья. Так, на одних предприятиях джинсовые ткани вырабатываются из чисто хлопковой пряжи, а на других - из смеси хлопка и других волокон. В результате чего себестоимость таджикских джинсовых тканей колеблется в значительном диапазоне.

Ключевые слова: джинсовые ткани, технология, смешанная пряжа, готовые изделия.

In the Republic of Tajikistan there are many garment enterprises of the light industry such as SATN, Javoni, Niku Khujand, Leader and others that develop products from denim. The preliminary results of experiments to improve the technology of manufacturing denim fabrics at these enterprises showed that the efficiency of production depends mainly on the type of raw materials used. So in some enterprises, denim fabrics are produced from pure cotton yarn, while in others from a mixture of cotton and other fibers. As a result, the cost of Tajik denim fabrics fluctuate in a significant range, leading to factories bankruptcy.

Key words: denim fabrics, technology, offset yarns, finished products.

ЗАО “САТН” (Central Asia Textile Hujand) расположен в г. Худжанде, занимается обработкой и производством хлопковой продукции. Поэтому основным сырьем является хлопок, очищенный из семян. Хлопок они берут из дехканских хозяйств городов и районов Согдийской области. Раньше джинсовую ткань изготавливали из 100% натурального волокна – хлопка. Но сейчас по желанию заказчика к уточной нити добавляют полиэстер и спандекс. Положительная сторона этой ткани эластичность и прочность, их часто используют в женских джинсовых изделиях. Предприятие берет хлопковое волокно внутри страны. Производимую продукцию отправляют в основном в Италию, в Россию и частично реализуется в магазинах страны.

Предприятие производит брюки, женскую и мужскую одежду, детские комбинзоны, куртки и т.п. Высокую плотность ткани используют для шитья зимней и осенней одежды, низкую плотность - для весенних и летних изделий. В табл 1 приведены варианты составов основной и уточной пряжи, использующихся в настоящее время при производстве джинсовых тканей

Таблица 1

Артикулы плотных весенне – летних тканей

№ артикула	Нити	Толщина нитей, текс	Состав
1021	Основа	78	100% хлопок
	Уток	73	100% хлопок

0921	Основа	78	100% хлопок
	Уток	59	85% хлопок, 12% - полиэстер, 3%- эластан
0970	Основа	78	100% хлопок
	Уток	49	92% хлопок, 6% - полиэстер, 2%- эластан
0941	Основа	42	100% хлопок
	Уток	32,8	100% хлопок
0900	Основа	32,8	100% хлопок
	Уток	32,8	85% хлопок, 12% - полиэстер, 3%- эластан
0822	Основа	59	100% хлопок
	Уток	32,8	92% хлопок, 6% - полиэстер, 2%- эластан
0833	Основа	32,8	100% хлопок
	Уток	25	93% хлопок, 5% - полиэстер, 2%- эластан

Также разрабатывается технология с применением в состав уточных нитей до 20% шелковых волокон см. табл.2. Благодаря чему, внешний вид ткани блестит и прочность ткани увеличилась на 35% .

Таблица 2

№ артикула	Нити	Толщина, текс	Состав
0900SS	Основа	32,8	100% хлопок
	Уток	32,8	65% хлопок, 19% шелк: 2% полиэстэр, 4% эластан

Результаты исследования физико-механических свойств джинсовых тканей, выработанных по новой технологии с 20% шелка в утке показали, что при этом на 20-30% увеличивается поверхностная плотность и удлинение при разрыве (см. рис.1 и 2)

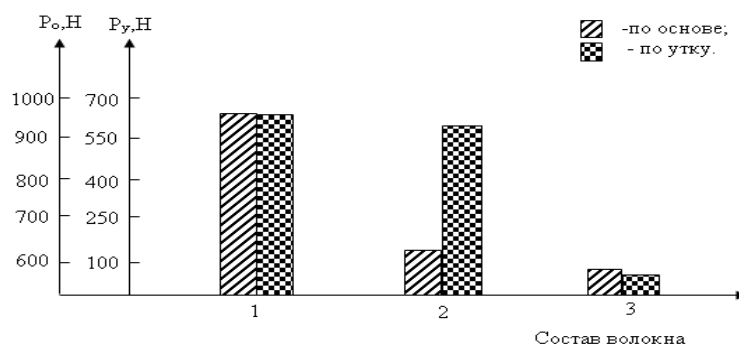


Рис.1. Изменение поверхностной плотности джинсовых тканей

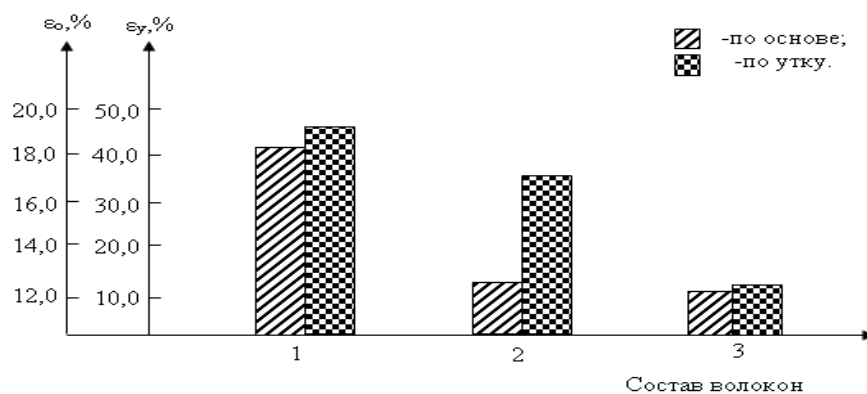


Рис. 2. Изменение удлинения при разрыве джинсовых тканей по основе и утку

Анализ эффективности изготовления джинсовых тканей по новой технологии (из смешанной пряжи) показали, что при этом на 10-15% увеличивается рентабельность фабрики и повышается покупательская способность тканей. Вся выпущенная продукция соответствует требованиям ГОСТ.

Выводы

1. Экспериментально подтверждена экономическая эффективность выработки джинсовых тканей с применением шелковых волокон в утке.
2. В дальнейшем необходимо разрабатывать технологию выработки джинсовых тканей с применением шелковых волокон и состав основных нитей, что увеличивает область применения этих тканей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Умарова А.Ф., Ишматов А.Б. Таъсири сохтор ва таркиби мавод дар шаклдиҳӣ ва ороиши либос. Материалы международной научно-практической конференции “Перспектива развития науки и образования” // Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими. Душанбе. - 2019. - С.452-454.
2. Интернет - ресурс: www.ozodi.org
3. <https://asiaplustj.info/ru/news/tajikistan/economic/20110624/predpriyatie-po-vypusku-dzhinsov-v-sogde-povysilo-stoimost-produktsii>

**РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ
ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ШУМОИЗОЛЯЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**DEVELOPMENT OF INNOVATIVE TECHNOLOGY AND EQUIPMENT FOR THE
PRODUCTION OF COMPOSITE SOUND INSULATION MATERIALS FOR THE
AUTOMOTIVE INDUSTRY**

А.Г. Хосровян, Г.А. Хосровян
A.G. Khosrovyan, G.A. Khosrovyan

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Politechnical University
E-mail: askarm@mail.ru, khosrovyan_haik@mail.ru

В статье рассмотрены вопросы получения композиционных шумоизоляционных материалов на основе разработки технологии, оборудования и способа получения композиционных шумоизоляционных материалов. Рассмотрены преимущества разработанной технологии, оборудования и способа получения композиционных шумоизоляционных материалов. Описана технология получения композиционных шумоизоляционных материалов для автомобильной промышленности в зависимости от исходного сырья. Приведены результаты теоретических исследований технологических процессов, протекающих на разработанном оборудовании для получения композиционных шумоизоляционных материалов.

Ключевые слова: композиционный шумоизоляционный материал, технологический процесс, способ и оборудование для получения композиционных шумоизоляционных материалов, камера для рассортировки волокон.

The article deals with the issues of obtaining composite noise insulation materials based on the development of technology, equipment and method for obtaining composite noise insulation materials. The advantages of the developed technology, equipment and method for producing composite noise insulation materials are considered. The technology for producing composite noise insulation materials for the automotive industry, depending on the raw material, is described. The results of theoretical studies of technological processes that occur on the developed equipment for producing composite noise insulation materials are presented.

Keywords: composite noise insulation material, technological process, method and equipment for producing composite noise insulation materials, fiber sorting chamber.

В настоящее время значительно выросла потребность в новых материалах специального назначения для различных отраслей народного хозяйства, в том числе, для автомобильной промышленности. Одной из проблем, возникающей при эксплуатации современных автомобилей, является недостаточная шумоизоляция, вызванная шумом колес во время езды, шумом двигателя, а также высокий общий уровень шума во время движения и посредственное звучание штатной акустической системы.

Эти проблемы решаются при использовании новых видов шумоизоляционных материалов.

С целью улучшения качественных характеристик шумоизоляционных материалов, которые непосредственно влияют на срок эксплуатации автомобиля и уменьшение общего уровня шума, нами разработана технологическая линия, в которой установлено разработанное нами оборудование для подготовки сырья, состоящего из отходов текстильной промышленности (отходов тканей, нитей, веревок, ковровых покрытий, мешков (биг-бэг) и т.д.), и оборудование для получения композиционных шумоизоляционных материалов.

Схема технологической линии получения композиционных шумоизоляционных материалов представлена на рис. 1.

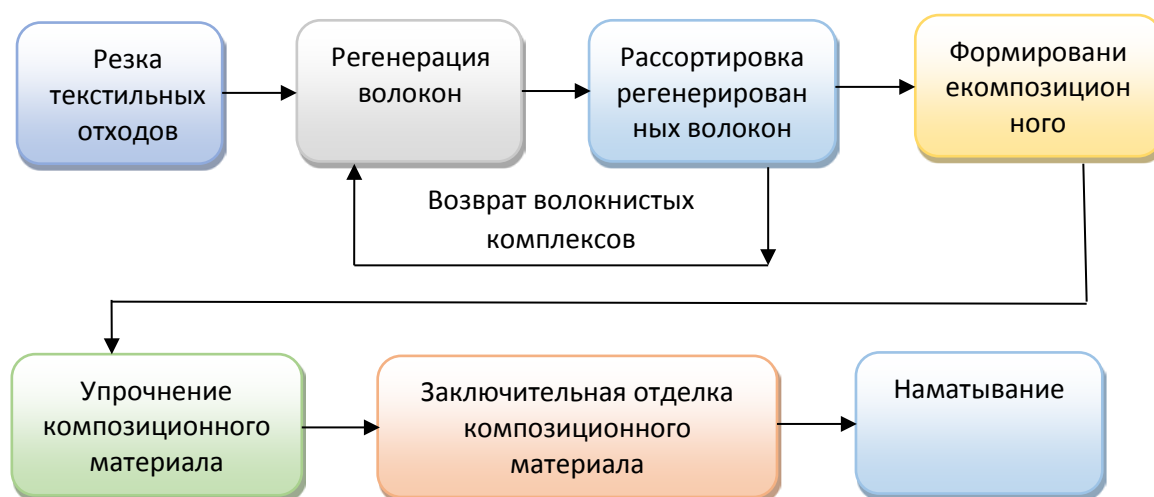


Рис.1. Схема технологической линии для получения композиционных шумоизоляционных материалов

Особенностью подготовки отходов является то, что регенерированные волокна после разволокнения отходов на разработанном нами оборудовании [1] подаются на последующее оборудование технологической линии для получения композиционных шумоизоляционных материалов, а неразволокненные отходы после выхода из камеры рассортировки волокнистой смеси возвращаются на оборудование для повторного разволокнения.

Также в технологической линии установлено разработанное нами оборудование для получения композиционных материалов [2], на котором формируется новая по сравнению с известными структура композиционного шумоизоляционного материала.

Для оптимизации процесса подготовки и получения компонентов композиционного шумоизоляционного материала было выполнено моделирование процесса формирования компонентов композиционного шумоизоляционного материала и определена величина коэффициента аэродинамического сопротивления волокна c_x при поперечном обтекании воздушным потоком [3-5]

$$c_x = \frac{4}{\text{Re}} (1/G + 1,5772/G^2) \text{ при } 0 \leq \text{Re} \leq 10;$$

$$c_x = 0,27 \text{Re}^{-0,61} \text{ при } 10 < \text{Re} \leq 300,$$

где $G = \ln(4 \text{Re}_L / \text{Re}^2)$, $\text{Re}_L = (\bar{v}_a - \bar{v})L_g / \nu_{\text{вяз}}$, $\text{Re} = |\bar{v}_a - \bar{v}|D_g / \nu_{\text{вяз}}$;

D_g , L_g – диаметр и длина волокна;

\bar{v} , \bar{v}_a – скорости волокна и воздушного потока, соответственно;

$\nu_{\text{вяз}}$ – коэффициент кинематической вязкости воздуха.

Преимуществами предложенной нами технологической линии являются упрощение и сокращение технологического процесса, повышение качества получаемого композиционного шумоизоляционного материала и, как следствие, увеличение срока эксплуатации, улучшение условий труда и сокращение численности обслуживающего персонала за счет сокращения технологических операций, непрерывность технологического процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент № 2471897 Российская Федерация. Способ получения многослойных волокнистых материалов и устройство для его осуществления/Хосровян Г.А. Хосровян А.Г. Красик Т.Я. Хосровян И.Г. Жегалина Т.В.– Оpubл. 10.01.2013.
2. Патент № 2595992 Российская Федерация. Способ получения многослойных волокнистых материалов и устройство для его осуществления / Г.А. Хосровян, Т.Я. Красик, М.А. Тувин, И.Г. Хосровян.– Оpubл. 05.08.2016.

3. Хосровян, А.Г. Математическая модель движения волокна при его съеме ускоряющимся воздушным потоком с гарнитуры вращающегося пильчатого барабана /А.Г. Хосровян, М.А. Тувин, Т.Я. Красик, Г.А. Хосровян, А.А. Тувин // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №2. С. 185-188.
4. Хосровян, И.Г. Разработка теории выравнивающей способности устройства для получения многослойных волокнистых материалов/И.Г. Хосровян, А.Г. Хосровян, Т.Я. Красик, Г.А. Хосровян // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №6, С. 79-82.
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.

НОВЫЙ ВЕКТОР В ДИЗАЙНЕ КОЛЛЕКЦИЙ МОДЕЛЕЙ ОДЕЖДЫ: ТРЕНДЫ FASHION HUB RUSSIA

NEW VECTOR IN THE DESIGN OF COLLECTIONS OF CLOTHING MODELS: TRENDS FASHION HUB RUSSIA

А.Н. Малинская
A.N. Malinskaya

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnical University
E-mail: albina.malinskaya@mail.ru

Рассмотрен опыт ведущих экспертов-практиков в области моды, ритейла и креативных индустрий и его роль в формировании профессиональных компетенций будущих специалистов индустрии моды. Определен вектор завершающего этапа подготовки дизайнеров одежды - разработки дизайна коллекций моделей одежды в условиях «индустрии 4.0».

Ключевые слова: индустрия моды; коллекция моделей одежды; «индустрия 4.0»; тренд; бренд; диджитализация; кастомизация; экоустойчивость.

The experience of leading expert practitioners in the field of fashion, retail and creative industries and its role in the formation of professional competencies of future specialists in the fashion industry were considered. The vector of the final stage of training for clothing designers is defined as the designing of the collections of clothing in the conditions of "Industry 4.0".

Keywords: fashion industry; collection of clothing models; "Industry 4.0"; trend; brand; digitalization; customization; eco-sustainability.

«Профессионалам нужна информация. Вирус остановил машину индустрии моды. И сейчас она вроде как заводится по новой. При этом все очень диджитализировалось: если сейчас на онлайн приходится 12 %, то через три-пять лет это будет 40 % продаж. Меняются все правила, выстраиваются другие связи — все это нужно знать. Мир будет кардинально другой, и к нему придется приспосабливаться. Красота перестала работать, теперь работает этическое высказывание. И это надо тоже понять, чтобы выжить. Если ты освоишь 3D-моделирование, то ты сможешь сотрудничать со всеми производственными компаниями удаленно. Все эти радикальные штуки надо понимать». Эти ключевые вопросы новой реальности fashion-индустрии обозначил основатель платформы Weinopen Алексей Баженов на Первом Международном образовательном онлайн-конгрессе FHUB CONGREGES IVANOVO, который проходил с 7 по 12 сентября 2020 года. Полезный и вдохновляющий опыт ведущих экспертов-практиков в области моды, ритейла и креативных индустрий особую значимость имеет для формирования профессиональных компетенций будущих специалистов на уровне подготовки.

На основе анализа трендов ритейла, модной и креативной индустрии, маркетинг-лайфхаков и экспертиз топовых российских и международных специалистов определен вектор завершающего этапа подготовки дизайнеров одежды, стартапа в направлении создания авторского бренда - разработки дизайна коллекций моделей одежды в условиях «индустрии 4.0». Опираясь на опыт профессионалов, участников конгресса, сформулированы основные аспекты развития российской индустрии моды, на которые необходимо ориентироваться начинающим дизайнерам при выборе тематики проектной деятельности, разработке коллекций и ассортиментных серий моделей одежды.

1. Мода – это всегда про бизнес. Это явление в России очень часто недооценивают, считая моду искусством или чем-то для тусовки. Проблема заключается в том, что у нас мыслят терминами «производство одежды» и «сбыт одежды» и очень мало думают о моде

как о социальном явлении, в котором участвуют десятки игроков, составляющих одну экосистему. 2. Результатом постиндустриальной революции в Европе является сквозная экосистема индустрии моды. В России на постсоветском пространстве экосистема Легпрома продолжает шить «просто одежду». «Но в мире перепроизводства, когда на каждого в десять раз больше вещей, чем нам нужно, «просто одежда» никому больше не нужна. Должен быть классный дизайн, и дизайн должен быть бизнесом» - основная идея А. Баженова.

3. **Профицит как двигатель прогресса.** Не секрет, что 80% российского рынка одежды занимает импорт. Баженов объяснил почему. Современный модный продукт представляет собой гибридную субстанцию: предмет одежды - это не просто вещь, но еще и сообщение, какой-то символ. Его выбор что-то говорит о человеке. Никто не хочет ходить в одинаковых рубашках, все хотят выделяться. Это особенность постиндустриального общества, в котором роль информации сильно возросла. Для того чтобы не потерять внимание потребителя, бренды вынуждены снимать сериал. Если раньше можно было один раз сказать, для кого ты выпускаешь одежду, то сейчас об этом нужно постоянно напоминать. Чтобы выиграть конкуренцию, на фабрики начали привлекать фотографов, художников, стилистов. Они начали создавать вокруг своего продукта историю и превратились в бренды.

4. Локализация производства. Например, всё, что произведено в Ивановской области, должно и потребляться там же.

5. Фабрику нужно превратить в бренд и показать ей рынок b2c – идея Баженова. В России около пятнадцати тысяч фабрик, одежду которых мы никогда не покупаем, приблизительно столько же ретейлеров, тысячи дизайнеров, арт-директоров, фотографов — но индустрии моды нет: наши фабрики продолжают производить товары, а не бренды. В Иваново несколько сотен швейных производств, но ничего нельзя сказать ни об одном из них: все они работают в сегменте госзаказов или на Wildberries.

6. Сила такого явления как мода – в создании своего модного продукта внутри культуры, а не только в создании инструментов для сбыта товаров. Российские дизайнеры уже скопировали всё, что можно, и теперь необходимо ударными темпами переосмыслять и искать самобытность. Все поняли, что самое крутое — создавать, а не повторять. Тренд — это регионы. Для того чтобы региональные марки имели силу, нужно раскрыть локальную идентичность региона. Но нужно делать это, не копаясь в прошлом, - уверен А. Баженов.- Нужно раскрыть новые символы города. Есть какие-то вещи, которые встраиваются в культуру и становятся знаковыми: места, названия. Поколение Z не будет носить футболку с Карамзиным. Только если он будет очень осовременен.

7. На смену демонстративного потребления приходит потребление осознанное. Сейчас не только российская модная индустрия переживает экономический кризис. В мире существует еще глобальный тренд, который также негативно сказывается на модных проектах - люди все меньше уделяют внимание одежде, переключив свои интересы на путешествия, развлечения и гаджеты.

8. Для fashion-индустрии кризис – явление системное, ведь при копировании трендов всегда присутствует кризис идей. И мода – это как раз обновление и преодоление этого кризиса

9. В российской моде нет своих героев, поэтому самые главные московские концепт-сторы размещают у себя только те бренды, о которых написали западные медиа. потребители не доверяют локальным брендам. Для создания резонанса публикации недостаточно в российских СМИ, необходимы публикации в западных изданиях. Это довольно странно, потому что взгляд «оттуда» совсем другой и там нужны другие бренды и другие визуальные выражения.

10. Мода – это социальный феномен, обращаясь к которому, бизнес получает еще одно конкурентное преимущество. Нельзя ориентироваться при производстве только на то, что покупают. Например, в кризис Concept Club ориентировались только на дешевизну и таблицы с анализом потребительского спроса. А в кризис, как ни странно, потребитель

выбрал более дорогие, но fashion-ориентированные и правильно спозиционированные бренды Melon Fashion Group.

11. Глобальная индустрия моды уже сейчас начинает жить по принципам экоустойчивости и циклическим бизнес-моделям. Ситуация с COVID-19 будто отфильтровала все сомнения и вынесла этот вопрос на повестку дня: вопрос выживания и продолжения работы глобальных лидеров моды после коронавируса обозначен одним словом — экоустойчивость. Лидирующие бренды сейчас сокращают коллекции, показы, уходят от мультисезонности, внедряют механизмы, которые позволяют им работать без перепроизводства.

12. Кастомизация и персонализация. Материальный мир сегодня соединяется с виртуальным, в результате рождаются новые киберфизические комплексы, объединенные в одну цифровую экосистему. Индустрии 4.0 часто изображают в виде математического знака бесконечности — он иллюстрирует этот бесконечный цикл взаимодействия производителя с продуктом и с клиентом. Следующие поколения так называемых native digital, которые выросли в эпоху интернета, привыкли к тому, что перед ними открыт целый мир предложений: миллионы вариантов принтов на футболках, все оттенки джинсов, какая угодно техника и мебель на расстоянии одного клика. Они не хотят быть одинаковыми, они стараются подчеркнуть свои индивидуальные особенности и выразить настроение.

13. Диджитализация индустрии моды. Использование программы 3D-CLO для производителей одежды. В течение ближайших двух лет 3D-сканы тела и аватары появятся у нас всех. Создание цифровых ателье, которое шьет одежду по индивидуальным 3D-сканам для нестандартных фигур. Тут переплетаются две темы — дайверсити, разнообразие красоты у людей с нестандартной фигурой, и диджитал, пошив по индивидуальным параметрам на основе аватара. Получается демократичный кутюр.

14. Правильная утилизация и переработка старых вещей, рестайлинг – перспективные направления борьбы в условиях экокатастрофы.

15. Проектирование «умной одежды» из «умных» материалов с использованием инновационных технологий.

16. Создание современных учебных заведений в области промдизайна на базе лучших российских инженерных школ с большим технопарком с новейшим оборудованием – прекрасный шанс стать одной из лидирующих стран в области подготовки таких специалистов и через несколько лет выводить на мировой рынок российские инженерные решения.

17. Дизайнерам нужно учиться рассказывать о себе. Дело в том, что в сегодняшнем информационном шуме, как оказывается, побеждает и привлекает внимание тот, кто умеет рассказать о каких-то интересных, важных, неожиданных вещах, и делает это искренне.

18. Вместо показов и дефиле создание модных мероприятий нового формата, в рамках которого успешные с точки зрения бизнеса и визуала проекты делятся своими кейсами. Цель - познакомить друг с другом участников разных сегментов fashion-индустрии и тем самым способствовать качественным изменениям внутри нее.

В Ивановском государственном политехническом университете на кафедре Конструирования швейных изделий существует и успешно развивается школа промышленного дизайна, ориентированная на новые аспекты в развитии российской индустрии моды. Большое внимание уделяется цифровизации процессов проектирования одежды – использование современных САПР, программы 3D-CLO, бодисканера; изучению и использованию в современном дизайне культурного наследия Ивановского края; тесному сотрудничеству с индустриальными партнерами в рамках программы «вуз- производство».

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексей Баженов. Программа модернизации российской индустрии моды. ПЕРВЫЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ОНЛАЙН-КОНГРЕСС FHUB EDUCATION IVANOVO. [Электронный ресурс] <http://fhubeducation.ru/congress#!/tab/223775565-6>

2. Малинская, А.Н. Разработка коллекции моделей: теория и практика: учебное пособие для вузов и сузов / А.Н. Малинская, М.Р. Смирнова. - Иваново: ИГТА, 2008. - 244с: 32цв. ил.
3. Кузьмичев, В.Е. Художественно-конструктивный анализ и проектирование системы "фигура-одежда": учебное пособие [Текст]/ В. Е. Кузьмичев, Н.И. Ахмедулова, Л.П. Юдина. - Иваново: ИГТА, 2010. - 300с., ил.

**ТЕХНОЛОГИЯ ЛОКАЛЬНОЙ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ШВОВ НА ИЗДЕЛИИ
СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ИЗ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО
ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА**

**TECHNOLOGY OF LOCAL SEALING OF SEAMS ON A SPECIAL-PURPOSE PRODUCT
MADE OF MULTIFUNCTIONAL TEXTILE MATERIAL**

Э.А. Хамматова
E.A. Khammatova

Казанский национальный исследовательский технологический университет
Kazan National Research Technological University
E-mail: elm.kzn@mail.ru

В статье описывается технология локальной герметизации швов в специальной одежде из многофункционального материала «Климат Standard 250» и многофункционального пленочного материала за счет герметизации мест проколов от иглы полиуретановой дисперсией, структурированной наночастицами серебра. Реализовать подобную технологию возможно за счет использования потока «холодной» плазмы пониженного давления, которая позволит улучшить комплекс защитных и механических свойств.

Ключевые слова: специальная одежда, текстильный материал, плазма, защитные, механические свойства, герметизирующий пленочный материал.

The article describes the technology of local sealing of seams in special clothing made of multifunctional material "Climate Standard 250" and multifunctional film material by sealing the puncture sites from the needle with polyurethane dispersion structured with silver nanoparticles. It is possible to implement such a technology by using a flow of "cold" low-pressure plasma, which will improve the complex of protective and mechanical properties.

Keywords: special clothing, textile material, plasma, protective, mechanical properties, sealing film material.

Обеспечить уровень водонепроницаемости в местах проколов от иглы при производстве швейных изделий специального назначения с пленочным покрытием на заданном высококачественном уровне можно всего лишь посредством использования герметизирующих материалов.

Герметизирующий пленочный материал, используемый при изготовлении одежды специального назначения из материалов с водоотталкивающей отделкой, должен обеспечивать:

- водонепроницаемость не меньше водонепроницаемости материала, из которого выработано специальное изделие;
- эластичность и прочность, допускающие возможность швам изменяться без разрушения при носке;
- атмосферо-, тепло-, морозостойкость герметиков;
- выдерживание герметичности впоследствии воздействия стирки или химчистки.

Качество швейных изделий специального назначения из материалов с водоотталкивающей отделкой в одинаковой степени обуславливается технологией подготовки, производства и их отделки в сфере текстильно-отделочного производства, а также методов обработки и соединения деталей одежды на швейных предприятиях за счет использования альтернативных методов сборки: клеевого скрепления, формования и сварки [1].

Водоотталкивающая отделка содействует снижению прорубаемости тканей иглой вследствие увеличения гладкости волокон и нитей и на них защитного армирующего слоя,

позволяющих обеспечивать водозащитные свойства в местах прокола иглой [2]. Однако при этом изменяются и другие показатели механических и физических свойств материалов, в том числе, взаимосвязанные с прорубаемостью тканей – осыпаемость, раздвигаемость и жесткость. При этом воздухопроницаемость снижается от 10 до 50 % [3] и нарушается целостность пленочного покрытия материалов при проколе иглой.

Таким образом, материал с водоотталкивающей отделкой в наименьшей степени повреждается иглой при стачивании. Причиной наибольшей негерметичности швов является не только прорубаемость тканей, но и деформация отверстий от проколов швейной иглой при образовании строчки.

Существование наибольшей водоупорности у материалов с пленкой предписывает и выбор таковой технологии локальной герметизации, которая гарантирует соответственный уровень водонепроницаемости мест проколов от иглы без дополнительной обработки деталей:

- эластичность и прочность, допускающие возможность швам изменяться без разрушения при носке;
- атмосферо-, тепло-, морозостойкость герметика;
- выдерживание герметичности впоследствии воздействия стирки или химчистки.

Суть предложенной технологии [4], заключается в доставке под давлением в каждое отверстие такого объема герметизирующего вещества, которого достаточно для его заполнения с целью обеспечения водонепроницаемости.

Герметизирующие клеящие композиции проникают в места прокола иглой за счет химической реакции, в результате их взаимодействий с водой, а также контактного теплового воздействия на операции предварительной сушки [5].

Исследовали влияние плазменной обработки на композиционный материал в целом, состоящий из многофункционального (МТМ) «Климат Standard 250» и многофункционального пленочного материала (МПМ) за счет герметизации мест проколов от иглы полиуретановой дисперсией, структурированной наночастицами серебра.

Обработка экспериментальных образцов МТМ и герметизирующих МПМ осуществлялась на опытной установке в потоке «холодной» плазмы пониженного давления.

С целью сокращения критериев плазменной обработки (расхода газа, давления в рабочей камере, мощности разряда и продолжительности плазменной обработки), влияющих на показатели механических свойств композиционного материала (МТМ + МПМ), методом планирования многофакторного эксперимента в модуле «Планирование эксперимента» в программе «Statistica 6.0» произвели обработку результатов экспериментальных данных и установили оптимальные параметры воздействия потока «холодной» плазмы пониженного давления (рис. 1-2).

Проведение экспериментальных исследований многофункционального текстильного материала осуществлялось по стандартной методике по определению разрывной нагрузки швов, согласно ГОСТ 28073-89 [6]. Из отобранных точечных проб материалов вырезались по две полоски, каждая длиной 300 мм и шириной не менее 90 и 130 мм. При испытаниях укороченных проб швов допускалось вырезать полоски длиной 300 мм и шириной 70 и 110 мм. Полоски материала стачивали попарно вдоль длинной стороны на расстоянии от 5 до 15 мм от края в соответствии с нормативно-технической документацией. На разрывной машине устанавливали зажимную длину, равную 100 мм. Для укороченных швов допускалось проводить испытание швов при зажимной длине 50 мм. Показатели разрывной нагрузки снимались с соответствующих шкал разрывной машины при разрушении шва. Момент разрушения шва фиксировали по диаграммной записи, останову прибора и звуку разорвавшейся нитки. За фактическую разрывную нагрузку шва принимали среднее арифметическое значение восьми результатов первичных испытаний, округленное до 1,0 Н (0,1 кгс).

С помощью объемных изображений на графиках (рис. 1-2) удалось выделить область параметров плазменной обработки, после воздействия которых композиционный материал

приобрел наилучшие прочностные показатели и относительное разрывное удлинение как в плазмообразующем газе аргон, так и в смеси газов аргон – пропан-бутан при $W_p = 1,7$ кВт; $P = 26,6$ Па; $G = 0,04$ г/с; $t = 6$ мин.

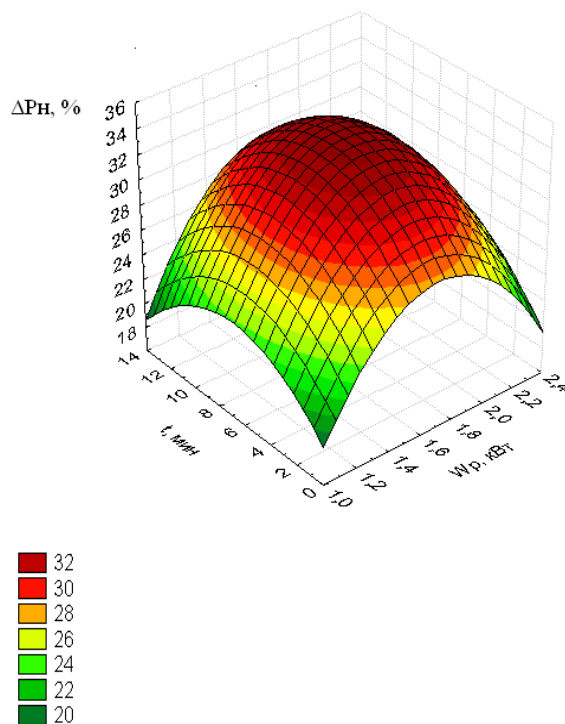
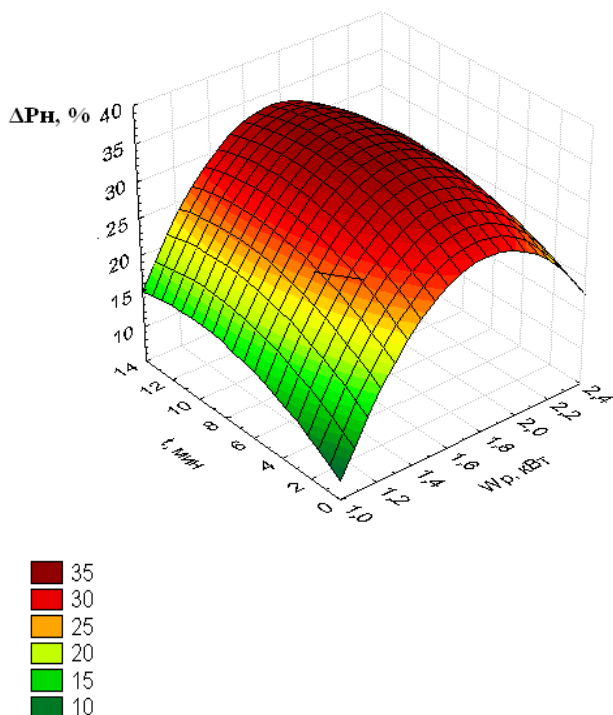


Рис. 1. Влияние времени обработки потоком «холодной» плазмы и мощности разряда в плазмообразующем газе аргон на разрывную нагрузку многофункционального текстильного материала ($G_{Ar}=0,04$ г/с; $P=26,6$ Па; $P_p=1,7$ кВт; $t=6$ мин)

Рис. 2. Изменение относительной разрывной нагрузки композиционного материала (МТМ + МПМ) в зависимости от мощности разряда и времени обработки «холодной» плазмой в смеси газов ($G_{Ar-пропан-бутан}=0,04$ г/с; $P=26,6$ Па; $P_p=1,7$ кВт; $t=6$ мин)

Экспериментально установлено, что в выбранном режиме обработки в композиционном материале достигается увеличение показателя разрывной нагрузки на 35 %, преимущественно в плазмообразующем газе аргон (рис. 1). Изменение прочности композиционного материала (МТМ + МПМ) в результате воздействия смеси газа аргон – пропан-бутан, ΔP_n отличается соответственно на 3 и 10 % (рис.2).

Повышение прочности шва в композиционном материале максимально увеличивается на 35 % в плазмообразующем газе аргон, а в смеси газов аргон – пропан-бутан этот показатель ниже, соответственно на 3-10 %.

Увеличение прочности шва композиционных материалов после плазменной модификации происходит за счет увеличения межмолекулярного взаимодействия с участием различных функциональных групп, более полного протекания релаксационных процессов и снижения остаточных напряжений как с изнаночной, так и лицевой стороны, а также возможной кристаллизации и выделению новых фаз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бузов Б.А Материаловедение швейного производства / Б.А Бузов, Т.А.Модестова, Н.Д.Алыменкова. – М: Легпромбытиздат, 1986. – 424 с.
2. Михайлова, В.Н. Применение функции желательности для определения качества тканей, применяемых для изготовления спецодежды [Текст] / В.Н. Михайлова // Наука и образование. 2007. - №1 - С. 74-77.
3. Кричевский, Г.Е. Текстильная химия: будущее закладывается сегодня [Текст] / Г.Е. Кричевский // Текстильная промышленность. – 2003. –№ 4. –С. 44–46.
4. Пат. 2120509 Российская Федерация, МКИ D 05 В 1/26. Устройство для герметизации ниточной строчки [Текст] /Е.С. Никольская, В.В.Веселов, О.В. Метелёва, А.А. Репьев, Е.А. Журавлева, М.В. Немихина; заявитель и патентообладатель Ивановская гос. текст, академия. - № 95112247/12; заявл. 18.07.95; опубл. 19.05.99, Бюл. № 29. - 7с.
5. Метелева, О.В. Роль химии в процессах изготовления швейных изделий [Текст] /О.В. Метелева, В.В. Веселов // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), 2002, т. XLVI, № 1. – С. 121-132.
6. ГОСТ 28073-89. Изделия швейные. Методы определения разрывной нагрузки, удлинения ниточных швов, раздвигаемости нитей ткани в швах [Текст]. – Введ. 01.07.1990. М.: Изд-во стандартов, 1990. –6 с.

ТЕХНОЛОГИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЯ ПОЛУЛЬНЯНОЙ ПАРУСИНЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ СПЕЦОДЕЖДЫ

NANOSTRUCTURING TECHNOLOGY FOR SEMI-LINEN CANVAS TO INCREASE THE STRENGTH OF WORKWEAR

В.В. Хамматова, Р.Ф. Гайнутдинов
V.V. Khammatova, R.F. Gainutdinov

Казанский национальный исследовательский технологический университет
Kazan National Research Technological University
E-mail: venerabb@mail.ru

В статье описывается технология наноструктурирования полульняной парусины, которая должна повысить разрывную нагрузку и относительное разрывное удлинение. Реализовать подобный инновационный текстильный материал возможно за счет разработки плазменных технологий в текстильном производстве и подбора режимов наноструктурирования материалов, которые позволяют улучшить комплекс механических характеристик, изменить его поверхностную структуру, увеличивать силы межмолекулярного взаимодействия и при ориентации целлюлозосодержащего полимер за счет упорядочения в расположении молекул и возрастания плотности упаковки молекул.

Ключевые слова: специальная одежда, текстильный материал, плазма, технология, прочность материалов.

The article describes the technology of nanostructuring of semi-linen canvas, which should increase the breaking load and the relative breaking elongation. It is possible to implement such an innovative textile material through the development of plasma technologies in textile production and the selection of nanostructuring modes of materials that can improve the complex of mechanical characteristics, change its surface structure, increase the forces of intermolecular interaction and orientation of the cellulose-containing polymer by ordering the arrangement of molecules and increasing the density of packaging of molecules.

Keywords: special clothing, textile material, plasma, technology, strength of materials.

Актуальность производства высококачественных изделий специального назначения в настоящее время не вызывает сомнений. Это обусловлено тем, что использование изделий в экстремальных условиях внешней среды требует обеспечения высокого уровня защиты в течение всего срока эксплуатации.

Эффективность водозащитной функции швейных изделий зависит в равной степени от свойств применяемых материалов и от совершенствования технологических процессов в сфере швейного производства, где материалы подвергаются механическим, физико-химическим методам воздействия. Для изготовления защитных швейных изделий специального назначения используют в основном натуральные ткани с полимерным пленочным покрытием, на основе различных видов специальных отделок: масловодоотталкивающих, маслобензостойких, противогнилостных, водоупорных, защищающие от производственных загрязнений и механических повреждений, от кислот и щелочей и др. Как правило, ткани для специальной одежды с полимерным пленочным покрытием используются очень плотные и малоэластичные [1,2].

Известные методы химического и физического наноструктурирования текстильных материалов, потребуют усложнения технологии их получения, что приведет к увеличению времени технологических процессов, повышению расхода химических веществ, и, как правило, в условиях промышленных производств, приводят к сложным экологическим проблемам.

Для существующей технологии наноструктурирования текстильных материалов для производства швейных изделий специального назначения характерны высокая материалоемкость, трудоемкость, зависимость от зарубежных поставок герметизирующих

материалов и оборудования, а, следовательно, высокая стоимость изделий и часто нарушение экологии производства. Поэтому необходимо разрабатывать импортозамещающие технологии в текстиле – это создание и промышленное освоение технологий, обеспечивающих получение текстильных материалов с широким набором новых свойств, расширяющих области их применения при производстве одежды специального назначения. По этой технологии текстильным материалам для специальной одежды могут придаваться такие свойства, как водо- и маслостойкость, пониженная горючесть, противозагрязняемость, мягкость, антистатический и антибактериальный эффекты, термостойкость, формоустойчивость и др.

Специальная одежда полученная из импортозамещающих тканей должна поддерживать требуемую температуру в пододежном пространстве, нейтрализовать химические отравляющие вещества, обладать гигиеническими свойствами. Экипировка рабочего должна при этом оставаться легкой, не стесняющей движений. Реализовать подобный инновационный текстильный материал возможно в связи с разработкой наукоемких технологий в текстильное производство.

Так, сотрудниками Ивановской государственной текстильной академии установлено, что с помощью плазмы атмосферного давления в растворах электролитов осуществляется физико-химическое воздействие на поверхность полипропиленовой нити (ПП), при этом происходит ее упрочнение с 34 сН/текс до 39 сН/текс [3]. Это же направление модификации ПП нити сравнивается с обработкой плазмой тлеющего разряда, установлено, что плазмохимическая модификация волокна в растворе электролита является более мягкой, приводящей к переходу аморфной фазы ПП в α -кристаллическую [4]. В работе Петрова С.В. показано, что многокомпонентная химически активная плазма продуктов сгорания углеводородного газа с воздухом с уникальными транспортными и теплофизическими свойствами служит для напыления покрытий и обработки поверхности материалов специального назначения [5].

Низкотемпературная плазма тлеющего разряда является эффективным средством изменения свойств поверхности полимерных материалов. В тлеющем разряде обработка текстильных материалов осуществляется в зоне положительного столба и характеризуется постоянством напряженности электрического поля, его мощности и ровным свечением [6–9].

Улучшение адгезионных свойств материалов происходит за счет взаимодействия полимеров с кислородной плазмой, что приводит к образованию гидроксильных и карбонильных групп [10]. Известно, что плазмохимическая обработка материалов специального назначения на основе синтетических волокон, используемых в качестве наполнителей, приводит к улучшению их адгезии к некоторым синтетическим связующим, что приводит к их существенному упрочнению [11, 12]. В работе [13] повышение адгезионных свойств материалов, связывается с улучшением смачиваемости обрабатываемой поверхности и возрастанием косинуса краевого угла смачивания после обработки плазмой тлеющего разряда.

На сегодняшний день в качестве импортозамещающей технологии можно предложить плазменную технологию модификации текстильных материалов с использованием потока неравновесной низкотемпературной плазмы (ННТП) [14]. ННТП обработка обладает следующими преимуществами: эффективно и устойчиво изменяет поверхностные свойства образца, не ухудшает объемных (в том числе физико-механических) характеристик, не нагревает материал до температуры выше 50°C. Эффект наноструктурирования текстильных материалов с помощью потока ННТП зависит от природы плазмообразующего газа. В зависимости от состава газа, давления, длительности и напряжения разряда, природы материала можно менять следующие свойства: смачиваемость, относительную молекулярную массу, химический состав, микрошероховатость, устойчивость к усадке натуральных и синтетических волокон, дизенфицируемость и др. [15].

Изменяя параметры разряда и вид плазмообразующего газа можно управлять составом химически активных частиц и, следовательно, характером воздействия ННТП обработки на материал, используемый для производства швейного изделия специального назначения [16].

Метод получения экспериментальных образцов наноструктурированных текстильных материалов осуществлялся на плазменной установке «ВАТТ 1500 Р/Р ПЛАЗМА 3», которая предназначена для обработки рулонных тканей из натуральных и смесовых тканей в потоке ННТП пониженного давления в условиях вакуума. Данная установка является однокамерной установкой периодического действия. Питание установки осуществляется от сети переменного тока напряжением $380/220 \text{ В} \pm 5\%$, частотой 50 Гц. Объемная обработка текстильных материалов из натуральных волокон осуществлялась при варьировании входных параметров плазменной установки, к которым относятся: мощность разряда (P_p)=0,2 - 2,0 кВт, расход плазмообразующего газа (G) от 0 до 0,08 г/с, давление в вакуумной камере (P) от 13 до 53 Па и время обработки (τ) от 1 до 3 метров в минуту, мощность, потребляемая установкой ($P_{\text{потр.}}$) от 1,0 до 5,0 кВт. В качестве плазмообразующего газа использовался воздух.

Наноструктурирование текстильных материалов проводилось следующим образом: рулон исходного материала устанавливался внутри вакуумной камеры и протягивался через перемоточные валы на приемный вал для перемотки рулонного материала, и устанавливался между ВЧ электродами в вакуумной камере, затем вакуумная камера закрывалась. При закрытии крышки вакуумной камеры с помощью откатной двери, электроды устанавливались в рабочее положение. В камере создавалось низкое давление и происходила обработка в потоке неравновесной низкотемпературной плазмы пониженного давления. Текстильные материалы, обработанные потоком ННТП пониженного давления, становятся малоусадочными, имеют повышенную прочность на разрыв.

Объектом исследования являлась парусина полульняная окрашенная артикул 11292, пропитанная огнезащитной ОП и светопроочной комбинированной пропиткой (водоупорной и биостойкой).

Одним из основных показателей определяющих качество наноструктурированных тканей для специальной одежды с содержанием натуральных волокон являются механические характеристики, такие как: разрывная нагрузка и относительное разрывное удлинение.

Стандартный метод экспериментальной оценки разрывной нагрузки материалов (ГОСТ 3813-72) позволяет определить их выносливость, то есть устойчивость к действию многоцикловых нагрузок.

Экспериментальные исследования разрывной нагрузки парусины полульняной с огнезащитной ОП пропиткой (артикул 11292) и видов обработки ННТП проводились с применением современного оборудования - разрывной машины МТ110-5. Результаты исследований представлены на рисунке 1.

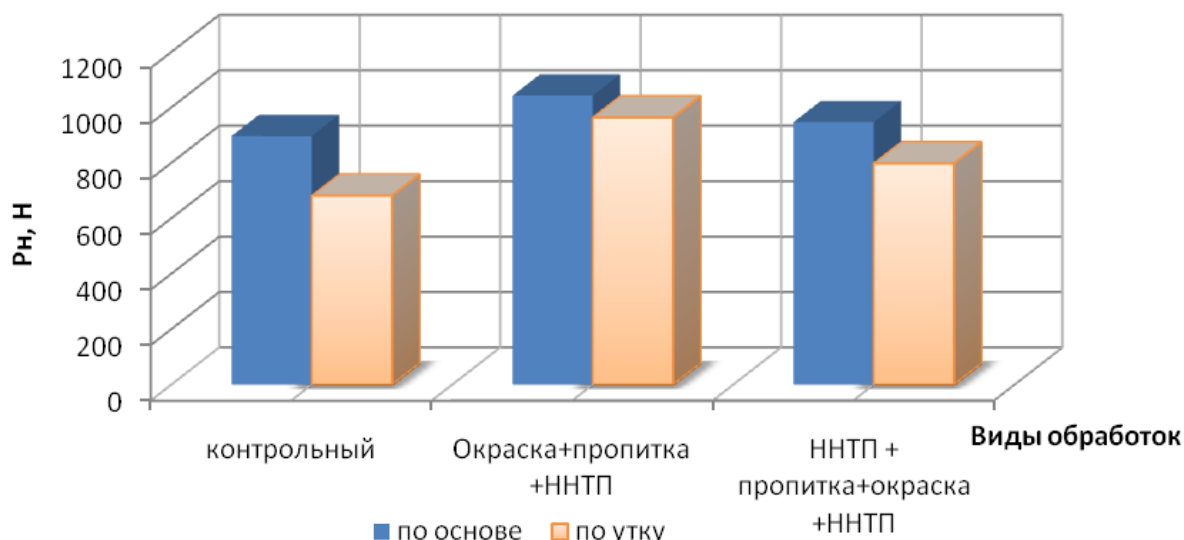


Рис.1. Разрывная нагрузка полульняной парусины с огнезащитной ОП пропиткой

(артикул 11292) и видов обработки ННТП

- ННТП обработка: $G_{\text{воздух}} = 0,04$ г/с, $f=50$ МГц, $P = 21$ Па, $P_{\text{потр.}} = 3,5$ кВт, $\tau=1$ метр/мин.

На основе проведенных исследований установлено, что максимальные показатели прочности полульняной парусины с огнезащитной ОП пропиткой достигаются в результате обработки ННТП после их окраски и огнезащитной пропитки, при времени обработки 1 метр/мин в плазмообразующем газе воздух: 16,27% по основе и 41,37% по утку ткани относительно контрольных образцов, что связано с упорядочиванием структуры целлюлозосодержащих волокон и повышением их кристаллической фазы. В случае применения ННТП до и после пропитки и окраски полульняной ткани показатель выше контрольных образцов на 5,62% по основе и 17,08% по утку ткани. Таким образом, от видов обработок полульняной парусины, соответственно показатель разрывной нагрузки выше в том случае, когда обработка ННТП производится после окраски и огнезащитной пропитки. ННТП обработка позволяет повысить стабильность красильного состава и степень фиксации красителя и пропитки на волокне.

Данный вид разряда позволяет не только упрочнять исследуемый ассортимент тканей, но и одновременно повышать их относительное разрывное удлинение. Принято определять удлинение при стандартной разрывной нагрузке — приращение длины растягиваемой пробы в момент достижения разрывной нагрузки, экспериментально установленных контрольных и наноструктурированных образцов. Результаты исследований относительного разрывного удлинения от видов обработок представлены на рисунке 2.

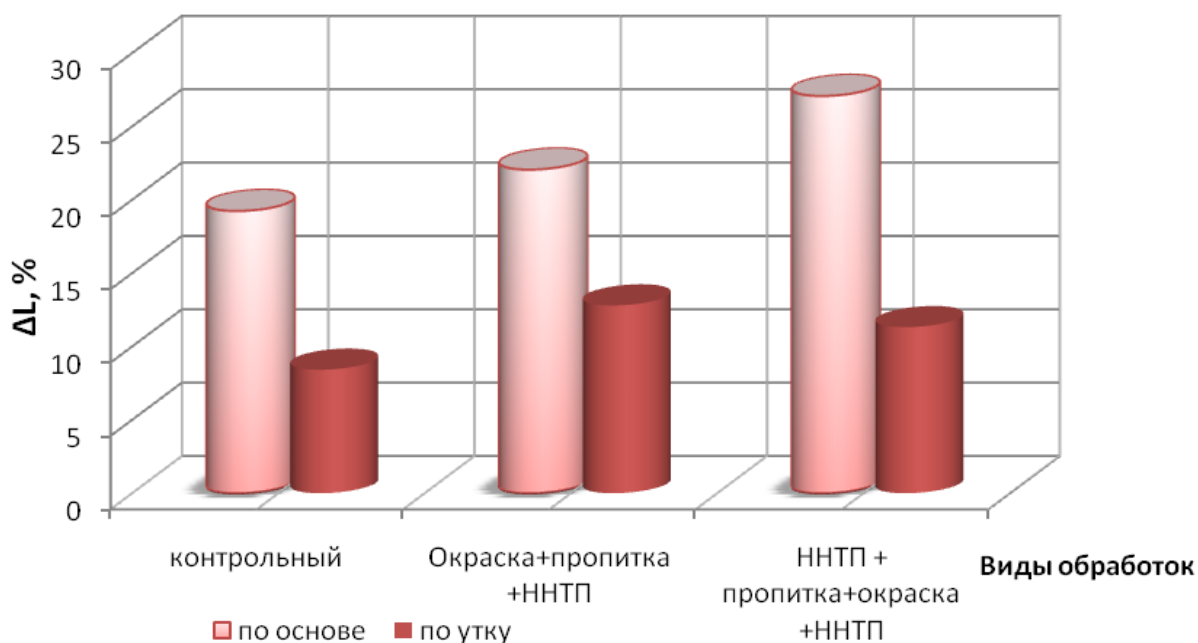


Рис. 2. Относительное разрывное удлинение полульняной парусины с огнезащитной ОП пропиткой (артикул 11292) и видов обработки ННТП

- ННТП обработка: $G_{\text{воздух}} = 0,04$ г/с, $f=50$ МГц, $P = 21$ Па, $P_{\text{потр.}} = 3,5$ кВт, $\tau=1$ метр/мин.

Экспериментальные исследования относительного разрывного удлинения полульняной парусины с огнезащитной ОП пропиткой (артикул 11292) и видов обработки ННТП показали, что максимальные показатели достигаются в результате обработки ННТП как после окраски, так и огнезащитной пропитки ННТП: 40,74% по основе и 34,44% по утку ткани относительно контрольных образцов. В случае выбора метода обработок ННТП до окраски и огнезащитной пропитки парусины, при времени обработки 1 метр/мин в

плазмообразующем газе воздух: относительная разрывная нагрузка увеличивается на 14,65% по основе и 8,47% по утку ткани относительно контрольных образцов. Ткани, имеющие высокое удлинение при разрыве, обладают, как правило, хорошими эластичностью, несминаемостью, стойкостью к истиранию, что немаловажно для швейных изделий специального назначения. Как и разрывная нагрузка, удлинение при разрыве в значительной степени зависит от качественного состава сырья, из которого выработана ткань.

Таким образом, наноструктурирование полунляной ткани с помощью плазмы, резко меняет его поверхностную структуру, увеличивает силы межмолекулярного взаимодействия и при ориентации целлюлозосодержащего полимер за счет упорядочения в расположении молекул и возрастания плотности упаковки молекул. В отличие от традиционных технологий аналогичного назначения, плазменная технология придает текстильным материалам требуемые эффекты, не перекрывая капиллярно-пористую структуру волокнистого материала, он остается «дышащим», поскольку его микропоры остаются открытыми для воздухообмена. Придаваемые эффекты устойчивы к многократным стиркам. Отделка по нанотехнологиям придает текстильным материалам повышенную огнестойкость и формоустойчивый внешний вид.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р ЕН 340-2010 Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная. Общие технические требования. М. ФГУП «Стандартинформ» 2011. – 20с.
2. Пустыльник Я.И. Безопасность для каждого рабочего дня // Рабочая одежда. 2007. - № 4 (39). –С. 6-7
3. Жердев В.П. Оценка эффективности способов физико-химической модификации поверхности синтетического волокна по электрооптическим эффектам в мезофазе / В.П. Жердев, Н.П. Пророкова, С.Ю. Вавилова, С.М. Кузьмин // Известия Вузов: Химия и химическая технология. – 2007. – Т. 50. – Вып. 3. С. 113-117.
4. Голубчиков О.А. Влияние плазмоактивации на поверхностную структуру и прочностные характеристики полипропиленовой пленки / О.А. Голубчиков, О.В. Горнухина, Т.А. Агеева и др. //Пластические массы. – 2006. - № 12. – С. 7-9.
5. Петров, С.В. Плазма продуктов сгорания в инженерии поверхности / С.В. Петров. – Киев. - 2000. – 108с.
6. Гильман, А.Б. Модификация пленок промышленного полипропилена в разряде постоянного тока / А.Б. Гильман, М.С. Пискарев, О.В. Стариченко, Н.А. Шмакова, М.Ю. Яблоков, А.А. Кузнецов // Сборник трудов / И.: Ивановский гос. хим-технол. ун-т, 2008. Т.2. – С. 372-375.
7. Гильман, А.Б. Модификация пленок полипропилена в разряде постоянного тока / А.Б. Гильман, М.С. Пискарев, О.В. Стариченко, Н.А. Шмакова, М.Ю. Яблоков, А.А. Кузнецов // Хим.выс.энергий. – 2008. – Т.42. – С. 368-371.
8. Акишев, Ю.С. Экспериментальные и теоретические исследования воздействия неравновесной низкотемпературной плазмы атмосферного давления на поверхность полимерных пленок / Ю.С. Акишев, М.Е. Грушин, Н.А. Дятко, В.Б. Каральник, И.В. Кочетов, А.П. Напартович, А.В. Петряков, Н.И. Трушкин // Сборник трудов: Иваново: Ивановский гос. хим-технол. ун-т, 2008. Т.2. – С.372-375.
9. Шикова, Т.Г. Взаимодействие активных частиц плазмы кислорода с полиэтиленом / Т.Г. Шикова, В.В. Рыбкин, В. А. Титов, Х.С. Чой // Хим.выс.энергий. – 2006. – Т.40. – №5. – С. 396-400.
10. Гриневиц В.И. Кинетика и механизм воздействия низкотемпературной плазмы на карбоцепные полимеры: автореф. дис.... канд. хим. наук. – М., 1983. – 23 с.
11. Горберг Б.Л. Современное состояние и перспективы использования плазмохимической технологии для обработки текстильных материалов // Текстильная химия.– 2003. – №1. – С.59–68.
12. Lenkiewicz M. Uprava Polyolefinu koronovym Vubojem //Plasty a kayo. – 1989. – V.26, №2. – Р. 52–56.

13. Кутепов А.М. Плазменное модифицирование текстильных материалов: перспективы и проблемы /А. М. Кутепов, А. Г. Захаров, А. И. Максимов и др. //Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2002. – Т. XLVI. – № 1. – С.103-115.
14. Абдуллин И.Ш., Хамматова В.В. Влияние потока низкотемпературной плазмы на свойства текстильных материалов. Монография. Казань: Изд – во Казанского университета, 2004. – 216с.
15. Райзер Ю.П., Шнейдер М.Н., Яценко Н.А. Высокочастотный емкостной разряд. – М.: Наука. – Физматлит, 1995. – С.7– 10.
16. Абдуллин И.Ш., Хамматова В.В., Кумпан Е.В. Плазменная обработка как метод повышения прочности тканей // Прикладная физика. – М.: РАН ВАК, 2005. – №6. – С. 92–94.

МОДИФИКАЦИЯ ВОЛОКНИСТЫХ ХИРУРГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

MODIFICATION OF FIBROUS SURGICAL MATERIALS

В.А. Жуковский^{1,2}, Т.Ю. Анущенко², Т.С. Филипенко², А.В. Гриднева¹
V.A. Zhukovsky^{1,2}, T.Yu. Anuschenko², T.S. Filipenko², A.V. Gridneva¹

¹Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна

²ООО «Линтекс» (Санкт-Петербург)

¹St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design

²Lintex, LLC (St. Petersburg)

E-mail: lab@lintex.ru, ATU0106@ya.ru, rdd.lintex@gmail.com, rdd.lintex@gmail.com

Представлен обзор методов модификации волокнистых материалов хирургического назначения. Показаны возможности получения хирургических материалов с широким спектром биологических свойств.

Ключевые слова: модификация, волокнистые хирургические материалы.

An overview of methods of modification of fibrous materials for surgical purposes is presented. The possibilities of obtaining surgical materials with a wide range of biological properties are shown.

Key words: modification, fibrous surgical materials.

Интенсивное развитие новых медицинских технологий включает широкий круг хирургических вмешательств, использующих замещение или восстановление функций органов и тканей, пораженных в результате патологических процессов или травм. Несмотря на то, что в настоящее время все шире применяются новые способы соединения тканей (металлические скобки, медицинские клеи, сварка ультразвуком, лазером и др.), ручной шов остается самым распространенным и надежным, позволяющим избежать ряда серьезных послеоперационных осложнений. Важное место и наиболее широкие возможности связаны с различными модификациями волокнистых материалов.

Модификацию волокон возможно проводить на разных этапах производства: во время синтеза волокнообразующего полимера; в процессе переработки полимера в волокно или нить; на стадии заключительной отделки сформованного волокна или непосредственно перед использованием готового волокнистого материала [1].

Волокна и материалы на их основе широко используют в современной хирургической практике в виде шовных и перевязочных материалов, протезов внутренних органов и тканей, при изготовлении имплантируемых устройств для замещения твердой мозговой оболочки, хрящей уха и носа, связок и т.п., а также в качестве носителей лекарственных средств.

Преимуществами синтетических волокнистых перед остальными полимерными материалами являются их прочность, обусловленная одноосной ориентацией надмолекулярных структур, гибкость, возможность изготовления с применением текстильных и других технологий изделий практически любой геометрической формы и конструкции, гидрофобность либо высокое влагопоглощение, способность к структурной и химической модификации с целью придания специальных свойств. Специфическим признаком последних является наличие качественно новых характеристик, не присущих обычным волокнам [2].

Так волокнистые материалы, предназначенные для длительной имплантации в организм, должны обладать биосовместимостью, необходимыми прочностными и деформационными свойствами, биостойкостью или способностью к контролируемой

биодеструкции, сохранять стерильность, быть устойчивыми к инфицированию либо иметь антибактериальные свойства, обеспечивать благоприятный исход оперативных вмешательств в результате проявления того или иного лечебного эффекта за счет собственной биологической активности [2-3].

По мнению авторов [3], биосовместимый материал не должен вызывать острой или хронической воспалительной реакции. Для соответствия этому требованию необходимо, чтобы используемые при синтезе полимеров, формовании и переработке волокон катализаторы, стабилизаторы, антиоксиданты, пластификаторы, текстильные вспомогательные вещества либо максимально удалялись, либо имели такую же биосовместимость, как и у полимера. Отмечено [3-4], что требования к чистоте рассасывающихся волокон еще выше, т.к. эти субстанции после биодеструкции полимера попадают в организм.

К волокнистым материалам хирургического назначения в настоящее время предъявляется ряд требований к некоторым из которых относятся:

- отсутствие капиллярности и фитильности, способствующих инфицированию шва;
- гибкость, обеспечивающая хорошие манипуляционные свойства и исключение «памяти намотки»;
- контрастная на раневом фоне окраска;
- наличие антимикробных свойств или другой биологической активности.

Важным направлением разработки волокнистых материалов с особыми свойствами, предназначенных для производства изделий медицинского назначения, является создание волокон с собственной биологической активностью. В этой связи актуальным представляется придание синтетическим волокнам и нитям антимикробных, противоопухолевых иммунодепрессантных, ферментативных, анестезирующих и др. свойств, а также, учитывая специфику применения таких материалов, сочетание в них перечисленных свойств.

Основной принцип придания волокнистым материалам биологической активности состоит во введении тем или иным способом в их состав соответствующих биологически активных веществ. При этом метод введения, предопределяющий прочность связи волокна с активным ингредиентом, выбирается с учетом особенностей проявления биологического действия последнего. Подавляющее большинство биологически активных материалов при контакте с биологическими средами постепенно отщепляют лекарственный препарат, предоставляя ему возможность оказывать терапевтическое действие за счет диффузии [5]. Впервые принципы получения антимикробных веществ на волокнистых материалах были сформулированы и реализованы Л.А.Вольфом и А.И.Меосом при разработке антимикробных шовных материалов «Биолан» и «Летилан» [6]. Они определяли биологически активными нити, содержащие ингредиенты, которые либо постепенно диффундируют из них и проявляют свое химико-терапевтическое действие [7], либо остаются прочно связанными с полимером, а биологическое действие осуществляют за счет физического фактора, например, радиоактивного излучения [8-10].

Лекарственные вещества могут закрепляться на имплантатах химическими связями трех видов: координационной, ионной и наиболее прочной ковалентной. Прочность закрепления лекарственных препаратов на волокне можно регулировать, используя различные типы связей. Это позволяет в зависимости от условий эксплуатации иметь набор материалов, способных в заданные сроки отщеплять присоединенный препарат.

Структурная модификация осуществляется посредством введения в прядильные растворы или расплавы лекарственных соединений при формовании.

Действие структурно модифицированных волокон существенно зависит от гидрофильности полимеров, из которых они сформованы, и от содержания в них лекарственных веществ.

При эксплуатации антимикробных волокнистых материалов требуется, с одной стороны, ограничить удаление из них веществ, ответственных за терапевтический эффект, а

с другой, обеспечить доставку этих веществ к месту назначения. Разрешение этого противоречия состоит в том, что в определенных условиях, например, в биосредах (кровь, раневой экссудат и т. п.), подвергаются расщеплению даже такие прочные химические связи, как ковалентная. Это дает возможность имплантатам постепенно выделять связанные с ними лекарственные вещества, оказывая пролонгированное действие. Следовательно, исходя из практического назначения того или иного биологически активного материала, можно подбирать тип связи волокна с препаратом или другие условия таким образом, чтобы обеспечивалась оптимальная продолжительность терапевтического действия данного материала [11,12].

Выбор лекарственных препаратов для придания антимикробной активности волокнистым имплантатам весьма ограничен, так как для этого подходят далеко не все лекарственные средства. Такие соединения следует искать в первую очередь среди химиотерапевтических препаратов. Из этой группы могут быть выделены только те вещества, которые имеют достаточно высокую термостойкость (для структурно-модифицированных волокон), максимальную антимикробную активность и предельно низкую токсичность. Кроме того, данные вещества должны обладать широким спектром действия, т. е. подавлять жизнедеятельность разнообразных представителей патогенной микрофлоры. Понятно, что это значительно сокращает число пригодных к использованию веществ. Если речь идет о закреплении на полимере антибактериальных веществ химическими связями, то возможность выбора сокращается еще больше, так как возникает дополнительное требование — наличие у препарата активных групп, способных вступать в реакции полимераналогичных превращений. Это должны быть строго определенные группы, подходящие для реакций с функциональными группами волокна.

Следует отметить, что уже сам факт наличия у волокон ионообменных групп, способных влиять на pH окружающей среды, в определенной степени может обеспечивать им биологическую активность. Однако нет уверенности в длительной устойчивости данного эффекта у волокон в условиях интенсивной циркуляции тканевых жидкостей. Очевидно также, что фактор электростатического взаимодействия микроорганизмов с волокнами [13], влияющий в известной мере на микробную обсемененность последних, может играть существенную роль лишь для биологической защиты самих волокнистых материалов. Поскольку практически у большинства волокнообразующих полимеров реакционные группы отсутствуют, их вводят в полимер путем реакций привитой полимеризации или полимераналогичных превращений. Таким образом, любым волокнистым материалам тем или другим путем можно придать биологическую активность.

Особый интерес представляет пропускание волокна через растворы, расплавы или суспензии полимеров, содержащие лекарственные препараты: после отверждения этих композиций получают волокна с биологически активным покрытием. При этом речь идет об образовании на волокнах биологически активной «рубашки» из других полимеров. У волокон такого рода ответственность за биологическую активность несут полимерные покрытия, связанные с лекарственными препаратами либо по типу соединений включения, либо химическими связями, т. е. подвергнутые либо структурной, либо химической модификации.

Полимерные покрытия могут выполнять роль носителя биологически активных веществ. Как правило, их наносят на крученые или плетеные нити, чтобы устранить такие недостатки, как: способность удерживать бактерии в межволоконном пространстве и «эффект пилы». Кроме того, удается достигнуть следующие цели:

- за счет гладкой поверхности снизить травматичность нитей и сопротивление тканей;
- за счет биосовместимого покрытия уменьшить отрицательную реакцию организма на такие несовместимые с биологическими тканями материалы как кетгут, шелк, коллаген;
- за счет гидрофобизирующего действия покрытия снизить капиллярность нити и соответственно инфицируемость;

- за счет выбора более стойкого, чем основной полимер, покрытия замедлить процесс рассасывания биodeградирующих полимеров;
- за счет внесения в полимерное покрытие красителя добиться контрастной окраски на раневом фоне.

Модификация волокнистых материалов путем нанесения полимерного покрытия позволяет придать волокнистым материалам улучшенные манипуляционные свойства и обеспечить хорошую надежность узла.

Отличительной особенностью введения лекарственных соединений в покрытие для нанесения на хирургические нити является технологичность и простота. Данный метод модификации является наиболее перспективным в плане придания нитям биологической активности и промышленной реализации.

Еще одним способом модифицирования волокнистых материалов медицинского назначения является метод магнетронного ионно-плазменного распыления [14]. Важным достоинством данного метода является возможность регулирования скорости процесса, что обеспечивает точность дозировки и высокую однородность распределения металла (например, серебра) на поверхности волокнистого материала.

Проблема хирургической реабилитации больных с обширными дефектами опорных мягких тканей в большинстве случаев не может быть разрешена без применения полимерных имплантатов (эндопротезов), укрепляющих эти ткани [15].

Грыжеобразование (герниопластика) является сложной многоплановой патологией, обусловленной нарушением равновесия между внутрибрюшным давлением и сопротивляемостью брюшной стенки.

Повышение внутрибрюшного давления может быть связано с поднятием тяжестей, хроническим кашлем, частым чиханием, беременностью и пр. Дефекты брюшной стенки могут быть врожденными или приобретенными. К образованию грыж предрасполагают пол, возраст, истощение, ожирение, расслабление связочно-мышечного аппарата, перенесенные операции и травмы. В зависимости от локализации грыжевого отверстия, грыжи брюшной стенки могут быть паховые (прямая и косая), бедренные, вентральные (пупочная и эпистрагальная и др.). Послеоперационные грыжи возникают в отдаленном периоде после хирургических вмешательств на органах брюшной полости.

Любые грыжи живота относятся к заболеваниям хирургического профиля. До середины предыдущего столетия хирургическое лечение больных с обширными дефектами опорных мягких тканей и мышц выполнялись «под натяжением», путем усиления слабых мест апоневротическими дубликатами, мышцами, кожными трансплантатами и т.п. Однако частота рецидивов достигала 10 %, а при сложных грыжах – 30% и более.

Причиной этого являлось сшивание разнородных, рубцово-измененных тканей, зачастую с натяжением для их плотного соприкосновения, что противоречит биологическим закономерностям заживления ран.

В поисках путей уменьшения количества рецидивов за последние несколько десятилетий была разработана концепция «ненатяжной» пластики грыж с использованием синтетических имплантатов. При этом грыжевые ворота закрывает эндопротез, который удерживает в фиксированном положении укрепляемые поверхности и служит каркасом для врастания соединительной ткани. Пористая структура эндопротеза способствует прорастанию соединительной ткани в ячейках имплантата, практически вовлекая его в толщину рубца.

Наиболее приемлемыми материалами для пластики грыж и замещения различных дефектов опорных мягких тканей являются сетчатые эндопротезы, выработанные трикотажным способом на основовязальных машинах из полипропиленовых (ПП) монопнитей, с использованием двухгребёночных переплетений.

Трикотажный способ производства позволяет в широком диапазоне изменять толщину, пористость, материалоемкость, растяжимость и прочностные свойства эндопротезов.

В настоящее время довольно активно развивается направление создания «эндопротезов со специальными свойствами», которые могут напрямую влиять на скорость восстановления брюшной стенки, развитие рецидивов грыж, а также на возникающие послеоперационные осложнения. В ряде хирургических ситуаций определенный интерес представляют антимикробные эндопротезы. Для придания сетчатым эндопротезам антимикробных свойств приемлемы все указанные выше способы. Учитывая это, эндопротезы могут изготавливаться из полученных любым способом (химической или структурной модификацией) антимикробных нитей, либо на готовые эндопротезы лекарственные препараты могут наноситься осаждением их на поверхность эндопротеза, либо с помощью полимерных покрытий.

Полипропилен обладает высокой биологической инертностью и устойчивостью к биодеструкции. Основываясь на трикотажной структуре сетчатых полотен дает возможность варьировать прочностные свойства, материалоемкость, пористость, растяжимость, эластичность, а также обеспечивает нераспускаемость и прочность краев. Монолитность и гидрофобность, а также предельно малая поверхность ПП мононитей препятствует инфицированию эндопротезов, и поэтому в случае нагноения возможно ведение больного с инфицированной раной по обычной схеме без удаления имплантата.

Эндопротезы из поливинилиденфторидных (ПВДФ) мононитей обладают более высокой эластичностью, биологической инертностью и биорезистентностью, чем полипропиленовые, не содержат пластификаторов и стабилизаторов, а по биосовместимости вплотную приближаются к волокнистым или пленочно-пористым политетрафторэтиленовым материалам, значительно превосходя последние по устойчивости к инфекции и надежности интеграции в тканях.

Эндопротез с названием «Унифлекс», разработанный ООО «Линтекс», является представителем нового поколения полимерных эндопротезов из ПВДФ мононитей. Экспериментальные и клинические испытания показали, что применение данного эндопротеза сопровождается образованием тонкой гибкой и прочной соединительнотканной капсулы при минимальном количестве имплантассоциированных осложнений.

На базе рассмотренных плоских эндопротезов разработан ряд объемных конструкций, позволяющих упростить и ускорить сам процесс оперативного вмешательства, а также, по мнению ряда авторов повысить надежность и сократить сроки лечения с получением хороших функциональных и косметических результатов.

С точки зрения «облегчения» эндопротезов предложено при производстве композитных сеток совместно с биорезистентными полипропиленовыми применять рассасывающиеся (полилактиновые, полиглекапроновые, полилактидные) мононити и комплексные нити.

Частично рассасывающиеся сетчатые эндопротезы получают из бикомпонентных мононитей, в которых несколько тонких ПП мононитей находятся внутри рассасывающейся мононити.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жуковский, В.А. Научное обоснование и разработка технологии волокнистых хирургических материалов со специальными свойствами [Текст] / дис.... док. техн. наук / В.А.Жуковский. – СПб., 2013. – 288 с.
2. Жуковский, В.А. Проблемы и перспективы разработки и производства хирургических шовных материалов [Текст] // Химические волокна. – 2008. – № 3. – С. 31-38.
3. Daunez, M. Progress in Fibers for Human Implants [Текст] /M. Daunez, H. Planck // 90th Anniversary of Academic Textile Research and Education in Finland «Fibers and textiles for the future»: Proceedings Abstracts of Poster-Tampere. – Finland. – 2001. – P.147-159.
4. Кузьмина, Н.Л. Химические и натуральные нити для хирургических шовных материалов [Текст] / Н.Л. Кузьмина, Б.Л. Бибер, Г.Л. Абакумова и др. – М.: НИИТЭХИМ, 1988. – 79 с.

5. Вольф, Л.А. Волокна специального назначения [Текст] / Л.А. Вольф, А.И. Меос. – М.: Химия, 1971. – 224 с.
6. Вольф, Л.А. Шовные материалы на основе биологически активных синтетических и искусственных волокон. / Л.А. Вольф // тез. докл. I Всесоюзной конференции: Современные подходы к разработке эффективных перевязочных средств и шовных материалов. – М. – 1989. – С. 189-190.
7. Вольф, Л.А. Волокна с особыми свойствами [Текст] / Л.А. Вольф, Л.В. Емец, Ю.А. Костров, Л.П. Перепечкин, И.И. Шамолина; под общ. ред. Л.А. Вольфа. – М.: Химия, 1980. – 240 с.
8. Жуковский, В. А. Биологически активные шовные материалы // IV International textile conference «Medtex 2002». – Lodz, October 7-8, 2002. – P. 21-25
9. Жуковский, В. А. Современное состояние и перспективы разработки и производства биологически активных волокнистых материалов медицинского назначения [Текст] / В.А. Жуковский // Химические волокна. – 2005. – № 5. – С. 32-35.
10. Снежко, Д.Л. Исследование влияния типа связи между антимикробным препаратом и макромолекулой модифицированной целлюлозы на антимикробные свойства ткани [Текст] / Д.Л. Снежко, А.Д. Вирник, Г.Д. Пестерева, З.А. Роговин // Изв. высш. учеб. заведен. технолог. текст. пром. – 1968. - № 6. – С. 92-96.
11. Котецкий, В.В. Получение и исследование антимикробных волокон и изделий, содержащих препараты 5-нитрофуранового ряда [Текст]: дис.... канд. техн. наук / В.В. Котецкий. – Л., 1967. – 204 с.
12. Вольф, Л.А. Некоторые проблемы модификации поливинилспиртовых волокон и придания им специальных свойств [Текст]: дис. ... докт. техн. наук / Л.А. Вольф. – Л. 1966. – 561с.
13. Вольф, Л.А. Новые аспекты исследования и применения биологически активных волокон [Текст] / Л.А. Вольф, И.И. Шамолина, В.А. Хохлова // Химические волокна. – 1979. - № 2. – С. 14-19.
14. Горберг, Б.Л. Модифицирование текстильных материалов нанесением нанопокровов методом магнетронного ионно-плазменного распыления [Текст] / Б.Л. Горберг., А.А. Иванов, О.В. Мамонтов, В.А. Стегнин, В.А. Титов // Российский химический журнал. – 2011–, Т. LV, № 3 – С. 7-13.
15. Жуковский, В.А. Полимерные эндопротезы для герниопластики [Текст] / В.А. Жуковский. – СПб.: Эскулап, 2011. – 104 с.

**ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НАТУРАЛЬНОГО ШЕЛКА
АППРЕТИРОВАННОГО ГИДРОЛИЗОВАННЫМ ПРОДУКТОМ
ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛА**

**THERMAL ANALYSIS OF NATURAL SILK APPROVED WITH HYDROLYZED
POLYACRYLONITRILE PRODUCT**

М.Ш. Ахмедова, Д.Б. Худайбердиева, Г.К. Содикова
M.SH. Akhmedova, D.B. Khudayberdieva, G.K. Sadikova

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
(Республика Узбекистан)
Tashkent Institute of Textile and Light Industry, (Republic of Uzbekistan)
E-mail: dilfuza1955@yahoo.com, akhmevamukaddam90@gmail.com,
sodikova_84@mail.ru,

Изучены термограммы пленок, полученных из препарата К-4, аппрета следующего композиционного состава (в г/л): К-4 -50; ПВА-25, катализатор 10; при pH=9 и pH=10. Методом дифференциально-термического анализа показано химическое взаимодействие компонентов аппрета и определено влияние pH среды аппретирования на стабильность пленки аппрета.

Ключевые слова: аппрет; катализатор; К-4; ПАН; дифференциальная-термограмма; термодеструкция, гидролиз.

The thermograms of films obtained from K-4 preparation, the size of the following compositional composition (in g/l): K-4 -50; PVA-25, catalyst 10; at pH = 9 and pH = 10. The method of differential thermal analysis shows the chemical interaction of the sizing components and determines the effect of the pH of the sizing medium on the stability of the sizing film.

Key words: appret; catalyst; K-4; PAN; differential thermogram; thermal destruction; hydrolysis

Разработка эффективного способа и состава для отделки тканей из натурального шелка (НШ) в целях улучшения их эксплуатационных свойств с использованием в композиции аппрета мало- и бесформальдегидных соединений является актуальной проблемой с точки зрения экологии и снижения себестоимости продукции.

Акриловые соединения и производные водорастворимых акриловых соединений широко применяются в химической отделке в качестве отделочных препаратов. Благодаря наличию двойной связи и за счет замещенных групп, производные акриловых соединений способны вступать во взаимодействие с функциональными группами макромолекул волокнистого материала за счет адгезионных сил, а также и полимеризоваться, образуя гибкие полимерные пленки. Полиакрилонитрильный латекс в комплексе со сшивающими компонентами применяется в качестве аппрета для придания хлопчатобумажным тканям малоусадочных свойств. Гидролизированный продукт полиакрилонитрила используется в качестве шлихтующего агента и компонента аппретирующего состава [1-4]. Выбор гидролизованного продукта полиакрилонитрила, т.е. препарата К-4, в качестве компонента аппретирующего состава основан на его свойствах. Природа адгезионных сил препарата К-4 проявляется в возникновении водородных связей между молекулами, так как это вещество с достаточно развитой способностью к образованию водородных связей с фиброином. Наряду с этим, имеющиеся функциональные группы в макромолекуле К-4, карбоксилатные и амидные группы, не исключают возможности вступления в химическую реакцию. Наличие множества функциональных групп НШ и компонентов аппретирующего состава вызывает определенные трудности по конкретному выявлению направления химического взаимодействия их в условиях заключительной отделки. Предполагается, что препарат К-4,

имея в качестве функциональных групп карбоксилатные и амидные группы, при взаимодействии с гидроксильными и амидными группами шелка образует химическую связь [4]. Композиционный состав аппрета включает (г/л): препарата К-4 – 50; поливинилацетата (ПВА) – 23; катализатора - 10. Изучение влияния компонентов композиционного состава аппрета на качество отделки позволило определить роль препарата К-4 как связующего и частично пленкообразующего. Для выявления механизма необходимо сначала определить степень взаимодействия между компонентами аппрета. В связи с этим, проведены исследования по изучению механизма взаимодействия компонентов аппрета методом дифференциально-термического анализа (ДТА).

ДТА является наиболее простым методом, дающим достаточно достоверные сведения о структурных изменениях полимеров и композитов в процессе их химической переработки. Большинство химических и физических процессов сопровождаются выделением и поглощением тепла. Поскольку ДТА используется для измерения тепловых изменений, происходящих в веществе, то теоретически можно обнаружить и измерить физический переход или химическую реакцию, сопровождающуюся изменением тепла. ДТА основан на измерении изменения энергии системы в процессе нагревания. Физические и химические процессы, протекающие с поглощением или выделением тепла, на непрерывной дифференциальной кривой выражаются серией определенных эндотермических и экзотермических эффектов. Изучение указанных тепловых эффектов, сопровождающих фазовые превращения в композиционных системах или индивидуальных соединениях, составляет сущность дифференциально-термического анализа [5].

В связи с этим, были изучены термограммы пленок полученных из препарата К-4 аппретов следующего композиционного состава (в г/л): К-4 -50; ПВА-25, катализатор 10; при рН=9 и рН=10. Пленки приготовлены в соответствии с технологией заключительной отделки: сушка (при 105 °С в течении 8 мин.) → термофиксация (при 140 °С в течении 5 мин.).

Термографическая (ТГ) кривая пленки К-4 имеет эндо- и экзотермические эффекты. Плавный экзотермический рост кривой, ДТА пленки К-4 от 20 до 40 °С соответствует удалению сорбированной влаги. Удаление влаги наблюдается до 100 °С, при 320 °С отмечается начало экзотермического эффекта, который соответствует началу процесса термодеструкции пленки из гидролизата ПАН. Процесс термодеструкции при 380 °С достигает максимальной интенсивности и заканчивается при температуре 440 °С (Рис.1). При этом на кривых ТГ и ДТГ отмечаются потери веса образца (Рис.-2,3). Общие потери составили 66,8 % от исходного материала. В процессе термодеструкции происходят изменения как физические так и химические: происходит отщепление циановых групп, деагидрирование и деполимеризация. Максимум второго экзотермического пика при 540 °С соответствует процессам карбонизации и дальнейшей графитизации полимера внутри молекул ПАН [6].

В исследованиях термических свойств ПАН волокон, сополимера акрилонитрила, метилметакрилата и итаконовой кислоты характерный пик внутримолекулярной сшивки начинается при температуре 375 °С [6]. Пленка препарата К-4 получена из водного раствора гидролизованного при рН =10÷12 продукта из сополимера полиакрилонитрила, имеющего более низкую степень полимеризации. Наличие щелочного агента в составе пленки К-4, по-видимому, сдвигает характерный пик в области более высоких температур – 380 °С. Второй экзотермический пик при 420 °С соответствует окислительному процессу.

Изменение среды аппретирования связано с образованием благоприятных условий для предполагаемого химического взаимодействия аппрета с шелком. Полученные термограммы (рис.1) свидетельствуют об отличии поведения пленок, полученных при различных рН среды.

Характерные эндотермические эффекты, зафиксированные на кривых ДТА для гомо- и сополимеров акрилонитрила, отнесены к проявлениям в области расстеклования полимерного субстрата, а также при дегидратации инклюдированной воды.

Экзотермический максимум, обусловленный процессами полициклизации, при которых реализуются внутри- и межмолекулярные взаимодействия функциональных групп макромолекул, характеризуется двумя температурными областями- начала полициклизации и максимальной скорости полициклизации. Отмечены также экзо- и эндотермические эффекты, связанные с дегидрированием, дециангидрированием, карбонизацией и графитизацией полимера.

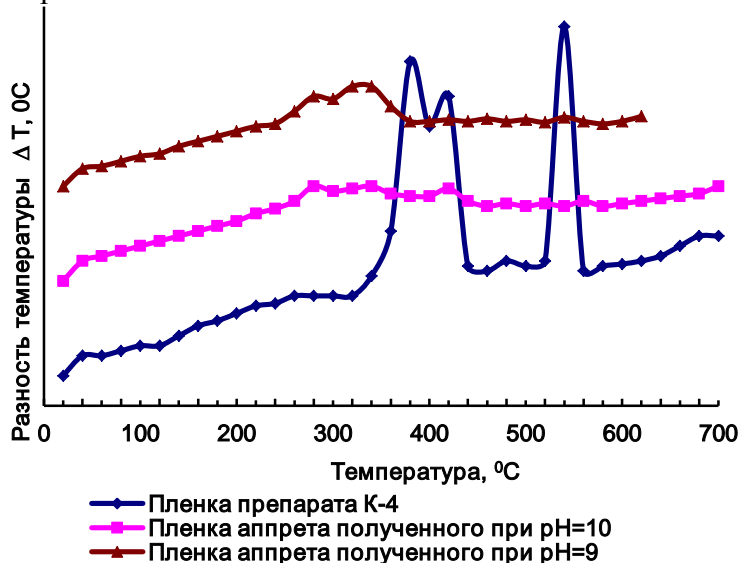


Рис.1. Кривые дифференциальной-термограммы пленок полученных из: препарата К-4; аппарата при pH=10 и pH=9

На термограммах аппарата, полученного при pH=10, не обнаруживаются пики, характерные для препарата К-4, вызванные отщеплением циановых групп: дециангидрирование –депо лимеризация, несмотря на то, что, К-4 присутствует в составе аппарата (Рис.1). Наблюдается плавный рост кривой ДТА, соответствующий процессам дегидратации. На кривых ТГ и ДТГ также отсутствуют характерные потери веса.

Рис.2. Кривые дифференциальной- термогравиметрии пленок полученных из: препарата К-4; аппарата при pH=10 и при pH=9

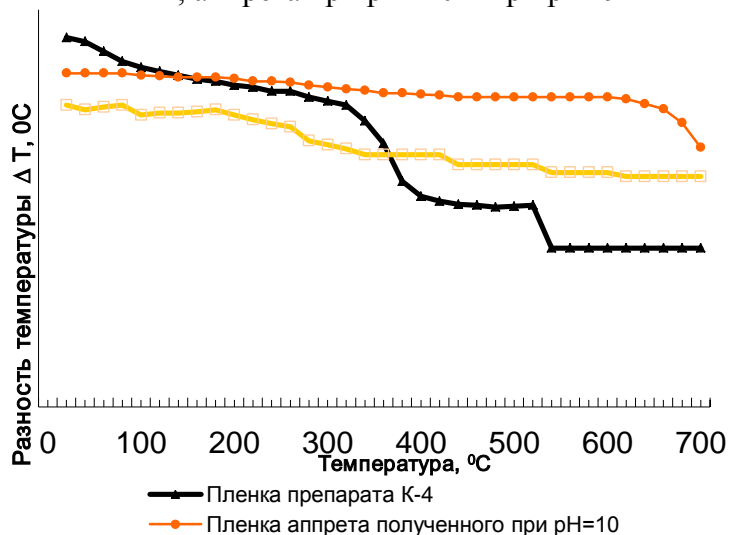


Рис.3. Кривые термогравиметрии пленок, полученных из: препарата К-4; аппарата при pH=10 и при pH=9

По мере повышения температуры до 640 0C потери незначительные, в интервале 640-700 0C наблюдается термодеструкция с потерей в весе до 27%. Общие потери составляет 34,0 % от исходного материала. Отсутствие характерных эндотермических эффектов

свидетельствует о стабильности системы при высокой температуре, в данном случае, пленки аппрета, полученного при рН=10 (рис.2,3) .

Аналогичные результаты получены и для образца пленки аппрета, полученного при рН=9, кривая ДТА которого также имеет неявно выраженные тепловые эффекты, однако наблюдается более выраженный экзотермический пик в области температур 260 и 360 °С, что соответствует дополнительной полимеризации, происходящей в аппрете при рН=9. На кривых ТГ и ДТА Рис.-1,2 для аппрета, полученного при рН=9, не отмечено характерных пиков изменения массы. На ТГ наблюдается ступенька уменьшения изменения массы от 180 до 360 °С на 17,1 %, что свидетельствует о термодеструкции аппрета. Общие потери составили 28,4%. Отсутствие характерных эндо- и экзопиков также свидетельствует о стабильности аппрета рН=9.

На основании обработки кривых ТГ были построены графики зависимости скорости разложения и соотношений легколетучих веществ (ЛВ) к коксовому остатку (КО) от температуры (рис.4,5).

По зависимостям скорости потери и соотношения ЛВ/КО от температуры отчетливо видна стабильность содержания компонентов пленки аппретов, полученных как при рН=9 так и рН=10. Для препарата К-4 скорость потери веса имеет максимальное значение при 600 °С, тогда как аппреты, полученные при рН=9 и рН=10, показывают отсутствие термодеструкционных процессов. При нагреве до 700-840 °С потери массы незначительна, это видно на кривых зависимостей скорости разложения (рис.4) и ЛВ/КО (рис.5) от температуры.

Потеря массы 36 % происходит при 700 °С для аппрета рН=10, тогда как у аппрета рН=9 максимальная потеря от первоначальной массы составляет 28 %, а препарат К-4 потерял 61 % от первоначального веса.

На дифференциальной термограмме наблюдается отсутствия пика, характеризующего окислительные процессы (Рис.2). Пленка аппрета, полученная при рН=9, более устойчива к температурным воздействиям, чем аппрет рН=10. Состав аппретов рН=9 подобран оптимально для дальнейшей обработки и улучшения физико-механических свойств шелка.

Вследствие наличия функциональных групп разного характера у компонентов аппретирующего состава предполагается, что в щелочной среде и при высокой температуре эфирная группа ПВА гидролизует, образуя группу -COONa, которая взаимодействует с препаратом К-4 с образованием полимера сетчатого строения. Термостабильность пленки аппрета и многократное снижение скорости разложения по отношению пленки из К-4 свидетельствует об этом. Пленка аппрета, полученная в относительно низкой щелочной среде более стабильна, чем пленка, полученная при рН=10. Таким образом, среда аппрета, равная рН=9, дает возможность получения стабильной пленки аппрета. Однако для получения качественной отделки аппрет должен прочно взаимодействовать с волокнистым материалом и быть устойчивым в процессе эксплуатации. Оценка качества аппретированных тканей при различных рН среды показала, что шелковая ткань, обработанная при рН=10, имеет более высокие показатели формоустойчивости, низкие значения усадки и смываемости аппрета [3].

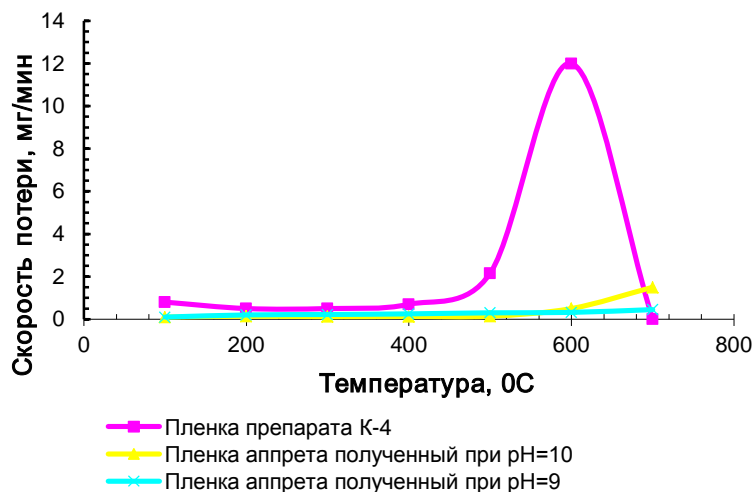


Рис.4. Скорость разложения пленок полученных при разных условиях

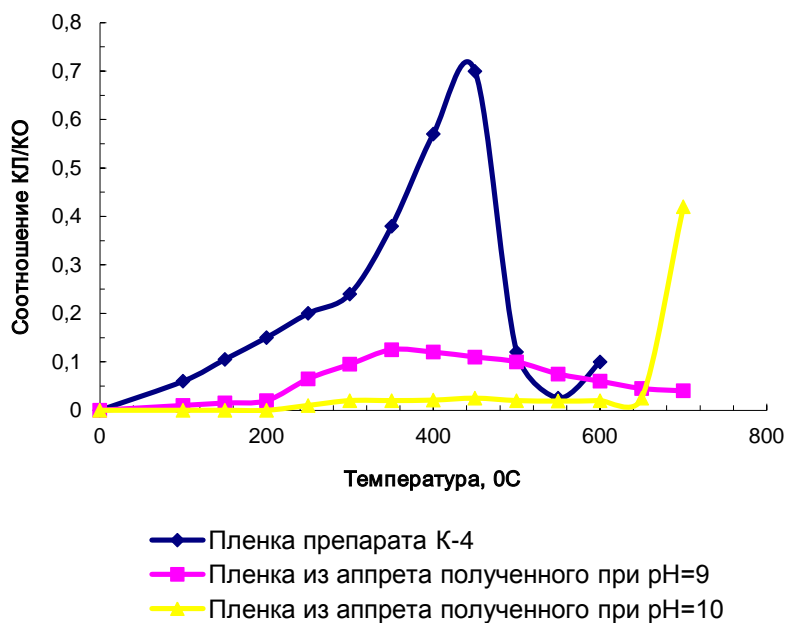


Рис.5 . Соотношения летучих веществ к коксообразованию пленок полученные при разных условиях

Таблица 1

Термические свойства пленки аппрета полученной при рН=10

Интервал температур, °C	ЛВ, мг	КО, мг	ЛВ, %	КО, %	ЛВ/КО	ЛВ,% к начальному весу	КО, %	ЛВ/КО	Время, мин	Скорость Разложения, мг/мин
20-280	1,0	35	2,8	97,2	0,03	2,8	97,2	0,02	26	0,03
280-400	1,0	34,0	2,9	97,1	0,03	2,8	97,2	0,02	12	0,08
400-640	0,5	33,0	1,5	98,5	0,01	1,4	98,6	0,01	36	0,01
640-700	9,5	32,5	29,2	70,8	0,41	27,0	73,0	0,36	6	1,58

Термические свойства пленки аппрета полученной при рН=9

Интервал температур, °С	ЛВ, мг	КО, мг	ЛВ, %	КО, %	ЛВ/КО	ЛВ,% к начальному весу	КО, %	ЛВ/КО	Время мин	Скорость. разложения, мг/мин
20-80	0,5	35,0	1,4	98,6	0,01	1,4	98,6	0,01	6	0,08
80-180	1,0	34,5	2,8	97,2	0,03	2,8	97,2	0,03	10	0,1
180-260	2,5	33,5	7,4	92,6	0,08	7,1	92,9	0,07	8	0,31
260-360	3,5	31,0	11,2	88,8	0,12	10	90	0,1	10	0,35
360-700	2,5	27,5	9,0	91,0	0,09	7,1	92,9	0,07	34	0,07

Таким образом, изучением термических свойств пленок аппретов, определением скорости разложения и соотношения ЛВ/КО показаны изменения, сопровождающиеся полимерными превращениями аппрета и его компонентов в процессе заключительной отделки.

Исследованием термических свойств пленок аппретов, полученных при разных рН среды, показано, что наиболее термостабильным является аппрет пленки, полученный при рН=9. Однако, качество отделки аппретированной ткани при рН=10 характеризуется высокими показателями отделки и низкой смываемостью аппрета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлов М.П. Исследование процесса омыления сополимера акрилонитрила с целью получения водорастворимых шлихтующих препаратов. Автореф. дис. ... канд. тех. наук. М.: МТИ. 1973. - 21 с.
2. Широкова М.К. применения акрилоамида и его производных для придания х/б тканям свойства несминаемости. Дис. ... канд. тех. наук. Иваново.: ИТИ. 1974. -132 с.
3. Худайбердиева Д.Б. Влияние композиционного состава аппрета на качество отделки шелковых тканей // Композицион материаллар, 2007, №4, -с.85-89.
4. Khudayberdieva D., Abdugarimova M., Mirzahmedova M., S.Ahmedov IR- spectroscopic studies of natural silk and products of its interaction with the components of the dressing composition. Chemistry of the natural compounds. 2010,-№ 4, -p. 508-511
5. Ки Б. Новейшие методы исследования полимеров. Перевод с английского Зезина А.Б., Зубова В.П. под ред. Каргина В.А., Платэ Н.А. М.: Мир.1966-с.571
6. Набиева И.А., Садриддинов Б.Б., Эргашев К.Э. Исследование процесса модификации волокна нитрон отходами шелка и особенности его свойств // Химические волокна, 2003, № 6, с. 31-35

ЛЁД – ПЛАНЕТАРНОЕ И ЧЕЛОВЕЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ*¹

ICE - PLANETARY AND HUMAN CONTENTS

В.М. Бузник¹, Н.П. Пророкова^{2,3}
V.M. Bouznik¹, N.P. Prorokova^{2,3}

¹Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов, (Москва)

²Институт химии растворов имени Г.А. Крестова Российской академии наук, (г. Иваново)

³Ивановский государственный политехнический университет

¹All-Russian Research Institute of Aviation Materials (Russia, Moscow)

²G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of Russian Academy of Science (Ivanovo)

³Ivanovo State Polytechnic University

E-mail: bouznik@ngs.ru, npp@isc-ras.ru

В тексте лекции рассматривается роль льда в жизнедеятельности планеты Земля и истории человечества. Приводится информация о строении и классификации льда. Анализируются области применения льда и материалов на его основе. Описываются способы улучшения эксплуатационных свойств льда. Рассматриваются примеры композиционных материалов на основе льда и методы управления его трибологическими характеристиками. Анализируются физико-химические способы борьбы с обледенением.

Ключевые слова: лед, криосфера, атмосферный лед, композиционные материалы с ледовой матрицей, борьба с обледенением

The text of the lecture examines the role of ice in the life of the planet Earth and the history of mankind. Information on the structure and classification of ice is provided. The areas of application of ice and materials based on it are analyzed. Methods for improving the operational properties of ice are described. Examples of composite materials based on ice and methods for controlling its tribological characteristics are considered. The physicochemical methods of deicing are analyzed.

Keywords: ice, cryosphere, atmospheric ice, ice matrix composites, deicing

В современном понимании планету Земля формируют три основные взаимопроникающие сферы: литосфера, аквасфера и атмосфера. Иногда выделяют криосферу, в которой вода представлена льдом. Природные ледяные образования встречаются в разной форме: ледяные облака, снежный покров, сезонно-мерзлые почвы, сезонный и многолетний ледяные покровы водоемов и водотоков, ледники и ледниковые покровы, многолетнемерзлые горные породы с подземными льдами. Криосфера является важным фактором в перераспределении тепла на Земле – треть внешнего теплооборота планеты связана с процессами, происходящими в криосфере. Высокая отражающая способность снежно-ледниковых поверхностей солнечного излучения во многом формирует радиационный баланс планеты – благодаря им, треть солнечного потока переизлучается в космическое пространство. Крупнейшие ледниковые покровы охлаждают прилегающую воздушную массу, приводя в движение атмосферу. Поскольку лед локализован в определенных зонах (Антарктида, Арктика, Гренландия), то они способствуют значительной широтной вариации климата. Кроме того, лед оказывает влияние на колебание уровня моря. Он снижался в ледниковые эпохи, когда значительные массы воды превращались в ледниковые покровы, а в периоды потепления, которые у гляциологов именовались межледниковьем, при сокращении ледового покрова уровень океана повышается [1].

Вся история человечества является историей сосуществования с криосферой [2-4]. Исследуя взаимосвязь температурно-ледовой ситуации на планете Земля и истории

¹ Статья написана по материалам лекции, представленной в рамках Школы молодых учёных

человечества, ученые установили, что межледниковье способствовало активизации цивилизационного прогресса, а холод вынуждал людей переселяться в более комфортные места, где было теплее и не было льда. Если температурное поведение планеты останется прежним, а вероятность этого велика, то в будущем грядут холодные времена. Следовательно, лед - объект человеческого прошлого, настоящего и будущего.

Отношение ко льду у человека носит двойственный характер. Лед как носитель холода, вызывает дискомфорт и несет опасность для живого организма. Обледенение техники, конструкций, сооружений ухудшает их функциональность и может привести к разрушению. Наличие льда на реках и в море сильно осложняет судоходство, а зачастую делает его невозможным, требуется использование ледоколов.

Однако у льда есть и много положительных качеств. Он полезен при хранении продуктов, к примеру, во всех барах напитки охлаждаются льдом, это экономично и эстетично, а в супермаркетах свежая рыбная продукция размещается на ледовых прилавках. В северных регионах лед часто используется для сооружения больших хранилищ продуктов, которые оказываются более экономичными и надежными, чем рефрижераторная техника. Большое количество мясных и рыбных продуктов перевозят по всему миру в замороженном состоянии, вода в них находится в твердой фазе, и они представляются композитом льда и биомассы. Потребительские качества этих продуктов сильно зависят от характера заморозки, важно, что технология заморозки должна обеспечивать масштабное производство.

Лед – удобный конструкционный материал для применения в транспортных и строительных сооружениях, удобство его в том, что он может производиться в местах эксплуатации, что решает логистические и экономические проблемы. Не менее интересен лед как хранитель информации: так химический состав газа в пузырьках древнего антарктического льда позволил построить температурную диаграмму планеты за сотни тысяч лет. Лед – хранитель не только химических, но и биологических объектов: от микроорганизмов до человека. Бактерии, попав в среду льда, не погибают, а впадают в анабиоз, и при возвращении в комфортные температуры могут оживать [5]. Лед обеспечивает сохранность и более развитых биологических объектов [6]. На этом свойстве льда основан, в частности, футурологический проект, связанный с крионикой - сохранением в состоянии глубокого охлаждения умерших людей и животных, чтобы в будущем оживить их и, при необходимости, — вылечить. В мире сейчас крионировано примерно 370 человек и 200 животных. Две крупные компании действуют в США - Институт Крионики и Алькор. Третья по величине - российская «КриоРус» [7].

Лед - единственное твердое тело, кристаллическая решетка которого формируется водородной связью. Водородная связь – форма ассоциации между электроотрицательным атомом (F, O, N) и атомом водорода, связанным ковалентно с другим электроотрицательным атомом. Величина Н-связи молекул воды составляет не более 20кДж/моль, что значительно меньше энергий ковалентной и ионной химических связей.

В кристаллической решетке льда каждый атом кислорода, находясь в узлах решетки, координирован четырьмя атомами водорода, два из которых связаны ковалентной, а два других – Н-связью, и принадлежат они соседним молекулам, а потому более удалены. Атомы водорода могут менять свое «отношение» к кислороду от родного (ковалентная связь) к двоюродному (Н-связь), иными словами, протонная подсистема кристалла неупорядоченная. Лед имеет меньшую плотность, чем вода, что обеспечивает его плавучесть и не позволяет водоемам промерзать, обеспечивая благоприятные условия для существования биологических организмов в аквасфере. А поскольку жизнь на Земле зародилась в океане, то очевидна значимость льда в происхождении жизни.

Лед, как и металлы, образует зернистую структуру, а свойства таких систем, включая эксплуатационные, во многом зависят от размеров, формы и компоновки зерен. Льды различаются и по морфологии (призматические, игольчатые, волокнистые и др.), по текстуре, по инородным включениям (воздух, соли) и их организации в ледовом массиве. Структура льда сильно зависит и от условий заморозки: на воде или жесткой подложке, от

направления и скорости холодного фронта, температурного градиента, от количества примесей в замораживаемом растворе [2]. Так пресноводный лед сильно отличается от морского, содержащего незамерзающие рассолы в полостях льда, и последний можно рассматривать как композит.

Для образования льда в природе необходимы молекулы воды, которые могут быть в жидком и газообразном состояниях, от этого зависит механизм образования льда. В газообразном состоянии молекулы воды, будучи свободными и подвижными, при отрицательных температурах могут встраиваться в кристаллическую решетку льда как кирпичи при кладке стены. После встраивания молекула локализуется в конкретной позиции кристаллической решетки, и у нее исчезает диффузионное движение. Этот процесс называется десублимацией. Молекулы воды из атмосферы могут закрепляться на различных поверхностях, включая пылинки, которые становятся зародышами для роста ледовых кристаллов. В таком варианте образуются маленькие ледовые конструкции – снежинки, которые попадают на землю в виде осадков. Снег и другие атмосферные льды на первой стадии представляют собой сочетание огромного количества снежинок и являются рыхлыми системами, но со временем они меняют морфологию под действием погоды и собственного веса. Так из снежных осадков формируются ледники.

В жидком состоянии снижение температуры уменьшает тепловое диффузионное движение молекул воды, приводя к позиционному упорядочению, что способствует их локализации в определенных точках пространства с образованием кристаллической решетки.

Большой интерес представляют атмосферные льды, к которым относят льды, сформированные из молекул воды, находящихся в атмосфере. Очевидно, что механизм их образования - десублимация, однако в некоторых случаях в облаке на ледовые пластины налипают капли воды, которые затем превращаются в ледовые зерна. В этом случае объект формируется последовательным действием обоих механизмов замораживания – из жидкого и атмосферного состояний.

Самый распространенный объект атмосферного льда – снег, который формируется из большого количества малых (не более 3 мг) ледовых образований – снежинок. Образующиеся в облаках снежинки выпадают в виде атмосферных осадков. Величина планетарного снежного покрова имеет сезонные колебания от 99 млн. км² в феврале до 47 млн. км² в августе. Снежный покров характеризуется тремя основными показателями: мощностью (толщиной), плотностью и запасом воды в снеге. Плотность снежного покрова зависит от метеорологических условий, от скорости ветра, от мощности снежного покрова, от степени уплотнения нижних слоёв, и т. д. Снежный запас определяется слоем воды (в мм), который получается от таяния снега, но при отсутствии стока, просачивания и испарения. Этот параметр чрезвычайно важен для прогноза грядущих урожаев сельскохозяйственных культур и предвидения половодий на реках.

Снега классифицируются следующими категориями: свежий пух, образующийся при выпадении в безветренную погоду; пух уплотнённый, появляется через несколько часов после выпадения; наст и плотный наст; ломкий тонкое ледяное покрытие, под которым скапливается пух и др. Кроме того, различают такие виды атмосферного льда, как иней, изморозь, ледяной дождь, град и гололед.

История использования человеком льда как материала, по-видимому, начинается со строительства канадскими эскимосами жилых помещений (иглу) из блоков льда или плотного снега, поскольку не было других строительных материалов [8]. Потребовалась инженерная разработка устойчивой и надежной конструкции в форме купола, а блоки скреплялись снегом или заливались водой.

В настоящее время известно множество областей применения льда. Так он используется при сооружении так называемых «зимников» - дорог, эксплуатируемых только в зимних условиях; они могут проходить по замерзшим болотам, по речному и озерному льду. Из льда делают переправы через водные преграды, причалы и разгрузочные площадки для водных судов, посадочные площадки для вертолетов и самолетов, доки для ремонта

судов. По примеру эскимосов, лед используется для создания помещений различного применения (ангаров, складов и др.), необходимых в холодных зонах. В последнее время стало модным создание ледовых отелей, ресторанов, других развлекательных сооружений. Основной интерес к освоению арктических территорий связан с добычей углеводородов, поэтому актуален вопрос поискового бурения. Для Арктики требуется разработка специальных технологий, так для бурения на мелководье используются искусственные ледовые острова – намораживается большой ледовый массив, на котором устанавливается требуемое бурильное оборудование. Прозрачность и оптические свойства льда делают его привлекательным материалом для создания скульптурных произведений. Из льда изготавливают даже музыкальные инструменты. Лед используется для сооружения спортивных ледовых и снежных площадок и трасс, при строительстве различных фортификационных сооружений. Помимо этого, в военном деле лёд необходим как маскировочный материал, а также применяется при создании имитирующих объектов.

Как видно из приведенного выше перечня, чаще всего лед используется как конструкционный материал. Однако в этом качестве он обладает рядом недостатков эксплуатационного и технологического характера. К первым относятся низкие прочностные показатели, слабая деформируемость и хрупкость. Он практически мгновенно разрушается при критических напряжениях, что опасно при эксплуатации сооружений. С другой стороны, температурный диапазон эксплуатации льда ограничивается отрицательными температурами. Технологические проблемы состоят в сильной чувствительности прочностных свойств льда к условиям заморозки и эксплуатации. Для массивных ледовых объектов характерна текучесть, проявляемая в случае деформации под собственной тяжестью.

В настоящее время наиболее широко используются два способа улучшения свойств льда. Первый – это химическое модифицирование, состоящее в добавлении в замораживаемый водный раствор малого количества химических веществ, предназначенных для управления зернистой структурой льда, а, следовательно, и его свойствами. Второй, который следует считать материаловедческим, основан на введении в ледовую матрицу армирующих наполнителей разной природы и морфологии, что обеспечивает получение композиционных материалов с ледовой матрицей (КМЛ).

Одна из основных тенденций эволюции арктических материалов – переход к композитам, состоящим, как минимум, из двух веществ с разным химическим составом, сохраняющих собственные фазы и границы между ними [9]. В настоящее время в авиа- и ракетостроении получили распространение полимерные композиционные материалы (ПКМ) на волокнистой основе, в которых прочные волокна (углеродные, стекольные) находятся в матрице реактопластов. Эти материалы обладают высокими показателями прочности, трещиностойкости, и разумно предположить, что введение в лед наполнителей может улучшить его прочностные и эксплуатационные качества. Количество армирующих материалов, используемых в КМЛ, значительно, они обсуждаются в работе [10], где приведены и ссылки на их исследования. В числе наполнителей: стекловолокно, геосетки, криогели, стальные изделия, шлак, песок, гравий, асбестовое волокно, опилки, стружки, крахмал, ветки, водоросли, бумага, хлопок, сено и др.

Особое место среди КМЛ занимает легендарный материал пайкерит (14% древесных опилок и 86% льда). Этот композит назван по имени Д. Пайка, инициатора проекта «Nabakkuk» [11]. Суть проекта - создание ледового авианосца из пайкерита, который в разы превосходит лед по прочностным показателям и более устойчив к таянию. В начале Второй мировой войны имелась острая необходимость в таких судах, однако проект оказался проблемным и к концу войны утратил актуальность. Впоследствии студенты соорудили лодку из пайкерита, но использовать её как транспортное средство не удалось. Реально пайкерит был применён для создания развлекательных сооружений, после разработки технологии нанесения пайкерита распылением [10].

Лед как трибологический материал используется в спортивных сооружениях: конькобежные дорожки, площадки для хоккея, фигурного катания и керлинга, санно-бобслейные трассы [12]. Для этого направления характерны утонченные, а иногда изощренные требования к строению и свойствам льда, к примеру, различны требования к трибологии стайерского и спринтерского льда у конькобежцев, а лед для парного фигурного катания с позиции партнера должен быть жестким, а партнерши – мягким.

Для управления свойствами льда разработан и апробирован метод, основанный на внесении в замораживаемую воду микродоз структурирующих добавок - химических соединений, влияющих на структуры льда [13]. Криомикроскопические исследования модифицированного льда с применением энергодисперсионной спектроскопии, чувствительной к элементному составу изучаемого объекта, показали, что допанты преимущественно располагаются в межзёрном пространстве.

Введение модифицирующих веществ увеличивает скользкость льда до 65% для некоторых допантов по сравнению со льдом из очищенной воды. Ледовые покрытия с наименьшим сопротивлением скольжению были получены при использовании смесей, включающих кремнийорганические соединения, и присадок на основе суспензии политетрафторэтилена. Их совмещение создаёт в поверхностном слое льда сложную структуру, включающую кристаллические зёрна различного размера: мелкие зёрна встроены в более крупные.

Модифицирование приводит и к улучшению прочностных свойств КМЛ. Очевидна также полезность сочетания армирования и химического модифицирования льда. К сожалению, эффективность состава и концентрации определяется эмпирическим путем, что сопряжено с большой экспериментальной и технологической нагрузками.

Наряду с полезными качествами льда, которые можно использовать, он проявляет и негативные свойства, с которыми приходится бороться. В первую очередь это касается обледенения. Оно вредно и опасно для авиации морских и речных судов, линий электропередач, металлических конструкций и техники, различных сооружений, дорог, тротуаров, взлетно-посадочных полос и др. Обледенение характерно для холодных регионов, но периодически проявляется и в других зонах.

Имеются несколько способов устранения обледенения: механический (наледь разрушают ударным воздействием, набегающим воздушным потоком); физико-химический; тепловой (нагрев наледи); электротермический, электромеханический методы (для линий электропередач). Выбор метода определяется типом обледеневших объектов, характером обледенения и возможностями ледоборцев.

Наиболее интересным, на наш взгляд, представляется физико-химический подход. Одно из его направлений нацелено на уменьшение сцепления поверхности конструкции со льдом, для чего применяются защитные покрытия (лаки, пасты и смазки), которые повышают гидрофобность объектов. Второе - с обработкой поверхности жидкостями, понижающими температуру замерзания воды, что широко используется в авиации.

Перспективным направлением является создание супергидрофобных покрытий, которые делают поверхность не смачиваемой водой, а, следовательно, и не подверженной обледенению. Условием супергидрофобности поверхности служат её бимодальная (микро- и наноразмерная) шероховатость и гидрофобность материала. В природе такое сочетание имеется у листа лотоса и ряда других биологических объектов, но можно получить искусственно. Разработаны разные способы получения требуемой шероховатости. Отметим лазерную обработку нано- и фемтосекундными импульсами поверхности металлов и плазменно-электролитическое окисление поверхностей. На созданную поверхность наносится тонкий слой гидрофобного покрытия (силановые или фторуглеродные соединения), сохраняющий рельеф, иногда добавляют неорганические наноразмерные порошки для обеспечения наноразмерной шероховатости.

В Институте химии ДВО РАН системно исследуется плазменное электролитическое окисление поверхности металлов вентильной группы (магний, алюминий, титан). Этим

способом можно получить оксидную поверхность металла нужной шероховатости и, нанося слой фторполимеров или олигомеров, добиться высокой гидрофобности [14].

Рассмотренные подходы касались защиты металлических конструкций и сооружений. Другое важное направление - удаление ледовых образований на дорогах, тротуарах, аэродромных полосах. Следует отметить, что это явление характерно не только для холодных климатических зон. На основе изучения фазовых равновесий в водно-солевых системах из нитратов, ацетатов и формиатов щелочных и щелочноземельных металлов выявлены перспективные низкотемпературные противогололедные композиции. Эти реагенты превосходят традиционные, так композиция из формиата натрия и карбамида эффективно плавит лед до температуры - 20°C, а из обезвоженных нитратов магния и кальция до температуры - 38° [15].

Авторы благодарят Российский научный фонд за финансовую поддержку (номер проекта 18-13-00392).

ЛИТЕРАТУРА

1. Котляков В.М.. Криосфера и климат // Экология и жизнь. – 2010. - №11. – С. 51-59.
2. Морской лед. Сборник и анализ данных наблюдений, физические свойства и прогнозирование ледовых условий / Под ред. И.Е. Фролова, В.П. Гаврило. – СПб: Гидрометеоиздат, 1997. – 402с.
3. <https://svastour.ru/articles/istoriya-/kogda-byli-lednikovye-periody-na-zemle.html>.
4. <https://estestvoznanye.ru/evolyuciya-cheloveka-etapy-razvitiya-proishozhdenie-ot-pervyh-predkov>.
5. https://aif.ru/society/science/mikroby_antarktidy_ledyanoy_kontinent_prodolzhaet_prepodnosit_s_yurprizy. <https://scientificrussia.ru/articles/rasschifrovali-genom-mamonta>.
6. Летагин А. Ю., Полосьмак Н. В., Савелов А. А., Королев М. А., Летагина Е. А. Высокопольная магнитно-резонансная томография тканей суставов и конечностей мумии женщины из могильника Ак-Алаха-3 урочища Укок // Сибирский научный медицинский журнал. – 2018. – Т. 38, № 4. – С. 11-20.
7. Черных Е. Первый в мире замороженный человек уже полвека хранится в «холодильнике»! // Комсомольская правда. – 2017. – 16 июня.
8. Арабаджи В.И. Загадки простой воды (В мире воды и льда). – М.: Знание, 1973. – 95с.
9. Бузник В.М., Каблов Е.Н. Арктическое материаловедение. – Томск: Издательский дом Томского государственного университета, 2018. – Вып. 3. - 44 с. (Академические чтения в Томском государственном университете).
10. Vasiliev N.K., Pronk A.D.C., Shatalina I.N., Janssen F.H.M.E., Houben R.W.G. A review on the development of reinforced ice for use as a building material in cold regions. // Cold Reg. Sci. Techn. – 2015. - V. 115 (1). – P. 56-63.
11. Кравчук А.Н., Лысенко В.А. Неожиданный композит – пайкерит // Композитный мир. – 2015. – №4 (61). - С. 68-70.
12. Гончарова Г.Ю. Современные технологии создания ледового покрытия для различных видов спорта или Ледовая гомеопатия // Холодильная техника. - 2007. - № 7. - С. 12 – 16.
13. Гончарова Г.Ю. Новый подход к выбору соединений для направленного воздействия на свойства ледовых поверхностей // Холодильная техника. - 2009. - № 9. - С. 44 – 516.
14. Mashtalyar D.V., Gnedenkov S.V., Sinebryukhov S.L., Imshinetskiy I.M., Gnedenkov A.S., Bouzник V.M. Composite coatings formed using plasma electrolytic oxidation and fluoroparaffin materials // Journal of Alloys and Compounds. - 2018. – V. 767. - P. 353–360.
15. Морозов Е.В., Коптюг И.В., Бузник В.М. ЯМР-томография как инструмент исследования и диагностики композиционных материалов и изделий на их основе // Авиационный материалы и технологии. – 2014. - №1. - С. 17 – 29,

ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ЛИГНО-ЦЕЛЛЮЛОЗНОЙ МАССЫ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО

CHARACTERIZATION OF CELLULOSE AND NANOCRYSTALLINE CELLULOSE PRODUCED FROM LIGNOCELLULOSE MASS OF HERACLÉUM SOSNÓWSKYI

А.Г. Захаров, М.И. Воронова, О.В. Суров, Н.В. Рублева, Е.О. Лебедева
A.G. Zakharov, M.I. Voronova, O.V. Surov, N.V. Rubleva, E.O. Lebedeva

Институт химии растворов имени Г.А. Крестова Российской академии наук
(г. Иваново)
G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of the Russian Academy of Sciences
(Ivanovo)
E-mail agz@isc-ras.ru, miv@isc-ras.ru

Методом гидролиза в присутствии H_2SO_4 и смеси кислот HCl/HNO_3 получена НКЦ из целлюлозы, выделенной из лигно-целлюлозной массы борщевика Сосновского.

Ключевые слова: нанокристаллическая целлюлоза, целлюлоза, борщевик Сосновского

Nanocrystalline cellulose has been produced from lignocellulose mass of *Heracleum sosnowskyi* by sulfuric acid hydrolysis as well as hydrolysis in the mixture of nitric and hydrochloric acids.

Keywords: nanocrystalline cellulose, cellulose, *Heracleum sosnowskyi*

Борщевик Сосновского – крупное травянистое растение семейства зонтичных, в настоящее время внесен в отраслевой классификатор сорных растений РФ, легко дичает и проникает в естественные экосистемы полностью разрушая их. Растение представляет опасность для человека - листья этого растения содержат [фуранокумарины](#), молекулы которых обладают фотосенсибилизирующими свойствами. Сок борщевика, попадая на кожу человека, [усиливает](#) чувствительность кожи к ультрафиолету, что может вызвать солнечные ожоги.

Благодаря большой биомассе и быстрому распространению борщевик может являться легко возобновимым источником целлюлозы. Высоким уровнем токсических веществ отличаются взрослые растения в стадии цветения и созревания семян. Однако в высушенном состоянии различные части растения не токсичны и могут быть использованы для выделения целлюлозы.

В работе исследована возможность выделения целлюлозы и нанокристаллической целлюлозы из лигно-целлюлозной массы борщевика (ЛЦМБ).

Получение отбеленной целлюлозы

Для выделения целлюлозы из лигно-целлюлозной массы борщевика использовали щелочно-перекисный способ, который включает следующие стадии: 1) варка в растворе 1% HNO_3 в смеси вода- $EtOH$ (6:1, 15 мин, $98^\circ C$); 2) варка в растворе 2-5% $NaOH$ и 0,7-1,5% H_2O_2 (по активному кислороду): подъем температуры до 371К в течение 90 мин, варка 60 мин при температуре $98^\circ C$, модуль 1:25; 3) Кислование в растворе уксусной кислоты 1,5 г/л 30 мин с последующей сушкой.

Получение делегнифицированной целлюлозы

Процесс делегнификации проводили в 5М растворе H_2O_2 в течение 180 мин при кипении.

Получение НКЦ гидролизом в присутствии H_2SO_4

Водные суспензии НКЦ были получены сернокислотным гидролизом целлюлозы по методике, описанной в статье [1]. Гидролиз целлюлозы проводили в водном растворе серной

кислоты (62%) (1г целлюлозы/40 мл раствора) при 50°C в течение двух часов при интенсивном перемешивании. Полученную в результате гидролиза суспензию отмывали от кислоты дистиллированной водой многократным повторением циклов центрифугирования до достижения постоянного значения pH надосадочной жидкости (~pH 2.4). Далее суспензию НКЦ очищали с помощью ионообменной смолы, обрабатывали ультразвуком (SonorexDT100, Bandelin, Германия) в течение 15–30 мин и использовали для получения композитных пленок полимер/НКЦ. Концентрация НКЦ в суспензии определялась гравиметрически.

Получение НКЦ гидролизом в присутствии смеси кислот HCl/HNO₃

Гидролиз целлюлозы в смеси азотной и соляной кислот проводили в герметичном толстостенном сосуде из нержавеющей стали с тефлоновым вкладышем. Гидролиз проводился в течение 3-х часов при 110°C с различным молярным соотношением кислот HCl/HNO₃ 7:3 с сохранением общей концентрации водного раствора 4 М.

После охлаждения до комнатной температуры полученную суспензию разбавляли и затем многократно промывали последовательно центрифугированием дистиллированной водой для обеспечения удаления кислот. Полученный продукт диспергировали ультразвуком (SonorexDT100 Bandelin) в течение 15 мин для образования стабильной водной суспензии.

Выход НКЦ по 1-ой и 2-ой методике определяли гравиметрическим методом. Для этого собранную суспензию пропускали через фильтр MN GF-1 (Macherey-Nagel, Germany) с удерживающей способностью частиц более 0,7 мкм. Прошедшую через фильтр суспензию НКЦ собирали и определяли ее объем. Отбирали несколько параллельных проб точно измеренного объема, разливали в предварительно взвешенные чашки Петри и высушивали на воздухе до постоянства веса. Определив таким образом концентрацию суспензии

Методы исследования

Размер частиц НКЦ в водных суспензиях и их заряд определяли методом динамического рассеяния света с помощью анализатора размера частиц «Zetasizer Nano ZS» (Malvern Instruments Ltd, UK), работающего в интервале 0,3 нм – 6 мкм. Размер частиц НКЦ был определен также с помощью просвечивающего электронного микроскопа LEO 912 AB Omega (Carl Zeiss, Germany).

Рентгеноструктурный анализ проводили на дифрактометре фирмы Bruker D2 PHASER с использованием Cu-K_α-излучения ($\lambda = 0,1542$ нм). Индекс кристалличности НКЦ по Сегалу [2], определяли как

$$CK = \frac{I_{200} - I_a}{I_{200}}, \quad (1)$$

где I_{200} - интенсивность рефлекса, соответствующего кристаллографической плоскости (200), I_a - интенсивность аморфного гало (минимум между пиками, соответствующим кристаллографическим плоскостям (200) и (110).

ИК-спектры получены на спектрофотометре VERTEX 80v (Bruker, Germany) в области частот 4000-400 см⁻¹. Образцы запрессовывали в таблетки, содержащие 1 мг анализируемого вещества и 100 мг бромиды калия.

Степень полимеризации целлюлозы (СП) определяли по вязкости ее раствора в кадоксене [ГОСТ 25438-82] [3].

Содержание лигнина определяли весовым гидролитическим методом, основанным на обработке волокнистого материала концентрированной серной кислотой (72 %). Содержание лигнина в материале рассчитывают по весу остатка, нерастворимого в серной кислоте [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В качестве исходного сырья для выделения целлюлозы брали лигно-целлюлозную массу стебля борщевика, предварительно высушенного, после отделения одревесневшей внешней части стебля. Анализ исходной ЛЦМБ показал, что содержание лигнина превышает среднее содержание лигнина в однолетних растениях, таких как лен, джут, пенька (12-15%).

Для выделения целлюлозы из ЛЦМБ использовали щелочно-перекисный способ, который уменьшает содержание лигнина только до 11% (табл. 1). Поэтому мы использовали еще один способ обработки – перекисная варка. После чего содержание лигнина

уменьшается до значения 0,5% и полученная целлюлоза с СП 345 и СК 72 % может быть использована для получения НКЦ.

НКЦ была получена двумя способами: гидролизом в присутствии H_2SO_4 и гидролизом в присутствии смеси кислот HCl/HNO_3 . Характеристики полученных целлюлоз представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики целлюлоз, полученных из ЛЦМБ

образец	Содержание лигнина, %	СП	СК ¹ , %	Размеры частиц ² , нм	Заряд, мВ	Выход ³ , %
ЛЦМБ	21,0	-	-	-	-	100
Целлюлоза отбеленная	11,2	845	68	-	-	55
Целлюлоза делигнифицированная	0,5	345	72	-	-	48
НКЦ(H_2SO_4)	0	211	82	200-250	-53	14
НКЦ(HCl/HNO_3)	0	77	86	80-120	-35	15

¹ Рассчитано по данным рентгеноструктурного анализа

² Рассчитано из анализа изображений, полученных с помощью просвечивающей электронной микроскопии

³ Расчет выхода проводился от исходной навески ЛЦМБ

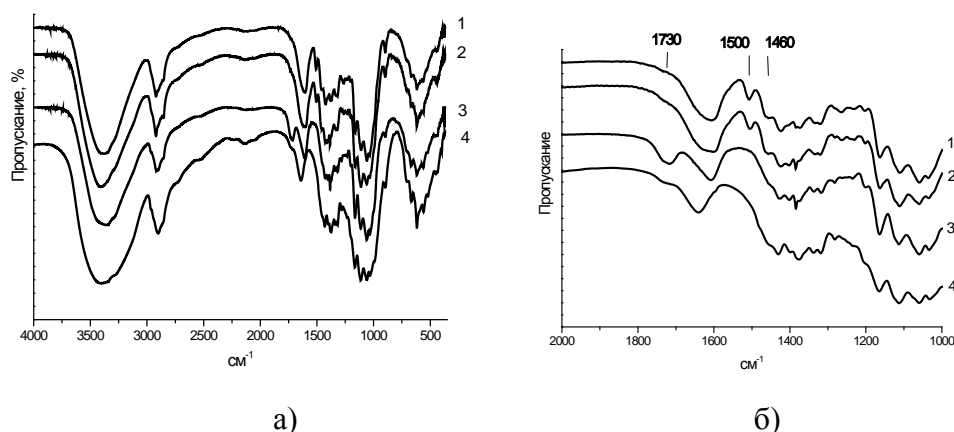


Рис.1. ИК-спектры образцов 1- ЛЦМБ, 2- Целлюлоза отбеленная, 3- НКЦ(HCl/HNO_3), 4-НКЦ(H_2SO_4).

ИК спектры образцов демонстрируют полосы поглощения, типичные для целлюлозы. Широкая интенсивная полоса поглощения в области $3000-3700\text{ см}^{-1}$ характеризует валентные колебания гидроксильных групп целлюлозы, включенных в водородную связь. Гидроксильные группы в положениях С2, С3 и С6 способствуют образованию внутри- и межмолекулярных водородных связей. В области $2800-3000\text{ см}^{-1}$ лежит полоса валентных колебаний связи С-Н в группах CH_2 и CH . Достаточно интенсивные полосы поглощения 900 и $1160, 1060$ и 1110 см^{-1} отвечают за деформационные С-О-С колебания глюкозидной связи и пиранозного цикла, соответственно. Пики $1600, 1500$ и 1460 характерные для колебаний ароматического кольца говорят о присутствии лигнина в образцах ЛЦМБ и отбеленной целлюлозы. В ИК-спектре образца НКЦ(HCl/HNO_3) появляется полоса 1730 см^{-1} , связанная с поглощением $\nu(C=O)$ в карбоксильной группе. Это указывает на то, что в присутствии HNO_3 происходит окисление первичных гидроксильных групп до карбоксильных.

Размеры частиц НКЦ были оценены по ПЭМ-изображениям (рис.2) и методом динамического рассеивания света (рис.3).

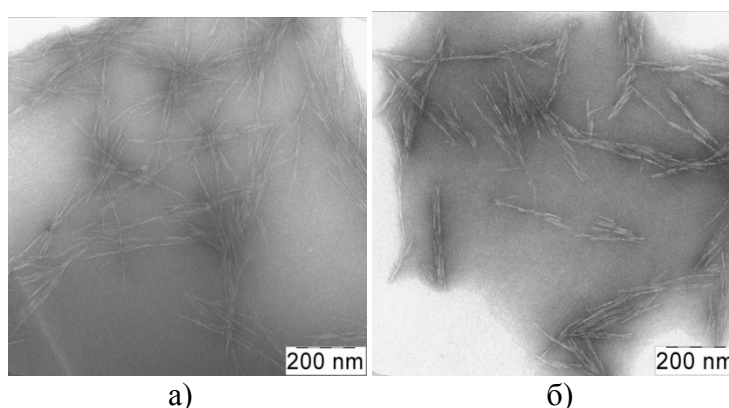


Рис.2. ПЭМ-изображения частиц НКЦ(H_2SO_4) (а), НКЦ(HCl/HNO_3) (б).

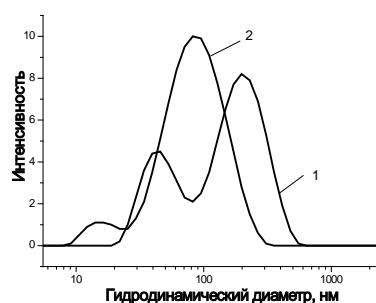


Рис.3. Гидродинамические диаметры частиц НКЦ(H_2SO_4) (1), НКЦ(HCl/HNO_3) (2).

Экспериментальные данные по ДРС для водной суспензии НКЦ(H_2SO_4) показывают полидисперсный характер распределения частиц НКЦ по размерам. Можно выделить две группы частиц с размерами около 260 и 45 нм, соответственно (рисунок 3). Водные суспензии НКЦ проявляют высокую коллоидную стабильность в течение длительного времени, что обуславливается значительным зарядом сульфатных групп, привитых на поверхность частиц НКЦ в процессе сернокислотного гидролиза. По результатам измерений значение ζ -потенциала водных суспензий НКЦ равно -53 мВ, содержание серы (в составе поверхностных сульфогрупп) составляет 0.75 %. При гидролизе смесью кислот гидродинамический диаметр частиц НКЦ составляет 85 нм, заряд -35 мВ. Заряд на этих частицах обусловлен карбоксильными группами. Полученные методом ДРС размеры частиц НКЦ являются усредненными значениями для гидродинамических диаметров эквивалентных сфер и не отражают реальные физические размеры анизотропных стержнеобразных частиц НКЦ, а используются для сравнительного анализа [5]. Тем не менее, как показано в работе [6], измеренный методом ДРС гидродинамический диаметр строго коррелирует с длиной анизотропной частицы НКЦ, полученной на основании анализа данных ПЭМ и АСМ. В нашем случае, данные ДРС коррелируют с данными ПЭМ.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (грант № 17-13-01240П). Данные получены с использованием оборудования центра коллективного пользования "Верхневолжский региональный центр физико-химических исследований".

ЛИТЕРАТУРА

1. Bondeson D., Mathew A., Oksman K. Optimization of the isolation of nanocrystals from microcrystalline cellulose by acid hydrolysis // Cellulose. 2006. № 13. P. 171–180.
2. Thygesen A., Oddershede J., Lilholt H., Thomsen A.B., Stahl K. On the determination of crystallinity and cellulose content in plant fibres // Cellulose. 2005. **12** (6). P. 563–576.
3. Аналитический контроль производства искусственных волокон: Справочное пособие/Под ред. А.К.Дибровы и В.С.Матвеева – М.:Химия, 1986.-336 с.
4. Оболенская А.В. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы: Учеб. пособие для вузов.- М.: Экология, 1991.- 320 с.
5. Beck S., Bouchard J., Berry R. Dispersibility in Water of Dried Nanocrystalline Cellulose // Biomacromolecules. 2012. Vol. 13. P.1486–1494.
6. Boluk Y., Danumah C. Analysis of cellulose nanocrystal rod lengths by dynamic light scattering and electron microscopy // J. Nanopart Res. 2014. Vol.16. P. 2174–2179.

К ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОЙ СРЕДЫ В АППАРАТЕ С МЕШАЛКОЙ

TO THE PROBLEM OF MOTION MODELING LIQUID MEDIUM IN A DEVICE WITH A STIRRER

С.О. Кожевников, В.Б. Кузнецов, Л.В. Кожевникова
S.O. Kozhevnikov, V.B. Kuznecov, L.V. Kozhevnikova

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnical University
Email: kojevnikov_so@mail.ru

В статье представлены результаты моделирования скоростей движения жидкой среды в аппарате оснащенной вращающейся мешалкой с образованием воронки. Для исследуемого процесса выполнен расчет однородного винтового потока в аппарате с вращающейся мешалкой.

Компьютерное моделирование, вращающаяся мешалка, образование воронки.

The article presents the results of modeling the velocity of a liquid medium in a device equipped with a rotating agitator with the formation of a funnel. For the process under study, a uniform screw flow was calculated in a device with a rotating agitator.

Computer modeling, a mixing device, a tube of variable cross section.

Свойства текстильных изделий зависят от качества тканей и волокон используемых для их производства, а также от их отделки. Одной из важнейших отделочных операций является крашение. Качественным показателем пигментных красильных материалов является их дисперсность. Чем меньше размер частиц красителя и чем больше набухает волокно, тем скорее частицы красителя проникают в толщу волокна. Существенное влияние на получение стойких красителей и пигментов оказывает технология производства и используемое при этом технологическое оборудование [1-7].

Диспергирование пигментов красителей достаточно энергоемкий процесс. Под диспергированием понимается разрушение агломератов и агрегатов пигментов и в обеспечении полного смачивания поверхности пигмента жидкой средой красящего материала, что предотвращает флокуляцию пигмента.

Конструктивное оформление процесса получения материалов высокой дисперсности характеризуются небольшим разнообразием устройств. Выполненный анализ конструкций устройств предназначенных для получения материалов высокой дисперсности показал, что они требуют дальнейшего совершенствования [1,2]. Анализ способов получения материалов высокой дисперсности и конструктивного оформления процесса показал, что существующие перемешивающие устройства имеют высокую потребляемую мощность и требуют дальнейшего совершенствования рабочих органов смесителей [1,2].

Исследования [1] показали, что для получения высокодисперсных суспензий можно использовать аппарат, оснащенный рабочим органом, состоящим из ротора с рабочими органами в виде труб переменного сечения [3]. При прохождении жидкости через трубы переменного сечения, совершающие вращательное движение, скорость среды на выходе из рабочих органов многократно возрастает. Моделирование процесса движения жидкой среды позволит определить оптимальный скоростной режим движения жидкости, предотвратить образование застойных зон и решить задачи его геометрического и динамического синтеза.

Представим движение жидкости в аппарате с глубиной погружения мешалки H (рис. 1). При этом движение жидкости симметричное относительно оси вращения мешалки.

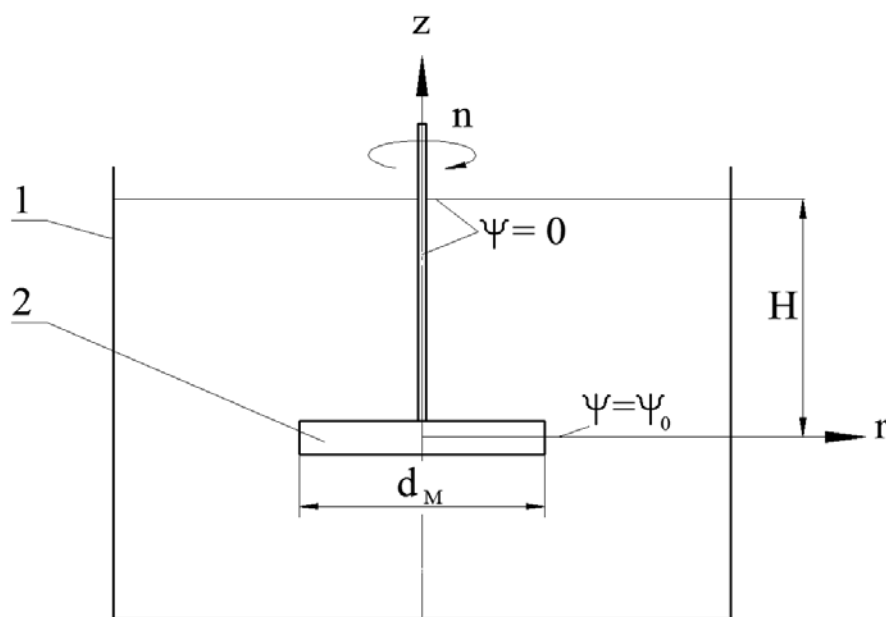


Рис. 1. Расчётная схема:
1 – аппарат; 2 – мешалка

Для упрощения анализа влияние вязкости среды не учитывается. Свободную поверхность будем полагать плоской горизонтальной, пренебрегая ее понижением у оси.

В общем случае, когда на оси потока окружные скорости достигают бесконечно больших значений и в реальном потоке образуется воронка, задача приводится к неоднородному дифференциальному уравнению [8]

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} + r \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} \right) + k^2 \psi = -kC, \quad (1)$$

где ψ – функция тока жидкости, м; r – текущий радиус, м; z – координата по высоте аппарата, м; k – постоянная, равная удвоенному отношению модуля угловой скорости вращения частицы к модулю скорости её перемещения; C – постоянная.

Начало цилиндрических координат совместим на оси мешалки и по оси центров лопаток. Граничные условия в соответствии с рис. 1:

$$\psi(0, r) = \psi_0, \quad (2)$$

$$\psi(H, r) = 0, \quad (3)$$

$$\psi(z, 0) = 0, \quad (4)$$

где постоянное значение функции тока ψ_0 связано с насосным эффектом, создаваемым мешалкой зависимостью

$$\psi_0 = \frac{V_p^*}{2\pi}. \quad (5)$$

где V_p^* – насосный эффект мешалки, м³/с, определяемый по формуле [2]

$$V_p^* = J \cdot n \cdot d_M^3, \quad (6)$$

где J – коэффициент, зависящий от типа мешалки [4]; n – частота вращения мешалки, с⁻¹; d_M – диаметр мешалки, м.

Решим уравнение (1) при помощи рядов Фурье. Для этого введем вместо функции тока жидкости функцию

$$U = \psi - \psi_0 \left(1 - \frac{z}{H} \right), \quad (7)$$

С учётом (7) уравнение (1) примет вид

$$\frac{\partial^2 U}{\partial z^2} + r \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial U}{\partial r} \right) + k^2 U = -k(k\psi_0 + C) + \frac{k^2 \psi_0}{H} z, \quad (8)$$

с граничными условиями $U(0, r) = 0$; $U(H, r) = 0$; $U(z, 0) = -\psi_0(1 - (z/H))$.

Решение уравнения (8), удовлетворяющее указанным граничным условиям можно представить в виде ряда Фурье. Функция тока винтового потока

$$\psi = \psi_0 \left\{ \left(1 - \frac{z}{H} \right) + \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \left[\frac{1 + \left[1 - (-1)^n \frac{C}{k\psi_0} \right]}{\left(\frac{n\pi}{kH} \right)^2 - 1} - \left(1 + \frac{\left[1 - (-1)^n \frac{C}{k\psi_0} \right]}{\left(\frac{n\pi}{kH} \right)^2 - 1} \right) \Omega_n \right] \right\} \sin \frac{n\pi z}{H}; \quad (9)$$

где Ω_n - постоянная, при $\frac{n\pi}{kH} > 1$:

$$\Omega_n = \sqrt{\left(\frac{n\pi}{kH} \right)^2 - 1} \cdot k \cdot r \cdot K_1 \cdot \left(\sqrt{\left(\frac{n\pi}{kH} \right)^2 - 1} \cdot k \cdot r \right); \quad (10)$$

при $\frac{n\pi}{kH} = 1$:

$$\Omega_n = 1; \quad (11)$$

при $\frac{n\pi}{kH} < 1$:

$$\Omega_n = -\frac{\pi}{2} \sqrt{1 - \left(\frac{n\pi}{kH} \right)^2} \cdot k \cdot r \cdot Y_1 \cdot \left(\sqrt{1 - \left(\frac{n\pi}{kH} \right)^2} \cdot k \cdot r \right), \quad (12)$$

где $Y_1(x)$ - функция Бесселя второго рода; $K_1(x)$ - функция Бесселя мнимого аргумента.

При практических расчетах значения аргумента бесселевых функций x оказываются обычно во втором и последующих членах ряда столь большими, что можно воспользоваться асимптотическими представлениями этой функции при $x \rightarrow \infty$ [8]

$$Y_n(x) \approx \frac{e^x}{\sqrt{2\pi x}}; \quad K_n(x) \approx \sqrt{\frac{\pi}{2x}} \cdot e^{-x}, \quad (13)$$

Окружная скорость определяется выражением

$$v_\varphi = \frac{k\psi + C}{r}, \quad (14)$$

где C – коэффициент, зависящий от скорости движения жидкости в аппарате, м²/с.

Коэффициент C определяется из уравнения

$$C = V_p^* / r. \quad (15)$$

Радиальная скорость винтового потока

$$v_r = \frac{\psi_0}{Hr} \left\{ 2 \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{1 + \left[1 - (-1)^n \frac{C}{k\psi_0} \right]}{\left(\frac{n\pi}{kH} \right)^2 - 1} - \left(1 + \frac{\left[1 - (-1)^n \frac{C}{k\psi_0} \right]}{\left(\frac{n\pi}{kH} \right)^2 - 1} \right) \Omega_n \right] \cos \frac{n\pi z}{H} - 1 \right\}. \quad (16)$$

Осевая скорость потока

$$v_z = -\frac{2k^2\psi_0}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \left[1 + \frac{1 + \left[1 - (-1)^n \frac{C}{k\psi_0} \right]}{\left(\frac{n\pi}{kH} \right)^2 - 1} \right] \Omega'_n \sin \frac{n\pi z}{H}, \quad (17)$$

где при $\frac{n\pi}{kH} > 1$ постоянная Ω'_n :

$$\Omega'_n = \left[\left(\frac{n\pi}{kH} \right)^2 - 1 \right] \cdot K_1 \cdot \left(\sqrt{\left(\frac{n\pi}{kH} \right)^2 - 1} \cdot k \cdot r \right); \quad (18)$$

при $\frac{n\pi}{kH} = 1$:

$$\Omega'_n = 0; \quad (19)$$

при $\frac{n\pi}{kH} < 1$:

$$\Omega'_n = -\frac{\pi}{2} 1 - \left(\frac{n\pi}{kH} \right)^2 \cdot Y_1 \cdot \left(\sqrt{1 - \left(\frac{n\pi}{kH} \right)^2} \cdot k \cdot r \right). \quad (20)$$

где n – нечётное число, $n = 1, 3, 5, \dots$

Расчет параметров винтового потока жидкости в аппарате с перемешивающим устройством без учета физических свойств движущейся среды реализован в среде MathCAD в соответствии с приведенными уравнениями при следующих входных параметрах: $d_M = 0,05$ м,

$J = 10$, $C = 0,2$ м²/с, $H = 0,11$ м, $r = 0,14$ м. Распределение скоростей в аппарате с мешалкой приведено на рис. 2, а профиль образующейся воронки на рис. 3.

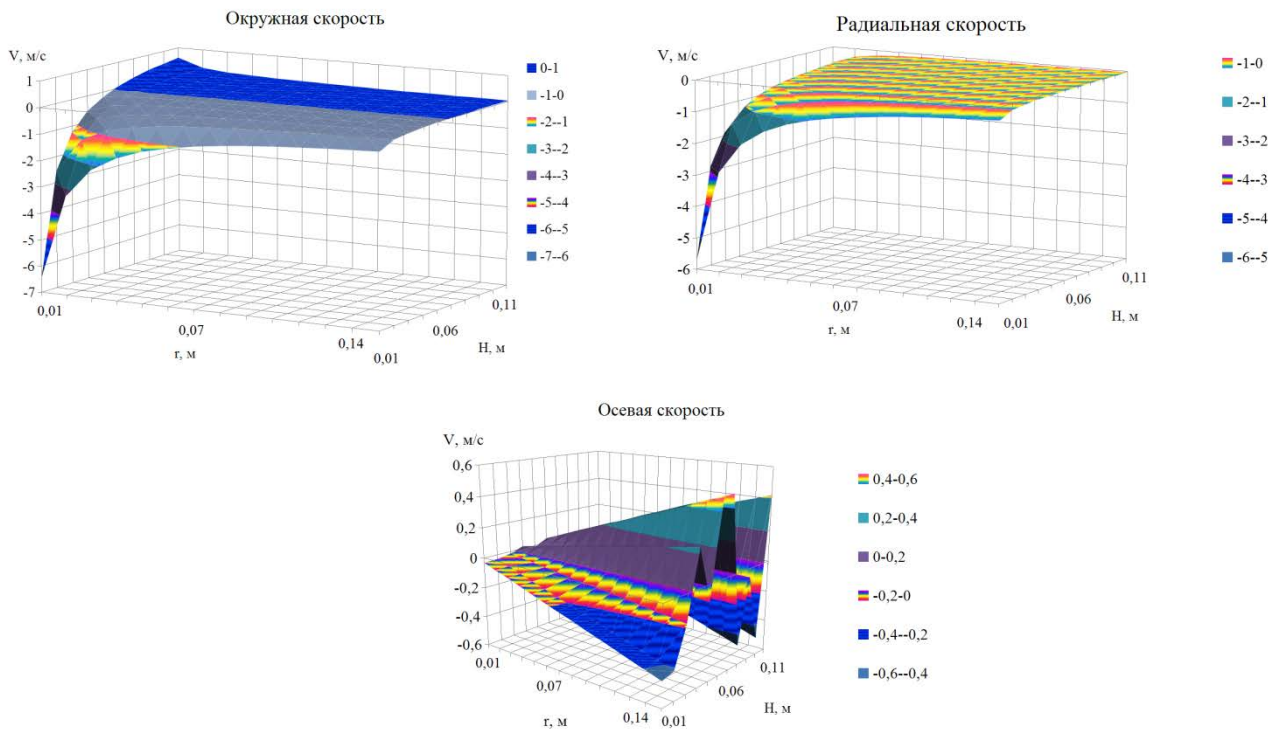


Рис. 2. Поверхности скоростей жидкости в аппарате с мешалкой

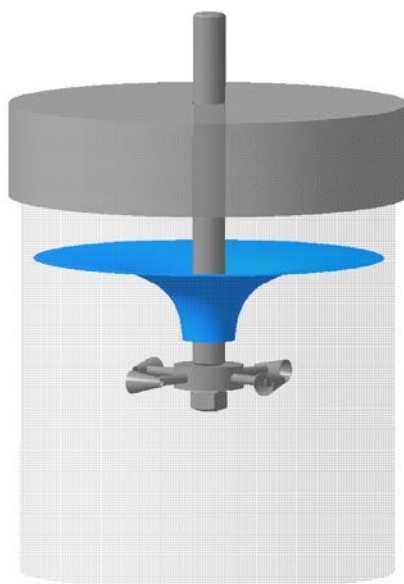


Рис. 3. Профиль воронки жидкости в аппарате с мешалкой

Выводы.

1. Разработана математическая модель движения идеальной жидкости в аппарате оснащенной вращающейся мешалкой, равномерно вращающейся относительно вертикальной оси рабочей камеры, реализованная средствами вычислительного комплекса MathCAD в форме численной модели.

2. В результате модельного эксперимента получены зависимости составляющих скоростей движения жидкости в аппарате при входном значении скорости вращения $n = 10 \text{ с}^{-1}$ и получены профили радиальной, окружной и осевой составляющей абсолютной скорости.

3. Полученные функциональные зависимости дают возможность определить оптимальный скоростной режим движения жидкости в аппарате с вращающейся мешалкой и, как следствие, решить задачи по его геометрическому и динамическому синтезу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кожевников С.О. Разработка смесителя для перемешивания жидких и гетерогенных сред [Текст]: дис. ... канд. тех. наук: 05.02.13: защищена 07.07.05./ Кожевников Сергей Олегович. - Иваново, 2005. - 138 с.
2. Стренк, Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками. [текст] Пер. с польск. Под ред. И.А. Щупляка. Л.: Химия, 1975. 384 с.
3. Устройство для механоактивации коллоидных дисперсных систем. Патент на полезную модель РФ №184449. Оpubл. 25.10.2018.
4. Кожевников, С.О. Механоактивация коллоидных систем / С.О. Кожевников, В.Б. Кузнецов, М.С. Малов // Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК–2020): сб. материалов Национальной молодёжной научно-технической конференции. – Иваново: ИВГПУ, 2020.– с. 408-409.
5. Кожевников, С.О. Моделирование гидродинамических процессов в рабочих органах устройства для механоактивации коллоидных дисперсных сред / С.О. Кожевников, В.Б. Кузнецов, М.С. Малов // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2019) [Текст]: сб. материалов XXII Междунар. науч.-практ. форума, 25–27 сентября 2019 года. – Иваново: ИВГПУ, 2019. – с. 173-179.
6. Кожевников, С.О. Исследование влияния геометрических параметров смесителя на седиментационную устойчивость суспензии/ С.О. Кожевников, В.Б. Кузнецов, М.С. Малов // Инженерные и социальные системы: сб. науч. тр. инж-строит. ин-та ИВГПУ. – Иваново: ИВГПУ, 2019. – Вып. 4. с.28-31.

7. Кожевников, С.О. Моделирование влияние формы конфузора на гидродинамику жидкой системы в среде SolidWorks / С.О. Кожевников, В.Б. Кузнецов, М.С. Малов // Межвузовская научно-техническая конференция аспирантов и студентов с международным участием: Молодые ученые – развитию национальной технологической инициативы (ПОИСК - 2019) с.293-293.
8. Васильев, О.Ф. Основы механики винтовых и циркуляционных потоков. М.-Л. – Госэнергоиздат. – 1958. – 144 с.

РАЗРАБОТКА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПИГМЕНТНОЙ ПЕЧАТИ ПО ТЕКСТИЛЮ

DEVELOPMENT OF DOMESTIC COMPOSITIONS FOR PIGMENT PRINTING ON TEXTILES

О.В. Козлова, А.Р. Зимнуров, Ю.Е. Карцева
O.V. Kozlova, A.R. Zimnurov, Yu.E. Kartseva

Ивановский государственный химико-технологический университет
Ivanovo State University of Chemical Technology
e-mail: office@sunnydress.ru, ovk-56@mail.ru

Работа посвящена обоснованию эффективности применения отечественных полимерных связующих и сшивателей нового поколения в пигментной печати

Ключевые слова: текстильные материалы, печать пигментами, полимерные связующие, сшиватели.

The work is devoted to the substantiation of the effectiveness of the application of Russian polymer binders and new generation crosslinkers in pigment printing

Keywords: textile materials, pigment printing, polymer binders, crosslinkers.

Традиционно для печати пигментами по текстильным материалам используют композиции, включающие полимерное связующее, загуститель и вспомогательные препараты, которые отвечают за эффективность процесса нанесения пигментной композиции и осуществления условий закрепления пигментов на текстильном материале.

В течение последних лет в сфере производства и потребления лакокрасочной продукции в экономически развитых странах наблюдается активное выдвижение требований на государственном и межгосударственном уровнях по защите окружающей среды и здоровья человека. В частности, ограничение использования опасных веществ, в том числе алкилфенолэтоксилатов в качестве смачивающих добавок и использования растворителей, классифицируемых как летучие органические соединения.

Пигментные пасты являются важным сырьевым компонентом в производстве, особенно, текстильного назначения. К сожалению, до настоящего момента, в рецептурах пигментных паст отечественных и большинства зарубежных производителей содержатся гликоли и другие органические растворители, алкилфенолэтоксилаты и другие вещества, классифицируемые как опасные для окружающей среды и здоровья человека.

Одним из важных международных требований к текстильным материалам является отсутствие в них следующих веществ [1-3]: нонилфенолэтоксилаты (NPEO)/(OPEO), октилфенолэтоксилаты, алкилфенолэтоксилаты (АФЭО (англ. – APEO)), алкилфенолы (АФ (англ. – AP)), алкилфенолфосфиты, которые по настоящее время еще присутствуют в полимерах-связующих. Поэтому и ткани и применяемые реактивы не могут составлять пока конкуренцию импортным аналогам.

Наиболее важным преимуществом использования эко-связующих является значительное уменьшение и разрешение проблем, связанных с выделением запаха, наличием растворителей и других опасных летучих соединений, как в производстве и его отходах, так и в выпускаемых материалах. Отсутствие опасных веществ повышает уровень безопасности использования продуктов с маркировкой NO-VOC и APEO-free производителями, конечными покупателями и детьми.

В связи с этим по рекомендации ученых ИГХТУ химической компанией ООО «Сван» разработан новый препарат Ларус-21из, отвечающий требованиям безопасности. Целью

исследований явилась апробация связующего нового поколения фирмы ООО СВАН – Ларус-21иэ и сравнение эффективности его использования с Рузином-14и и ходовым зарубежным аналогом.

Критериями оценки качества напечатанных тканей служили показатели: интенсивность – к/с (оцененная по функция Кубелки-Гуревича-Мунка), прочность окрасок к сухому, мокрому трению, жесткость грифа.

Технология печати заключалась в следующем: хлопчатобумажную ткань печатали с помощью сетчатых шаблонов печатной композицией состава, включающего, в г/кг: связующее-биндер - 40-100; загуститель - 12-15; пигмент – 20; эмульгатор - 0-3. Напечатанные образцы сушили в термошкафу при $T=80^{\circ}\text{C}$, подвергали фиксации горячим воздухом при $T=160^{\circ}\text{C}$, $\tau=2$ мин. Комплекс колористических показателей свидетельствует, что при использовании отечественного эко-связующего Ларус-21-иэ достигаются технические и колористические результаты печати, не уступающие по качеству зарубежному аналогу.

Известно, что при пигментном колорировании тканей с вложением синтетических волокон очень трудно получить удовлетворительные прочности окрасок и чем больше синтетической составляющей в ткани, тем в большей степени эта проблема усугубляется. Решением этой проблемы является дополнительное введение в состав печатной композиции сшивающих компонентов, то есть препаратов, имеющих в своей структуре функциональные группы, способствующие образованию либо химических связей с волокнами, либо формированию пространственно-сшитых полимерных структур. Последнее позволяет закрепить в структуре полимера частицы пигмента и тем самым упрочить окраски к физико-химическим воздействиям. Нами использованы сшиватели, которые могут взаимодействовать как с целлюлозой, так и с функциональными группами акриловых сополимеров, а именно – глиоксаль и глицедиловый эфир (ГЭ). В качестве зарубежного аналога использован фиксатор N.

Таблица 1.

Колористические показатели окрасок при использовании имперона красного КВ

Используемый сшиватель	Наличие фиксатора, г/кг	Координаты цвета			HUE (тон)	Satur. (насыщ.)	Прочность к трению, балл
		R	G	B			
Глиоксаль	-	177	66	77	236	164	3
	+	163	50	49	236	170	4
Глицедиловый эфир	-	186	93	73	235	163	3
	+	192	78	64	235	165	4
Фиксатор N (зарубежный)	-	184	83	74	235	162	3
	+	183	75	66	235	164	4

В таблице 1 представлены колористические показатели окрасок импероном красным КВ при печати по хлопкополиэфирной ткани (50ХЛ/50ПЭ) без фиксатора и при его использовании. Как можно видеть показатели, характеризующие прочности окрасок к трению повышаются и не уступают по величинам зарубежным.

Провели спектральный анализ образцов – пленок полимера Рузина -14и как в чистом виде, так и с добавками сшивателей. Для регистрации спектров полимерных связующих был использован ИК-Фурье спектрометр Avatar 360 FT-IR ESP. На рис.1. представлены спектры с пленки Рузина-14и и с добавкой к нему 10% сшивателя ГЭ.

Из данных, представленных на рис. 1 видно, что по форме ИК-спектры очень похожи и содержит несколько характеристических полос, что типично для полимерных систем. Это и валентные симметрические и деформационные колебания связи – CH_2 –($2880, 1420 \text{ см}^{-1}$), и маятниковое деформационное колебание связи – CH_2 – δ (CH_2) $_x$ (732 см^{-1}) полимерной молекулы. Несомненно, важным отличием является отсутствие пика 1605 см^{-1} , отвечающего

предположительно за поглощение карбонильной группы ($\nu\text{C=O}$) [4].

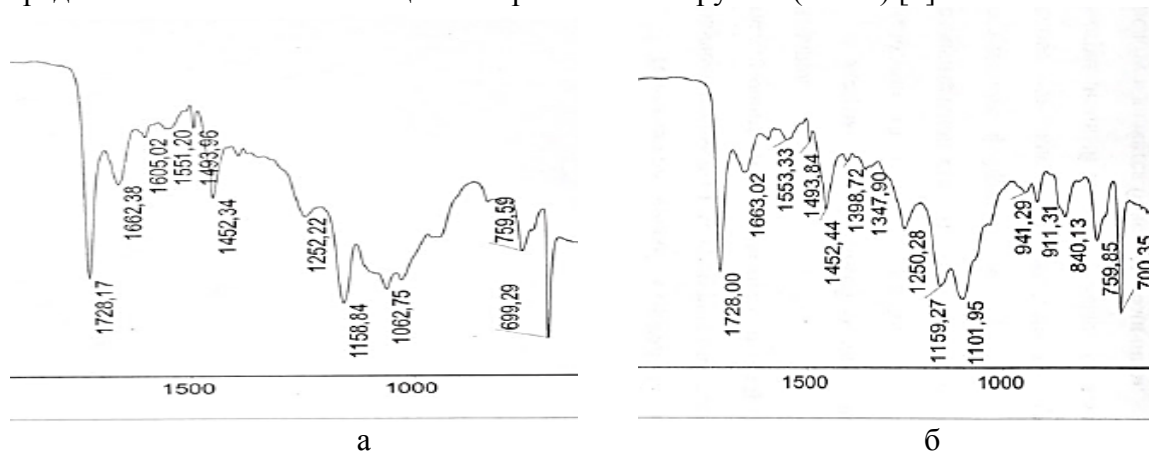


Рис.1. ИК-спектры: слева – с пленки Рузина-14и, справа – с пленки Рузина-14и с ГЭ

О наличии взаимодействия и образовании межмолекулярных связей свидетельствует зависимость интенсивности пиков от их положения (см.табл. 2).

Таблица 2

Интенсивность пиков в ИК-спектрах изучаемых систем

Участок спектра, см^{-1}	Рузин 14и + глиоксаль	Рузин 14и + сшивающий агент	Рузин 14и + загуститель	Рузин 14и + глицидиловый эфир
2928	50,02	55,84	63,99	41,16
2871	55,7	62,2	71,68	42,22
1662	41,89	46,4	53,3	37,03
1493	52,81	56,42	68,41	42,68
760	33	33,88	34,38	23,76
699	9,68	9,78	9,53	9,95

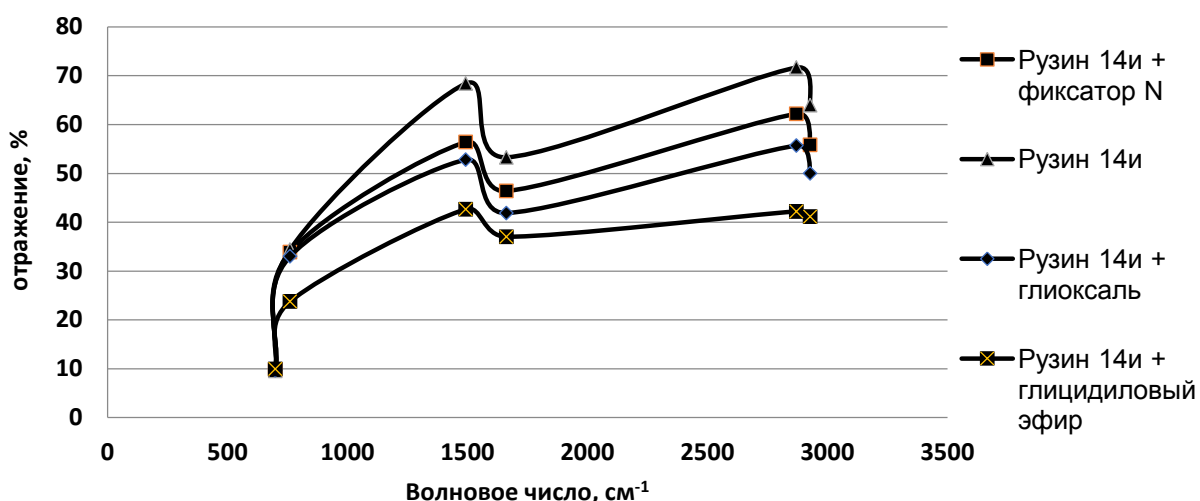


Рис. 2. Сравнение интенсивности частот изучаемых полимерных систем.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в композиции Рузина 14и с глиоксалем и Рузина-14и с ГЭ пики расположены ниже. Данное явление может быть связано с тем, что в системах наблюдаются структурные изменения, предположительно связанные с частичным разрывом более прочных эфирных связей. При использовании этих препаратов в пигментной печати появляется вероятность для более прочного закрепления их в полимерной системе в результате образования пространственно-сшитых структур. Об этом

свидетельствует и повышение прочностных показателей окрасок.

Таким образом, оценена эффективность применения отечественных полимерных связующих нового поколения, в том числе новых, освобожденных от алкилфенолэтоксилатов (APEO-free), в пигментной печати; выявлены закономерности фиксации пигментов на текстильных материалах в присутствии новых полимеров и сшивающих отечественных препаратов. Показано что при использовании отечественного препарата Ларус-21-из достигаются технические и колористические результаты печати не уступающие импортным аналогам.

Полученные результаты могут быть использованы при выдаче рекомендаций для промышленного освоения технологии пигментной печати с использованием новых отечественных эко-связующих.

ЛИТЕРАТУРА

1. APEO Free URL: <https://www.dystar.com/ap eo/> (дата обращения 20.05.2018).
2. Арео-free общие стирол акриловый сополимер/эмульсии полимера URL: <https://russian.alibaba.com/product-detail/ap eo-free-general-styrene-acrylic-copolymer-polymer-emulsion-60337477807.html> (дата обращения 20.05.2018).
3. Directive on the restriction of Nonylphenols URL: http://www.professional-laboratory.co.uk/product_38.html (дата обращения 20.05.2018).
4. Преч Э., Бюльманн Ф., Аффольтер К. Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных / Structure Determination of Organic Compounds. Tables of Spectral Data: пер. с англ. Б.Н. Тарасевича. – Бинوم. Лаборатория знаний, 2006. – С. 251–318.

ГИДРОФОБИЗАЦИЯ ПОЛИЭФИРНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ФТОРСОДЕРЖАЩИМИ ПОЛИМЕРАМИ И ОЛИГОМЕРАМИ

HYDROPHOBIZATION OF POLYESTER FIBROUS MATERIALS WITH FLUORINE- CONTAINING POLYMERS AND OLIGOMERS

М.В. Комаров¹, Н.О. Потемин¹, Т.Ю. Кумеева², Н.П. Пророкова^{1,2}
M.V. Komarov¹, N.O. Potiomin¹, Y.Yu. Kumeeva², N.P. Prorokova^{1,2}

¹Ивановский государственный политехнический университет

²Институт химии растворов имени Г.А. Крестова

Российской академии наук (г. Иваново)

¹Ivanovo State Polytechnic University

²G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry

of Russian Academy of Science Ivanovo

E-mail: npp@isc-ras.ru

Рассмотрены новые способы гидрофобизации полиэфирных тканей. Для них были использованы раствор низкомолекулярной фракции ультрадисперсного политетрафторэтилена марки «Форум» в сверхкритическом диоксиде углерода и растворы олигомеров (теломеров) тетрафторэтилена в различных растворителях.

Ключевые слова: полиэфирная ткань, ультрадисперсный политетрафторэтилен, теломеры тетрафторэтилена

New methods of hydrophobization of polyester fabrics are considered. For them, a solution of a low-molecular fraction of ultradispersed polytetrafluoroethylene of the "Forum" brand in supercritical carbon dioxide and solutions of tetrafluoroethylene oligomers (telomers) in various solvents were used.

Keywords: polyester fabric ultradispersed polytetrafluoroethylene, tetrafluoroethylene telomers

Гидрофобные текстильные материалы, т.е. материалы, обладающие способностью не смачиваться водой, пользуются в настоящее время повышенным спросом. Согласно современным воззрениям [1-3], придание высокой гидрофобности ткани, также как и любому твердому телу, можно обеспечить за счет совместного действия двух факторов. К ним относятся понижение поверхностной энергии с помощью изменения химического состава поверхности, чаще всего, за счет нанесения на поверхность вещества с более низкой поверхностной энергией (гидрофобизатора), а также текстурирование поверхности для придания ей многомодальной шероховатости.

В настоящей работе объектом гидрофобизации являлась полиэфирная ткань. Несмотря на то, что полиэфирное волокно известно как гидрофобное, ткани, выработанные из него и характеризующиеся сложной капиллярно-пористой структурой, не обладают свойствами водоотталкивания: капли жидкости, попавшие на них, моментально впитываются в межволоконные пространства.

Смачивание тканей обладает рядом особенностей, связанных со сложной структурой волокнистых материалов. Как известно, полиэфирная ткань образована переплетением комплексных текстильных нитей. Комплексные нити состоят из элементарных нитей (филаментов), имеющих цилиндрическую форму. Таким образом, поверхность ткани носит не сплошной, а дискретный характер, и образована множеством выпуклых элементов. В работах академика Бойнович Л.Б. с соавторами показано, что для выпуклых поверхностей краевой угол смачивания выше, чем для плоскости [4]. Кроме того, ряд авторов [5-8] установил, что ткань, благодаря своему сложному переплетению, обладает многомодальной шероховатостью. Указанные факторы создают благоприятные условия гидрофобизации

ткани и способствуют достижению более высоких краевых углов смачивания по сравнению с обработкой пленок аналогичного химического состава тем же самым гидрофобизатором.

Задача придания волокнистому материалу гидрофобных свойств осложняется высокими требованиями, предъявляемыми к качественным характеристикам готовых тканей [9]. В частности, важно, чтобы готовая ткань сохраняла хорошие воздухо- и паропроницаемость, т.е. способность «дышать». Это означает, что покрытие не должно перекрывать межниточные и межфиламентные пространства.

Кроме того, ткань с водоотталкивающими свойствами должна характеризоваться не только высоким краевым углом смачивания, но и низким водопоглощением. Водопоглощение оценивается количеством воды, удерживаемой образцом ткани после полного погружения его в жидкость в течение одного часа. Ясно, что для достижения низкого водопоглощения ткани необходимо, чтобы вода не проникала под покрытие. Этого можно добиться в случае формирования сплошного покрытия, имеющего минимальное количество дефектов. Кроме того, чтобы покрытие приобрело шероховатость за счет повторения микрорельефа ткани, оно должно быть ультратонким. Наконец, полученный эффект должен сохраняться в течение длительного времени, т.е. сформированное покрытие должно быть устойчиво к эксплуатационным воздействиям – трению, стиркам, химчисткам.

На практике для снижения поверхностной энергии тканей используют обработку их эмульсиями или дисперсиями препаратов, наиболее эффективными из которых являются фторированные углеводороды. Формируемые покрытия характеризуются большой толщиной, неравномерностью, обладают дефектами структуры, через которые проникает вода. Поэтому обработанные ткани характеризуются высоким водопоглощением. Кроме того, нанесенные покрытия недостаточно устойчивы к эксплуатационным воздействиям.

Указанных недостатков можно избежать при формировании покрытий не из эмульсий или дисперсий, а из растворов. Однако традиционно применяемые в отделочном производстве текстильной промышленности фторсодержащие гидрофобизаторы не растворяются в воде, что диктует необходимость использования нетрадиционных растворителей. Другим серьезным недостатком существующих технологий является то, что применяемые фторуглероды чаще всего являются производными перфтороктановой кислоты (это связано с тем фактом, что гидрофобные свойства фторсодержащие соединения начинают проявлять с увеличением длины цепи до 8 звеньев), а перфтороктановая кислота и её производные являются канцерогенами [10]. Таким образом, целесообразно уходить от использования традиционных гидрофобизаторов, что можно осуществить при замене существующих технологий гидрофобизации новыми.

В Институте химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук развиваются новые, лишенные отмеченных недостатков, способы поверхностного модифицирования синтетических тканей, в основу которых положены материалы, облегчающие процесс нанесения фторполимерных покрытий (разработки исследователей из организаций, входящих в состав консорциума «Фторполимерные материалы и нанотехнологии»). В частности, используются растворы низкомолекулярной фракции ультрадисперсного порошка политетрафторэтилена марки «Форум» в сверхкритическом диоксиде углерода и растворы олигомеров (теломеров) тетрафторэтилена в различных растворителях, синтезированные с использованием метода радиационной теломеризации. Эти подходы позволяют избежать указанных недостатков благодаря тому, что формирование покрытий осуществляется не из эмульсий или дисперсий, а из растворов.

Один из новых способов гидрофобизации полиэфирных текстильных материалов основан на формировании низкоэнергетического покрытия из растворов низкомолекулярной фракции ультрадисперсного ПТФЭ торговой марки «Форум» в сверхкритическом диоксиде углерода (СК-СО₂) [6-8, 11-14]. СК-СО₂ обеспечивает высокую растворимость гидрофобных препаратов и абсолютную смачиваемость поверхности гидрофобных полимерных материалов, способствует набуханию полиэфирных волокон. Ультрадисперсный ПТФЭ с товарным знаком «Форум», разработанный Институтом химии ДВО РАН, является

продуктом термогазодинамической деструкции промышленного ПТФЭ. Он состоит из композиции перфторированных линейных цепей $(-CF_2-)_n$ со средним числом звеньев более 100 и низкомолекулярной фракции из олигомеров со средним размером порядка 13-16 звеньев, хорошо растворимой в СК-СО₂.

Нанесение низкомолекулярного ПТФЭ на полиэфирную ткань проводили с помощью установки высокого давления. Формирование пленки осуществляли посредством контролируемого уменьшения растворимости низкомолекулярного политетрафторэтилена в СК-СО₂ за счет снижения давления и температуры.

Другим перспективным материалом для создания ультратонких покрытий являются растворы теломеров тетрафторэтилена (ТФЭ) в ацетоне, хлористом бутиле или триметилхлорсилане [9,15-24], которые, в отличие от ультрадисперсного ПТФЭ, получают полимеризацией мономеров ТФЭ в органическом растворителе. Теломеры ТФЭ разработаны и синтезируются в Институте проблем химической физики РАН с использованием радиационно-химического инициирования реакции полимеризации мономеров тетрафторэтилена (γ -излучение ⁶⁰Со). В результате образуется смесь гомологических низкомолекулярных соединений, содержащая более 90% теломеров. Нанесение раствора теломеров на подложку осуществлялось с помощью пульверизатора или погружением образца в раствор с последующим испарением растворителя при термообработке ткани (150°С). После удаления растворителя происходит образование фторсодержащего покрытия. Для достижения различного содержания ТФЭ на ткани осуществляли одно- и многократное нанесение теломеров.

После нанесения низкомолекулярной фракции ПТФЭ или теломеров ТФЭ на полиэфирную ткань или пленку на поверхности формируется покрытие, состав которого аналогичен политетрафторэтилену, что доказано методом ИК-спектроскопии, а также методами рентгеновского дифракционного, энергодисперсионного, гравиметрического, элементного и термического анализов. Совокупность полученных данных свидетельствует, что при нанесении ПТФЭ покрытие образуется на поверхности каждой нити, формирующей полиэфирную ткань. Оно не перекрывает межниточные пространства. Следует отметить, что при нанесении из СК-СО₂ покрытие характеризуется высокой равномерностью и является ультратонким - средняя толщина образовавшегося покрытия составляет несколько десятков нанометров.

Нанесение на полиэфирную ткань жидких теломеров с последующей термообработкой также приводит к образованию на поверхности волокон сплошного фторполимерного покрытия. В зависимости от того, какой телоген и доза излучения использовались при синтезе теломеров и, следовательно, какие концевые группы они содержат и какой длиной цепи характеризуются, меняется качество формируемой пленки. Покрытие, сформированное из раствора теломеров ТФЭ в ацетоне, характеризуется несколько меньшей упорядоченностью, чем осажденное из раствора низкомолекулярной фракции ПТФЭ в СК-СО₂. При использовании растворов теломеров ТФЭ в хлористом бутиле получается более равномерное покрытие.

Оценка комплекса потребительских свойств полиэфирной ткани, обработанной ультрадисперсным ПТФЭ из среды СК-СО₂, показала, что модифицированная ткань характеризуется высоким краевым углом смачивания – 137°. Кроме того, следует отметить низкие показатели водопоглощения (величины, характеризующей количество воды, удерживаемой тканью после часового полного погружения в воду): оно составляет 3,7 %, тогда как использование высокоэффективного препарата Nuva ТТН («Clariant», Швейцария) позволяет достичь только 12 %. Значение водопоглощения необработанной ткани - 38 %. Воздухопроницаемость модифицированной полиэфирной ткани снижается незначительно, что свидетельствует о сохранности капиллярно-пористой системы.

Использование теломеров ТФЭ также обеспечивает придание полиэфирной ткани высоких показателей гидрофобности (краевой угол смачивания составляет 129-131°). Максимальный эффект достигается при применении теломеров ТФЭ, синтезированных в

хлористом бутиле, причем в этом случае образец характеризуется очень низким водопоглощением (4,9 %).

Устойчивость достигнутого эффекта гидрофобности оценивали по показателям краевого угла смачивания обработанной ткани, подвергнутой ряду испытаний. Установлено, что ПЭФ ткани, как обработанные препаратом «Форум» из раствора в СК-СО₂, так и растворами теломеров в ацетоне и хлористом бутиле, обладают очень высокой устойчивостью к эксплуатационным воздействиям. Она значительно выше, чем у покрытий, полученных при использовании хорошо зарекомендовавшего себя на практике фторсодержащего препарата Nuva ТТН. Как показали испытания, гидрофобизированная ультрадисперсным ПТФЭ и теломерами ТФЭ ткань сохраняет близкие к исходным показатели воздухопроницаемости.

В последние годы были подробно исследованы характеристики покрытий, сформированных с использованием теломеров ТФЭ, синтезированных в триметилхлорсилане [9,21-24]. Установлено, что такие теломеры формируют на поверхности элементарных нитей, образующих ткань, упорядоченные, малодефектные покрытия, обеспечивающие придание ПЭФ тканям краевым углом смачивания более 120 градусов и чрезвычайно низкие значения водопоглощения. Гигиенические свойства модифицированной ПЭФ ткани не ухудшаются.

Таким образом, при обработке полиэфирной ткани раствором ультрадисперсного ПТФЭ из среды СК-СО₂ на поверхности образующих её волокон формируется ультратонкое покрытие, обладающее низкой энергией, чрезвычайно упорядоченной структурой и высокой устойчивостью к эксплуатационным воздействиям.

Использование растворов теломеров ТФЭ, синтезированных в ацетоне, хлористом бутиле и триметилхлорсилане, позволяет сформировать на поверхности волокон ткани покрытие, которое после термообработки образует тонкую фторполимерную пленку, придающую полиэфирным тканям ультрагидрофобность при сохранении высокого уровня воздухо- и паропроницаемости. Наиболее высокий краевой угол смачивания достигается при использовании растворов теломеров ТФЭ, синтезированных в хлористом бутиле, наиболее низкое значение водопоглощения ткани наблюдается при использовании растворов теломеров ТФЭ, синтезированных в триметилхлорсилане

Исследования проводились при финансовой поддержке РФФИ и правительства Ивановской области (грант № 18-48-370005 р_центр_a).

ЛИТЕРАТУРА

1. Boinovich L.B., Emelyanenko A.M. Hydrophobic materials and coatings: principles of design, properties and applications // Russian Chem. Reviews. – 2008. V. 77. – P. 583 - 600.
2. Jeevahan J., Chandrasekaran M., Britto Joseph G., Durairaj R.B., Mageshwaran G. Superhydrophobic surfaces: a review on fundamentals, applications, and challenges // J. Coat. Technol. Res. – 2018. V. 15. P. 231–250.
3. Ramaratnam K., Iyer S.K., Kinnan M.K., Chumanov G., Brown P.J., Luzinov I. Ultrahydrophobic Textiles Using Nanoparticles: Lotus Approach // J. Eng. Fiber Fabr. – 2008. V.3:4. P. 1-14.
4. Boinovich L., Emelyanenko A. The prediction of wettability of curved surfaces on the basis of the isotherms of the disjoining pressure // Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects. – 2011. V. 383. - V 10–16.
5. Gao L.C., McCarthy T.J. Teflon is hydrophilic. Comments on definitions of hydrophobic, shear versus tensile hydrophobicity, and wettability characterization // Langmuir. – 2008. V. 24. P. 9183-9188.
6. Prorokova N.P., Kumeeva T.Yu., Zavadskii A.E., Nikitin L.N. Modification of the surface of poly(ethylene terephthalate) fabrics by application of a water-repellent coating in supercritical carbon dioxide medium // Fibre Chem. – 2009. V. 41. – P. 29-33.

7. Prorokova N.P., Kumeeva T.Yu., Khorev A.V., Buznik V.M., Nikitin L.N. Ensuring a high degree of water repellency of polyester textile materials by treating them with supercritical carbon dioxide // *Fibre Chem.* – 2010. – V. 42. – P. 109-113.
8. Kumeeva T.Yu., Prorokova N.P., Kholodkov I.V., Prorokov V.N., Buyanovskaya A.G., Kabaeva N.M., Gumileva L.V., Barakovskaya I.G., Takazova R.U. Analysis of a polytetrafluoroethylene coating deposited onto polyester fibers from supercritical carbon dioxide // *Rus. J. Appl. Chem.* – 2012. – V. 85. – P. 144– 149.
9. Prorokova N.P., Kumeeva T.Yu., Kiryukhin D.P., Kichigina G.A., Kushch P.P. Coatings based on tetrafluoroethylene telomeres synthesized in trimethylchlorosilane for obtaining highly hydrophobic polyester fabrics // *Progress in Organic Coatings* - 2020. - V. 139. – 105485.
10. Martin J.W., Smithwick M.M., Braun B.M., Hoekstra P.F., Muir D.C.G., Mabury S.A. Identification of Long-Chain Perfluorinated Acids in Biota from the Canadian Arctic // *Environmental Science and Technology.* - 2004. – V. 2, N 38. – P. 373-380.
11. Пророкова Н.П., Бузник В.М., Кирюхин Д.П., Никитин Л.Н. Перспективные технологии гидро- и олеофобизации текстильных материалов // *Химическая технология.* - 2010. - Т. 11, № 4. - С. 213 - 224.
12. 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 // *Российский химич. журнал (Журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева).* 2011. - Т. LV, № 3. - С. 14-23.
13. 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.
14. 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.
15. Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Хорев А.В., Бузник В.М., Кирюхин Д.П., Большаков А.И., Кичигина Г.А. Придание полиэфирным текстильным материалам высокой гидрофобности обработкой их раствором теломеров тетрафторэтилена // *Химич. волокна.* – 2010. – № 2. – С. 25 - 30.
16. Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Кирюхин Д.П., Бузник В.М. Гидрофобизация полиэфирных текстильных материалов теломерными растворами тетрафторэтилена // *Журн. прикл. химии.* – 2013. – Т. 86, № 1. – С. 68 - 73.
17. Кирюхин Д.П., Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Кичигина Г.А., Большаков А.И., Куш П.П., Бузник В.М. Радиационно-химический синтез теломеров тетрафторэтилена в хлористом бутиле и их использование для придания сверхгидрофобных свойств полиэфирной ткани // *Перспективные материалы.* – 2013. – № 7. – С. 73 - 79.
18. Кумеева Т.Ю., Пророкова Н.П., Кичигина Г.А. Гидрофобизация полиэфирных текстильных материалов растворами теломеров тетрафторэтилена, синтезированными в ацетоне и хлористом бутиле: свойства и структура покрытий // *Физикохимия поверхности и защита материалов.* – 2015. – Т. 51, №4. – С. 428-435.
19. *Фторполимерные материалы* / отв. ред. академик В.М. Бузник.– Томск: Изд-во НТЛ, 2017. – С. 241-298.
20. Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Новиков В.В., Холодков И.В. Регулирование трибологических характеристик тканых полиэфирных материалов при модифицировании их теломерами тетрафторэтилена // *Трение и износ.* - 2018. - Т.39, №2. - С. 157-165.
21. Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Ерзунов К.А., Холодков И.В. Влияние предварительной активации полиэфирных волокнистых материалов на их гидрофобизацию с использованием теломеров тетрафторэтилена, синтезированных в триметилхлорсилане // *Вестник Санкт-*

Санкт-Петербургского университета технологии и дизайна. Серия 1. Естественные и технические науки. – 2019. - №3. – С. 34-39.

22. Кичигина Г.А., Куш П.П., Кирюхин Д.П., Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю. Использование радиационно-синтезированных теломеров с Силановыми концевыми группами для гидрофобизации полиэфирной ткани // Химия высоких энергий. – 2020. - Т. 54, № 2. – С. 135-141.

23. Казанцев М.В., Ерзунов К.А. Влияние поверхностной активации полиэфирных тканей плазмой поверхностно-барьерного разряда на эффективность гидрофобизации с использованием олигомеров тетрафторэтилена // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). –2019. - № 2. - С. 184 – 188.

24. Ерзунов К.А. Гидрофобизация теломерами тетрафторэтилена, синтезированными в триметилхлорсилане, предварительно активированных полиэфирных волокнистых материалов / Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК - 2020): сб. материалов всероссийской (с международным участием) молодежной научно-технической конференции. - Иваново: ИВГПУ, 22 - 24 апреля 2020 г. – С. 202-205

К ВОПРОСУ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВ ФТОРПОЛИМЕРОВ В ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЯХ

TO THE QUESTION OF THE POSSIBILITY OF USING FLUOROPOLYMER PRODUCTION WASTE IN GEOTEXTILE PRODUCTS

В.Е. Румянцева, И.Н. Гоглев, С.А. Логинова
V.E. Roumyantceva, I.N. Goglev, S.A. Loginova

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnical University
E-mail: varrym@gmail.com, azidplumbum00@mail.ru, sl79066171227@yandex.ru

Рассмотрена возможность применения отходов различных фторполимеров (ПТФЭ, поливинилиденфторида) в производстве геотекстильных тканей и сеток. Проведен сравнительный анализ свойств тефлона/флюорокарбона с полипропиленом/полиэфирами. Проанализированы основные проблемы использования отходов фторполимерных производств.

Ключевые слова: фторопласты, тефлон, флюорокарбон, полиэтилентерефталат, полипропилен.

The possibility of using waste of various fluoropolymers (teflon, fluorocarbon) in the production of geotextile fabrics and meshes are considered. A comparative analysis of the properties of teflon/fluorocarbon with polypropylene/polyesters was performed. The main problems of fluoropolymer production wastes use are analyzed.

Keywords: fluoroplast, teflon, fluorocarbon, polyethylene terephthalate, polypropylene.

Геотекстильные материалы (по ГОСТ Р 53225-2008) широко используются в строительстве (транспортном, трубопроводном, гидротехническом) в настоящее время, что обусловлено их высокой эффективностью [1]. Наиболее применяемые геотекстильные изделия – геоткани и геосетки, являющиеся одними из основных элементов дорожного полотна (Рис.1), откосов насыпей и выемок (автомобильные и железные дороги, рис.2) и дренажных систем (Рис.3) (глубинный дренаж) [2].

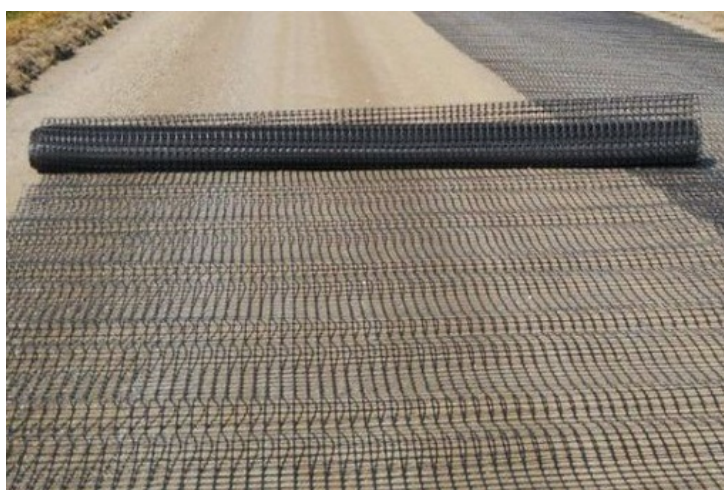


Рис.1. Применение геосетки для армирования автомобильнодорожного полотна

Одними из основных синтетических полимерных материалов для производства геотканей и геосеток являются полипропилен и полиэфиры (основным является полиэтилентерефталат) [3,4].



Рис.2. Применение геосетки для обустройства откоса насыпи

Выбор данных синтетических полимеров для производства геотекстильной продукции обусловлен их высокой химической стойкостью, жесткостью и высокой распространенностью (являются объектами крупнотоннажного производства [5], следовательно, процессы производства отработаны многими десятилетиями, что исключает высокую себестоимость производства).



Рис.3. Применение геоткани для дренажной системы

Необходимо уточнить, что выбор фторполимеров (и их отходов) для оценки возможности применения обусловлен, в первую очередь, уникальными свойствами этих материалов [6], которые возможно было бы реализовать именно в геотекстильной продукции. С этой целью, в статье произведен краткий анализ основных преимуществ и недостатков сравниваемых полимеров.

С другой стороны, в связи с развитием и возрастанием объемов производства фторполимеров в мире [7], наметилась тенденция по поиску вопроса грамотной утилизации отходов их производств, с целью снижения уровня загрязнения окружающей среды [8].

Итак, крупные фторполимерные производства в Российской Федерации, на сегодняшний день, представлены 2-мя заводами холдинга ОАО «Галополимер», находящимися в г. Кирово-Чепецк и в г. Пермь. Объемы производства фторполимеров в РФ значительно ниже общемировых [7-9] и технологии производств морально устарели (способ получения исходного сырья имеет высокую стоимость, а технология изготовления давно исчерпала свои инновационные ресурсы), что определяет наличие полимерных отходов [8,9].

К наиболее производимым и популярным в ассортименте фторопластов относятся политетрафторэтилен (ПТФЭ, фторопласт-4) и флюорокарбон (поливинилиденфторид,

фторопласт-2, ПВДФ) [10]. Указанные фторопласты известны своей высокой химической инертностью и рядом других уникальных физико-химических свойств [9,10].

Сравнительный анализ свойств полимеров произведен в таблицах 1 и 2, согласно данным ГОСТ 10007-80, ГОСТ 26996-86 и ГОСТ Р 51695-2000.

Таблица 1

Сравнение основных физико-механических и химических свойств фторопластов Ф-4 и Ф-2М с полипропиленом

Тефлон/флюорокарбон (марки Ф-4 и Ф-2М)	Полипропилен (марка 02П10/003, 21020)
<p>Физико-механические свойства (ФМС) Плотность, г/см³ 2,18-2,21 (ПТФЭ) 1,77-1,80 (ПВДФ)</p> <p>Прочность при разрыве, МПа 14-34 (ПТФЭ) 45-60 (ПВДФ)</p> <p>Относительное удлинение при разрыве, % 250-500 (для Ф-4) 40-100 (для Ф-2М)</p> <p>Модуль упругости при изгибе, кгс/см 10700-13700</p> <p>Предел текучести при растяжении, кгс/см 118-120</p> <p>Морозостойкость, °С, ниже -70</p>	<p>Физико-механические свойства (ФМС) Плотность, г/см³ 0,90-0,91</p> <p>Прочность при разрыве, МПа 25-40</p> <p>Относительное удлинение при разрыве, % 200-1000</p> <p>Модуль упругости при изгибе, кгс/см 12200-16700</p> <p>Предел текучести при растяжении, кгс/см 300-380</p> <p>Морозостойкость, °С, не ниже -5</p>
<p>Химические свойства Не реагирует с кислотами и их смесями Разлагается только расплавами щелочных металлов при повышенных температурах (более 100°С)</p> <p>Не растворяется в растворителях</p> <p>Медленно разлагается при действии УФ-лучей, с выделением токсичных веществ (предмет научных споров в настоящий момент) [2]</p> <p>Температура плавления, °С 260-327 (ПТФЭ) 170-175 (ПВДФ)</p> <p>Водопоглощение 0,0 %</p>	<p>Химические свойства Разлагается сильными кислотами (азотная, серная, хлорсульфоновая) при комнатной температуре. При 60°С разлагается пероксидом водорода</p> <p>Выше 100 °С растворяется в ароматических углеводородах (бензол, ксилол, толуол)</p> <p>Быстро разлагается при действии УФ-лучей (происходит ухудшение ФМС)</p> <p>Температура плавления, °С 160-170</p> <p>Водопоглощение менее 0,5 %</p>

В сравнительном анализе свойств полимеров можно отметить, что в большинстве ФМС полипропилен превосходит ПТФЭ/ПВДФ, однако значительно уступает последним в морозостойкости, химической инертности и теплофизических свойствах. Также можно отметить, что в прочностных характеристиках полипропилен (прочность на растяжение)

уступает ПВДФ. Кроме того, высокая инертность фторопластов определила и их повышенные диэлектрические свойства [9,10].

Полиэтилентерефталат является одним из наиболее производимых и популярных синтетических полимеров (в первую очередь для производства пластиковой тары) [11], что определило его применение в качестве компонентов геотекстильных материалов.

Таблица 2

Сравнение основных физико-механических и химических свойств фторопластов Ф-4 и Ф-2М с полиэтилентерефталатом

Тефлон/флюорокарбон (марки Ф-4 и Ф-2М)	Полиэтилентерефталат
<p>Физико-механические свойства (ФМС) Плотность, г/см³ 2,18-2,21 (ПТФЭ) 1,77-1,80 (ПВДФ) Прочность при разрыве, МПа 14-34 (ПТФЭ) 45-60 (ПВДФ)</p> <p>Относительное удлинение при разрыве, % 250-500 (для Ф-4) 40-100 (для Ф-2М)</p> <p>Модуль упругости при разрыве, кгс/см 4180 (для Ф-4)</p> <p>Морозостойкость, °С, ниже -70</p> <p>Химические свойства Не реагирует с кислотами и их смесями Разлагается только расплавами щелочных металлов при повышенных температурах (более 100°С)</p> <p>Не растворяется в растворителях</p> <p>Медленно разлагается при действии УФ-лучей, с выделением токсичных веществ (предмет научных споров в настоящий момент) [2]</p> <p>Температура плавления, °С 260-327 (ПТФЭ) 170-175 (ПВДФ)</p> <p>Водопоглощение 0,0 %</p>	<p>Физико-механические свойства (ФМС) Плотность, г/см³ 1,38—1,45</p> <p>Прочность при разрыве, МПа 165-172</p> <p>Относительное удлинение при разрыве, % 12-55</p> <p>Модуль упругости при разрыве, кгс/см 13800-14200</p> <p>Морозостойкость, °С, до -60</p> <p>Химические свойства Разлагается сильными кислотами, кетонами и щелочами.</p> <p>Разлагается при действии УФ-лучей (происходит ухудшение ФМС)</p> <p>Температура плавления, °С 248-252</p> <p>Водопоглощение в пределах 0,3 %</p>

В сравнительном анализе свойств полимеров можно подвести идентичные выводы, что и при сравнении с полипропиленом.

Анализируя полученные данные, можно прийти к выводу, что ПТФЭ/ПВДФ не подходят для производства каркаса геосеток и геоячеек, что связано с их пониженными (по сравнению с применяемыми ныне полимерами) ФМС и высокой стоимостью. Однако, высокая химическая инертность, теплофизические и диэлектрические показатели,

прекрасные антифрикционные свойства показывают, что отходы ПТФЭ/ПВДФ возможно применять в качестве защитного покрытия геотканей и геосеток, для увеличения срока их службы и придания дополнительных улучшенных характеристик.

В связи с этим, возникает логичный вопрос, почему же этого не происходит? Дело в том, что в последние десятилетия не утихают споры об опасности фторполимеров и их отходов, которые связаны с медленным разложением фторопластов [12] под действием УФ-излучения. Получаемые продукты разложения, согласно отдельным данным являются ядовитыми и обладают канцерогенными свойствами. Это в частности, касается перфтороктановой кислоты и перфторизобутилен, образующиеся при действии УФ-излучения и повышенных температур [12,13]. О наличии ядовитых испарений выше температуры +260°C также говорится и в ГОСТ 10007-80.

Что же касается в целом фторопластовых отходов, в частности ПТФЭ, то исследования показывают их опасность для окружающей среды (особенно для парафино-фторопластовых отходов, ПФО), поскольку среди всех отходов фторполимерных производств они имеют наибольшее количество и на текущий момент практически не утилизируется. Связано это также и с неоднородностью состава ПФО [14], наличия остаточных ПАВ (в частности перфторированных кислот). Остаточные ПАВы попадают в почву и грунтовые воды и загрязняют их, вызывая накопление фтора в растениях и препятствуя замедлению их роста и развития [14].

Именно поэтому, вопрос возможного применения отходов фторопластов для дополнительного покрытия геотекстильных изделий по-прежнему остается дискуссионным и до конца нерешенным.

В заключении хочется отметить, что несмотря на наличие негативных данных по влиянию отходов фторполимеров на почву и грунтовые воды [14], для окончательного решения вопроса использования отходов следует провести натурные испытания и исследования. Для этого необходимо изготовить несколько серий (порядка 15-30 штук) экспериментальных образцов геотекстиля (также геосеток и геоячеек) малой размерности (не более 5x5м) с фторполимерным покрытием, после чего испытать такие образцы в разных климатических зонах Российской Федерации (от северных широт до южных, с целью анализа влияния повышенной/пониженной температуры). Примерный срок испытаний назначить в пределах от 0,5 до 2 лет, поскольку остаточные ПАВы выделяются в почву и грунтовые воды уже через полгода [14]. Параллельно с испытаниями необходимо фиксировать данные о содержании фтора в окружающей почве и грунтовых водах, что позволит создать более-менее объективную картину о целесообразности и экологической безопасности применения фторопластовых покрытий для геотекстиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев Е. Г., Кошкаров Е. В. Применение тканого геотекстиля «ГЕОСПАН ТН» в условиях Ямала // Актуальные вопросы проектирования автомобильных дорог / Сборник научных трудов ОАО «ГИПРОДОРНИИ». 2013. № 4 (63). С.144-150.
2. Булгаков В.И., Грушин А.В., Макоед В.М., Спицын А.Б. Рекомендации по применению геотекстиля Турар® SF в качестве защитно-фильтрующего материала пластмассового дренажа в мелиоративном строительстве // научн. издание - Коломна: ИП Лавренов А.В., 2019. – 72 с.
3. John N. W. M. Geotextiles. Taylor & Francis, 1987. - 347 с.
4. Кормишов А.Ю., Ткаченко В.П. Исследование структуры порового пространства геотекстилей из органических и неорганических материалов // СТРОИТЕЛЬСТВО В ПРИБРЕЖНЫХ КУРОРТНЫХ РЕГИОНАХ / Материалы IX МНПК; Сочинский государственный университет. 2016. С. 89-92.

5. Малахов С.Н., Чвалун С.Н. Нетканые материалы, полученные из расплавов крупнотоннажных полимеров методом электроформования // Российский химический журнал. 2015. Т. 59. № 3. С. 44-51.
6. Нудельман З.Н. Фторкаучуки. Основы, переработка, применение. — М.: ПИФ РИАС, 2007. С.123-127
7. Виллемсон А.Л. Тенденции развития мирового рынка фторполимерных продуктов (статья). Сборник материалов «VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ХИМИЯ ФТОРА посвященная 80-летию академика Ю.А. Буслаева». 2009. С.12-14.
8. Вологжанина Ю.В., Фукс С.Л., Чеглакова Е.В. Утилизация отходов производства фторполимеров в различных технологиях // В мире научных открытий. 2015. № 11-3 (71). С. 1225-1234.
9. Гоглев И.Н., Румянцева В.Е., Циркина О.Г. Перспективы применения флюорокарбона в тканях из синтетических волокон // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). 2016. № 1-2. С. 62-64.
10. Баскин З.Л., Шабалин Д. А., Выражейкин Е.С., Дедов С.А. Ассортимент, свойства и применение фторполимеров Кирово-Чепецкого химического комбината. Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). 2008. № 3. С.13-23.
11. Коваль В.Н., Шевлик Н.В., Строгонова С.С., Щербина Л.А. Особенности структуры и свойств полиэтилентерефталат- гликоля и его смесей с полиэтилентерефталатом // Полимерные композиты и трибология (ПОЛИКОМТРИБ-2017) / Тезисы докладов МНТК. 2017. С. 13.
12. Агеев М.В., Гилевич А.В., Егоров В.Н., Петров В.Н. Термодинамическим анализ возможных продуктов сгорания и термической деструкции фторорганических полимеров // Химическая физика. 2004. Т. 23. № 9. С. 58-62.
13. Jiri Patocka, Jiri Vajgar: Toxicology of Perfluoroisobutene. The ASA Newsletter, 1998.
14. Лысова М.А., Грузинцева Н.А., Кусенкова А.А., Гусев Б.Н. Установление нормативного значения для показателя прочности геосинтетических полотен на основе оценки параметров распределения // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2019. № 2 (380). С. 54-57.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ

USE OF FT-IR SPECTROSCOPY FOR STUDYING OF NONWOVEN MATERIALS, OBTAINED BY ELECTROSPINNING

С.Н. Малахов, С.Н. Чвалун
S.N. Malakhov, S.N. Chvalun

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», (Москва)
National Research Center «Kurchatov Institute», (Moscow)
E-mail: s.malakhov@mail.ru, s-chvalun@yandex.ru

Рассмотрено использование метода инфракрасной спектроскопии для исследования нетканых материалов, получаемых электроформованием растворов и расплавов полимеров. Показана возможность экспресс-анализа состава формируемых волокон, а также изучения надмолекулярной структуры полимера и ориентации макромолекулярных цепей.

Ключевые слова: электроформование, нетканые материалы, ИК-спектроскопия, полимеры

The article discusses the use of infrared spectroscopy for the study of nonwoven materials obtained by solution or melt electrospinning. The possibility of express analysis of the composition of the formed fibers, as well as the determination of the supramolecular structure of the polymer and the orientation of macromolecular chains is shown.

Keywords: electrospinning, nonwoven materials, infrared spectroscopy, polymers

Нетканые материалы, получаемые методом электроформования (рис. 1), к настоящему времени нашли широкое применение – от фильтрации до медицины [1]. Подобные материалы могут быть получены практически из огромного количества полимеров, их смесей и композитов. Кроме того, с использованием специальных подходов (например, путем совместного электроформования с волокнообразующим полимером и его дальнейшим удалением) могут быть получены керамические или металлические волокна.

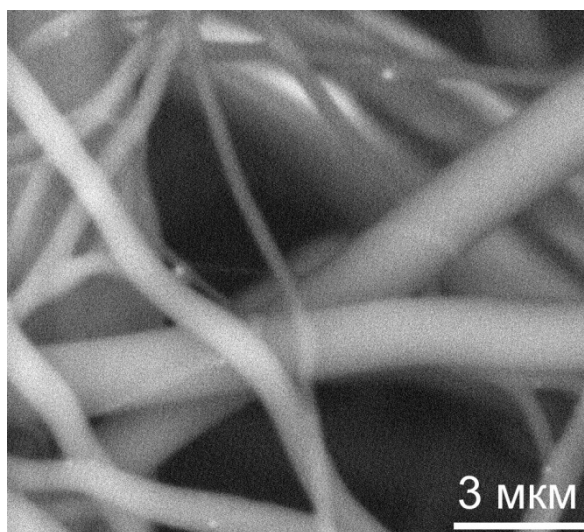


Рис. 1. Микрофотография нетканого материала, полученного методом электроформования

Для изучения нетканых материалов может быть использован обширный перечень методов физико-химического анализа, при этом одним из наиболее распространенных является ИК-спектроскопия.

Метод ИК-спектроскопии основан на избирательном поглощении инфракрасного излучения веществом при переходе из одного колебательного состояния в другое. В общем случае, инфракрасным называют электромагнитное излучение, занимающее спектральную область между красной границей видимого света (с длиной волны $\sim 0,74$ мкм) и микроволновым радиоизлучением (длина волны 1-2 мм). При этом, большинство колебательных переходов в молекулах осуществляется в средней ИК-области – диапазоне длин волн от 2,5 до 25 мкм. Этот диапазон чаще всего и используют при исследовании полимерных материалов, в т.ч. нетканых. В то же время, в литературе при описании результатов ИК-спектроскопии чаще всего оперируют не длинами волн λ , а волновыми числами ν , которые связаны между собой следующим соотношением:

$$\nu \text{ (см}^{-1}\text{)} = \frac{10^4}{\lambda \text{ (мкм)}}$$

Первоначально запись ИК-спектров проводили при помощи диспергирующих спектрометров, последовательно проходя по всему исследуемому диапазону и фиксируя зависимость интенсивности от волнового числа. С развитием ЭВМ стал возможным переход к Фурье-спектрометрам, имеющим ряд преимуществ, основными из которых можно назвать:

- существенное снижение времени на анализ (в зависимости от параметров регистрации, одно сканирование может занимать от долей секунды до нескольких секунд), что связано с одновременным прохождением через образец излучения всего ИК-диапазона;
- возможность получения спектров с очень высоким разрешением;
- значительное снижение шума за счет усреднения нескольких последовательных сканирований образца.

При этом в ИК-Фурье спектроскопии на детекторе регистрируется не напрямую спектр, а интерферограмма, из которой при помощи Фурье-преобразования и получают спектр исследуемого образца [2].

Регистрацию спектров можно проводить в режиме пропускания и отражения. При записи спектров пропускания образец нетканого материала (в исходном виде или в виде таблетки из смеси с оптически прозрачной матрицей, например, бромидом калия) помещают в кюветное отделение прибора и проводят анализ. Ограничениями данного подхода являются строгие требования к толщине образца для получения качественного спектра, а также трудоемкая пробоподготовка при использовании таблеток с KBr. В этой связи, для изучения нетканых материалов во многих случаях (но не всегда!) целесообразно использовать один из видов спектроскопии отражения, наиболее распространенным среди которых является метод нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО). В этом случае ИК-излучение проходит через НПВО-кристалл (из алмаза, германия или селенида цинка), на небольшую глубину проникает в исследуемый образец, после чего снова возвращается в кристалл, и далее направляется на детектор. Основным плюсом данного подхода является фактическое отсутствие пробоподготовки (нам необходимо лишь плотно прижать образец к кристаллу), а также минимальные требования к геометрии и толщине исследуемого образца. С другой стороны, общая интенсивность сигнала в методе НПВО, как правило, будет ниже, чем для спектроскопии пропускания.

В данной работе будут кратко рассмотрены возможности ИК-спектроскопии для исследования нетканых полимерных материалов, полученных методом электроформования. Все исследования, представленные в работе, выполнены при помощи ИК-Фурье спектрометра Nicolet iS5 (Thermo Fischer Scientific, США) с приставками iD1 Transmission и iD5 ATR. Регистрацию спектров проводили в диапазоне $4000\text{-}400 \text{ см}^{-1}$ при съемке в режиме пропускания и $4000\text{-}525 \text{ см}^{-1}$ – в режиме НПВО, спектральное разрешение – 4 см^{-1} , число сканов – 32.

Одна из наиболее часто решаемых задач с привлечением метода ИК-спектроскопии – анализ химического состава материала. На рис. 2 представлен ряд ИК-спектров нетканых микроволоконистых материалов на основе полипропилена и его смесей с полиамидом-6. Как видно из рис. 2а, добавление 1% стеарата натрия (который является эффективным

регулятором вязкости и электропроводности расплава [3]) приводит к появлению полосы поглощения при 1560 см^{-1} , относящейся к валентным колебаниям карбоксилат-аниона. При введении карбоната кальция (который может быть использован для снижения себестоимости производства материала и повышения его белизны [4]) в ИК-спектре появляются полосы при 712 , 874 и 1410 см^{-1} (последняя частично перекрывается с полосами поглощения самого полипропилена). По мере увеличения содержания добавок наблюдается и рост интенсивности соответствующих им полос поглощения. На рис. 2б приведены ИК-спектры нетканых материалов из полипропилена, полиамида, а также их смесей. По мере роста содержания полиамида в смеси относительная интенсивность его характеристических полос (например, Амид А при $3300\text{--}3290\text{ см}^{-1}$, Амид I при $1640\text{--}1635\text{ см}^{-1}$ и Амид II при $1550\text{--}1540\text{ см}^{-1}$ с обертоном при $3085\text{--}3075\text{ см}^{-1}$) возрастает, а относительная интенсивность полос полипропилена (например, при 2950 , 997 , 973 и 841 см^{-1}) – снижается.

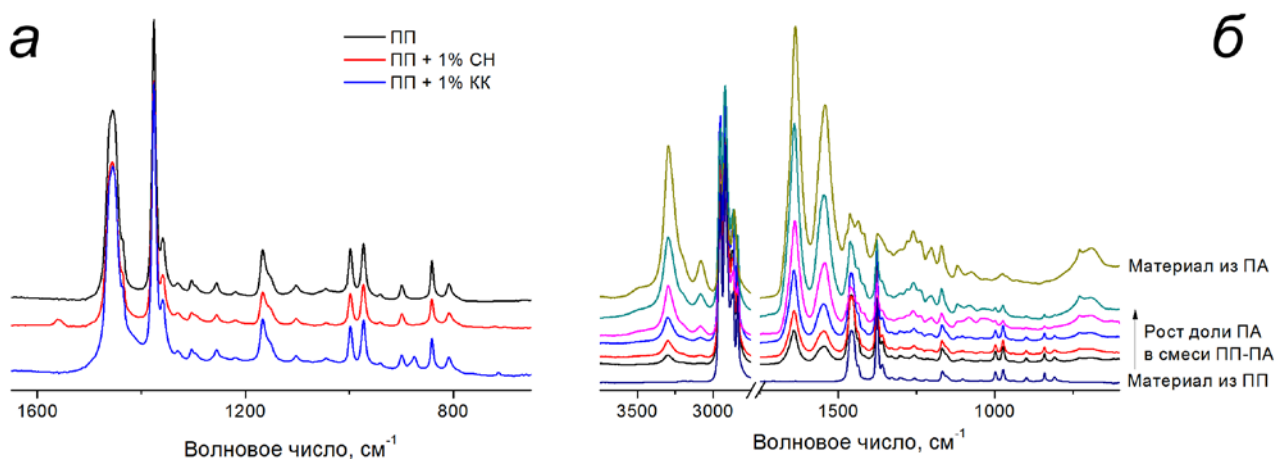


Рис. 2. ИК-спектры нетканых материалов на основе полипропилена (а) и его смесей с полиамидом-6 (б)

При электроформовании нетканых материалов из растворов полимеров образующиеся волокна могут содержать остаточный растворитель, что может быть неприемлемо для их использования – например, в медицине или тканевой инженерии. Контроль содержания остаточного растворителя также можно проводить при помощи ИК-спектроскопии (рис. 3).

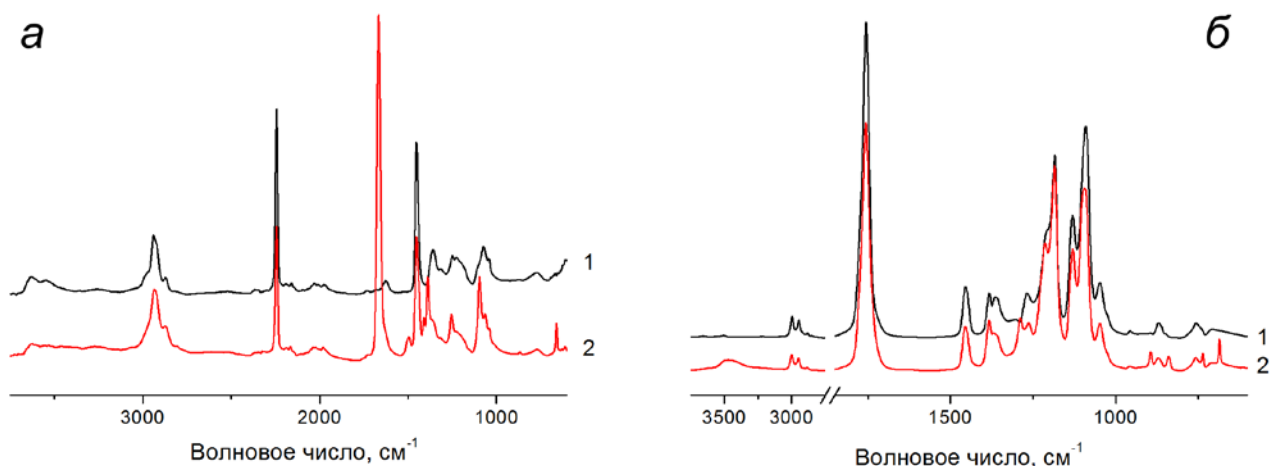


Рис. 3. ИК-спектры образцов на основе полиакрилонитрила (а) и полилактида (б): 1 – исходный полимер, 2 – нетканый материал непосредственно после получения

На рис. 3а приведен спектр нетканого материала из полиакрилонитрила непосредственно после получения. Как видно по наличию интенсивных полос поглощения при 1667 , 1496 , 1389 , 1255 , 1095 и 660 см^{-1} , волокна содержат большое количество

остаточного N,N-диметилформамида, высококипящего ($T_{\text{кип.}} > 150^{\circ}\text{C}$) растворителя, не испарившегося в процессе электроформования. Однако в волокне могут сохраняться не только высококипящие растворители: так, на рис. 3б приведен спектр нетканого полотна, полученного из раствора полилактида в низкокипящем растворителе: гексафторизопропанол ($T_{\text{кип.}} < 60^{\circ}\text{C}$). Присутствие в данном спектре полос поглощения при 894, 839, 736 и 686 см^{-1} свидетельствует о присутствии остаточного ГФИП.

Таким образом, при помощи ИК-спектроскопии можно в экспресс-режиме контролировать состав получаемых волокнистых материалов, единственное условие – наличие неперекрывающихся полос поглощения для каждого из контролируемых компонентов.

Кроме исследования состава, метод ИК-спектроскопии может быть использован для изучения надмолекулярной структуры и оценки кристалличности полимера в нетканых материалах. На рис. 4а приведены спектры ряда образцов на основе полиамида. Данный полимер характеризуется наличием кристаллитов нескольких типов: стабильной α -фазы и метастабильной γ -фазы, образующейся при кристаллизации в затрудненных условиях [5]. Как видно из представленных спектров, в исходном полиамиде присутствуют кристаллиты обеих модификаций, а при электроформовании (как из раствора, так и расплава) происходит значительное увеличение доли γ -фазы. В то же время, отжиг материалов в идентичных условиях приводит к различным результатам: в волокнах, полученных из расплава, происходит восстановление исходной структуры полиамида-6, в волокнах, сформованных из раствора, значимых изменений не наблюдается.

В ИК-спектре полилактида (рис. 4б), являющегося частично кристаллическим полимером, наблюдаются полосы поглощения как при 921 см^{-1} (соответствует кристаллической фазе в виде α -формы), так и при 956 см^{-1} (аморфная фаза). При электроформовании, в силу быстрого охлаждения при одновременной высокоскоростной вытяжке, полимер в образующихся волокнах является аморфным, что приводит к вырождению полосы при 921 см^{-1} . Отжиг нетканого материала позволяет восстановить кристаллическую структуру полимера [6].

При этом результаты, полученные при исследовании образцов из полиамида и полилактида методом ИК-спектроскопии, хорошо согласуются с данными рентгеноструктурного анализа в больших углах.

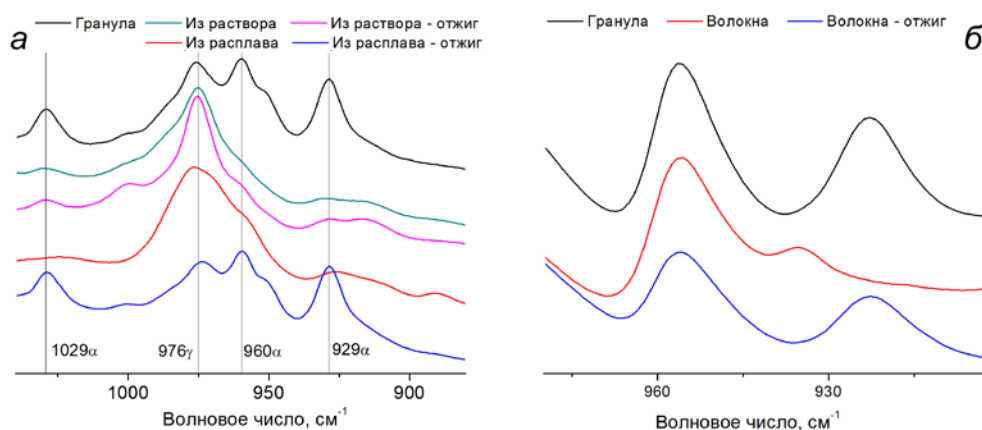


Рис. 4. ИК-спектры образцов на основе полиамида-6 (а) и полилактида (б) до и после отжига

Дополнительную информацию – например, об ориентации макромолекул в волокнах – можно получить при исследовании образцов с использованием поляризованного ИК-излучения. На рис. 5 приведены спектры образцов на основе полиамида-6, записанные с углами поляризации 0° и 90° . Для нетканых материалов с неупорядоченной укладкой волокон (сформованных на неподвижный приёмный барабан) данные спектры имеют минимальные отличия, что говорит об отсутствии значимой ориентации полимерных цепей.

Напротив, у материалов с упорядоченной укладкой волокон (сформованных на вращающийся барабан) наблюдается и ориентация в полимере, что выражается в существенном изменении относительных интенсивностей основных полос поглощения (таких как Амид I и Амид II) при параллельной и перпендикулярной поляризации.

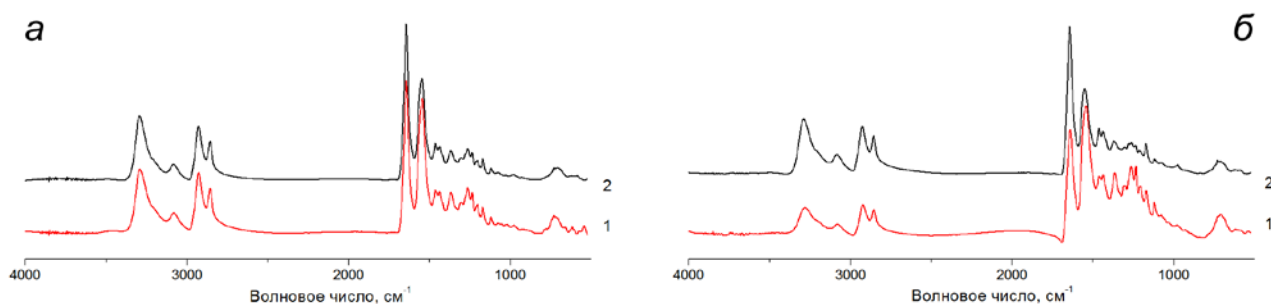


Рис. 5. ИК-спектры образцов на основе полиамида-6 с неупорядоченной (а) и упорядоченной (б) укладкой волокон: 1 – параллельная поляризация, 2 – перпендикулярная поляризация

Для количественной характеристики молекулярной ориентации используют коэффициент дихроизма, равный отношению оптических плотностей соответствующей полосы поглощения при параллельной и перпендикулярной поляризации:

$$R = \frac{D_{\parallel}}{D_{\perp}}$$

Таким образом, метод ИК-спектроскопии позволяет максимально быстро и с минимальной пробоподготовкой получать большое количество информации о составе исследуемых волокон и надмолекулярной структуре полимера, из которых они сформованы.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых-кандидатов наук (проект МК-92.2020.3).

ЛИТЕРАТУРА

1. J. Xue, T. Wu, Y. Dai, Y. Xia. Electrospinning and electrospun nanofibers: methods, materials, and applications // *Chemical Reviews*. – 2019. – V. 119. – P. 5298-5415.
2. Сильверстейн Р., Вебстер Ф., Кимл Д. Спектрометрическая идентификация органических соединений. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 557 с.
3. S.N. Malakhov, S.I. Belousov, A.S. Orekhov, S.N. Chvalun. Electrospinning of nonwoven fabrics from polypropylene melt with additions of stearates of divalent metals // *Fibre Chemistry*. – 2018. – V. 50. – P. 27-32
4. Xanthos M. (ed.). *Functional fillers for plastics*. – John Wiley & Sons, 2010.
5. S.N. Malakhov, S.I. Belousov, M.A. Shcherbina et al. Effect of Low Molecular Additives on the Electrospinning of Nonwoven Materials from a Polyamide-6 Melt // *Polymer Science, Series A*. – 2016. – V. 58. – P. 236-245.
6. S.N. Malakhov, S.N. Chvalun. Preparation of Nonwoven Materials for Removal of Oil Spills from Water by Electrospinning of Polylactide Melt // *Russian Journal of Applied Chemistry*. – 2019. – V. 92. – P. 1487-1491

НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ПОЛУЧЕНИИ АНТИМИКРОБНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

NEW DIRECTIONS IN OBTAINING ANTIMICROBIAL MATERIALS AND PRODUCTS

А.П. Морыганов, Н.С. Дымникова, Е.В. Ерохина
A.P. Moryganov, N.S. Dymnikova, E.V. Erohina

Институт химии растворов имени Г.А. Крестова Российской академии наук, (г. Иваново)
G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of Russian Academy of Science, (Ivanovo)
e-mail: apm@isc-ras.ru

В статье представлены новые разработки специалистов ИХР РАН высокоэффективных препаратов «Нанотекс», содержащих наночастицы серебра (НЧ_{Ag}), и способам их иммобилизации на текстильных носителях. Показаны возможности использования разработанных технологий для получения антимикробных или вирулицидных текстильных материалов.

Ключевые слова: текстильные материалы, наночастицы серебра, антимикробная активность, антивирусная обработка.

The article presents new developments of specialists of the IHR RAS of highly effective Nanotex preparations containing silver nanoparticles (Nchad) and methods for their immobilization on textile carriers. The possibilities of using the developed technologies for the production of antimicrobial or virucidal textile materials are shown.

Keywords: textile materials, silver nanoparticles, antimicrobial activity, antiviral treatment.

Вызовы последних лет диктуют необходимость вести поиск нетрадиционных препаратов для борьбы с микробами, адаптирующимися со временем к антибиотикам, и с вирусами, проявляющими завидную устойчивость к различным фармакологическим новинкам. Перспективным видится нетрадиционный подход – использование наночастиц металлов для придания изделиям антимикробной и антивирусной активности.

На наш взгляд, перспективы в достижении высокой биологической активности синтезируемых наночастиц металлов связаны с получением НЧ малых размеров и поиском полимеров-стабилизаторов, обеспечивающих синергический эффект увеличения биоактивности НЧ. Особого внимания заслуживают благородные металлы подгруппы Cu, в частности серебро, которое исторически известно как средство, обладающее антибактериальным эффектом. Наиболее важной задачей является совершенствование приёмов формирования ультрадисперсных частиц серебра и стабильных золь для модификации полимерных матриц.

В настоящее время в ИХР РАН ведутся работы по синтезу новых высокоэффективных препаратов, условно названных «Нанотекс», содержащих наночастицы серебра (НЧ_{Ag}), и способам их иммобилизации на текстильных носителях. Интерес к соединениям серебра обусловлен их относительно невысокой токсичностью для человека, но, при этом, низкой адаптацией к ним патогенных микроорганизмов. Для усиления лечебно-профилактических свойств формируемых ультрадисперсных частиц серебра разработан композиционный препарат, включающий в стабилизирующую оболочку наночастиц серебра полимеров, обладающих антимикробной активностью и способных регулировать субстантивность НЧ_{Ag} по отношению к целлюлозе. Особенностью данного препарата, в отличие от ионов серебра, является высокий уровень антимикробных свойств при содержании ультрадисперсных металлических частиц серебра не более $1,9 \cdot 10^{-3}$ моль·л⁻¹, сохраняющийся после многократных стирок. Кроме того, есть возможность регулировать скорость выхода из материала во внешнюю среду частиц серебра, обеспечивая тем самым

необходимый уровень антигрибковой или антимикробной активности в процессе эксплуатации данного изделия [1-4].

На основе ранее разработанного антимикробного жидкофазного композиционного препарата с наночастицами серебра «Нанотекс» предложен новый противовирусный препарат «Нанотекс-АВ». Обрабатывать текстильный материал водным раствором препарата, содержащим 0,01-0,02 г/л наночастиц серебра, можно как непрерывным, так и периодическим способом.

На кафедре микробиологии Ивановской государственной медицинской академии были исследованы на противовирусную активность образцы целлюлозных материалов, обработанные серебросодержащим противовирусным препаратом «Нанотекс-АВ». С этой целью был использован специально разработанный метод определения вирулицидной активности текстильных материалов, где в качестве тест-культуры вируса использовали стафилококковый бактериофаг с титром 10^7 /мл.

В данном эксперименте в качестве целлюлозных материалов использовали – нетканое льносодержащее полотно (30 % отбеленного льноволокна + 70 % вискозного волокна, пов. плотность 50 г/м²), хлопчатобумажную марлю (пов. плотностью 36 г/м²). В ходе исследований был выбран наиболее активный противовирусный состав препарата Нанотекс-А, которым в дальнейшем обработана на Тейковском ХБК хлопчатобумажная ткань поплин, пов. плотностью 140 г/м². На образцах ткани, обработанных в промышленных условиях и в лаборатории отделочной фабрики, наблюдается полная инактивация вируса уже через 30 минут без восстановления его жизнеспособности. Данный факт говорит о том, что препарат Нанотекс-АВ очень эффективно убивает вирус.

Разработанные антимикробные текстильные материалы имеют следующие преимущества по сравнению с используемыми в настоящее время антимикробными тканями:

- более высокий уровень антимикробной активности в готовом изделии при минимальном содержании частиц серебра и более высокую устойчивость биоцидного действия после многократного проведения операций стирки (20 стирок и более);
- низкая себестоимость и высокая рентабельность производства за счет снижения стоимости антимикробных препаратов (уровень оптовых цен на разработанные препараты будет в 2-6 раз ниже стоимости импортной продукции).

Таким образом, представленные выше принципы получения материалов и изделий с пролонгированным антигрибковым, антимикробным или противовирусным действием могут быть использованы для производства изделий, востребованных в быту, в лечебных учреждениях (гражданских, военных, МЧС), оздоровительных комплексах (санаториях, косметических кабинетах, саунах), на транспорте и в период проведения массовых спортивных и культурных мероприятий (олимпиад, фестивалей и др.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Дымникова Н.С., Ерохина Е.В., Кузнецов О.Ю., Морыганов А.П. Исследование влияния субстантивности серебросодержащих препаратов к целлюлозному материалу на его биологическую активность // Российский химический журнал. 2017. Т. LXI. № 2. С. 3-12.
2. Дымникова Н.С., Ерохина Е.В., Морыганов А.П. Наночастицы серебра: зависимость антимикробной активности от условий получения// Российский химический журнал. 2019. т. LXIII. № 2. с. 45-51.
3. N. S. Dymnikova, E. V. Erohina, A. P. Moryganov, O. Yu. Kuznetsov Forming of silver nanoparticles during reduction of their sparingly soluble precursors//Russian Journal of General Chemistry Vol. 90 No. 9 2020. p.385-393.
4. N. S. Dymnikova, E. V. Erohina, A. P. Moryganov, S. V. Grigorev, O. Yu. Kuznetsov Optimization of Conditions for Synthesis of Ultrafine Silver Particles in Hemp Fiber Extract//Inorganic materials: applied research. Vol. 11 No. 2 2020. p.385-393.

НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ ПРОИЗВОДСТВА И МОДИФИЦИРОВАНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН И НИТЕЙ В РОССИИ*²

PRESENT AND FUTURE OF PRODUCTION AND MODIFICATION OF SYNTHETIC FIBERS AND YARNS IN RUSSIA

Н.П. Пророкова
N.P. Prorokova

Институт химии растворов имени Г.А. Крестова
Российской академии наук, (г. Иваново)
G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry
of Russian Academy of Science, (Ivanovo)
E-mail: npp@isc-ras.ru

Лекция содержит данные о современном состоянии получения синтетических волокон в России. Анализируются тенденции развития производства полиэфирных и полипропиленовых волокон и нитей. Рассматриваются новые способы объемного и поверхностного модифицирования полипропиленовых и полиэфирных волокнистых материалов.

Ключевые слова: синтетические волокна, получение волокон, модифицирование волокон

The lecture contains data on the current state of production of synthetic fibers in Russia. The development trends of the production of polyester and polypropylene fibers and threads are analyzed. New methods of bulk and surface modification of polypropylene and polyester fibrous materials are considered.

Keywords: synthetic fibers, fiber production, fiber modification

В настоящее время доля химических волокон и нитей в структуре мирового потребления превышает 70 – 75%. Мировое потребление волокон и нитей проявляет устойчивую тенденцию к росту, при этом на рынке волокнистых материалов наблюдается увеличение доли потребления химических волокон и нитей за счет сокращения доли потребления натуральных [1]. По прогнозам, в ближайшие 5-7 лет 98 % тканей будут синтетическими частично или полностью [2].

На сегодняшний день в России производится большинство основных видов химических волокон и нитей, как искусственных, так и синтетических. Не выпускаются только вискозные, анидные и полиуретановые волокна и нити

В последние годы производство в России химических волокон и нитей, а также их внутренний рынок растут. Так в 2016 г. объем производства, согласно данным Росстата, составил 183,3 тыс. т, что на 17 % больше, чем в 2015 г. (156,8 тыс. т) и на 32 % больше, чем в 2012 г. (139,3 тыс. т). Объем внутреннего потребления в 2016 г. составил 381,9 тыс. т, что на 10 % больше, чем в 2015 г. (346,6 тыс. т) и на 12 % больше, чем в 2012 г. (341,1 тыс. т). Однако эти показатели пока значительно ниже соответствующих показателей 1990 г., когда производство химических волокон и нитей в Российской Федерации составляло 684,7 тыс. т, а внутреннее потребление – 860,5 тыс. т.

Приведенные данные свидетельствуют, что отечественное производство химических волокон и нитей далеко не полностью удовлетворяет потребность в них. Следствием этого является большой объем импорта химических волокон и нитей. Однако он также постепенно сокращается. Если в 2012 г. доля импорта в потреблении химических волокон и нитей составляла 65 %, в 2015 – 61 %, то в 2016 она уменьшилась до 59 %. Однако доля импорта по-прежнему очень высока.

² Статья написана по материалам лекции, представленной в рамках Школы молодых учёных

ОАО «НИИТЭХИМ» в 2018 году создана «дорожная карта» развития химических волокон и нитей в России [3]. По прогнозу, в результате реализации плана мероприятий указанной «дорожной карты» и заявленных бизнесом проектов, производство химических волокон и нитей в России вырастет к 2020 г. до 478 тыс. т, что в 2,6 раза выше, чем в 2016 г. К 2025 г. их производство увеличится до 717 тыс. т, что в 3,9 раза превысит уровень 2016 г. Прогнозируемый объём внутреннего рынка будет составлять, соответственно, 568 тыс. т (рост в 1,5 раза) и 725 тыс. т (рост в 1,9 раза). В результате опережающего развития отечественного производства доля импорта в потреблении снизится до 34 % в 2020 г. и до 20 % в 2025 г. Наиболее востребованными из числа производимых в России химических волокон и нитей являются полиэфирные и полипропиленовые волокнистые материалы, на которых и будет сосредоточено внимание в настоящей публикации.

Максимальным спросом на рынке синтетических волокон пользуются полиэфирные (ПЭФ) волокна и нити. В 2016 г. на долю ПЭФ волокон приходилось более половины мирового потребления всех видов волокон. Крупнейшими пользователями ПЭФ волокон и нитей являются производители текстильных материалов и изделий. По прогнозу Textile World, мировое потребление ПЭФ волокон и нитей до 2030 г. будет непрерывно возрастать и достигнет почти 70 млн. т [3].

В России ПЭФ волокна и нити также доминируют в структуре рынка химических волокон – они составляют 52 % от общего количества производимых и 69 % - потребляемых. Производство ПЭФ волокон и нитей в России выросло более чем в 1,8 раза. Однако необходимо отметить, что, в отличие от мира, сегодня ПЭФ волокна в России полностью получают из переработанных полиэтилентерефталатных бутылок, т.е. волокно изготавливается из вторичного сырья [4]. Это ограничивает сферы его применения неткаными материалами технического назначения, утеплителями, набивками и т.п. Для изготовления тканей оно непригодно. ПЭФ комплексные нити в России производятся, хотя и в недостаточном количестве, ООО «Завидово-Текс» (Тверская область) (текстильные нити) и ЗАО «Газпромхимволокно» (г. Волжский) (технические и кордные нити).

В России потребность в ПЭФ волокнах и нитях значительно превышает их производство. Так в 2017 г. было произведено 99,6 тыс. т ПЭФ волокнистых материалов, а их потребление составило 279,8 тыс. т. С учетом развития текстильного и швейного производства в соответствии со сценарием, предусмотренным Стратегией развития текстильной и легкой промышленности Российской Федерации, объём рынка полиэфирных волокон к 2025 году может достичь 1 –1,1 млн. т [1].

При разработке Стратегии развития химического и нефтехимического комплекса РФ на период до 2030 года [5] было предусмотрено сооружение крупнотоннажных импортозамещающих мощностей по выработке ПЭФ волокон. Еще в 2017 году была разработана и утверждена проектно-сметная и техническая документация строительства Ивановского полиэфирного комплекса мощностью до 200 тыс. тонн, но, как известно из СМИ, в настоящее время этот проект свернут. Официальной информации о переводе этого комплекса в другой регион и сроках реализации данного проекта нет. Российским Союзом химиков и Союзом предпринимателей текстильной и легкой промышленности подготовлено письмо на имя Председателя Правительства Российской Федерации, в котором говорится о необходимости создания отечественных крупнотоннажных импортозамещающих мощностей по выработке на первом этапе 250 тыс. тонн в год прогрессивных полиэфирных волокон и нитей.

Второе место по объёмам производства в России занимают полипропиленовые (ПП) волокна и нити (23%). Производство и рынок ПП волокон и нитей в последние годы также росли, 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., к 2020 г. должен вырасти в 1,8 раза (до 74,0 тыс. т), к 2025 г. – в 2,2 раза (до 90,3 тыс. т). На отечественном рынке по-

прежнему будут доминировать российские производители. Доля импорта в потреблении снизится до 6 % в 2020 г. и 5 % в 2025 г. [3].

Крупнейшими производителями полипропиленовых волокнистых материалов в России являются АО «Каменскволокно» (пленочные и текстильные нити), ООО «ПКФ Силуэт», г. Ярославль (пленочные нити), ООО УК «Индустриальный парк Камские поляны» (текстильные нити), ООО «Технолайн», Самарская обл. (волокно), АО «Комитекс», г. Сыктывкар (волокно), ООО «СППН», Ивановская обл. (технические нити).

В дорожную карту включена реализация новых инвестиционных проектов в ООО УК «Индустриальный парк Камские поляны» - по производству полипропиленовой пленочной нити (9 тыс. т) и увеличению мощностей по производству текстильной нити; в ООО «Конти», Алтайский край - по производству пленочной нити (3,2 тыс. т) и увеличению мощностей по производству текстильной нити; в ПАО «Ставропласт», г. Минеральные воды - по производству полипропиленовой текстильной нити (3,9 тыс. т) и полипропиленового волокна (3 тыс. т) [3].

В целом ситуацию с химическими волокнами в России, по словам признанного авторитета в этой области, проф. Э.М. Айзенштейна, можно охарактеризовать как «весьма осторожный оптимизм» [4,6]. Хотя в целом производство химических волокон растет, нужно отметить заметные отступления от «дорожной карты» их развития - в частности, не будет сооружен Ивановский полиэфирный комплекс, наметился спад в производстве и потреблении текстильных и пленочных полипропиленовых нитей [6]. Проф. Э.М. Айзенштейн считает также серьезной проблемой отрасли отсутствие отечественных разработок в области создания «умных» волокон.

С такой постановкой вопроса трудно согласиться. Скорее, следует говорить о ничтожно малом количестве «умных» и функциональных волокнистых материалов, выпускаемых отечественной промышленностью. В то же время отечественные исследователи активно работают над модифицированием синтетических волокнистых материалов для придания им улучшенных потребительских характеристик и принципиально новых свойств. Примером может служить ряд разработок Института химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук [7-9].

В частности, предложены способы объемного и поверхностного модифицирования термопластичных нитей в процессе их формования из расплава. Объемное модифицирование полипропиленовых нитей основано на введении в расплав полимера малых количеств ультрадисперсного политетрафторэтилена [10-11] или металлсодержащих наночастиц, стабилизированных в процессе получения полиэтиленом высокого давления [12-14]. В первом случае повышается прочность и модуль упругости нити, улучшается ее способность к переработке. Во втором случае модифицирование обеспечивает увеличение относительной разрывной нагрузки полипропиленовых нитей без снижения разрывного удлинения и ухудшения трибологических характеристик нитей, происходит значительное (в $10^5 - 10^6$ раз) снижение поверхностного электрического сопротивления нитей, в то время как использование промышленных антистатических препаратов обеспечивает уменьшение этого показателя лишь в 10^4 раза. Кроме того, полипропиленовые нити, модифицированные наноразмерными металлсодержащими частицами, оказывают ингибирующее действие на развитие всех видов болезнетворных микроорганизмов.

В процессе формования термопластичных нитей из расплава реализуется также способ формирования сплошного фторполимерного покрытия на поверхности нитей из термопластичных полимеров [15]. Он обеспечивает придание нитям высокой устойчивости к действию агрессивных сред, низкого коэффициента трения. Способ осуществляется за счет нанесения разбавленной суспензии высокодисперсного фторопласта на поверхность полутвержденной нити и последующего ориентационного вытягивания. Нить из термопластичного полимера с фторопластовым покрытием обладает высокой устойчивостью к эксплуатационным воздействиям. Волокнистые материалы, полученные по новому способу, по своим характеристикам не уступают фторопластовым волокнам, но имеют в

десятки раз меньшую стоимость. Для придания нити с фторопластовым покрытием дополнительных свойств проводятся исследования по внедрению в структуру покрытия наноразмерных частиц магнетита, предварительно стабилизированных термостойким поверхностно-активным веществом – стеаратом натрия [16]. Установлено, что внедрение небольшого количества стабилизированного магнетита обеспечивает значительное снижение поверхностного электрического сопротивления нитей с фторопластовым покрытием и придание указанным нитям барьерных антибактериальных свойств.

Разработан способ придания полиэфирным тканям фотохимической активности, обеспечивающей их способность к самоочищению за счет разрушения под действием света попадающих на ткани органических загрязнений и бактерий [17-20]. Способ реализуется путем формирования на поверхности каждой нити, образующей ткань, ультратонкого покрытия, образующегося путем осаждения нанозоля диоксида титана в форме анатаза, допированного серебром. Диоксид титана наносится только на нити, не откладываясь в межволоконном пространстве. Поэтому наличие покрытия не приводит к появлению жесткости ткани. Полученное покрытие устойчиво к интенсивным эксплуатационным воздействиям (трению и стиркам). Оно является оптически прозрачным и не ухудшает колористических характеристик ткани.

Одним из реализуемых в ИХР РАН направлений поверхностного модифицирования полиэфирных тканей в целях придания им повышенных гидрофобных свойств является формирование на поверхности каждой отдельной нити ультратонкого покрытия со свойствами фторполимеров. Оно осуществляется за счет обработки волокнистого материала растворами низкомолекулярной фракции ультрадисперсного политетрафторэтилена торговой марки Форум® в сверхкритическом диоксиде углерода [21-23] или растворами теломеров тетрафторэтилена, синтезированных в ацетоне, хлористом бутиле или триметилхлорсилане [22,23,24-29]. Установлено, что обработанная ткань приобретает высокую гидрофобность, уникально низкое водопоглощение и высокую устойчивость к эксплуатационным воздействиям.

Разработаны также способы поверхностного модифицирования полипропиленовых нетканых материалов [30-32] и полиэфирных тканей [33,34], связанные не с образованием покрытия, а с химическим взаимодействием газообразного фтора с волокнообразующим полимером. Этот метод, за счет варьирования состава фторсодержащей газовой смеси и условий протекания реакции фторирования, позволяет регулировать гидрофильно-гидрофобные свойства синтетических волокнистых материалов и обеспечивает придание барьерных биоцидных свойств полипропиленовому нетканому материалу медицинского назначения.

Автор благодарит исполнительного директора Российского союза химиков за предоставленные материалы.

Исследования проводились при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (госконтракт №01201260484), РФФИ (гранты №№ 11-03-12048-офи-м, 13-03-12065 офи_м, 16-29-05334-офи-м), РФФИ и правительства Ивановской области гранты №№ 15-48-03064 р_центр_а и № 18-48-370005 р_центр_а).

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия развития легкой промышленности в Российской Федерации на период до 2015 года. Проект. – М.: Из-во БОС, 2018. – 66 с.
2. Аминев С. Полимеры, волокна, ЛКМ: дорожная карта // The Chemical Journal. – 2017. - № 10. – С. 17-23
3. <http://www.kstu.ru/servlet/contentblob?id=203501>
4. Айзенштейн Э.М. Отечественная промышленность химических волокон в 2017 году // Композитный мир. – 2018. - № 3. – С. 26-31.
5. <http://docs.cntd.ru/document/420245722>

6. Айзенштейн Э.М., Клепиков Д.Н. Отечественная промышленность химических волокон в 2017 г. и мировые тенденции в создании «умного текстиля» // Вестник химической промышленности. – май 2018. (<http://vestkhimprom.ru/posts/otechestvennaya-promyshlennost-khimicheskikh-volokon-v-2017-g-i-mirovye-tendentsii-v-sozdanii-umnogo-tekstilya>)
7. Prorokova N.P., Buznik V.M. New methods of modification of synthetic fibrous materials // Russian Journal of General Chemistry. – 2017. - V. 87, № 6. – P. 1371 – 1377.
8. Пророкова Н.П., Бузник В.М. Модифицирование синтетических волокнистых материалов с использованием фторполимеров (обзор) // Полимерные материалы и технологии. – 2017. - Т 3, № 2. – С. 6 – 17.
9. Пророкова Н.П., Вавилова С.Ю. Объемное и поверхностное модифицирование полипропиленовых нитей на стадии их формования из расплава // Химич. волокна. – 2018. - №3. – С. 89-93.
10. Пророкова, Н.П. Модифицирование полипропиленовых волокнистых материалов ультрадисперсным политетрафторэтиленом / Н.П. Пророкова, С.Ю. Вавилова, В.М. Бузник, А.Е. Завадский // Высокомолекул. соединения. Сер. А. – 2013. – Т. 55, № 11. – С. 1333-1342.
11. Пророкова Н.П., Вавилова С.Ю., Кумеева Т.Ю., Бузник В.М. Поверхностные свойства полипропиленовых волокнистых материалов, модифицированных ультрадисперсным политетрафторэтиленом // Физикохимия поверхности и защита материалов. – 2013. – Т. 49, №1. – С. 104-110
12. Пророкова Н.П., Вавилова С.Ю., Бирюкова М.И., Юрков Г.Ю., Бузник В.М. Модифицирование полипропиленовых нитей с использованием наноразмерных металлсодержащих частиц, иммобилизованных в полиэтиленовой матрице // Российские нанотехнологии. - 2014. - Т. 9, № 9-10. - С. 21 – 27.
13. Пророкова Н.П., Вавилова С.Ю., Кузнецов О.Ю., Бузник В.М. Антимикробные свойства полипропиленовых нитей, модифицированных стабилизированными полиэтиленом металлсодержащими наночастицами // Российские нанотехнологии. - 2015. - Т. 10, № 9-10. - С. 50 – 57.
14. Пророкова Н.П., Вавилова С.Ю., Бирюкова М.И., Юрков Г.Ю., Бузник В.М. Полипропиленовые нити, модифицированные стабилизированными в полиэтилене железосодержащими наночастицами // Химические волокна. - 2015. - № 5. - С. 53 – 58.
15. Prorokova N.P., Vavilova S.Y., Bouznik V.M. A novel technique for coating polypropylene yarns with polytetrafluoroethylene // Journal of Fluorine Chemistry. - 2017. - V. 204 – P. 50 – 58.
16. Пророкова Н.П., Вавилова С.Ю., Бузник В.М. Механические характеристики полученной по новой технологии полипропиленовой нити с покрытием на основе политетрафторэтилена // Химическая технология. – 2020. – Т. 21, №9. – С. 409-417.
17. Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Агафонов А.В., Иванов В.К. Модифицирование полиэфирной ткани наноразмерным диоксидом титана с целью придания фотоактивности // Перспективные материалы. – 2017. - № 1. – С. 19-29.
18. Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Кузнецов О.Ю. Антимикробные свойства полиэфирных тканей, модифицированных наноразмерным диоксидом титана // Перспективные материалы. - 2017. - № 11. – С. 34 – 44.
19. Prorokova N., Kumeeva T., Kholodkov I. Formation of Coatings Based on Titanium Dioxide Nanosols on Polyester Fibre Materials // Coatings - 2020 - V. 10 (1), 82. – P. 1-14.
20. Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Герасимова Т.В., Агафонов А.В. Влияние структуры нанокомпозитов на основе диоксида титана, допированного железом, на фотокаталитическую активность модифицированных ими полиэфирных тканей // Неорганические материалы. – 2017. - Т. 53, № 12. - С. 1365-1371.
21. Пророкова Н.П., Бузник В.М., Кирюхин Д.П., Никитин Л.Н. Перспективные технологии гидро- и олеофобизации текстильных материалов // Химическая технология. - 2010. - Т. 11, № 4. - С. 213 - 224.
22. 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 // Российский химич. журнал (Журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева). 2011. - Т. LV, № 3. - С. 14-23.
23. Кумеева Т.Ю., Пророкова Н.П. Ультратонкие гидрофобные покрытия, полученные на полиэтилентерефталатных материалах из среды сверхкритического диоксида углерода с сорастворителями // Журнал физической химии. - 2018. - Т. 92, № 2. – С. 306-312.
24. Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Хорев А.В., Бузник В.М., Кирюхин Д.П., Большаков А.И., Кичигина Г.А. Придание полиэфирным текстильным материалам высокой гидрофобности обработкой их раствором теломеров тетрафторэтилена // Химич. волокна. – 2010. – № 2. – С. 25 - 30.
25. Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Кирюхин Д.П., Бузник В.М. Гидрофобизация полиэфирных текстильных материалов теломерными растворами тетрафторэтилена // Журн. прикл. химии. – 2013. – Т. 86, № 1. – С. 68 - 73.
26. Фторполимерные материалы / отв. ред. академик В.М. Бузник.– Томск: Изд-во НТЛ, 2017. – С. 241-298.
27. Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Новиков В.В., Холодков И.В. Регулирование трибологических характеристик тканых полиэфирных материалов при модифицировании их теломерами тетрафторэтилена // Трение и износ. - 2018. - Т.39, №2. - С. 157-165.
28. Prorokova N.P., Kumeeva T.Yu., Kiryukhin D.P., Kichigina G.A., Kushch P.P. Coatings based on tetrafluoroethylene telomeres synthesized in trimethylchlorosilane for obtaining highly hydrophobic polyester fabrics // Progress in Organic Coatings - 2020. - V. 139. – 105485.
29. Кичигина Г.А., Куш П.П., Кирюхин Д.П., Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю. Использование радиационно-синтезированных теломеров с силановыми концевыми группами для гидрофобизации полиэфирной ткани // Химия высоких энергий. – 2020. - Т. 54, № 2. – С. 135-141.
30. Патент 2488600 РФ. Способ поверхностного модифицирования полипропиленового материала (Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Вавилова С.Ю., Истраткин В.А., Харитонов А.П., Бузник В.М). Оpubл. 27.07.2013, Бюл. №21.
31. Патент 2488601 РФ. Способ поверхностного модифицирования полипропиленового материала (Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Вавилова С.Ю., Истраткин В.А., Харитонов А.П., Бузник В.М.) Оpubл. 27.07.2013, Бюл. №21.
32. Prorokova N.P., Istratkin V.A., Kumeeva T.Yu., Vavilova S.Yu., Kharitonov A.P., Bouzник V.M. Improvement of polypropylene nonwoven fabric antibacterial properties by the direct fluorination // RSC Advances. – 2015. - V. 5. – P. 44545 - 44549.
33. Prorokova N.P., Kumeeva T.Y., Vavilova S.Y. Improving the wettability of polyester fabric with using direct fluorination // Journal of Fluorine Chemistry. – 2019. - V. 219. - P. 115-122.
34. Кумеева Т.Ю., Пророкова Н.П. Регулирование сорбционных свойств и смачиваемости полипропиленового нетканого материала с помощью прямого газового фторирования // Журнал прикладной химии. –2019. - Т. 92, № 5. – С. 668-673.

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА РАСТВОРА КОЛЛАГЕНА

PREPARATION AND PROPERTIES OF COLLAGEN SOLUTION

А.Ф. Рейимов, А.С. Рафиков, Д.О. Абдусаматова
A.F. Reyimov, A.S. Rafikov, D.O. Abdusamatova

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, (Республика Узбекистан)
Tashkent Institute of Textile and Light Industry, (Republic Uzbekistan)
E-mail: asrafikov@mail.ru, reyimovazimbay@mail.ru

Коллаген, предназначенный для обработки пряжи и ткани, выделен из сырых отходов шкуры крупного рогатого скота. Исследована зависимость физико-химических свойств раствора коллагена от условий получения и глубины диализа. Определены массовая доля сухих веществ и общее количество белка в растворе, удельная электропроводность, плотность, показатель преломления, относительная вязкость растворов, области поглощения хромофорных групп в УФ-спектре.

Ключевые слова: коллаген; массовая доля, удельная электропроводность, плотность, показатель преломления, УФ-спектр.

Collagen, intended for processing yarns and fabrics, was isolated from the raw waste of cattle hide. The dependence of the physical-chemical properties of the collagen solution on the preparation conditions and the depth of dialysis have been studied. The mass fraction of dry substances and the total amount of protein in solution, specific electrical conductivity, density, refractive index, relative viscosity of solutions, absorption regions of chromophore groups in the UV spectrum were determined.

Key words: collagen; mass fraction, electrical conductivity, density, refractive index, UV spectrum.

Введение. Коллаген один из самых распространенных природных белков, составляет основную массу шкуры животных. Обзор, посвященный получению коллагена из шкуры животных и его физико-химическим свойствам, сделан в работе [1]. Коллаген отличается от всех остальных протеинов, особенно пищевых, высоким содержанием пролина (11,8%) и гидроксипролина (9,2%) [2]. Пролин в коллагене присутствует в основном в последовательности глицин (33,5%) – пролин – X, где X часто представлен аланином (10,9%) или гидроксипролином. Коллаген имеет три субъединицы, каждая с молекулярной массой 95000; поэтому, молекулярная масса коллагена – 285000. Выделение и исследование свойств коллагена показывают высокую реакционную способность его в реакциях окисления [3], гидролиза [4], отверждения [5], привитой сополимеризации [6]. Текстильно-коллагеновый упрочненный пленочный материал используется для формоустойчивых деталей одежды [7]. Известно формование волокон из коллагена [8], использование его в тканевой инженерии [9,] как каркас для наночастиц [10]. Пористые углеродные волокна с диаметром в диапазоне от 30 до 50 мкм были получены путем мокрого формования коллагеновых материалов [11]. В текстильной промышленности раствор коллагена используется также для шлихтования и огнезащитной обработки хлопковой пряжи перед ткачеством [12] и в составе композиции для придания огнестойкости материалу [13].

В литературе очень мало сведений о свойствах раствора коллагена, об их зависимости от условий выделения. Целью данного исследования является определение зависимости физико-химических свойств раствора коллагена от условий его получения.

Материалы и методы.

Получение раствора коллагена. Очищенные от шерсти отходы сырой кожи крупного рогатого скота разрезали на куски размерами 3-4 мм и помещали в емкость. В емкость наливали 2 или 3%-ный раствор гидроксида натрия. На 100 массовых частей раствора внесли 60-80 массовых частей кусочков шкуры, которые набухают в растворе щелочи в течение 12-24 часов. Затем раствор перемешивали до образования однородной массы, подогревая при

необходимости, до температуры 50°С. Образованную мутную смесь просеивали через сито размерами ячеек 0,05-0,1 мм. В просеянный раствор добавляли уксусную кислоту с целью нейтрализации до pH=7±0,2. После нейтрализации раствор становится прозрачным, т.е. образуется вязкий (коллоидный) раствор полимера.

С целью удаления ионов и низкомолекулярных веществ произвели *диализ раствора* коллагена с помощью диализного мешочка, изготовленного из лошадиной кишки.

Показатель pH растворов определили с помощью автоматического титратора «EasyPlus™ Titration».

Массовую долю веществ в растворе определили по массе сухого остатка.

Показатель преломления растворов определили с помощью цифрового рефрактометра DR301-95.

Плотность растворов определили пикнометрическим методом.

Относительную вязкость растворов определили с помощью вискозиметра Освальда.

Электропроводность растворов определили с помощью кондуктометра FP30.

УФ и видимые спектры образцов записывали в растворах на спектрометре «Spektrofotometr EMC-3», область длин волн системы – 190-1100 нм, точность длины волны – ±0,3 нм, повторяемость длины волны – 0,2 нм, фотометрическая область – 0,3-3А, 0-200% Т, фотометрическая точность – ±0,5% Т.

Общее количество белка в образце определили по методу Кьелдаля, по которому сначала определяется количество азота, потом пересчитывается на белок.

Результаты и обсуждение.

На свойства коллагена и его раствора влияют множество факторов, в том числе, из шкуры какого животного выделен и каков его возраст, из какой части кожи выделен, срок хранения и т.д. Поэтому невозможно получить воспроизводимые каждый раз результаты. Для повышения достоверности ставили не менее трех параллельных опытов и брали среднюю величину показателей. Все же, есть такие параметры, которые значительно влияют на свойства и их можно контролировать. При выделении коллагена из сырой кожи очень большое значение имеет концентрация щелочи. Концентрация щелочи наиболее значительно влияет на свойства раствора коллагена, которые следует учитывать в следующих процессах с участием коллагена (таблица).

Таблица

Влияние концентрации щелочи на свойства раствора коллагена

№	Количества исходных веществ для приготовления раствора		Массовая доля, %	Показатель преломления	Плотность, г/мл	Относительная вязкость
	Масса шкуры, г	Концентрация NaOH*, %				
1	20	2	10	1,3525	1,040	1,78
2	30	2	14	1,3602	1,051	3,02
3	40	2	18	1,3627	1,054	4,87
4	30	3	16	1,3593	1,051	2,02
5	30	4	15	1,3605	1,061	1,99
6	30	5	13	1,3637	1,064	1,94

* – масса раствора щелочи 50 г.

В целом, получены ожидаемые результаты. При одинаковой концентрации щелочи с увеличением количества исходной шкуры адекватно увеличивается массовая доля коллагена в полученном растворе, намного с большим градиентом увеличивается относительная вязкость раствора. С увеличением концентрации щелочи при одинаковой массе шкуры массовая доля коллагена незначительно уменьшается, а относительная вязкость раствора уменьшается в разы. При увеличении концентрации щелочи значительно увеличивается степень гидролиза белка с образованием низкомолекулярных фракций (уменьшение вязкости

раствора) и с выделением низкомолекулярных веществ из раствора (уменьшение массовой доли сухого остатка). К сожалению, показатель преломления и плотность раствора не оказались теми параметрами, по которым можно было контролировать количество и молекулярную массу коллагена в растворе. Эти параметры зависят от концентрации всех веществ в растворе, т.е. и коллагена, и ацетата натрия, который образуется при нейтрализации щелочи уксусной кислотой, и не являются функциями молекулярной массы полимера.

Исследования показали, что наиболее оптимальной является исходная масса шкуры 30 г, концентрация щелочи 2-3%. В этом случае массовая доля сухих веществ составляет примерно 15%, относительная вязкость также имеет среднюю величину. Элементный анализ сухого остатка показал наличие в нем 12,3% азота, что в пересчете на белок составляет 77% общего количества белка.

Для производства шлихтующей, огнезащитной композиции или цветных металлокомплексов для крашения полученный раствор может быть использован как таковое. Для проведения химических реакций, в том числе прививки модифицирующих веществ к белковым макромолекулам, следует освободить раствор от электролитов. Присутствие ионов в растворе приводят к протеканию побочных реакций с модифицирующими веществами. С этой целью мы проводили диализ раствора коллагена, сменяя воду в диализаторе каждые два часа. Степень диализа контролировали по удельной электропроводности раствора и массе сухого остатка (рис. 1).

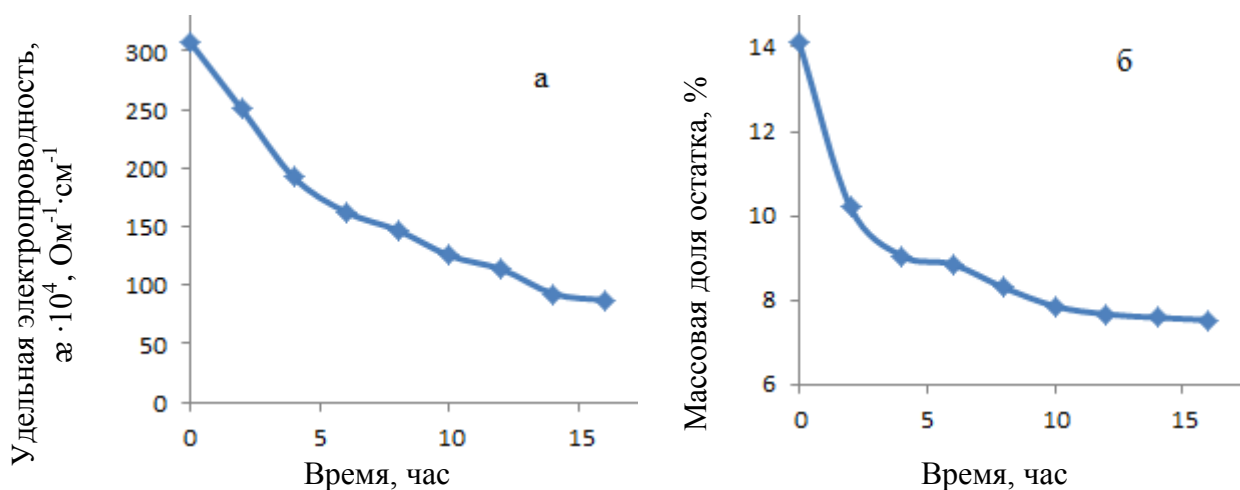


Рис. 1. Зависимость удельной электропроводности (а) и массовой доли сухого остатка (б) раствора коллагена от времени диализа

Как видно из рис. 1 с увеличением времени диализа уменьшается электропроводность раствора и массовая доля веществ в растворе. Причем, значительное уменьшение показателей, особенно массовой доли, наблюдается за первые часы диализа. Основная доля электролитов удаляется из раствора в течение 5-6 часов после второй смены воды в диализаторе. В дальнейшем продолжается менее интенсивное уменьшение электропроводности и массовой доли раствора. Видимо, при глубоком диализе из раствора удаляются низкомолекулярные фракции коллагена, которые также участвуют в электрической проводимости.

При увеличении времени диализа и уменьшении массовой доли растворенных веществ наблюдается адекватное уменьшение плотности и показателя преломления раствора (рис. 2).

Результаты, представленные на рис. 2, согласуются с результатами предыдущих измерений электропроводности и массовой доли раствора. Резкое уменьшение плотности и показателя преломления раствора наблюдается в течение первых 4-5 часов, в дальнейшем интенсивность уменьшения этих показателей снижается.

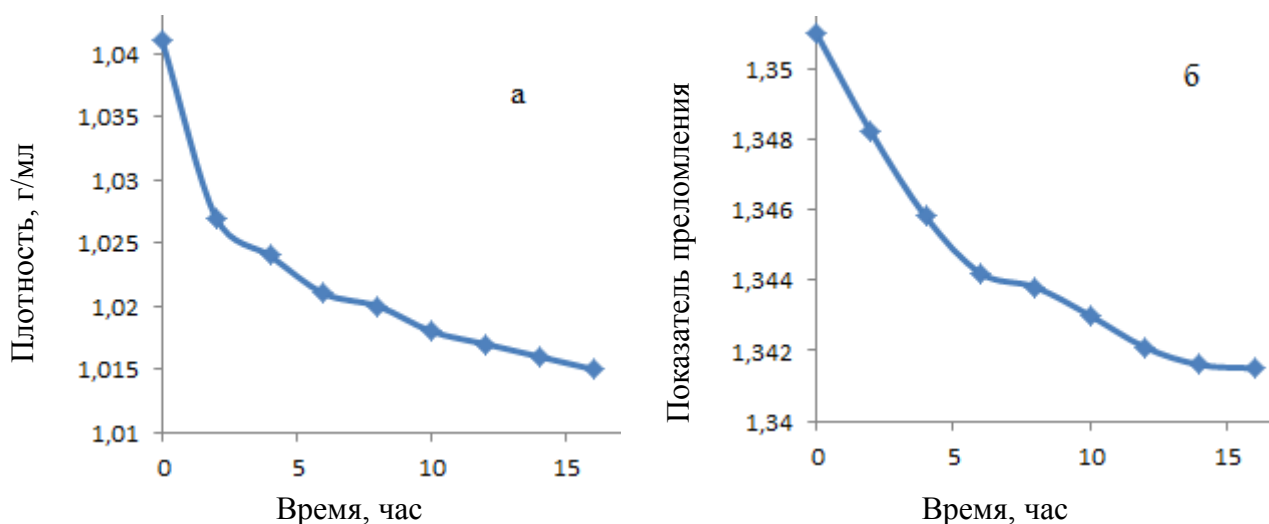


Рис. 2. Зависимость плотности (а) показателя преломления раствора (б) от времени диализа

Таким образом, диализ электролитов из раствора коллагена, полученного щелочной обработкой сырой кожи и нейтрализацией кислотой в основном происходит в течение 5-6 часов. За это время из раствора удаляются почти все низкомолекулярные вещества. В случае продолжения процесса диализа происходит удаление из раствора низкомолекулярных фракций коллагена.

В работе проведены УФ-спектральные и оптические исследования раствора коллагена. Спектры раствора коллагена в УФ и видимой области выявили наличие хромофорных групп белковой макромолекулы (рис. 3).

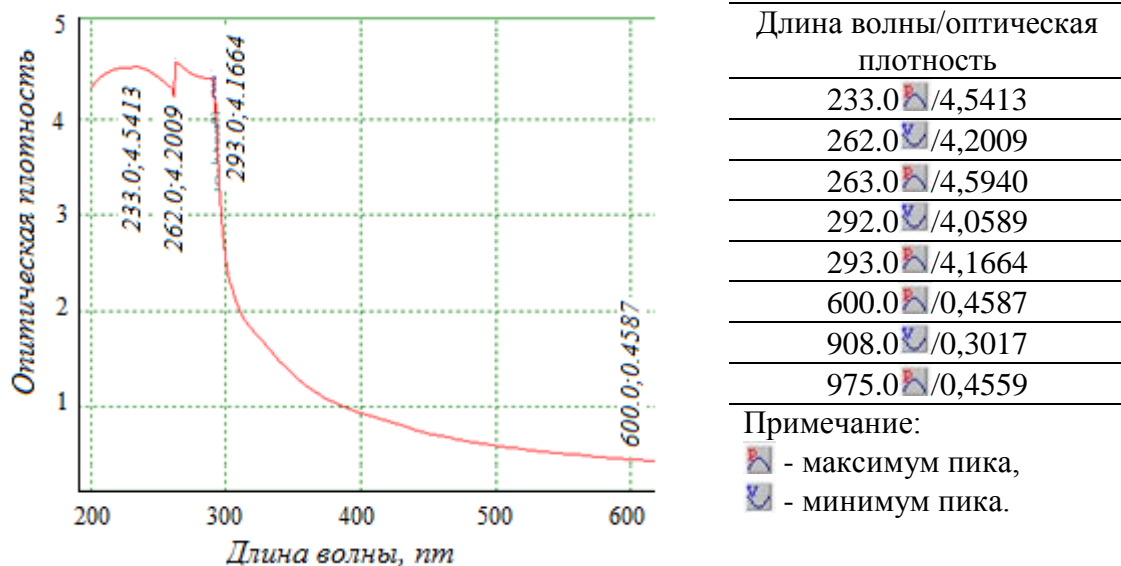


Рис. 3. УФ-спектр раствора коллагена

В видимой области спектра раствор коллагена почти не проявляет полос поглощения, имеются несколько малоинтенсивных полос поглощения с маленькой оптической плотностью. В УФ области спектра коллагена имеется три пика с большой оптической плотностью. Один из них, вероятно, относится к полосе поглощения карбонильной группы, две другие – хромофорной группе (оксо)пролина. Полярные хромофорные группы коллагена участвуют в образовании водородной связи с гидроксильными группами целлюлозы, энергия которых на порядок больше, чем энергия Ван-дер-Ваальсового взаимодействия. Это в свою очередь, обеспечивает высокую прочность коллагена на поверхности пряжи и текстильного

материала. По этим функциональным группам происходит взаимодействие коллагена с модифицирующими веществами.

Заключение. На свойства раствора коллагена, предназначенного для обработки текстильного сырья и материалов, значительное влияние оказывает концентрация раствора *NaOH*, который используется при выделении коллагена из сырой кожи. Для получения прозрачного, устойчивого раствора необходимо нейтрализация его уксусной кислотой. Диализ раствора способствует удалению электролитов и низкомолекулярных веществ, что приводит к адекватному уменьшению массовой доли сухих веществ, электропроводности, плотности и показателя преломления раствора. Наличие хромофорных, полярных функциональных групп определяют поведение коллагена в процессах модификации материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tang K., Wang F., Iia P., Liu J., Wang K. Thermal degradation kinetics of sweat soaked cattle hide collagen fibers // *J. Amer. Leather Chem. Assoc.* 2007. №2. P. 52-61.
2. Prockop D.J., Fertala A. Inhibition of the Self-assembly of Collagen I into Fibrils with Synthetic Peptides Demonstration That Assembly Is Driven By Specific Binding Sites On The Monomers // *J. Biol. Chem.* 1998. V. 273 (25). P. 15598-15604.
3. Рабинович Давид. Регулирование химической активности коллагена: пересмотр эффекта Гофмейстера // *World Leater.* 2008. №3. С. 26-29.
4. Тихонова Ю.В, Кривоносова Л.Г., Ломакин С.П., Филатова Э.С., Хабибуллин Р. Свойства продуктов гидролиза коллагена // *Башкирский хим. журн.* 2009. №1. С. 13-15.
5. Jiang Bo, Zhou Yong, Yang Zheng, Wu Zhihong, Huang Guanglin, Lin Libin, Zhang Xingdong. Radiation curing of collagen/divinyl etherenhanced bypyridinium salts // *J. Appl. Polym. Sci.* 2005. № 5. P. 2094-2100.
6. Rafikov A.S., Nabiev N.D., Karimov S.Kh., Ibodulloev B.Sh., Mirzaev N.B. Getting graft cellulose copolymers and acrylic monomers // *Inter. J. of Recent Technology and Engineering (IJRTE).* 2019. V. 8 (4). P. 719-723.
7. Karimov S.Kh., Rafikov A.S., Ibragimov A.T., Askarov M.A. (2015) A Reinforced Film of Graft Copolymers of Collagen and Acrylates // *Inter. Polymer Sci. and Technology.* V. 42(4). P. 47-49.
8. Jose Moncy V., Thomas Vinoy, Dean Derrick R., Nyairo Elijah. Fabrication and I Characterization of aligned nanofibrous PLGA/Collagen blends as of pone tissue scaffolds // *Polymer.* 2009. №15. P. 3778-3785.
9. Song J., Zhang P., Cheng L., Liao Y., Xu B., Bao R., Wang W., Liu W. Nano-silver in situ hybridized collagen scaffolds for regeneration of infected full-thickness burn skin // *J. of materials chemistry.* 2015. V.B3 (20). P. 4231-4241.
10. Vedhanayagam M., Nidhin M., Duraipandy N., Naresh N.D., Jaganathan G., Ranganathan M., Kiran M.S., Narayan S., Nair B.U., Sreeram K.J. Role of nanoparticle size in self-assemble processes of collagen for tissue engineering application // *Inter. J. of Biological Macromol.* 2017. V.99. P. 655-664.
11. Salim N.V., Jin X., Mateti S., Lin H., Glattauer V., Fox B., Ramshaw J.A.M. Porous carbon fibers made from collagen derived from an animal by-product // *Materials Today Advances.* 2019. V.1. P. 31-38.
12. Rafikov A.S., Yuldosheva O.M., Karimov S.Kh., Khakimova M.Sh., Abdusamatova D.O., Doschanov M.R. Three in one: sizing, grafting and fire retardant treatment for producing fire-resistant textile material // *J. of Industrial Textiles.* September, 2020. <https://doi.org/10.1177/1528083720957410>
13. Nabiev N, Md. Raju A, Rafikov A, Quan H. Extraction of collagen from cattle skin and synthesis of collagen based flame retardant composition and introduction into cellulosic textile material by graft colypolymerization // *Asian J. of Chem.* 2017. V.29 (11). P. 2470-2475.

ПОЛУЧЕНИЕ И МИКРОСТРУКТУРА КОМПЛЕКСА КОЛЛАГЕНА С $CrCl_3$

PREPARATION AND MICROSTRUCTURE OF THE COLLAGEN COMPLEX WITH $CrCl_3$

Д.Б. Садикова, А.С. Рафиков, С.Х. Каримов
D.B. Sadikova, A.S. Rafikov, S.Kh. Karimov

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, (Республика Узбекистан)
Tashkent Institute of Textile and Light Industry, (Republic Uzbekistan)
E-mail: asrafikov@mail.ru, sskarim@mail.ru

Получен металлокомплекс коллагена, выделенного из сырой шкуры крупного рогатого скота, с ионом Cr^{3+} . ИК-Фурье спектроскопические исследования показали наличие координационных и ионных связей между макромолекулой коллагена и ионом металла. Комплекс исследован методами электронной сканирующей микроскопии и рентгенофазового анализа. Результаты показали уменьшение количества азота в комплексах по сравнению с чистым коллагеном в результате гидролиза, уменьшение степени кристалличности, появление новых кристаллических фаз.

Ключевые слова: коллаген; ион металла; координационный комплекс; микроструктура; кристаллическая фаза.

A metal complex of collagen isolated from raw skin of cattle with the Cr^{3+} ion was obtained. FTIR spectroscopic studies have shown the presence of coordination and ionic bonds between the collagen macromolecule and the metal ion. The complex was investigated by methods of scanning electron microscopy and X-ray phase analysis. The results showed a decrease in the amount of nitrogen in the complexes in comparison with pure collagen as a result of hydrolysis, a decrease in the degree of crystallinity, and the appearance of new crystalline phases.

Key words: collagen; metal ion; coordination complex; microstructure; crystalline phase.

Введение. В последние десятилетия коллагеновым биоматериалам уделяется особое внимание благодаря своим превосходным свойствам, таким как низкая иммуногенность, биоразлагаемость, биосовместимость, гидрофильность, простота обработки и т. д. [1]. Однако коллаген также имеет не удовлетворительные физические и химические свойства (механическая прочность, термостабильность, устойчивость к ферменту и т. д.). Следовательно, необходима модификация коллагена в процессе получения различных материалов. Металлосодержащие полимерные комплексы повсеместно распространены в биологических системах, а их уникальные структуры обеспечивают разнообразные биологические свойства [2]. Сочетание нескольких компонентов или иерархий из естественного источника с помощью простого метода может выступать в качестве предшественника при разработке и применении материалов. Получена биосистема металлоорганических соединений на основе коллагеновой волокнистой матрицы с комплексом хрома (III) [3]. Полученный комплекс сохраняет внутреннюю конформацию коллагена и морфологию его волокон в коже, показал улучшенную водонепроницаемость и воздухопроницаемость. Выявление взаимосвязи между структурой и объединенными свойствами комплекса способствует прогрессу интеллектуальных белковых материалов.

Ионы металлов влияют на термостабильность белков, увеличивая или уменьшая их устойчивость к разворачиванию [4]. Взаимодействие между ионами металлов и пептидами вызвало интерес из-за важной роли ионов металлов во многих биологических процессах и потенциального применения в различных областях. Конформационные изменения пептидов зависят от характера связывания с ионами металлов [5]. Ионы металлов играют ключевую роль в действии антибиотиков и участвуют в специфических взаимодействиях с белками, нуклеиновыми кислотами и другими биомолекулами [6].

Таким образом, очень большое значение в различных сферах, особенно в медицине, приобретают комплексные соединения гетероатомсодержащих полимеров, в том числе белков. Между тем, исследуя их в качестве матрицы для лекарственных средств, сорбентов различных ионов, катализаторов или ингибиторов химических процессов, не достаточно внимание уделяется возможности использования в качестве красителей для текстильных материалов. Такие стабильные во времени комплексы являются своеобразными цветными веществами. Целью данной работы является получение, определение микроструктуры, элементного состава и фазового состояния цветного комплекса коллагена с $CrCl_3$, как потенциального красителя текстильных материалов.

Материалы и методы.

Получение коллагена и его комплекса. Неиспользованные и очищенные от шерсти отходы сырой кожи крупного рогатого скота получали из кожеперерабатывающего предприятия г. Ташкента. Их разрезали на кусочки размером 3-4 мм и помещали в ёмкость, в ёмкость наливали 3%-ный раствор гидроксида натрия при массовом соотношении кожа : раствор 1,2 : 2. Куски кожи набухают в щелочном растворе в течение 12-24 часов. Затем раствор перемешивали до образования однородной массы, нагревая, если необходимо, до температуры 50°C. Раствор просеивали через сито с размером ячеек 0,05-0,1 мм. Уксусную кислоту добавляли к просеянному раствору для нейтрализации ее до $pH = 7,0 \pm 0,2$. Концентрацию раствора коллагена определяли по массе сухого остатка.

Для получения комплексов коллагена с ионом металла приготовили 20%-ный раствор $CrCl_3$ и 10%-ный раствор коллагена. Взаимодействие осуществили смешиванием растворов в различных соотношениях в конической колбе при комнатной температуре. Через час после смешивания смеси выливали в этанол. Осажденные в этаноле комплексные соли выделили фильтрованием и высушили в сушильном шкафу при температуре 60°C до постоянной массы.

ИК-спектры комплексов снимали на ИК-Фурье спектрофотометре марки Nicolet iS50 с приставкой внутреннего отражения и микроскопом Continuum.

Исследование *микроструктуры комплексов* проведено на сканирующем электронном микроскопе (EVO/LS10) на проходящих лучах (SEM-EDX) в комплекте с системой микроанализа и напылительной установкой.

Рентгенофазовый анализ комплекса коллагена проведен на дифрактометре системы «EMPYREIN» рентгеновским порошковым методом в диапазоне углов $^{\circ}2\theta$ от 5 до 90 с шагом 0,0070 в режиме сканирования. Время сканирования 38 с, тип сканирования – непрерывный. Длина образца – 10 мм, материал анода – медь, температура исследования – 25°C. Система автоматически регистрирует брэгговских углов излучения $^{\circ}2\theta$ при дифракции на заданном излучении, значений межплоскостных расстояний (d_{hkl}) и соответствующих интенсивностей линий (I) рентгеновского спектра [7]. *Степень кристалличности* образцов рассчитана как отношение интенсивностей линий спектра кристаллических фаз на общую интенсивность при этих углах излучения.

Результаты и обсуждение.

С целью выяснения наличия взаимодействия коллагена с ионом металла проведены ИК-Фурье спектроскопические исследования коллагена (рис. 1) и его металлокомплекса (рис. 2).

В ИК-спектре коллагена обнаружены полосы поглощений валентных колебаний ассоциированных *NH* и *OH* групп в области 3234 cm^{-1} , деформационных колебаний *NH* при 1568 cm^{-1} (полоса амид II) и при 1396 cm^{-1} (полоса амид III). Полосы поглощений при 1296 и 1259 cm^{-1} тоже относятся к δ_{NH} , обусловленных взаимодействием с ν_{CO} [8, с.25 – 29]. Полоса поглощения $\nu_{C=O}$ (полоса амид I) видимо, перекрывается другой полосой и проявляется в виде плеча в области 1650-1630 cm^{-1} . Полоса поглощения при 2964 cm^{-1} относится к валентным колебаниям *C-H*, при 1078 cm^{-1} – к колебаниям *C-O* связей.

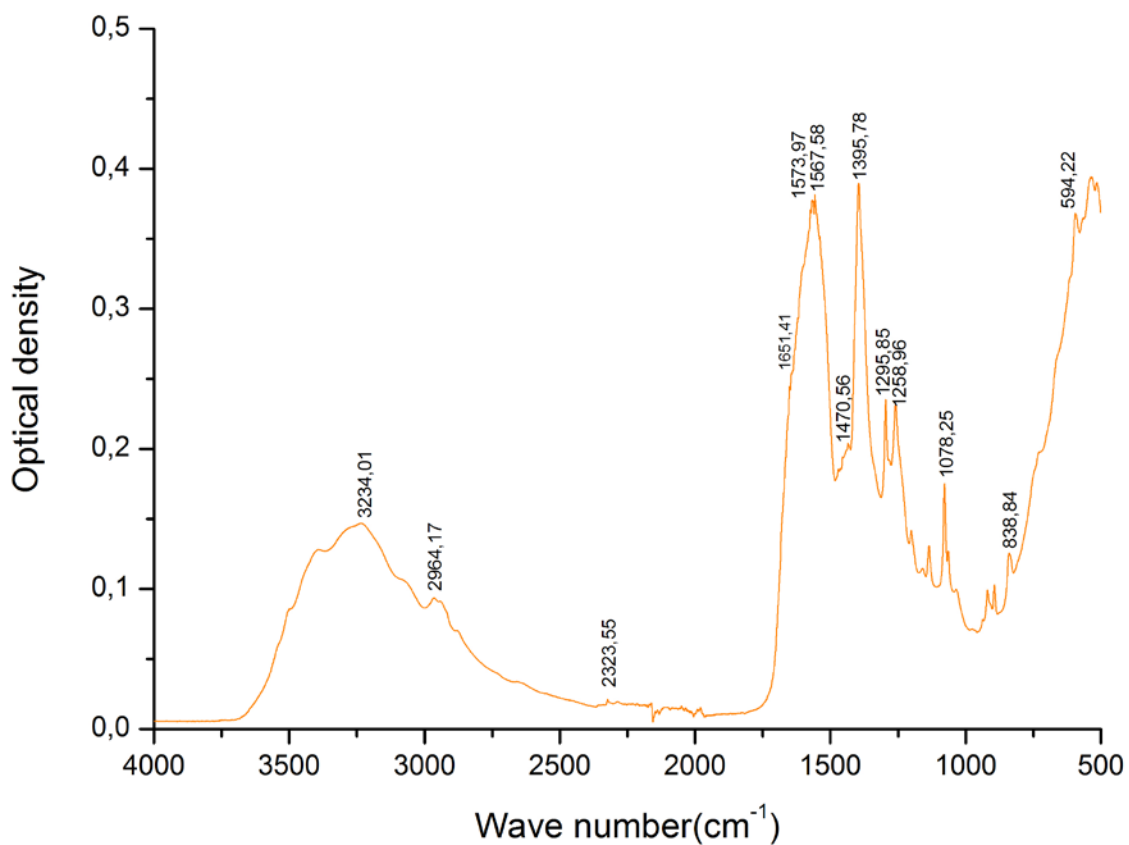


Рис. 1. ИК-спектр коллагена

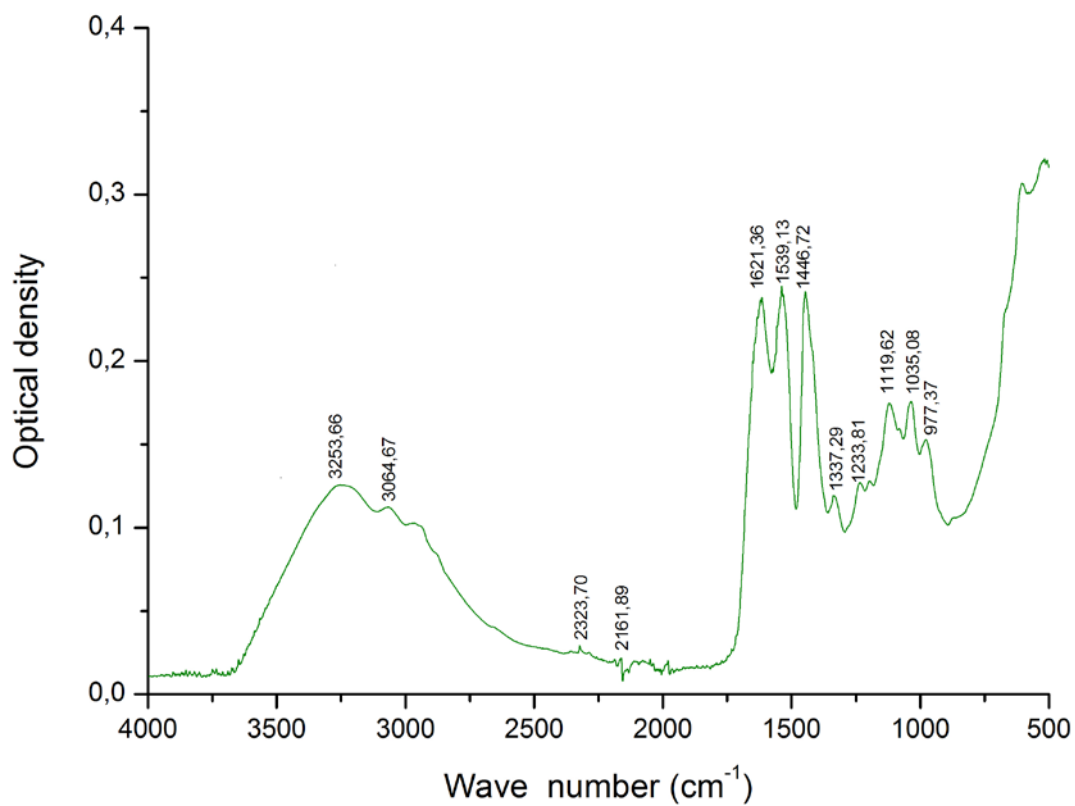


Рис. 2. ИК-спектр комплекса коллагена с CrCl₃

В ИК-спектре комплекса коллагена также имеются полосы поглощений деформационных и валентных колебаний связей NH, OH и CO групп, но они смещены по

сравнению с полосами самого коллагена. В комплексном соединении имеется новая полоса поглощения при 1621 см^{-1} , которая, по-видимому, относится к валентным колебаниям иона $-\text{CO}_2^-$ [8, с.28]. Катион металла связывается с коллагеном не только посредством координационных связей, но и ионной связью с карбоксильными группами гидролизованного полипептида.

На рис. 3 представлены увеличенные изображения комплексов коллагена с ионами металлов и элементный состав выделенных на снимке участков.

На электронном снимке комплекса хрома с коллагеном хорошо просматривается наличие кристаллической фазы, но элементный состав двух участков несколько отличается. Это, прежде всего, относится к ионам натрия и хлорида. Видимо, на одном из участков сканирования скопились агломераты этих ионов.

В макромолекуле коллагена на каждый атом азота приходится 2,7-2,8 атомов углерода и 1,1-1,2 атомов кислорода. В комплексе хрома с коллагеном на каждый атом азота приходится от 5 до 8 атомов углерода, примерно 5 атомов кислорода, а на каждый ион хрома приходится 13 атомов углерода, 2 атома азота и от 8 до 13 атомов кислорода.

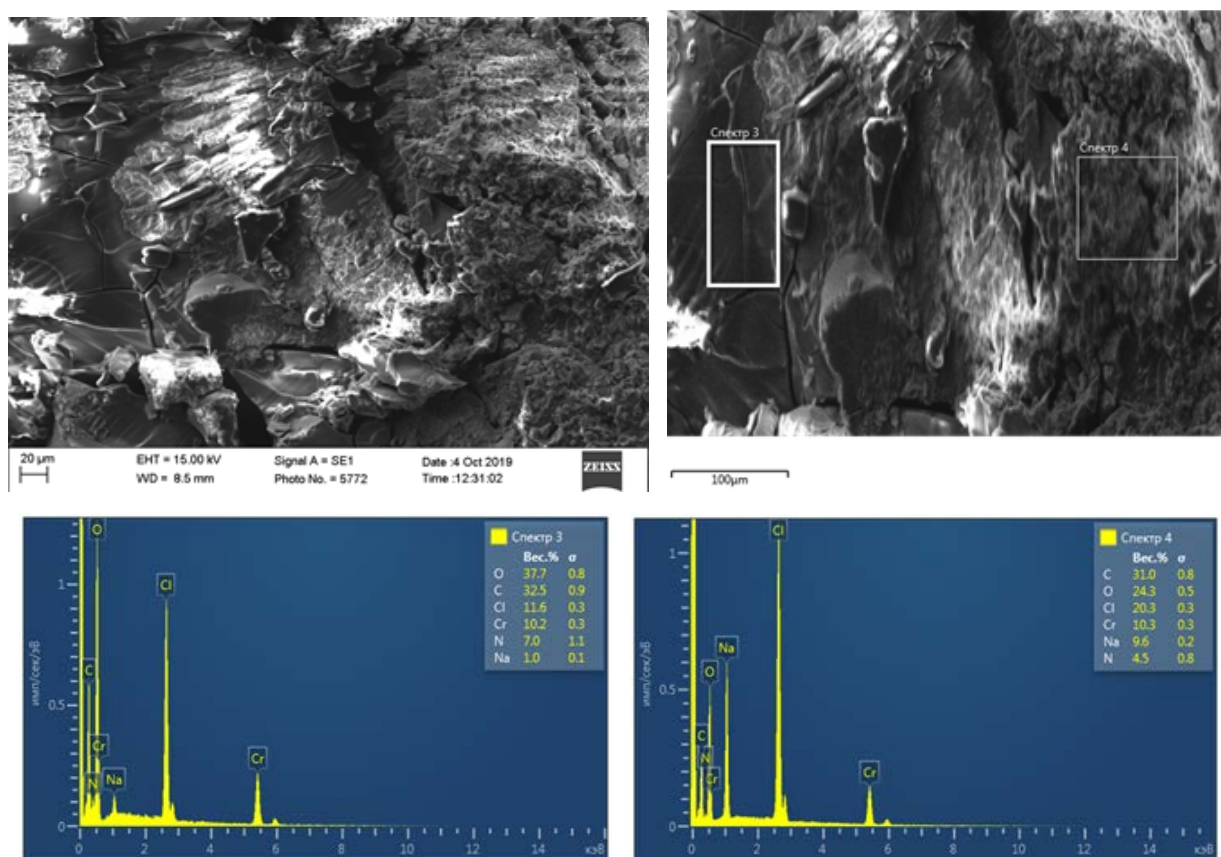
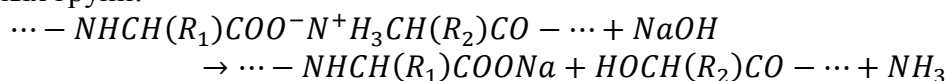


Рис. 3. СЭМ изображения и элементный состав комплекса коллагена с CrCl_3

Обнаруживается уменьшение количества атомов азота и увеличение количества атомов кислорода по сравнению с коллагеном. Видимо, гидролиз макромолекул коллагена происходит по следующей реакции с выделением газообразного аммиака и образованием гидроксильных групп:



Количество атомов кислорода оказалось больше, даже с учетом этой реакции, значит происходит одновременно образование кристаллогидрата.

Как показал рентгенофазовый анализ, коллаген является одновременно поликристаллическим и аморфным веществом. В этом можно убедиться по характеру

рентгенограммы коллагена (рис. 4а). Узкие пики свидетельствуют о наличии достаточно упорядоченных кристаллических областей.

Наибольшая интенсивность спектра коллагена наблюдается при угле дифракции 14.6581, которая принята за 100% относительной интенсивности. Межплоскостное расстояние этой фазы составляет 6.03837 Å. Основные сигналы кристаллических фаз обнаружены в диапазоне углов $^{\circ}2\theta$ от 10 до 40. Видимо, каждая аминокислота в макромолекуле коллагена образует свою кристаллическую фазу, к тому же имеются побочные вещества, использованные при получении и нейтрализации раствора коллагена.

В комплексе коллагена с ионом металла тоже имеются поликристаллическая и аморфная фазы (рис. 4б). В комплексе сохраняется сигнал коллагена при $^{\circ}2\theta=31.8178$ и появляются две новые сигналы при $^{\circ}2\theta=44.5223$ и $^{\circ}2\theta=45.5392$. Новые сигналы очень узкие и, видимо, они относятся к координационному соединению «коллаген- $CrCl_3$ ».

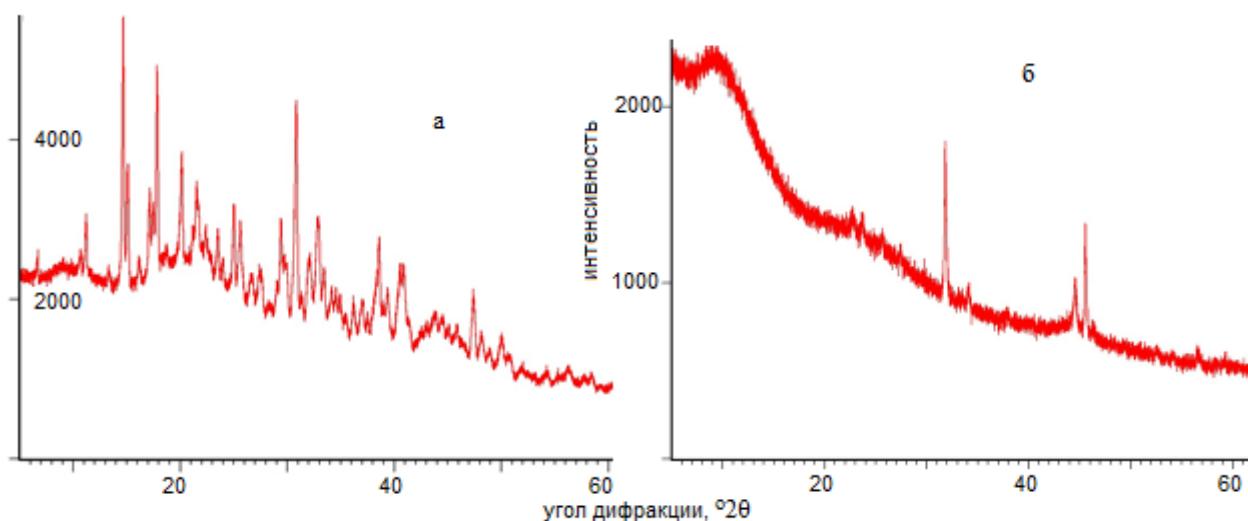


Рис. 4. Рентгеновские спектры коллагена (а) и его комплекса с $CrCl_3$

Коллаген более аморфное вещество, чем кристаллическое. В комплексном соединении коллагена с $CrCl_3$ содержатся отдельные более упорядоченные кристаллические фазы, но в целом доля кристаллической области уменьшается. Диффузия ионов металла в коллаген приводит к разрыхлению надмолекулярной структуры полимера. В результате разрушаются первичные кристаллические фазы. Координационное комплексообразование азота и кислорода коллагена с ионом Cr^{3+} приводит к локальному упорядочиванию, в результате появляются новые кристаллические фазы на рентгенограммах комплекса. Степень кристалличности коллагена составляет 39,8%, а его комплекса с $CrCl_3$ – 31,6%.

Заключение.

Комплексные соединения коллагена с ионами переходных металлов образуются как за счет координационных связей, так и за счет ионных связей между ионом металла и карбоксилат ионом. В комплексе коллагена с $CrCl_3$ увеличивается количество атомов кислорода, что объясняется гидратацией молекул воды. Коллаген является одновременно поликристаллическим и аморфным веществом. При образовании комплекса коллагена с ионом металла происходит уменьшение числа кристаллических фаз с образованием новых фаз. В рентгеновском спектре комплекса наблюдается более узкие сигналы кристаллических фаз. Имеется потенциал значительного улучшения степени кристалличности комплексов путем подбора условий синтеза и соотношения компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Xinhua Liu, Chi Zheng, Xiaomin Luo, Xuechuan Wang, Huie Jiang. Recent advances of collagen-based biomaterials: Multi-hierarchical structure, modification and biomedical applications // Materials Sci. and Engineering: C. 2019. V. 99. P. 1509-1522.

2. Xu Q., Xu M., Lin C.-Y., Tian, Y., Xia Z. Metal Coordination-Mediated Functional Grading and Self-Healing in Mussel Byssus Cuticle // *Advanced Sci.* 2019. V. 6(23). Номер статьи 1902043.
3. Yanting Han, Yuanzhang Jiang, Jinlian Hu, Xiaoyu Chen. Achieving coalesced breathability, mechanical and shape memory properties of collagen fibrous matrix through complexing with chromium (III) // *Materials & Design.* 2020. V. 18615. Номер статьи 108206.
4. Sorenson A.E., Schaeffer P.M. A new bivalent fluorescent fusion protein for differential Cu(II) and Zn(II) ion detection in aqueous solution // *Analytica Chimica Acta.* 2020. V. 11018. P. 120-128.
5. Ziyu Liu, Siyun Chen, Fangfang Qiao, Xinhao Zhang. Interaction of peptide backbones and transition metal ions: 1. an IM-MS and DFT study of the binding pattern, structure and fragmentation of Pd(II)/Ni(II)-Polyalanine complexes // *Inter. J. of Mass Spectrometry.* 2019. V. 438. P. 87-96.
6. Małgorzata Jeżowska-Bojczuk, Kamila Stokowa-Sołtys. Peptides having antimicrobial activity and their complexes with transition metal ions // *European J. of Medicinal Chem.* 2018. V. 1431. P. 997-1009.
7. Физическое материаловедение. Том 3. Методы исследования структурно-фазового состояния материалов / Н.В. Волков, В.И. Скрытный, В.П. Филиппов, В.Н. Яльцев. Под общ. ред. Б.А. Калинина. М.: МИФИ, 2008. 808 с.
8. Тарасевич Б.Н. ИК спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2012. 55 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИМЕРБЕТОНА PRODUCTION TECHNOLOGY OF POLYMER CONCRETE PRODUCTS

А.М. Шаравара, И.А.Христофорова
A.M. Sharavara, I.A. Khristoforova

Владимирский государственный университет имени Столетовых
Vladimir state University named after Stoletovs
E-mail: ipadanastasiii@mail.ru, kristoforova-i@mail.ru

Полимербетон - это относительно новый строительный материал, который активно набирает популярность среди пользователей. Благодаря своим свойствам, таким как высокая прочность на сжатие, быстрое отверждение, высокая удельная прочность, устойчивость к химическому воздействию, полимербетон нашел применение в самых разных областях.

Ключевые слова: полимербетоны, смолы, бетон, строительство, песок, наполнители.

Polymer concrete is a relatively new building material that is actively gaining popularity among users. Due to its properties, such as high compressive strength, fast curing, high specific strength, chemical resistance, polymer concrete has found application in a variety of fields.

Keywords: polymer concretes, resins, concrete, construction, sand, fillers.

Бетон - это искусственный каменный материал, применяемый в строительстве. Получается путем формования и затвердевания смеси. В нее входят мелкие наполнители (песок, гравий), цемент (вяжущее вещество) и вода (15-20%) [1].

Полимербетон - это материал, который является одним из видов бетонной смеси, где вместо цемента используют полимер. Этот полимер является высоконаполненной композицией, состоящей из вязкой жидкости или синтетической смолы. Как правило, применяют эпоксидные, фурановые и ненасыщенные полиэфирные смолы. Полимербетоны производят с химически стойкими наполнителями. В состав входят такие компоненты, как кварцевый песок, графитовый порошок, строительный гипс, ПАВ и так далее. Если сравнить полимербетон с обычным бетоном, то следует отметить, что по многим характеристикам состав с добавлением смол, превосходит обычные смеси (табл. 1) [2].

Таблица 1

Основные свойства полимербетона

Свойство	Показатель	
	Полимербетон	Бетон
Плотность, кг/м ³	300-3000	500-2500
Прочность на сжатие, МПа	50-110	4,5-78,6
Прочность на изгиб, МПа	3-11	4-5
Температурный предел эксплуатации, °С	60-140	3 – 25
Водопоглощение, %	0,05-0,5	10-15

Исходя из таблицы 1 следует, что прочность полимербетона в 3-6 раз превышает показатели обычного бетона. Это же касается и прочности на растяжение, которая у полимербетона почти в 10 раз выше. Так же стоит отметить, следующие преимущества полимербетонов:

1. водонепроницаемость;
2. стойкость к перепадам температур;
3. гладкая и нескользящая поверхность материала;
4. возможность вторичной переработки;

5. многообразии расцветок

6. устойчивость к атмосферным воздействиям [3].

Принятая модель полимербетонов представляет собой сложную структуру, состоящую из микро-, мезо- и макроструктуры. При этом микроструктурой является полимерное связующее. Использование в их составе олигомеров, отвердителей способствует получению полимербетонов с высокими физико-механическими и диэлектрическими свойствами и химической стойкостью.

На сегодняшний день полимербетон является распространенным материалом на строительном рынке. Поэтому в процессе приобретения следует обратить внимание на вид, марку, их свойства и характеристики, которые соответствуют общепринятым стандартам ГОСТ. Различают полимербетоны по следующим категориям: сверхтяжелый, тяжелый, легкий и сверхлегкий (табл. 2).

Таблица 2

Показатели плотности

Категория	Плотность, кг/м ³
сверхтяжелый	2500 - 4000
тяжелый	1800-2500
легкий	500-1800
сверхлегкий	Меньше 500

Чаще всего сверхтяжелый полимербетон применяют в строительстве для несущих конструкций, так как он может выдержать большую механическую нагрузку. Из тяжелого изготавливают различные виды литевых камней, похожих на дорогой материал (мрамор). Легкий и сверхлегкий относят к конструкционно-теплоизоляционной категории [4].

Технология изготовления полимербетона проходит несколько стадий. Первый этап - это подготовка сырьевых компонентов. Все необходимые вещества должны пройти процесс сушки (смола, песок, наполнитель, щебень). Второй этап - это приготовление смеси. В емкость кладут песок, щебень и наполнитель. Перед смешиванием в раствор необходимо так же добавить немного воды. С вяжущим веществом работают отдельно. Смолу размягчают с помощью растворителя и добавляют к ней стабилизатор, пластификатор и другие вещества по необходимости. Все перемешивают отдельно от наполнителей. Далее нужно разместить с наполнителем связующее вещество и добавить отвердитель. В конце всю смесь нужно еще раз тщательно перемешать. Третий этап - это заливка. Для корректного осуществления заливки, на форму следует нанести специально предназначенное смазочное масло или технический вазелин, чтобы избежать риска прилипания. Емкость заливают композитом и выравнивают поверхность. Далее раствор уплотняют. В таком положении смесь выдерживают на протяжении суток. Затем готовое изделие можно безопасно извлекать [5].

Существует еще один способ получения полимербетонной смеси. Для начала готовят связующую массу, которую совмещают и перемешивают с фурфуролацетоновым мономером с тонкоизмельченным наполнителем и катализатором бензолсульфокислотой. Фурановое связующее добавляют в качестве органо-минерального, бесцементного бетона, высокопрочных антикоррозионных балок, шпал, панелей, колонн и других элементов конструкций, для получения износостойких полов, гидротехнических сооружений, термостойких материалов, обладающих высокими прочностными свойствами, химической стойкостью, водостойкостью, для защиты зданий, сооружений, оборудования в химической, металлургической, текстильной промышленности [6].

Полимербетон - это распространенный материал, который применяется во многих сферах жизни человека. Если затрагивать строительную отрасль, то наиболее востребован на производстве химически стойких дренажных труб, шахтных стволов и коллекторов подземных коммуникаций; сливных колодцев и различных резервуаров для агрессивных жидкостей; контактных опор ЛЭП и других аналогичных конструкций с повышенным электрическим сопротивлением. Полимербетон известен, как хороший звукоизоляционный

материал. Его используют для изготовления шумозащитных стен-экранов для монтажа на шоссе и других магистралях. Применяют так же для фасадной отделки. Так как полимербетон имитирует любую структуру (гранит, мрамор и может быть различных цветов), то из материала делают колонны, барельефы, карнизы и т.д [7].

Таким образом, полимербетон является долговечным, прочным и качественным материалом. Это обуславливает широкое применение полимербетона в строительстве, ремонте и отделке и производстве различных изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Что такое бетон? Виды и марки бетона. URL: <https://o-remonte.info/chto-takoe-beton/>(дата обращения 02.10.2020)
2. Патуров В.В. Технология полимербетонов (физико-химические основы). - М.: Стройиздат, 1977. - 240с.
3. Полимербетон — что это такое: состав бетонополимера, особенности применения, назначение. URL: <https://1beton.info/vidy/polimerbeton-chto-eto-takoe-sostav-betonopolimera-osobennosti-primeneniya-naznachenie/> (дата обращения 02.10.2020)
4. Все о полимербетоне URL: <https://stroy-podskazka.ru/polimerbeton/vse-o-nem/>(дата обращения 02.10.2020)
5. Михайлов К.В., Потуров В.В., Крайс Р. Полимербетоны и конструкции на их основе/Под ред. В.В.Потурова. - М.: Стройиздат, 1989. - 304с.
6. Способ получения полимербетонной смеси/ URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2672700C1_20181119/(дата обращения 02.10.2020)
7. Полимербетон. Применение и основные свойства [Электронный ресурс] / Художкова И.Р., Основные свойства полимербетонов; ред. Шагиева Л.Н., 1985. URL: <http://sekretgipsa.com/polimer/25-polimerbeton-i-primeneniye-polimerbetona-sostavy-polimerbetona.html>(дата обращения 02.10.2020)

ПОЛИАМИДНОЕ ВОЛОКНО КАК АРМИРУЮЩИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ

POLYAMIDE FIBER AS A REINFORCING MATERIAL FOR CEMENT COMPOSITES

Ю.А. Щепочкина
Yu.A. Shchepochkina

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

Обоснован выбор полиамидных волокон в качестве армирующего материала для цементных композитов, подвергающихся автоклавной обработке. Показано, что введение полиамидных волокон даже в незначительных количествах (0,03-0,1 % от массы кварцевого песка) способствует повышению прочности газобетона.

Ключевые слова: полиамидные волокна, цементный композит, прочность.

The choice of polyamide fibers as a reinforcing material for cement composites subjected to autoclave processing is justified. It is shown that the introduction of polyamide fibers, even in small quantities (0,03-0,1 % of the weight of quartz sand), increases the strength of aerated concrete.

Keywords: polyamide fibers, cement composite, strength.

Ценные эксплуатационные свойства химических волокон – прочность, полная обратимость деформаций, устойчивость к биологическим воздействиям и щелочам делают их перспективным материалом для армирования цементных композитов [1-5]. Вместе с тем для армирования цементных композитов, подлежащих автоклавной обработке, важен правильный выбор волокна, с тем чтобы оно не теряло своих свойств после длительного воздействия температуры. С этой точки зрения рассмотрим полиамидные волокна, состоящие из синтетических гетероцепных полимеров (полиамидов), в макромолекуле которых чередуется амидные NHCO и метиленовые CH₂ группы [6], таблица.

Таблица

Температуры плавления и размягчения полиамидных волокон [6]

Свойства	Тип волокна				
	капрон (перлон, дедерон, найлон 6)	энант (найлон 7)	рильсан (ундекан, найлон 11)	анид (найлон 66)	найлон 610
Температура плавления, °С	215	225	185	255	209
Температура размягчения, °С	196	205	176	235	-

Как видно из таблицы, температура плавления полиамидных волокон (за исключением рильсана), позволяет им выдерживать автоклавную обработку, проводимую в интервале температур 175-192 °С.

В данной работе для армирования газобетона использовали волокно, произведенное на предприятии «Черниговское производственное объединение химволокно» на основе полиамида с температурой плавления 215 °С (капрон). Подготовка волокон включала их нарезку, рис. 1.

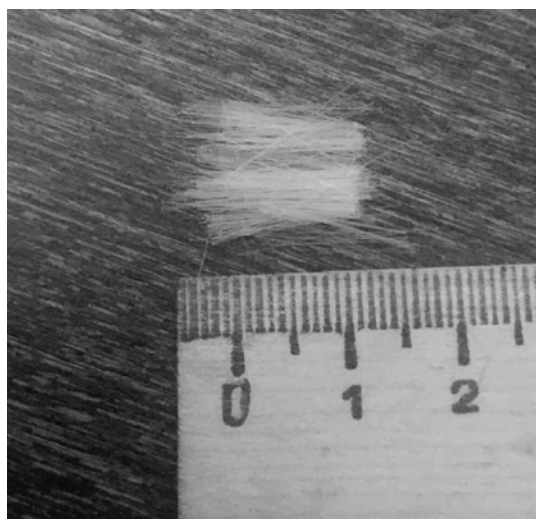


Рис. 1. Нарезанное полиамидное волокно (капрон)

Подготовленное волокно использовали для введения в газобетонную смесь.

Известной технологической проблемой является трудность равномерного распределения волокон в объеме цементного композита, что приводит к образованию «ежей», состоящих из хаотически переплетенных волокон и частиц цемента. Поэтому волокна целесообразно добавлять в сухую смесь – к кварцевому песку, рис.2.



Рис.2 Смесь полиамидных волокон (капрон) с кварцевым песком

При интенсивном перемешивании волокон с кварцевым песком, на поверхности первых, вследствие трения образуются шероховатости, которые в последующем будут способствовать лучшему сцеплению волокон с цементным камнем.

Кварцевый песок тщательно смешивали с полиамидными волокнами (капрон), затем в смесь вводили гипс, портландцемент и известь. В смесь сухих компонентов добавляли отдельно приготовленную суспензию (алюминиевая паста и вода), воду и готовили газобетонную смесь, которую заливали в стальные формы, где происходило ее вспучивание. В результате этого смесь поднималась и заполняла весь объем форм. Смесь выдерживали в формах, предоставляя ей возможность «созреть», т.е. приобрести структурную прочность, позволяющую произвести без каких-либо проблем последующую распалубку. На следующем этапе изделия подвергали обработке в автоклаве при температуре 190 °С и давлении 1,2 МПа в течение 12 ч. В результате получали материал с хорошо развитой пористой структурой, рис. 3.

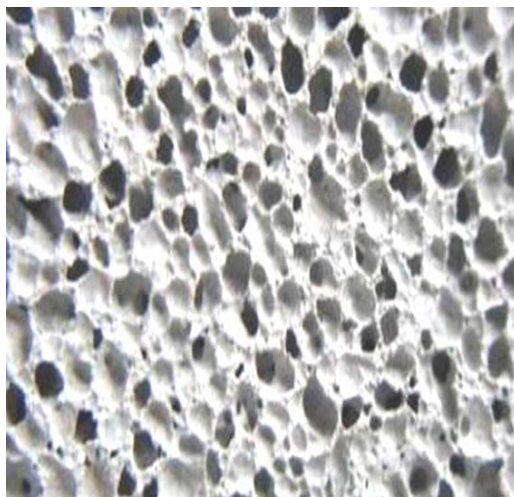


Рис.3. Фрагмент среза газобетонного блока, армированного полиамидным волокном (капрон)

Результаты испытаний на прочность образцов газобетона, армированного полиамидным волокном, приведены на рис.4.

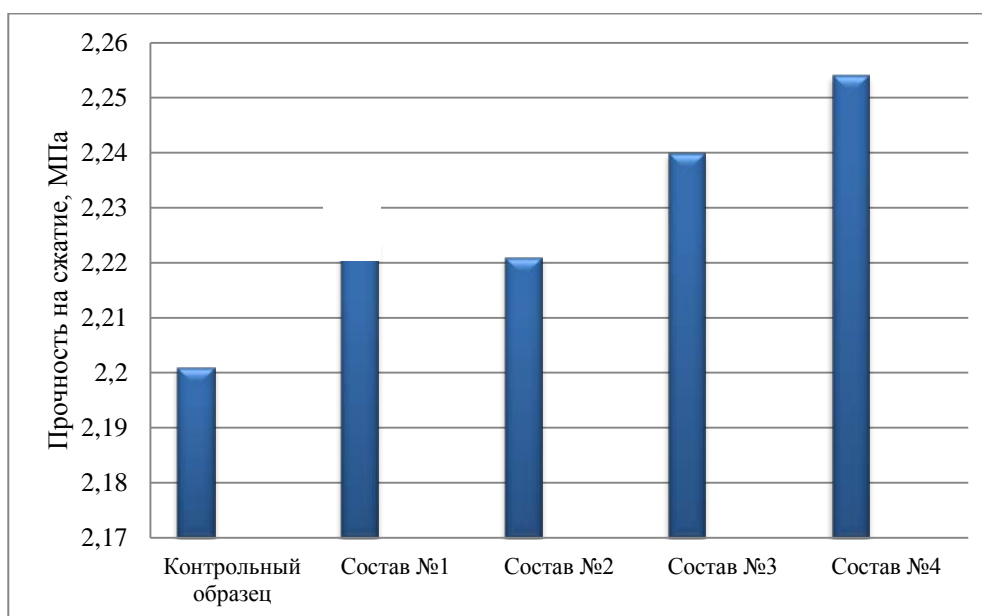


Рис. 4. Прочность газобетона при содержании полиамидного волокна (капрона), % от массы кварцевого песка: состав 1 - 0,03; состав 2 – 0,05; состав 3 – 0,07; состав 4 – 0,1

Таким образом, введение полиамидных волокон (капрона) даже в незначительных количествах способно повысить прочность газобетона.

Очевидно полагать, что при использовании других типов полиамидных волокон (кроме рильсана) с температурами размягчения и плавления, указанными в таблице, может быть получен подобный результат по показателям прочности газобетона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова, О.М. Свойства тяжелого бетона дисперсно-армированного синтетическим микроволокном / О.М. Смирнова, Е.В. Андреева // Строительные материалы. – 2016. – № 11. – С. 17-20.

2. Egem Teomete. Zależność pomiędzy odkształceniem przy ściskaniu oporem elektrycznym kompozytów cementowych zbrojonych włóknami węglowymi / Egem Teomete, Ozgun Ylkin Kocyigit // Cement. Wapno. Beton. – 2015. – № 1. – S. 1-10.
3. Skrikanth Koniki. Badania wytrzymałości oraz zależności naprężenie-odkształcenie betonu o dużej wytrzymałości zbrojonego mieszania włókien polipropylenowych i poliestrowych / Skrikanth Koniki, Ravi Prasad D. // Cement. Wapno. Beton. – 2018. – № 1. – S. 67-77.
4. Bodak P. Analiza wzmocnień typu NSM materiałami FRP w świetle badań eksperymentalnych / P. Bodak // Przegląd budowlany. – 2019. – № 3. – S. 22-28.
5. Щепочкина Ю.А. Декоративные бетоны / Ю.А. Щепочкина. – Иваново: ИВГПУ, 2019. – 120 с .
6. Конструкционные материалы / Гл. ред. А.Т. Туманов. – Т. 1. – М.: Сов. энциклопедия, 1963. – С.191.

**ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РАСТВОРИТЕЛЯ В ВОЛОКНЕ АРСЕЛОН
НА ЕГО ПРОЧНОСТЬ ПРИ ТЕРМООБРАБОТКЕ**

**EFFECT OF SOLVENT CONTENT IN ARCELONE FIBER
FOR ITS STRENGTH DURING HEAT TREATMENT**

Б.П. Макаров
B.P. Makarov

ООО "Научно-производственная фирма "Термостойкие изделия", (г. Мытищи)
LLC Research and production firm heat-Resistant products, (Mytischki)
E-mail: termiz@mail.ru, makarov.termiz@ya.ru

В данной работе производилось исследование влияния содержания серной кислоты на прочность волокна при термообработке.

Ключевые слова: волокна, серная кислота, термообработка.

In this work, a study was made of the effect of the sulfuric acid content on the strength of the fiber during heat treatment.

Key words: fibers, sulfuric acid, heat treatment.

Уже ранее было показано, что на полиоксидазольных волокнах (ПОД- волокно) даже после его тщательной промывки имеются следы серной кислоты [1-3].

В данной статье приведены результаты исследований влияния содержания серной кислоты в волокне на изменение прочностных свойств волокна при термообработке.

Термообработке с вытяжкой подверглись образцы с различной степенью отмывки волокна от серной кислоты. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Влияние содержания серной кислоты на прочность ПОД волокон при термообработке

Температура обработки, °С	Кратность вытяжки, %	Время термообработки, с	Прочность при разрыве волокна с различным содержанием H ₂ SO ₄			
			Следы H ₂ SO ₄	H ₂ SO ₄ 0,2% (вес)	H ₂ SO ₄ 5% (вес)	H ₂ SO ₄ 15% (вес)
Исх.	3,4	4	36,41	36,20	36,27	36,05
260	3,4	4	40,58	38,42	35,41	33,18
280	3,4	4	41,11	38,60	34,06	31,73
300	3,4	4	41,53	39,30	31,92	28,47
320	3,4	4	42,02	40,25	27,01	23,52
340	3,4	4	42,98	41,70	25,90	22,30
360	3,4	4	43,52	42,89	24,81	20,19

Из таблицы следует, что снижение прочности при разрыве волокна возрастает с повышением содержания серной кислоты на нем в диапазоне T=260-360⁰С. Очень незначительное содержание серной кислоты на волокне (следы) не вызывает резкого снижения прочности при термообработке. В образцах волокна, имеющих содержание 0,2 H₂SO₄ и более, при хранении в воздушной среде в течение 7 суток - наблюдается снижение прочности на 50%. Остатки серной кислоты оказывают сильное воздействие на деструкцию полимера при хранении. Необходима тщательная отмывка волокна от серной кислоты.

Выводы

- показано влияние содержания растворителя на готовом волокне на прочностные показатели волокна при термообработке и хранении в воздушной среде;
- для сохранения прочностных показателей на готовом волокне Арселон необходимо полное отсутствие растворителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б.П.Макаров и др. "Влияние условий термообработки на физико-механические свойства волокна Арселон". Журнал Известия вузов, Иваново, 2020
2. Патент 2213815 С2 (2000) Макарова Р.А., Макаров П.Б., Панкина О.И., Кузнецов В.А., Кашицин В.Б. ООО НПФ «Термостойкие изделия»
3. «Разработка нового (отечественного) способа получения мономера для производства полиоксадиазольного волокна (АРСЕЛОН) новым способом», Макаров Б.П., Макаров П.Б., Шаблыгин М.В., XXI Международный научно-практический форум «SMARTEX-2018», Часть 2, стр. 69, Иваново- 2018.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ SMM ДЛЯ ПРОДВИЖЕНИЯ
АВТОРСКОГО БРЕНДА В FASHION ИНДУСТРИИ ПО ИТОГАМ ПЕРВОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОНГРЕССА FHUB CONGRESS IVANOVO**

**USE OF SOCIAL MEDIA RESOURCES TO PROMOTE AUTHOR'S BRAND IN THE
FASHION INDUSTRY BASED ON THE FIRST EDUCATIONAL CONGRESS
FHUB CONGRESS IVANOVO**

С.О. Абилова, Н.А. Сахарова
S.O. Abilova, N.A. Saharova

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Politechnical University
E-mail: sabinaabilova07683@gmail.com, nata1_77@bk.ru

Рассмотрены возможности использования ресурсов социальных сетей (TikTok, Instagram) для продвижения авторского бренда начинающего дизайнера одежды в fashion индустрии. Показаны примеры рекламного продвижения разрабатываемых моделей одежды.

Ключевые слова: fashion индустрия; модель одежды; бренд; социальные сети; проектирование.

The possibilities of using the resources of social networks (TikTok, Instagram) to promote the author's brand of a novice fashion designer in the fashion industry are considered. Examples of advertising promotion of the developed clothing models are shown.

Key words: fashion industry; clothing model; brand; social networks; design.

В условиях глобальной цифровизации современного социума, когда порядка 81% жителей планеты имеют личный аккаунт в социальных сетях, последние стали не только платформой для коммуникации, но и активным, популярным ресурсом для продвижения бренда, рекламы выпускаемой продукции. Пользователи ежедневно отслеживают новинки различных брендов, возрастает количество подписчиков на их страницы. Кроме того, в условиях пандемии очевиден интерес к интернет-покупкам. По этой причине брендинг через социальные сети (TikTok, Instagram и др.) становится популярным направлением и дает больше преимуществ, чем просто наличие «статичного» сайта компании [1, 2, с.414].

С 7 по 12 сентября в рамках Первого международного образовательного он-лайн конгресса FHUB CONGRESS IVANOVO I освещались вопросы по SMM (Social Media Marketing) и продвижению бренда в социальных сетях и Интернете (спикеры конгресса – Копейкина Наталья, Рузавин Арсений, Боброва Анна). SMM на сегодняшний день стал полноценным инструментом в области коммуникационной стратегии компании.

Преимущества SMM:

- удобство продвижения бренда без применения технически сложных ресурсов;
- возможность быстрого установления контакта с потенциальными потребителями;
- организация группы людей (комьюнити) с общими интересами, например, к продукции конкретного бренда;
- высокая мобильность в позиционировании нового ассортимента продукции;
- низкие затраты на рекламу;
- возможность получения быстрой обратной связи от потенциального потребителя.

Для молодого дизайнера одежды, только что входящего в сферу индустрии моды, SMM является самой доступной формой для раскрутки и продвижения авторского бренда. Через позиционирование бренда и выпускаемой продукции в форматах социальных сетей можно определить частоту обращения и интерес к продукции, выстроить стратегию представления одежды в айдентике бренда, определить спрос на отдельные модели одежды.

Получаемая статистика в виде количества просмотров, откликов, лайкой, комментариев позволяет регулировать стратегию брендинга через SMM.

В настоящей работе приведен пример использования указанного вида маркетинга в отношении бренда Taylor&Veen. Это относительно «молодой» бренд, стартовавший в 2019 году, организованный четырьмя специалистами в сфере промышленного дизайна. Все четыре представителя - выпускники ФГБОУ ВО ИВГПУ по направлениям подготовки конструирование изделий легкой промышленности, технология изделий легкой промышленности, экономика организаций и предприятий и оператор швейного оборудования. Фактически бренд Taylor&Veen – это пример коллаборационного проекта, стартапа.

Ассортиментная линейка моделей представлена в основном одеждой спортивного стиля (худи, бомберы, футболки, свитшоты и др.) из трикотажных полотен в стилистике молодежного направления и так называемого тренда free people (рис.1)



Рис.1. Скриншот странички бренда Taylor&Veen в Instagram

Для удовлетворения потребностей потенциальных покупателей, частота сменяемости моделей одежды подчинена частоте изменчивости модных трендов. В условиях малого производства с мелкосерийным выпуском удастся оперативно реагировать на изменения в мире моды и быстро внедрять в промышленное производство новые модели.

Одна из задач бренда – развитие эстетического вкуса у потребителя, а также доступность приобретения трендовой одежды через Интернет. У бренда есть небольшой шоурум, но большая раскрутка реализуется посредством SMM. Продажа выпускаемых моделей одежды в основном осуществляется через социальные сети. В частности, рекламная кампания через Instagram, проходит довольно успешно. За минимальную плату можно охватить около 3000 пользователей и при правильном выборе контента на продвижение число заинтересованных составляет 10% от общего числа пользователей.

Однако высокая мобильность, частая сменяемость трендов в условиях цифровизации требует наличия знаний в различных сферах – проектирования одежды в digital среде,

маркетинга, защиты бренда, элементов его айдентики в законодательных нормах интеллектуальной собственности и др. По этой причине в объеме магистерской диссертации и в рамках учебных курсов по направлению 29.04.05 Конструирование изделий легкой промышленности, программа – Дизайн и проектирование современной одежды планируется освоить разные направления для практического применения в условиях авторского бренда молодежной одежды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Все об SMM: 114 статей и видео, которые сделают из вас профи. Электронный ресурс - <https://texterra.ru/blog/kvintessentsiya-opyta-smm-marketologov-70-statey-kotorye-sdelayut-iz-vas-profi.html>
2. Ожерельева, М.Н. Выбор канала коммуникации для SMM – продвижения бренда / М.Н.Ожерельева // Молодой ученый. – 2017. - №11 (145). – ч.4. – С.413-415.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЕРХНИХ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ

INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF KNITTED FABRICS FOR THE MANUFACTURE OF UPPER KNITWEAR

С.Е. Аладина, Е.С. Куклина, Е.Н. Власова
S.E. Aladina, E.S. Kuklina, E.N. Vlasova

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo state Polytechnic University

E-mail: sveta.aladina@mail.ru, kuklina.elena@inbox.ru, vlasovaen-ivanovo@mail.ru

Аннотация: В данной работе определялась воздухопроницаемость, толщина и несминаемость, разрывная характеристика и растяжимость, пиллингуемость трикотажных полотен для изготовления верхних трикотажных изделий.

Ключевые слова: свойства, воздухопроницаемость, толщина, несминаемость, прочность, растяжимость, пиллингуемость трикотажа.

Abstract: In this work, the air permeability, thickness and crease resistance, tensile characteristics and extensibility, pilling of knitted fabrics for the manufacture of outer knitwear were determined.

Key words: properties, breathability, thickness, crease resistance, strength, extensibility, pilling of knitted fabric.

В настоящее время верхние трикотажные изделия являются перспективной группой товаров. Потребительские свойства одежды зависят от свойств материалов. В данной работе проведено исследование трикотажных полотен, которые используются для изготовления верхней одежды, выпускаемые швейными предприятиями в г. Иваново. Трикотажная одежда характеризуется биологической и химической безопасностью, устанавливаются показатели в зависимости от ее функционального назначения и сырьевого состава.

Объектом исследования были выбраны верхние трикотажные изделия 2-го слоя. Характеристики образцов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики трикотажных полотен

№ образца	Переплетение	Состав, %
1	Кулирное	Хлопок - 100
2	Интерлок	Вискоза - 23; полиэстер - 72; спандекс - 5
3	Пике	Вискоза - 70; полиэстер - 30
4	Жаккардовое	Вискоза - 60; полиэстер - 36; лайкра - 4
5	Комбинированное	Вискоза - 35; полиэстер - 60; лайкра - 5
6	Ластик	Вискоза - 35; полиэстер - 60; лайкра - 5
7	Гладь, футерованный	Вискоза - 75; шерсть - 20; эластан - 5
8	Гладь	Вискоза - 40; полиэстер - 52; эластан - 8
9	Рисунчатое, комбинированное	Вискоза - 75; шерсть - 20; эластан - 5
10	Жаккардовое	Вискоза - 35; полиэстер - 60; лайкра - 5
11	гладь	Вискоза - 95; лайкра - 5

В техническом регламенте Таможенного союза "О безопасности продукции легкой

промышленности" (ТР ТС 017/2011) [1] предложена оценка безопасности данной продукции по механическим показателям (разрывная нагрузка, гибкость); химическим (предельно допустимое выделение вредных химических веществ в воздушную или водную среду, перечень которых определяется в зависимости от химического состава материала и (или) назначения продукции); биологическим (гигроскопичность, воздухопроницаемость, напряженность электростатического поля, индекс токсичности или местно-раздражающее действие, устойчивость окраски). Для трикотажных изделий второго слоя показатель гигроскопичности не определяется.

В данной работе определялась воздухопроницаемость, толщина и несминаемость, разрывная характеристика и растяжимость, пиллингуемость трикотажных полотен.

Очень важной характеристикой для трикотажных изделий является воздухопроницаемость. Воздухопроницаемость трикотажа проводилась по ГОСТ 12088-77 [2] с помощью прибора АТЛ-2. Допустимый уровень показателя принимался по ТР ТС 017/2011 и имеет значение не менее $100 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$. Исходя из полученных данных, можно сказать, что максимальное значение имеет образец №4 равное $870 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$, минимальное значение имеет образец №6 равное $244 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$, остальные образцы находятся в диапазоне от 712 до $294 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$. Можно сделать вывод, что все образцы по воздухопроницаемости соответствуют нормативным требованиям ТР ТС 017/2011. Установлено, что полотна №4 и №10, имеющие жаккардовое переплетение, имеют максимальное значение воздухопроницаемости из-за неплотного рисунка.

В процессе использования происходит деформация трикотажных полотен, то есть смятие, что ведет к потере их товарного внешнего вида. Толщина замерялась толщиномером с точностью 0,01 мм. Несминаемость – способность материала сопротивляться изгибу, смятию и восстанавливать первоначальное состояние после снятия усилия, вызвавшего его изгиб, смятие. Несминаемость определялась методом ориентированного смятия на приборе типа FF-21. Для этого были подготовлены по 5 проб, вырезанных вдоль петельных рядов и столбиков. Пробы растягивались под нагрузкой 5 мин., после снятия нагрузки они разгружались, угол раскрытия проб определялся после 5 мин. отдыха. Коэффициент несминаемости рассчитывался делением угла раскрытия пробы на 180° .

Исходя из полученных данных, можно сказать, что максимальное значение по толщине имеют образцы №6 и 7, равное 0,85 мм, минимальное значение - образец №10 (0,31 мм), толщина остальных образцов находится в диапазоне от 0,78 до 0,49 мм. Наибольший коэффициент несминаемости вдоль столбиков имеет образец №5, равный 91%, наименьший коэффициент вдоль столбиков имеет образец №8 (13%), у остальных образцов значения данного показателя изменяется от 22 до 85%. Наибольший коэффициент несминаемости вдоль рядов имеет образец №7 (89%), наименьший коэффициент вдоль рядов у образца №1 (26%), значение коэффициентов у остальных образцов измеряется от 52 до 81%. Итак, установлено, что меньше сминаются образцы, созданные из упругих волокон. Они быстро восстанавливают свою форму и длину после растяжения. Хлопковый образец №1 имеет максимальную сминаемость, а образцы №5, №6 и №11 - минимальную. Однако на эксплуатационные характеристики трикотажных полотен оказывают влияние состав и переплетение.

Согласно ГОСТ 8844-75 [3] проводился отбор проб. Для определения физико-механических показателей от каждой единицы продукции отбиралась точечная проба размером 120 см от каждого вида полотна. Элементарные пробы для всех видов испытаний были размечены по шаблону и выдерживались 10 ч в помещении при относительной влажности воздуха $65 \pm 5\%$ и температуре $20 \pm 2^\circ \text{C}$.

Согласно ГОСТ 8847-85 [4] проводилось определение разрывных характеристик на пяти пробах размером 50x200 мм в направлении петельных столбиков и рядов для каждого полотна на разрывной машине РТ-250. Результаты средних значений приведены в табл. 2.

Таблица 2

Определение разрывных характеристик трикотажных полотен

№ образца	Разрывная нагрузка, кгс (среднее значение из 5 испытаний)		Удлинение при разрыве, мм (среднее значение из 5 испытаний)	
	вдоль петельных столбиков	вдоль петельных рядов	вдоль петельных столбиков	вдоль петельных рядов
1	8,06	5,10	100,0	151,0
2	26,62	17,95	73,4	173,2
3	11,63	14,38	79,2	190,2
4	6,83	13,26	95,4	187,4
5	20,20	22,95	147,0	200,0*
6	25,00	10,40	124,0	200,0*
7	13,87	4,28	200,0*	200,0*
8	1,33	20,71	200,0*	151,4
9	6,02	6,63	124,2	191,2
10	24,28	3,77	131,2	200,0*
11	8,67	4,90	200,0*	200,0*

* - нагрузка указана в момент максимального удлинения образца

По результатам испытания выявлено, что максимальная разрывная нагрузка вдоль рядов и столбиков полотен отмечена у проб №7 и №11, так как все пять проб данных полотен не разрушились.

Определение разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках меньше разрывных проводилось на стойке-релаксметре на двух пробах размером 50x200 мм, выкроенных вдоль петельных столбиков и на двух пробах в направлении петельных рядов трикотажа. Зажимная длина образцов (L_0) составляла 200 мм, L_1 определялась через 15 мин. после нагружения, L_2 - при разгрузке, L_3 - через 15 мин. после разгрузки.

Было установлено, что удлинение полотен №7, №9 и №11 вдоль петельных рядов меньше, чем вдоль столбиков. У остальных образцов – наоборот. Можно сделать вывод, что на растяжимость трикотажа влияет плотность и структура переплетения, линейная плотность и состав нитей.

Показатели абсолютной деформации (мм) и ее составных частей (быстро и медленно обратимых, остаточной): $I_{общ}$, $I_{бo}$, $I_{мо}$ и $I_{ост}$ измерялись на релаксметре-стойке. В табл. 3 представлены значения относительной общей ($\epsilon_{общ}$), быстро обратимой ($\epsilon_{бo}$) и медленно обратимой ($\epsilon_{мо}$), остаточной ($\epsilon_{ост}$) деформации растяжения.

Таблица 3

Относительная общая деформация растяжения трикотажа

№ образца	Направление испытания вдоль	$\epsilon_{общ}$, %	$\epsilon_{бo}$, %	$\epsilon_{мо}$, %	$\epsilon_{ост}$, %
1	петельных столбиков	22,5	7,5	1,0	14,0
	петельных рядов	29,5	10,5	1,5	17,5
2	петельных столбиков	23,5	16,0	0,5	7,0
	петельных рядов	30,0	21,0	1,0	8,0
3	петельных столбиков	25,0	15,5	0,5	9,0
	петельных рядов	29,5	17,5	1,5	10,5
4	петельных столбиков	15,5	8,5	1,0	6,0
	петельных рядов	22,5	16,5	0	6,0
5	петельных столбиков	15,5	6,5	2,0	7,0
	петельных рядов	20,0	13,0	1,0	6,0

Продолжение таблицы 3

6	петельных столбиков	43,5	31,0	0,5	12,0
	петельных рядов	46,0	30,0	0,5	15,5
7	петельных столбиков	47,0	30,0	0	17,0
	петельных рядов	37,5	24,0	0,5	13,0
8	петельных столбиков	43,5	25,5	0,5	17,5
	петельных рядов	46,5	20,0	0,5	26,0
9	петельных столбиков	47,5	30,0	0	17,5
	петельных рядов	38,0	6,5	1,5	30,0
10	петельных столбиков	40,0	26,5	0	13,5
	петельных рядов	47,5	22,5	0	25,0
11	петельных столбиков	47,0	10,5	0,5	36,0
	петельных рядов	37,5	17,0	0,5	20,0

Исходя из данных таблицы выявлено, что у образцов № 1 и №11, а также №8, 9 и 10 (вдоль петельных рядов) наибольшую долю в общей деформации составляет остаточная. Особенно велики значения $\epsilon_{ост}$ у полотен №8 (26%), №9 (30%) и №10 (25%) вдоль петельных рядов, а также у образца №11 по направлению рядов и столбиков (36% и 20%).

В ходе определения долей условных составных частей деформации (Δ_{60} , $\Delta_{мо}$ и $\Delta_{ост}$) было установлено, что доля остаточной деформации ($\Delta_{ост}$) у пробы №2 меньше, чем у других полотен (0,30 вдоль столбиков и 0,27 вдоль рядов) и также у пробы №6 (0,28 и 0,34). Эти образцы являются самыми удобными для длительной носки. В общей деформации максимальная ее доля $\Delta_{ост}$ отмечена у проб №1 (0,63 и 0,60) и №11 (0,77 и 0,54).

Таким образом, по совокупности испытаний из 11 полотен лучшим свойствами обладает образец №7, так как он имеет достаточно высокую упругость и лучшие значения разрывной нагрузки. Данное полотно не разорвалось вдоль петельных столбиков и рядов.

Пиллингуемость - свойство материала образовывать на поверхности закатанные в комочки волокна (пилли). Свойство характеризуется максимальным числом пиллей на элементарной пробе по ГОСТ 14326-73 [5]. Результаты испытания пиллингуемости трикотажных образцов приведены в табл. 4.

Таблица 4

Результат определения пиллингуемости трикотажа

№	Количество пиллей	Время, мин			№	Кол. пиллей	Время, мин.				
		5	10	15			5	10	15		
1 Обр.	1	3	0	1	3	2 Обр.	1	12	3	6	12
	2	2	0	0	2		2	14	2	10	14
	3	2	0	0	2		3	20	3	10	20
	4	3	0	1	3		4	13	3	5	13
	5	2	0	0	2		5	14	3	8	14
Ср		2				Ср	15				
3 Обр.	1	5	5	5	5	4 Обр.	1	0	0	0	0
	2	6	2	6	6		2	0	0	0	0
	3	5	4	4	5		3	0	0	0	0
	4	5	3	4	5		4	0	0	0	0
	5	6	4	5	6		5	0	0	0	0
Ср		5				Ср	0				

Продолжение таблицы 4

5 Обр.	1	1	0	0	1	6 Обр.	1	1	0	1	1
	2	0	0	0	0		2	2	0	1	2
	3	0	0	0	0		3	1	0	0	1
	4	0	0	0	0		4	1	0	0	1
	5	0	0	0	0		5	1	0	0	1
Ср		0				Ср		1			
7 Обр.	1	0	0	0	0	8 Обр.	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0		2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0		3	0	0	0	0
	4	0	0	0	0		4	0	0	0	0
	5	0	0	0	0		5	0	0	0	0
Ср		0				Ср		0			
9 Обр.	1	4	2	4	4	10 Обр.	1	10	2	8	10
	2	5	2	4	5		2	10	1	7	10
	3	5	3	5	5		3	9	2	8	9
	4	4	2	4	4		4	8	2	8	8
	5	5	3	5	5		5	10	1	9	10
Ср		5				Ср		10			
11 Обр.	1	0	0	0	0						
	2	0	0	0	0						
	3	0	0	0	0						
	4	0	0	0	0						
	5	0	0	0	0						
Ср		0									

Из данных табл. 4 можно сделать вывод, что образцы № 4, 5, 7, 8, 11 можно классифицировать как стойкие к пиллингу, количество пилей на них равно 0. Образец № 2 имеет максимальное значение пиллингуемости.

Таким образом, в данной работе были установлены значения показателей прочности и растяжимости, толщины, пиллингуемости, несминаемости и воздухопроницаемости трикотажных полотен. Выявлено влияние данных характеристик на потребительские свойства готовых трикотажных изделий. Для того, чтобы изготовить качественное швейное изделие из трикотажного полотна, необходимо предварительно изучить основные потребительские свойства трикотажа.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТР ТС 017/2011. Технический регламент Таможенного союза "О безопасности продукции легкой промышленности (с изменениями на 9 августа 2016 года)".
2. ГОСТ 12088-77. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости.
3. ГОСТ 8844-75. Полотна трикотажные. Правила приемки и метод отбора образцов проб.
4. ГОСТ 8847-85. Полотна трикотажные. Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках, меньше разрывных.
5. ГОСТ 14326-73. Ткани текстильные. Метод определения пиллингуемости.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОДОШВЫ УТЕПЛЕННОЙ СПЕЦОБУВИ

THE FEATURES OF SOLE DESIGN FOR SPECIAL INSULATED FOOTWEAR

Х.Р. Амалыев¹ Р.Р. Фаткуллина¹, Р.Ш. Хусаинов²
Kh.R. Amalyev¹, R.R. Fatkullina¹, R.Sh. Khusainov²

¹Казанский национальный исследовательский технологический университет

²ООО «ТатВойлок», (Казань)

¹Kazan national research technological university

²Limited Liability Corporation «TatVoylok», (Kazan)

e-mail: rimma_fat@mail.ru tatvoilok@mail.ru hydyr.amalyyev@mail.ru

Для защиты в обуви регламентных служб выбрана область ступни ноги. Функционально-конструктивное проектирование защитной подошвы утепленной обуви специального назначения выполнено на модели войлочной обуви. Предлагается использование инновационного материала «кевлар» с антипрокольными свойствами в составе комплексного материала подошвы.

Ключевые слова: утепленная обувь; антипрокольные свойства; подошва; кевлар.

It was selected the protection area of foot in special shoes. The functional and constructive decision at design was made on insulated footwear. We proposed a complex material with Kevlar as anti-puncture layer of footwear sole.

Keywords: insulated footwear; anti-puncture properties; sole; kevlar.

Введение

В современных условиях террористических и бактериологических угроз, а также в целях обеспечения промышленной безопасности возникает необходимость развития технологий разработки и применения новых материалов при проектировании средств индивидуальной защиты. При выборе материалов для специальной одежды и обуви необходимо учитывать возможные воздействия со стороны окружающей среды [1].

Области защиты в обуви могут быть разделены в конструктивном плане, что позволяет предлагать конструктивно-технологические решения в зависимости от зоны воздействия отрицательного фактора [2, 3]. Для защиты в обуви регламентных служб выбрана область ступни ноги. Функционально-конструктивное проектирование модели защитной подошвы утепленной обуви специального назначения выполнено для войлочной обуви.

Натуральный войлок (отечественный производитель ООО «ТатВойлок», Казань) представлен следующими видами: тонкошерстный, полугрубошерстный, потниковый (шорноседельный), технический, юртовый, подошвенный, полугрубошерстный, грубошерстный войлок. Шерсть обладает теплозащитным свойством, которое проявляется в процессе эксплуатации шерстяных изделий. Изделия из войлока имеют высокие прочностные характеристики и свойство устойчивости к многократным деформациям изгиба [4]. Молекулярная структура шерстяного волокна (первичная структура) оказывает первостепенное влияние на формирование надмолекулярной и микроструктуры волокна. Молекула полимера построена из многократно повторяющихся звеньев (остатков мономеров), соединенных ковалентными связями. Цепь шерстяного волокна может состоять из разветвленных и редкосшитых, сетчатых полимеров.

Для защиты от длительного воздействия воды в войлочной обуви используются резиновые подошвы. В состав резины входят: каучук, который является основным компонентом, и ингредиенты резиновой смеси, которые придают резине необходимые

технологические и эксплуатационные свойства. Каучук является непредельным углеводородом с наличием двойных химических связей ...—СН=СН—... в основной цепи макромолекулы эластичного полимерного вещества. Резины обладают способностью к большим обратимым высокоэластическим деформациям, проявляющимся в большом диапазоне температур.

Применение полимерных материалов, химических методов крепления низа способствуют повышению влагозащитных свойств обуви. Операцией присоединения резиновой подошвы войлочной обуви является вулканизация. Вулканизация – это физико-химический процесс, ведущий к изменению строения и свойств исходного каучука и всей резиновой смеси. При вулканизации происходит образование трехмерной структуры каучука путем появления поперечных связей (мостиков) между молекулами каучука при помощи вулканизирующих веществ [5].

В качестве промежуточного слоя между резиной и войлоком предлагается инновационный материал «кевлар» из арамидных волокон, антипрокольные свойства которого обусловлены их высокой механической прочностью. Для арамидных материалов с поверхностной плотностью выше 250 кг/м^2 разрывная нагрузка, согласно нормативным документам, должна быть не менее 1200 Н , стойкость к истиранию не менее 8000 циклов; изменение размеров после стирок или химчисток не больше, чем 2,5% (ГОСТ 11209-2014). Высокая прочность арамидных материалов сочетается со стойкостью к открытому пламени (ГОСТ ISO 15025), способностью к самотушению, сохранению прочности и эластичности при низких температурах (до $-196 \text{ }^\circ\text{C}$), а также устойчивостью к органическим растворителям [6].

Модель (полуфабрикат) выполненной модификации войлочной обуви с использованием антипрокольного слоя приведена на рисунке 1.



Рис. 1. Модель (полуфабрикат) войлочной обуви с использованием антипрокольного слоя

Для специальной обуви работника регламентных служб важны антипрокольные свойства обуви в детали подошвы, защищающей ступню, что достигается при использовании материала «кевлар» в качестве промежуточного слоя подошвы. Предложена модель обуви, представляющая собой мужские сапоги из войлока с подошвой из комплексного материала.

Преимуществом такой модели для исполнения является модификация прежней технологии изготовления подошвы с небольшим усовершенствованием и минимальным увеличением времени изготовления обуви. В модели утепленной спецобуви используется подошва из предлагаемого нового комплексного материала, содержащего слой из полимерных арамидных волокон.

Выводы

Таким образом, предлагается использование инновационного материала «кевлар» в комплексном материале подошвы для защиты ступни в специальной обуви регламентных служб. Функционально-конструктивное проектирование защитной подошвы утепленной обуви специального назначения выполнено путем введения промежуточного антипрокольного слоя подошвы.

Инновационный материал «кевлар» в качестве промежуточного слоя в подошве утепленной обуви будет надежно защищать область ступни работника регламентных служб. Материал «кевлар» придает подошве обуви механическую прочность, т.е. повышает эксплуатационные качества специальной утепленной обуви.

ЛИТЕРАТУРА

1. Харлова О.Н. Функционально-конструктивный подход к проектированию специальной одежды / О.Н. Харлова // Научный журнал КубГАУ. 2010. №63(09). С. 1-11.
2. ГОСТ 12.4.011-89. СТ СЭВ 1086-88. ССБТ. Средства защиты работающих. М.: Издательство стандартов, 2004. 6 с.
3. Амирова Э.К., Сакулина О.В. Изготовление специальной и спортивной одежды: учебник для кадров массовых профессий. М.: Легпромбытиздат, 1985. 256 с.
4. Советников Д.А., Мишаков В.Ю., Жагина И.Н., Мухамеджанов Г.К. Теплоизоляционные материалы для одежды военнослужащих // Рабочая одежда. 2013. № 2,. URL: <http://lpbinfo.ru/index.php/2011-06-09-15-59-27/ro-2013/178-rabochaya-odezhda-2-2013/691-teploizolyatsionnye-materialy-dlya-odezhdy-voennosluzhashchikh> (дата обращения: 10.10.2020).
5. Кирсанова Е.А., Шустов Ю.С., Куличенко А.В., Жихарев А.П. Материаловедение. М.: Вузовский учебник, 2021. 395 с.
6. Лисов О. Кевлар перспективный материал военного назначения/ О. Лисов // Зарубежное военное обозрение. 1986. № 2. С.89-90.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА
ВЫРАБОТАННОГО ИЗ КОМПЛЕКСНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НИТЕЙ**

**THE FORECASTING OF THE MAIN INDICATORS KNITTED FABRIC
MADE FROM COMPLEX METAL THREADS**

Е.С. Бабкова
E.S. Babkova

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: babkovaya@mail.ru

В работе проведено исследование основовязаного трикотажного сетематериала технического назначения используя метод ризоматической логики. Получены уравнения, позволяющие прогнозировать наиболее важные параметры трикотажа, а значит заранее определять соответствие вырабатываемого сетематериала заданным требованиям.

Ключевые слова: трикотажное полотно, сетематериал, ризоматический метод.

In this paper, a study of basic knitted mesh material for technical purposes using the method of rhizomatic logic is carried out. Equations are obtained that allow predicting the most important parameters of knitwear, and therefore determine in advance whether the produced mesh material meets the specified requirements.

Key words: knitted fabric, mesh material, rhizomatic method, the structure of the knit

Трикотажные сетеполотна технического назначения, должны обладать особыми свойствами: высокой светопропускной способностью, достаточной прочностью и вместе с тем минимальной материалоемкостью [2]. Заявленные свойства трикотажного сетематериала зависят от геометрических параметров трикотажа, вида используемой нити, а также видов применяемых переплетений при выработке сетеполотна.

В работе выполнено прогнозирование основных показателей, влияющих на свойства сетеполотна, таких как: поверхностная плотность ρ , прозрачность $K_{пр}$ и высота петли $B_{ц}$ в зависимости от длины нити в петле $l_{ц}$, числа петель в одной сторонке $n_{ц}$ ячейки полотна и диаметра используемой нити $d_{н}$. А также проведено исследование основовязаного трикотажа, используя метод ризоматической логики [1] установлены взаимосвязи входных и выходных параметров сетеполотна.

На рисунке 1 представлена схема процесса вязания с указанием входных (регулируемых) параметров и выходных (расчетных) параметров.

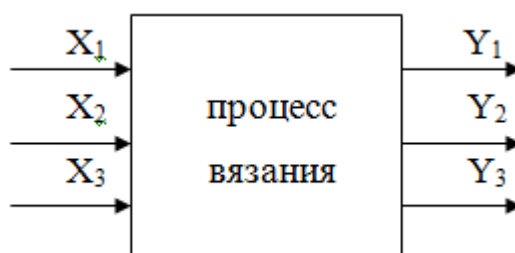


Рис. 1 – Схема процесса вязания с указанием входных и выходных параметров

Исследуемое сетчатое трикотажное полотно, должно иметь определенные значения поверхностной плотности ρ и прозрачности $K_{пр.}$ материала, прозрачность сетематериала при этом определяется площадью ячеи, образующих полотно [3], что в свою очередь зависит от значений высоты петли $B_{ц}$ и числа петель в одной сторонке ячеи $n_{ц}$.

Следовательно для составления уравнений зависимости, в качестве входных параметров использованы значения длины нити в петле $l_{ц}$, числа петель в сторонке ячеи $n_{ц}$ и диаметр используемой нити $d_{н}$. В качестве выходных параметров были использованы значения прозрачности сетематериала $K_{пр.}$, поверхностной плотности ρ и высоты петли $B_{ц}$. В качестве эксперимента были исследованы три образца основовязаного сетематериала, выработанных из металлической нити диаметром 0,02 мм.

В таблице 1 приведены значения установочных параметров на машине для которых, матрица P , описывающая процесс ризоматического исследования, будет иметь вид:

$$P = (l_{ц}; d_{н}; n_{ц};) \times \begin{vmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} \end{vmatrix} \quad (1)$$

Соответственно:

$$\begin{cases} K_{пр.} = (l_{ц}P_{11} + d_{н}P_{21} + n_{ц}P_{31}); \\ B_{ц} = (l_{ц}P_{12} + d_{н}P_{22} + n_{ц}P_{31}); \\ \rho = (l_{ц}P_{13} + d_{н}P_{23} + n_{ц}P_{33}). \end{cases} \quad (2)$$

Таблица 1

Значения входящих и выходящих параметров				
Параметры	Значения	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Входные параметры	Длина нити в петле $l_{ц}$, мм	3,8	4,1	4,5
	Диаметр нити $d_{н}$, мм	0,02	0,02	0,02× 2
	Число петель сторонки $n_{ц}$, петли	8	10	12
Выходные параметры	Прозрачность материала $K_{пр.}$, %	97,5	98,5	97,2
	Высота петли $B_{ц}$, мм	1,1	1,2	1,4
	Поверхностная плотность ρ , г/м ²	4,1	2,5	4,4

В соответствии с тремя вариантами исследований, запишем каждое из полученных уравнений в виде систем для параметров $K_{пр.}$, $B_{ц}$ и ρ .

$$\begin{cases} K_{пр.1} = (l_{ц1}P_{11} + d_{н1}P_{21} + n_{ц1}P_{31}) \\ K_{пр.2} = (l_{ц2}P_{11} + d_{н2}P_{21} + n_{ц2}P_{31}) \\ K_{пр.3} = (l_{ц3}P_{11} + d_{н3}P_{21} + n_{ц3}P_{31}) \end{cases}$$

$$\begin{cases} B_{ц1} = l_{ц1}P_{12} + d_{н1}P_{22} + n_{ц1}P_{31} \\ B_{ц2} = l_{ц2}P_{12} + d_{н2}P_{22} + n_{ц2}P_{31} \\ B_{ц3} = l_{ц3}P_{12} + d_{н3}P_{22} + n_{ц3}P_{31} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \rho_1 = l_{у1} P_{11} + d_{н1} P_{21} + n_{у1} P_{31} \\ \rho_2 = l_{у2} P_{11} + d_{н2} P_{21} + n_{у2} P_{31} \\ \rho_3 = l_{у3} P_{11} + d_{н3} P_{21} + n_{у3} P_{31} \end{cases}$$

Решив систему методом Гаусса [4], коэффициенты составят:

$$K_{пр.} = \begin{cases} X_1 = 38,32 \\ X_2 = -306,61 \\ X_3 = -5,24 \end{cases}$$

$$B_{ц} = \begin{cases} X_1 = 0,25 \\ X_2 = -1,78 \\ X_3 = 0,02 \end{cases}$$

$$\rho = \begin{cases} X_1 = 2,77 \\ X_2 = 159,64 \\ X_3 = -1,21 \end{cases}$$

Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Расчетные значения коэффициентов

№ п/п	Прозрачность материала $K_{пр.}$, %	Высота петли $B_{ц}$, мм	Поверхностная плотность ρ , г/м ²
X_1	38,32	0,25	2,77
X_2	-306,61	-1,78	159,64
X_3	-5,24	0,02	-1,21

Используя полученные значения формула (1) примет вид:

$$P = (l_{ц}; d_{н}; n_{ц}) \times \begin{vmatrix} 38,32 & 0,25 & 2,77 \\ -306,61 & -1,78 & 159,64 \\ -5,24 & 0,02 & -1,21 \end{vmatrix} \quad (3)$$

Соответственно, систему уравнений можно записать в виде:

$$\begin{cases} K_{пр.} = l_{ц} P_{11} + d_{н} P_{21} + n_{ц} P_{31} = 38,32 l_{ц} + (-306,61) d_{н} + (-5,24) n_{ц} \\ B_{ц} = l_{ц} P_{12} + d_{н} P_{22} + n_{ц} P_{32} = 0,25 l_{ц} + (-1,78) d_{н} + 0,02 n_{ц} \\ \rho = l_{ц} P_{13} + d_{н} P_{23} + n_{ц} P_{33} = 2,77 l_{ц} + 159,64 d_{н} + (-1,21) n_{ц} \end{cases} \quad (4)$$

Полученная система уравнений (4), позволяет установить взаимосвязь между входными и выходными параметрами сетематериала. А также задавая установочными параметрами трикотажа на вязальной машине, определить выходные параметры готового продукта, а значит заранее определить соответствие сетеполотна заданным требованиям.

Одним из основных параметров, характеризующих трикотажное полотно, является поверхностная плотность ρ , что позволило принять его за основной выходной параметр исследования. Таким образом, получены уравнения, позволяющие прогнозировать параметры основных свойств получаемого основвязаного полотна: поверхностной плотности ρ , прозрачности $K_{пр.}$ и высоты петель $B_{ц}$, при определенных параметрах вязания полотна: длине нити в петле $l_{ц}$, диаметра нити $d_{н}$ и числе петель в сторонке ячеи $n_{ц}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Керимов, С.Г. Стандартные методы испытаний текстильных материалов технического назначения: сборник ГОСТов / С.Г. Керимов, Л.Н. Попов. – Ярославль: ОАО «НИИТТ», 2007. – 346 с.
2. Кобляков, А.И. Структура и механические свойства трикотажа / А. И. Кобляков. – Москва: Легкая индустрия, 1973. - 240с.
3. Кудрявин, Л.А. Основы технологии трикотажного производства: учебное пособие для вузов / Л. А. Кудрявин, И. И. Шалов. — Москва: Легпромбытиздат, 1991. — 496 с.
4. Решение СЛАУ методом Гаусса. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://math.semestr.ru/>

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НИТЕЙ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ НА ВЯЗАЛЬНОМ ОБОРУДОВАНИИ

RESEARCH OF PROPERTIES OF METAL THREADS FOR PRE-PROCESSING ON KNITTING EQUIPMENT

Е.С. Бабкова
E.S. Babkova

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: babkovaya@mail.ru

Исследованы некоторые свойства металлических микроволокон для определения оптимальных режимов их переработки на вязальном оборудовании. Приведены результаты экспериментального исследования металлических нитей различных сплавов и диаметров. В работе также проведен сравнительный анализ механических свойств микроволокон с текстильной нитью.

Ключевые слова: трикотаж, технология вязания, металлические нити.

Some properties of metal microwires are studied to determine the optimal modes of their processing on knitting equipment. The results of an experimental study of metal filaments of various alloys and diameters are presented. The paper also provides a comparative analysis of the mechanical properties of microwires with textile thread.

Keywords: knitwear, knitting technology, metal threads.

Развитие трикотажной технологии в настоящее время интенсивно развивается в направлении трикотажа технического назначения, среди многообразия которого, важно выделить трикотаж, вырабатываемый из металлических нитей. Несмотря на активные исследования в области технологии получения металлического трикотажа с заданными физико-механическими свойствами, процесс выработки металлических нитей на вязальном оборудовании представляет собой актуальную проблему.

Технологическое преобразование металлических нитей в трикотажные материалы представляют проблемную технологическую задачу, связанную со сложностью выполнения операций формирования металлической нити, которая должна обладать достаточной технологичностью для последующей переработки на сновальных и вязальных машинах [4].

Трудность переработки металлических нитей на трикотажных машинах также связана с тем, что конструкция всех трикотажных машин рассчитана на переработку текстильных нитей и пряжи, обладающих достаточным относительным удлинением и незначительной жесткостью при изгибе [1]. Отдельную технологическую задачу представляет операция нитеподачи металлических нитей при традиционных технологических приемах, например, при использовании стандартных нитенаправляющих механизмов и приспособлений на кулирных и сновальных машинах.

С целью определения оптимальных режимов переработки металлических нитей на вязальном оборудовании необходимо провести оптимизацию их состава и конструкции.

В таблице 1 приведены расчетные значения показателей жесткости некоторых металлических нитей, а в таблице 2 представлены значения модуля упругости и предела прочности при растяжении для сравнения с текстильной нитью.

Прочность металлических нитей при растяжении значительно превосходит прочность текстильных нитей, но, несмотря на это, в процессе вязания они часто разрушаются. Это

можно объяснить тем, что металлические нити по жесткости на 1-2 порядка выше других материалов [3]. Что вызывает необходимость прикладывания значительных усилий для изгибания нити в петлю, где изгибание происходит на коротких отрезках нити, то есть с малым радиусом кривизны. Кроме того, металлическая нить при сильном изгибе проявляет пластические свойства. В связи с этим затрудняется перемещение малых изогнутых отрезков нити в процессе образования петли. Особенно это проявляется при образовании петель с малыми значениями линейных модулей, так как вызывает возрастание нагрузки на нить и может привести к ее разрушению.

Таблица 1

Жесткость при изгибе металлических нитей

Материал	Содержание	Линейная плотность, текс	Жесткость при изгибе, $\text{сН} \times \text{мм}^2$	Удельная жесткость, $\text{сН} \times \text{м}^2 / \text{текс}$
сталь 0,03 мм 0,05 мм	100%	5,581×1	0,851	0,152
		15,5×1	6,563	0,423
вольфрам 0,03 мм 0,05 мм	100%	13,6×1	1,42	0,104
		37,94×1	10,94	0,228

Таблица 2

Некоторые физико-механические свойства нитей

Материалы	Плотность, $\text{г}/\text{см}^3$	Модуль упругости E, $\text{Н}/\text{мм}^2$	Разрывное напряжение, $\text{Н}/\text{мм}^2$
сталь	7,9	21×10^4	2320
вольфрам	19,3	35×10^4	2940
наylon 66	1,1	$0,28 \times 10^4$	840

Как видно из таблицы 2, наибольшим модулем упругости обладает вольфрам, ниже – сталь.

Для повышения гибкости металлической нити необходимо уменьшать ее диаметр, чем тоньше металлическая нить, тем выше ее гибкость. При использовании тонких металлических нитей с такой же гибкостью, как и синтетические волокна, можно получать трикотажные материалы, используя традиционные методы текстильной обработки и типовое технологическое оборудование.

В таблице 3 представлены диаметры нитей из найлона, стали и вольфрама, имеющих одинаковую жесткость при изгибе. Из представленных в таблице значений, видно каким диаметром должна быть микропроволока, чтобы обладать гибкостью как у текстильного волокна (найлона) диаметром 19 мкм.

Таблица 3

Диаметры нитей, имеющих одинаковую жесткость при изгибе		
Материал	Модуль упругости, Н/мм ²	Диаметр нити, мкм
нейлон 66	$2,8 \times 10^3$	19,0
сталь	$21,0 \times 10^4$	6,6
вольфрам	$35,0 \times 10^4$	5,8

Как видно из таблицы, диаметр вольфрамовой нити при равной гибкости с нейлоном должен быть примерно в три раза меньше нити из нейлона.

Также полученные значения, представленные в таблице 2, свидетельствуют о достаточном запасе прочности металлических нитей для их переработке на вязальных машинах.

Проведенные экспериментальные исследования вязальной способности одиночных металлических нитей диаметром до 30 мкм показали, что их можно перерабатывать на основовязальных и кулирных машинах в чистом виде. Металлические нити меньшего диаметра, имея прочность до 80 сН, не обладают достаточной технологичностью для переработки на вязальных машинах. При использовании нитей, обладающих большим относительным удлинением при растяжении и малой жесткостью, нагрузки в процессе петлеобразования могут компенсироваться за счет растяжения нити, но трикотаж, полученный из таких нитей, не будет обладать достаточной упругостью [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабкова Е. С., Заваруев В. А., Фомина О. П. Проектирование структур вертикальных сторонек ячеек трикотажных сетчатых материалов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2019. № 3 (381). С. 92-96.
2. Заваруев В. А., Котович О. С. Исследование влияния типов петель основовязаного трикотажа из металлических нитей на его физико-механические и электрофизические свойства // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2007. № 3. С. 91-93.
3. Кудрявин Л. А., Беляев О. Ф., Пивкина С. И., Заваруев В. А. Методы проектирования и оценка основных свойств поверхностей технического назначения с ячейками различных размеров и конфигураций на базе структур трикотажа // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2016. №2. С.139-142.
4. Торкунова З. А. Испытания трикотажа. М.: Легпромбытиздат, 1985. 200с.

ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА В ЭЛАСТИЧНОМ ЗАЖИМЕ ВЫТЯЖНОГО ПРИБОРА ЛЕНТОЧНОЙ ДВУХПОЛЬНОЙ МАШИНЫ

PROBABILISTIC CHARACTERISTICS OF THE PROCESS IN THE ELASTIC CLAMP OF THE EXHAUST DEVICE OF A TWO-FIELD BELT MACHINE

Е.Ю. Башта, Ю.Е. Копытова, Н.Е. Федорова
E.Y.Bashta, Y.E. Kopytova, N.E. Fedorova

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство), (Москва)
The Kosygin State University of Russia, (Moscow)
E-mail: bashta1801@mail.ru, juliyakopytova@gmail.com, fedorova-ne@rguk.ru

Проведен первый этап по разработке автоматизированного расчета распределения напряжений продукта в эластичном зажиме технологического оборудования (ленточной машины) в зависимости от параметров оборудования и характеристик сырья, что дало возможность оперативного управления технологическим процессом.

Ключевые слова: вытяжной прибор; движение волокон; параметры оборудования; характеристики сырья; напряжение продукта; автоматизация расчета.

The first stage of development of an automated calculation of the product stress distribution in the elastic clamp of technological equipment (belt machine) depending on the parameters of the equipment and the characteristics of raw materials was carried out, which made it possible to quickly control the technological process.

Keywords: exhaust device; fiber movement; equipment parameters; raw material characteristics; product stress; calculation automation.

В рамках автоматизации технологии прядения актуальное значение сегодня имеют методы точного и оперативного расчета сил, которые действуют на волокна в различных активных зонах обработки на технологическом оборудовании.

Проблема исследования состоит в определении возможности управлять процессом вытягивания в вытяжных приборах на технологическом оборудовании и разработки математических моделей силовых полей для анализа процесса.

Цель исследования: выявление распределения напряжений продукта в эластичном зажиме технологического оборудования (ленточной машины) от степени влияния конструктивных и заправочных параметров вытяжного прибора.

От процесса вытягивания возникает дополнительная неровнота как следствие движения волокон в вытяжном приборе. Закономерность движения волокон обусловлена полем сил трения вытяжного прибора и взаимосвязана с напряжением сжатия в эластичном зажиме.

Практическая значимость и перспективы дальнейшего развития данного исследования состоят в возможности оперативного управления различными технологическими процессами при автоматизации расчета значимых критериев от влияния параметров оборудования и характеристик перерабатываемого сырья (заправочные и конструктивные параметры). Возможность анализировать полученные зависимости для достижения значимых практических результатов и дальнейших научных разработок, например, программного продукта.

Ссоприкасающиеся по образующей валик и цилиндр прижатые друг к другу нагрузкой – это распространенный механизм текстильного оборудования. Волокнистый перерабатываемый продукт находится во время работы в сжатом состоянии между валиком с

эластичным покрытием и металлическим цилиндром. Распределения сжимающей нагрузки (напряжения) в зажиме в этот момент становится важным показателем, от которого существенно зависят результаты обработки продукта.

Распределение этой сжимающей нагрузки (напряжения) вместе с напряжением поля сил трения определяет силы, действующие на волокна. От которых, в свою очередь, зависит движение в вытяжных приборах, а, следовательно, и неровнота по толщине продукта после вытягивания. В производственных условиях необходимо оперативно решать вопросы качественных показателей продукта и подбирать соответствующие сжимающие нагрузки (напряжения) для продукта в зависимости от параметров технологического процесса.

Эпюрой напряжения в эластичном зажиме назовем распределение напряжений сжатия в трехмерном пространстве вытяжного прибора ленточной машины Исследования [1, с. 105 - 108] позволяют сделать следующие выводы: напряжения в эластичном зажиме вытяжного прибора неравномерно: напряжение максимально в диаметральной плоскости валика и цилиндра эластичного зажима и в продольной плоскости продукта; чем толще продукт при постоянной нагрузке на валик, тем больше площадь соприкосновения валика, волокнистой ленты и цилиндра, тем меньше в среднем напряжение сжатия, в том числе и его максимальное значение; аналогичный эффект вызывает увеличение диаметра валика и цилиндра эластичного зажима.

В данном исследовании использованы результаты, полученные в работе [2, с. 79 - 82] применительно к эластичному зажиму ленточной двухпольной машины.

В результате исследования разработан программный продукт на языке программирования BASIC, который позволяет оперативно получить следующие параметры:

- числовые значения напряжения сжатия продукта при различных расстояниях u от диаметральной плоскости валика и цилиндра, которые задаются автоматически;
- график изменения сжимающей нагрузки (напряжения) $\sigma_n(u)$, эпюру распределения напряжения волокнистого продукта в эластичном зажиме.

При работе с программой задаются средние значения конструктивных и технологических параметров и используются рекомендуемые шаги варьирования.

Программа определяет соответствующее распределение напряжения.

В ходе дальнейшего исследования разработанная программа будет совершенствоваться. На следующем этапе необходимо получить таблицу с рекомендациями для технологических и конструктивных параметров вытяжных приборов по ходу технологического процесса для получения продукта необходимой линейной плотности. Это, в свою очередь, поможет автоматизировать процесс производства полуфабрикатов, следовательно, и повысить производительность оборудования. Математическая база программы приведена в исследованиях [2, с. 79 - 82].

Конструктивные параметры, которые позволяем варьировать программы следующие: радиус цилиндра (r_c), радиус валика (r_b), радиус металлического основания валика ($r_{м.о.}$), расстояние между ограничителями в вытяжном приборе (h), модуль сжатия эластичного покрытия (E).

Технологические параметры, которые позволяем варьировать программы следующие: плотность продукта до вытягивания (γ), вытяжка (e), диаметр ленты (d), расстояние между ограничителями в вытяжном приборе (H), эмпирический коэффициент (b), число лент на питании (K).

Использовать данную программы можно изменяя параметры в любом сочетании при разных значениях u , комбинируя конструктивные и технологические значения.

Существует возможность при необходимом исследовании увеличить число вариантов в любой комбинации. Также есть возможность дальнейшего исследования и расширение возможностей данной программы для более детального изучения механизм данного типа текстильного оборудования.

Пример расчетной таблицы из программы одного из вариантов представлен в таблице 1, а на рис. 2 - график зависимости напряжения сжатия от координат силового поля $\sigma_n(y)$, полученный для данных значений [3, с. 5 - 17].

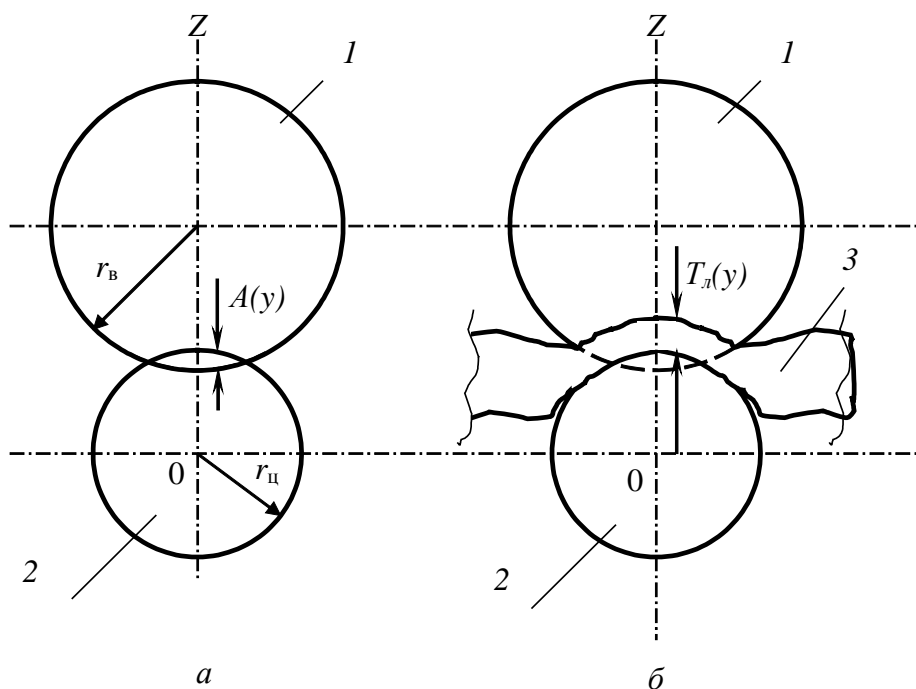


Рис. 1. Сечение на участках I и III (а); сечение на участке II (б); 1 – валик, 2 – цилиндр, 3 – волокнистый продукт (мычка).

Таблица 1

Таблица Excel с результатами расчетов

---	K	6				
мм	H	120				
мм	$y=$	0	0,4	0,8	1,2	1,6
мм	$r_{\text{Ц}}$	12				
мм	r_b	36				
мм	$n/2$	3,8				
мм	h	47,7984				
мм	$r_{\text{м.о.}}$	22				
ктекс	T_l	22				
---	e	7				
мг/мм ³	γ	0,0363				
мм	d	29				
мг/мм ²	E	10000000				
---	b	1343354				

$T_{л}(y)$	0,2681	0,2690	0,2717	0,2764	0,2834
$\sigma_{п\equiv}$	367 339	363 75	353 04	335 38	311 079

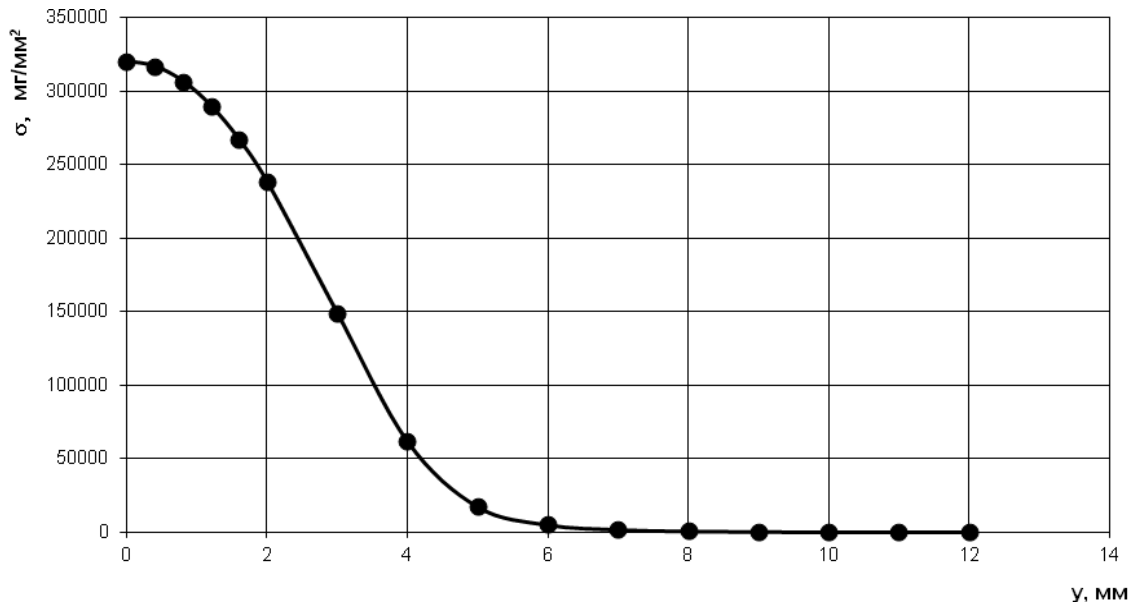


Рис. 2. Напряжение сжатия волокнистого продукта в эластичном зажиме в зависимости от текущей координаты сечения поля

ЛИТЕРАТУРА

1. Капитанов А.Ф. Фрикционные процессы в прядении. Ч.2 – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006.
2. Люсова Н.Е. Разработка метода автоматизированного проектирования технологического режима приготовления гребенной ленты. Дисс...на соиск. учен. степ. канд.техн. наук. –М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2003.
3. Федорова Н.Е., Голайдо С.А. Аналитическое проектирование технологических процессов. Учебное пособие – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018.

**ОТДЕЛКА ШЕРСТЯНОГО ВОЛОКНА МОДИФИЦИРОВАННЫМИ
АЛЮМОСИЛИКАТАМИ**

FINISHING WOOL FIBER WITH MODIFIED ALUMINUM SILICATES

Ф.А. Быков, Е.Л. Владимирцева, Н.Л. Овчинников
F.A. Bykov, E.L. Vladimirtseva, N.L. Ovchinnikov

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. Предложен способ обработки шерсти водной дисперсией минералов, искусственно обогащенных оксидом титана - TiO_2 -пилларным монтмориллонитом

Ключевые слова: шерстяное волокно, алюмосиликаты, протекторные свойства

The work continues a series of studies aimed at studying the efficiency of using insoluble aluminosilicates in finishing production. A method for treating wool with an aqueous dispersion of minerals artificially enriched with titanium oxide - TiO_2 -pillar montmorillonite is proposed.

Key words: wool fiber, aluminosilicates, tread properties

В настоящее время наблюдается возрастающий интерес к экологичным технологиям получения текстильных материалов с новыми функциональными свойствами. На кафедре ХТВМ ИГХТУ был разработан способ обработки шерстяных материалов водной дисперсией нерастворимых алюмосиликатов. Их предварительно измельчают, погружают шерсть в дисперсию и с помощью шейкер-установки при комнатной температуре добиваются равномерного распределения и фиксации микрочастиц на поверхности волокна. Такая обработка создает условия для придания шерстяному волокну новых функциональных свойств. Технология является чистой и безотходной [1, 2].

Проведенные ранее исследования показали, что приобретаемые шерстяным волокном характеристики определяются не только свойствами самих алюмосиликатов, но и природой содержащихся в них примесей - соединений металлов. Известно, что некоторые глинистые минералы в качестве примесей содержат оксид титана (TiO_2), который обладает свойствами фотокатализатора. Предположили, что обработав такими минералами шерстяное волокно можно придать ему фотокаталитическую активность.

Обработку шерстяного волокна проводили природным минералом Бентонит, содержащим ~12 % оксида титана. Также был использован TiO_2 -пилларный монтмориллонит, полученный интеркаляционными методами с гидротермальным воздействием и механической активацией исходной слоистой матрицы, в котором содержание оксида титана составляло не менее 20 %. Сравнение размеров частиц исходных и модифицированных алюмосиликатов, измеренных на приборе PHOTOCOR COMPACT-Z, приведено на рис. 1 и 2.

Анализируя полученные результаты, отметили, что в водной дисперсии частицы модифицированного Бентонита имеют меньший размер, чем у нативных глин, что должно было бы облегчить их закрепление на шерстяном волокне, однако количество иммобилизованного на шерсти порошка, и в том и в другом случае было одинаковым и составило 1,2 % от веса волокна.

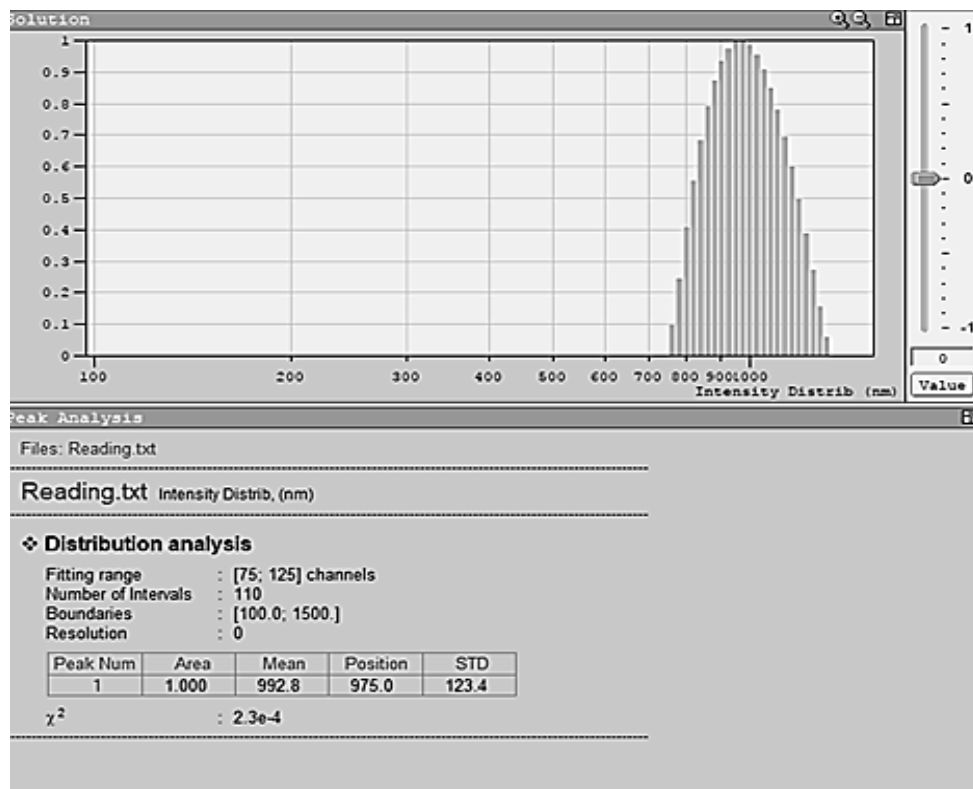


Рис. 1. Размер частиц исходного Бентонита

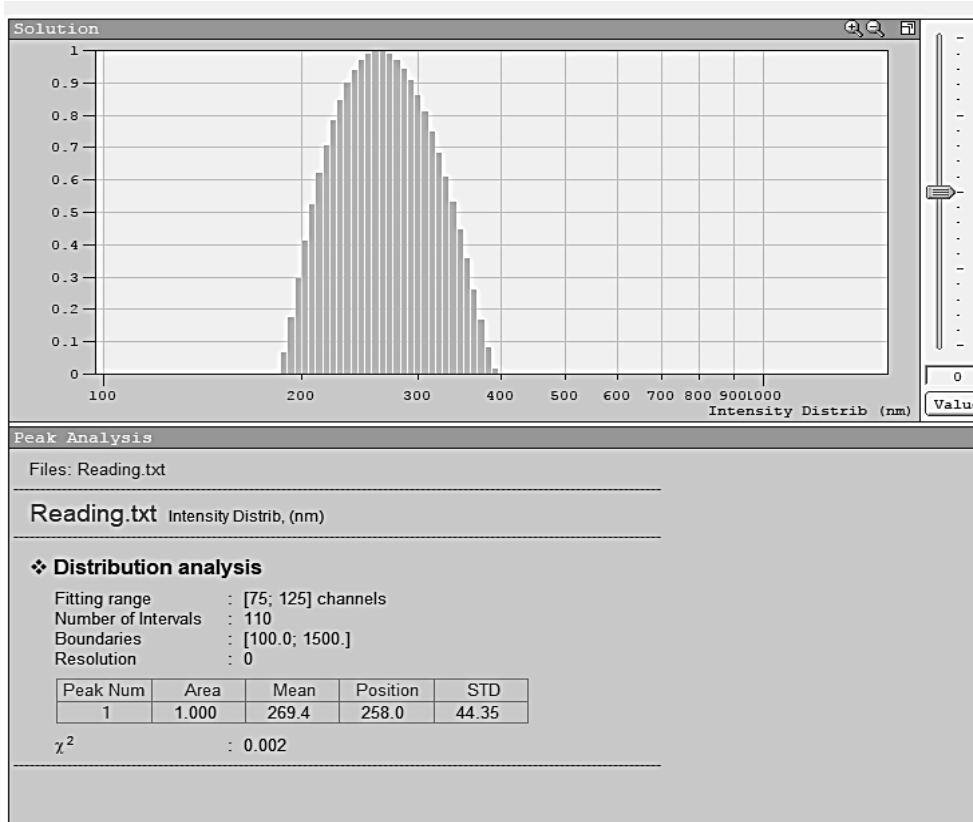
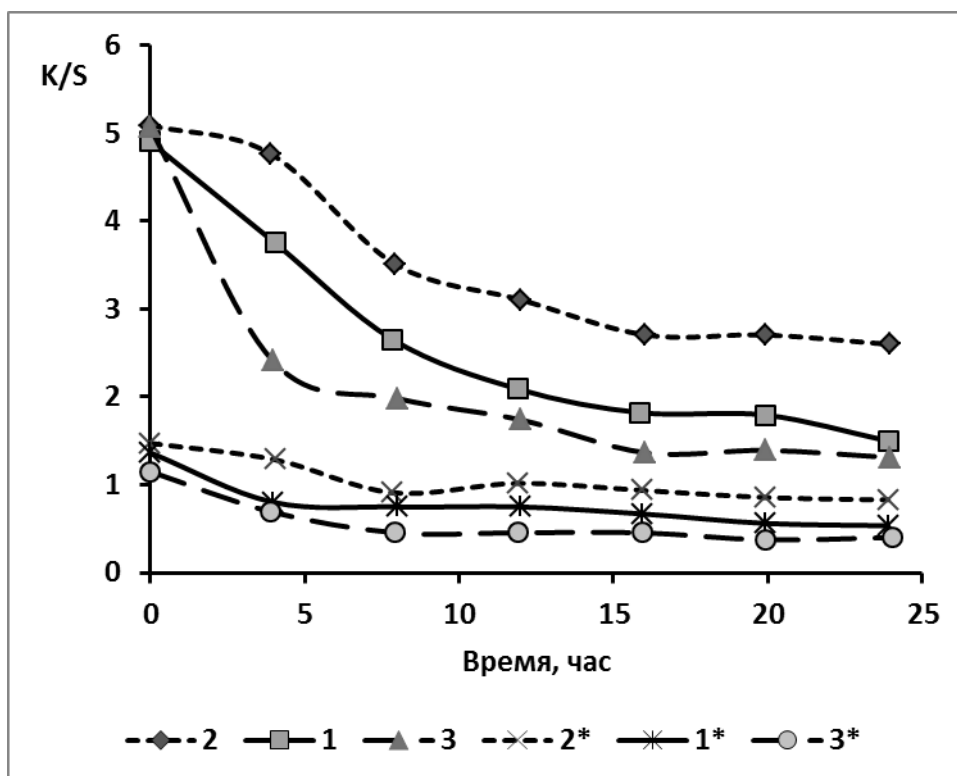


Рис. 2. Размер частиц модифицированного Бентонита

Фотокаталитический эффект фиксировался традиционным методом с использованием тестовых катионных красителей - метиленового синего и родамина Б [3].

Окрашенные образцы подвергались УФ-облучению с применением лампы UVB-313 с длиной волны 313 нм в интервале от 0 до 24 часов. Разрушение красителя оценивалось по

изменению интенсивности окраски образцов (рис.3). Образцами сравнения служили волокна, окрашенные без предварительной обработки в дисперсии алюмосиликатов.



- 1,1* - исходный образец (не обработанный алюмосиликатами);
 2,2* - образец с Бентонитом;
 3,3* - образец с модифицированными TiO_2 алюмосиликатами
 « × » – краситель Метиленовый синий
 «※» -краситель Родамин Б

Как следует из графика, присутствие обогащенного TiO_2 -алюмосиликата заметно ускоряет обесцвечивание окрашенного волокна. Вместе с тем, наличие на шерсти частиц нативного Бентонита, напротив, несколько замедляет деструкцию красителей по сравнению с исходным образцом. Поскольку гравиметрические исследования не выявили существенной разницы в количестве нанесенных порошков, предположили, что это может быть связано с структурными характеристиками.

Полученные экспериментальные данные позволяют обосновать перспективность отделки шерстяных текстильных материалов модифицированными алюмосиликатами для получения нетрадиционных технологических эффектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Владимирцева Е.Л., Шарнина Л.В., Блиничева И.Б, Желнова А.С. Исследование сорбции алюмосиликатов шерстяным волокном //Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2010. № 8. С. 55-58.
2. Владимирцева, Е.Л., шарнина Л.В., Вельбой М.А. Улучшение потребительских свойств шерсти // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. 2012. т.17. № 3. С. 91-95
3. Khoroshko L. [et al.] Photocatalytic decomposition of an organic dye by nanostructured titania deposited into porous anodic alumina // Physics, Chemistry and Application of Nanostructures: proceedings of the International conference «Nanomeeting-2013». Minsk, Belarus, May 28–31, 2013. P. 503–505.

МОДИФИКАЦИЯ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

MODIFICATION OF NONWOVENS

П.Г. Быстрова, М.С. Лисаневич
P.G. Bystrova, M.S. Lisanevich

Казанский национальный исследовательский технологический университет
Kazan national research technological University
E-mail: pollybyst@yandex.ru.

Нетканые материалы (НМ) с каждым годом всё активнее применяются в медицине, способствуя повышению должного уровня санитарно-гигиенической безопасности пациента [1, с.53-54]. Использование нетканых материалов для медицинских целей обусловлено, их высокими функциональными характеристиками: микропористость; гидрофильность (гидрофобность); воздухопроницаемость, пылезащиту; антисептичность. Наиболее перспективным направлением расширения ассортимента и улучшения свойств текстильных материалов различного состава на сегодняшний день является модификация уже существующих волокон и готовых текстильных материалов с целью придания им новых свойств. В последнее время для такой модификации стали применять обработку низкотемпературной плазмой [2, с. 72].

Ключевые слова: текстильный материал, модификация, обработка, низкотемпературная плазма.

Non-woven materials (NM) are increasingly used in medicine every year, contributing to improving the proper level of sanitary and hygienic safety of the patient [1, p. 53-54]. The use of non-woven materials for medical purposes is due to their high functional characteristics: microporosity; hydrophilicity (hydrophobicity); breathability, dust protection; antisepticism. The most promising direction for expanding the range and improving the properties of textile materials of various compositions today is the modification of existing fibers and finished textile materials in order to give them new properties. Recently, low-temperature plasma treatment has been used for this modification [2, p. 72].

Keywords: textile material, modification, processing, low-temperature plasma.

По данным аналитических исследований рынка можно проследить, около 3% всего объема выпускаемых НМ направляются на медицинские цели. При этом наиболее широко используются материалы, полученные по технологиям «Спанбонд» и «Спанлейс» (и имеющие одноименные названия), а также различные сочетания НМ [3, с.2], которые являются исходными материалами для производства одноразовой хирургической одежды и белья (ОХОБ), одноразовой медицинской одежды и белья (ОМОБ), одноразовых средств индивидуальной защиты (МОСИЗ). Нетканые материалы (НМ), свойства которых можно проектировать, особенно перспективны в этом отношении. Для создания широкого ассортимента нетканых материалов, которым можно придавать те или иные свойства для удовлетворения конкретных потребностей, используются новые технологии.

Обработка текстильных материалов различного состава потоком плазмы является перспективным методом обработки материалов для производства изделий легкой промышленности, и может быть использована для получения текстильных материалов различного волокнистого состава с желаемыми свойствами. Большинство традиционных методов химической и физической модификации синтетических волокон, нитей и тканей требуют значительных изменений в технологическом оформлении процессов их получения, что приводит к повышению себестоимости готовой продукции и, зачастую, к ухудшению экологической обстановки.

Плазменная модификация позволяет эффективно изменять поверхностные, физические и механические свойства волокон, нитей и текстильных полотен.

Возможности модификации нетканых материалов с помощью обработки низкотемпературной плазмы:

- направленное изменение смачиваемости поверхности полимерных пленок;
- повышение капиллярности тканей из природных и синтетических волокон;
- улучшение адгезионных свойств полимерных пленок и тканей для металлизации, склеивания, нанесения печатного рисунка и т.д.;
- модифицирование поверхности полимеров, используемых в медицине.

Кроме того, плазменная технология относится к экологически чистым процессам, поэтому исследование применения данного метода в процессе производства текстильных материалов с заданными свойствами, а также изделий из них является актуальным. В отличие от традиционных методов обработки, электрофизические методы, в том числе плазменные, более эффективны и требуют вложения лишь единовременных инвестиций [4, с.136-137].

Изменение в результате плазменной обработки показателей капиллярности и смачиваемости трикотажных и нетканых материалов могут быть обусловлены как физическими изменениями в объеме волокнистых материалов, так и химическими процессами, проходящими в поверхностных слоях волокнообразующих полимеров.

Для развития отраслей текстильной и легкой промышленности в России и импортозамещения актуальной является не столько разработка новых видов волокон и нитей, сколько модификация существующих, с целью придания им заданных свойств. Главной задачей при производстве модифицированных, является повышение их конкурентоспособности, как за счет снижения себестоимости волокон и нитей, так и за счет улучшения качественных характеристик, посредством внедрения принципиально новых технологий.

В результате исследований планируется с помощью низкотемпературной плазмы наносить наночастицы содержащие цинк, что позволит получить материал с бактерицидными свойствами и следовательно возможно будет найти новые области применения существующих НМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ручкин А. В., Дощицын Ю. Ф., Хабенский Б. М. и др. / Стандартизация одноразовой медицинской одежды и белья – одно из решений проблемы ВБИ // РЕМЕДИУМ. – 2007. – № 9. – С. 52 – 58. [Электрон. ресурс]. <https://cyberleninka.ru/article/n/standartizatsiya-odnorazovoy-meditsinskoj-odezhdy-i-belya-odno-iz-resheniy-problemy-vbi/viewer>
2. Гайнутдинов Р.Ф., Гайсин Аз. Ф. Технологии материалов «К вопросу применения низкотемпературной плазмы для обработки текстильных материалов»/ Гайнутдинов Р.Ф., Гайсин Аз. Ф. // Вестник технологического университета. - 2017 г. Т.20, №2 - С. 72-73 [Электрон. ресурс]. <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-primeneniya-nizkotemperaturnoy-plazmy-dlya-obrabotki-tekstilnyh-materialov/viewer>
3. А. В. Ручкин, И. В. Кузнецова. Одноразовые медицинская одежда и белье и нетканые материалы для их производства / А. В. Ручкин, И. В. Кузнецова // Нетканые материалы продукция оборудование технологии. – 2008 – С. 2-5. [Электрон. ресурс]. <https://polymerbranch.com/a9b7ba70783b617e9998dc4dd82eb3c5/7f4a3faca4585b0b836b885189267240/magazineclause.pdf>
4. Ершов И.П. Модификация синтетических волокон и нитей, Обзор/ И.П. Ершов. ЕА. Сергеева, Л.А.. Зенитова, И.Ш. Абдуллин / Вестник Казанского технологического университета. - 2012 г. 15. N18 – С.136-143. [Электрон. ресурс]. <https://cyberleninka.ru/article/n/modifikatsiya-sinteticheskikh-volokon-i-nitey-obzor/viewer>

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗЪЕМНЫЕ КАРКАСНЫЕ СИСТЕМЫ В РЕАБИЛИТАЦИОННЫЕ ШВЕЙНЫЕ ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ НОГ

INNOVATIVE SPLITTING FRAME SYSTEMS IN REHABILITATION SEWING PRODUCTS FOR FOOT

И.Д. Гусев, И.Б. Разин
I.D. Gusev, I.B. Razin

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

В статье проанализированы средства формообразования и формосохранения, применяемые при проектировании реабилитационных швейных изделий для ног. Предложены инновационные разъемные каркасные системы, изготавливаемые 3D печатью. Преимуществом новых технологий формозакрепления является персонализация пространственной формы, возможность встраивания в пакет изделий типовых конструкций.

Ключевые слова. реабилитационные изделия, съемные каркасные системы, антропометрическая информация.

The article analyzes the means of shaping and preservation of shapes used in the design of rehabilitation garments for the legs. Innovative detachable frame systems manufactured by 3D printing are proposed. The advantage of new technologies of form-fixing is the personalization of the spatial form, the possibility of embedding standard designs into the product package.

Keywords: rehabilitation products, removable frame systems, anthropometric information.

Для сбалансированного и устойчивого роста экономической безопасности государства в секторе отечественной индустрии реабилитационных товаров необходимо взаимодействие предприятий из смежных отраслей экономики, в том числе, сектора швейной промышленности. Стратегией развития производства промышленной продукции реабилитационной направленности до 2025 года предусмотрено увеличение до 56% доли внутреннего потребления реабилитационных изделий, изготовленных на российских предприятиях [1], при этом приоритетным признано производство инновационных продуктов. Для экономики страны важно выводить на рынок конкурентоспособные высококачественные товары универсального и инновационного дизайна.

Швейные изделия реабилитационной направленности [2] востребованы потребителями с постоянными и временными нарушениями здоровья. В состоянии ограничения двигательной активности (ОДА), многие пациенты вынуждены отказаться от предметов личного гардероба (одежды, обуви), поскольку в период восстановительного лечения после травм ног в медицинской практике используют фиксаторы для закрепления частей конечности в определенном положении. Внешние фиксаторы разнообразны по форме, размерам и особенностям крепления к травмированной ноге [3]. Период иммобилизации может быть длительным, а пациентам часто рекомендуют подвижность и длительные прогулки. Некоторые фиксаторы громоздки и не эстетичны, как например, аппарат Илизарова, поэтому потребителям часто предлагают приобрести швейные чехлы (мешки) для ног, покрывающие конечности [4]. Основные функциональные характеристики типовых мешков для ног – это защита травмированной конечности от воздействий внешней среды (холод, влага, пыль, грязь) в межсезонный период.

Анализ средств формообразования типовых чехлов для ног показал, что универсальность изделий достигнута упрощенным конструктивно-технологическим решением - мешки безразмерные и мягкой формы, изготовлены из влагонепроницаемых и ветрозащитных текстильных материалов. Анализ средств формозакрепления типовых чехлов для ног показал, что в конфекцион-пакет изделий не включены формозадающие прокладки, поэтому мешки быстро теряют базовые эргономические характеристики. Кроме того, отсутствие прокладочных деталей не позволяет во время прогулок защитить участки стопы потребителей с ОДА от возможных ударов о препятствия.

Объектом нашего исследования выбраны разъемные каркасные системы, встраиваемые в типовые реабилитационные чехлы для ног. Предложенный инновационный продукт – разъемный каркас в реабилитационный мешок для ног [5], предназначен для закрепления персонифицированной пространственной формы типового изделия. Применения каркаса (при расположении его по внешней или внутренней стороне мешка) позволяет минимизировать внешние ударные воздействия на незащищенный медицинскими фиксаторами участок ног, например, пальцы ног у пациентов с аппаратом Илизарова.

Для проектирования 3D формы каркасов использованы виртуальные аналоги ног (рис. 1а), полученные сканированием [6]. Пространственная конфигурация проектируемой поверхности выполнена как персонифицированная параметрическая оболочка (ПО) антропоморфной формой с сетчатой структурой. Габариты параметрической оболочки формируются на основе антропоморфной характеристики ног клиента по виртуальной модели. Внутреннее пространство между поверхностью травмированной ноги и каркасом формируется проекционными прибавками, величины которых на основных горизонтальных уровнях могут варьироваться, в зависимости от условий эксплуатации каркаса (рис.1б). Разработанная 3D форма каркаса полностью соответствует строению тела потребителя с ОДА, поэтому данное изделие, в виду присущих ему высоких эргономических свойств, может быть рекомендовано потребителям с инвалидностью [7].

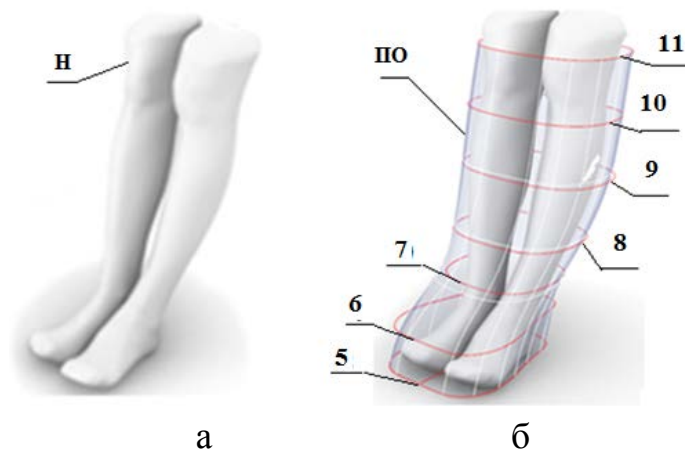


Рис. 1. Иллюстрация этапа проектирования пространственной формы каркаса в реабилитационный мешок для ног: а – виртуальный аналог ног; б – параметрическая оболочка

Для повышения универсальности и удобства сборки и позиционирования изделия вокруг травмированной ноги, конструкция каркаса разработана разъемной (рис.2). Соединение фрагментов выполняется при помощи выпукло-вогнутых креплений [5], расположенных по периметру каждой детали. Каркас изготовлен из современных полимеров технологией 3D печати. Исследование свойств филаментов показало, что наиболее приемлемы SBS и PET, как наиболее гибкие и прочные представители современной линейки пластиков, используемых в 3D принтерах. Установлены условия ограничения использования некоторых пластиков. Так, использование полиамида (нейлона) в качестве филамента для 3D печати может ограничивает эксплуатацию каркаса в зимне-осенний период. Нейлон

устойчив к действию агрессивных сред, например, реагентов обработки дорожных покрытий, но обладает высокой влагопоглощающей способностью.

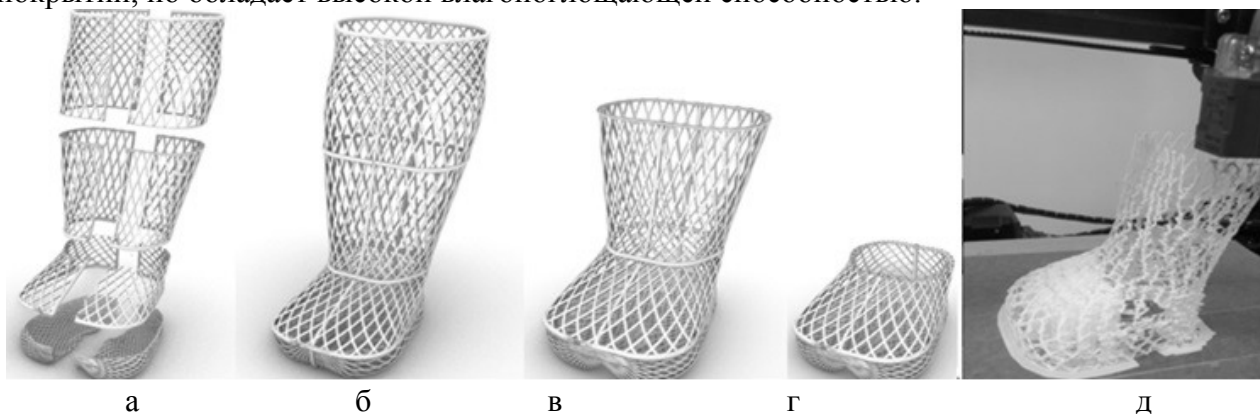


Рис. 2. Иллюстрация возможностей сборки каркаса из фрагментов: а – разъемная модель; б-г – варианты сборки [5]; д – этап печати

Сетчатый каркас может быть расположен как внутренней, так и по внешней стороне реабилитационного чехла (рис. 3). С расположением по внешней стороне у реабилитационного чехла может быть усилена эстетическая и сигнальная функция. Современным пластикам, в зависимости от состава, присущи светоотражающие свойства, что важно при эксплуатации изделий в темное время суток, т.к. люди с ОДА маломобильны, с замедленной реакцией на внешние сигналы, а использование пластиков-светоотражателей может предотвратить неблагоприятную дорожно-транспортную ситуацию.

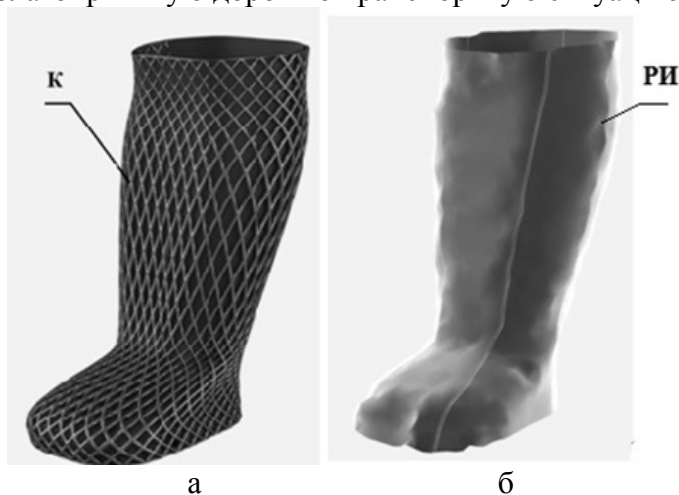


Рис. 3. Визуализация формозакрепления каркасом типовой пространственной конфигурации реабилитационного чехла: а – расположение каркаса по внешней стороне; б – расположение каркаса по внутренней стороне

Заключение. Применение инновационные реабилитационных изделий – разъемных каркасных систем направлено на персонализацию типовой пространственной формы реабилитационных чехлов для ног, что способствует улучшению физического состояния повышает качество жизни людей с ограничениями двигательной активности. Расширение ассортимента товаров реабилитационной направленности, проектируемых с использованием прогрессивных технологий 3D сканирования, проектирования и печати, насыщает рынок конкурентоспособной продукцией, что повышает качество жизни потребителей с ограниченными двигательными возможностями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия развития производства промышленной продукции реабилитационной направленности до 2025 года. URL: http://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/Project_REAPROM_until_2025.pdf
2. Андреева Е.Г., Мокеева Н.С., Глушкова Т.В., Харлова О.Н., Чулкова Э.Н. Реабилитация и профилактика инвалидности: одежда, корректирующие приспособления. – М.: МГУДТ, 2010. – 89 с.
3. 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 №2020620375 от 28.02.2020.
4. Гусев И.Д., Кашеев О.В., Разин И.Б., Гусева М.А., Андреева Е.Г., Петросова И.А., Докучаева Т.Ю. Формозадающие каркасные системы в швейные изделия с функцией фиксации положения ног// Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). – 2019, №1-2. - С.86-89.
5. Гусев И.Д., Разин И.Б., Гусева М.А., Андреева Е.Г., Белгородский В.С., Петросова И.А., Клочкова О.В., Родионова М.А. Каркас в реабилитационное изделие/ Патент на полезную модель №198821 от 29.07.2020.
6. Андреева Е.Г., Костылева В.В., Гусева М.А., Петросова И.А., Литвин Е.В. Цифровая антропометрия фигур с нетипичной морфологией в инклюзивном проектировании швейных изделий// В сб. «Концепции, теория, методики фундаментальных и прикладных научных исследований в области инклюзивного дизайна и технологий». – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2020, Ч.2. - С.147-151.
7. Nowak E. The role of anthropometry in design of work and life environments of the disabled population// International Journal of Industrial Ergonomics. - 1996, Vol.17, Is.2. - P.113-121.

ОГНЕЗАЩИТНАЯ ОТДЕЛКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

FIRE RESISTANT FINISH OF TEXTILE MATERIALS WITH THE USE OF RUSSIAN-MADE PREPARATIONS

Р.Н. Демидов¹, А.С. Федоринов², Е.П. Сидоренкова³, Е.Л. Владимирцева¹
R.N. Demidov¹, A.S. Fedorinov², E.P. Sidorenkova³, E.L. Vladimirtseva¹

¹Ивановский государственный химико-технологический университет

²Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

³ООО «ХимТехника», (г. Иваново)

¹Ivanovo State University of Chemistry and Technology,

²Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters

³Limited Liability Company «HimTehnika», (Ivanovo)

E-mail: sizzyn@mail.ru

Представлены испытания эффективности огнезащитной отделки целлюлозо- и полиамидсодержащих текстильных материалов препаратами российского производства основе водорастворимых азотфосфорсодержащих соединений. Определены оптимальные концентрационные и температурно-временные параметры их использования.

Ключевые слова: антиперены, текстильные материалы, огнезащитная отделка

Tests of the effectiveness of fire retardant finishing of cellulose and polyamide-containing textile materials with Russian-made preparations based on water-soluble nitrogen-phosphorus compounds are presented. The optimal concentration and temperature-time parameters of their use have been determined.

Key words: flame retardants, textiles, fire retardant finishing

Выпускаемые легкой промышленностью текстильные материалы (ткани, волокна, нетканые полотна) в большинстве случаев легко воспламеняются и изначально не отвечают требованиям пожарной безопасности. Статистика показывает, что именно с их возгоранием связано более 70 % летальных исходов при пожарах в жилых помещениях [1]. Получить огнестойкие текстильные материалы можно создавая волокнообразующие полимеры с пониженной горючестью. Однако в настоящее время ассортимент таких материалов невелик. Кроме того, высокая стоимость производства таких волокон и специфичность внешнего вида тканей из них, мешает их широкому использованию. Другим, более распространенным вариантом снижения горючести текстильных материалов является нанесение на них на стадии отделки специальных препаратов, замедляющих горение – антиперенов.

Выбор антиперенов на современном российском рынке чрезвычайно широк и разнообразен и включает как импортные, так и отечественные композиции с преобладанием импорта (до 75 %) [2]. Известно большое число различных типов ингибиторов горения, которые классифицируются в зависимости от химической природы; по назначению; по механизму действия; по основному действующему элементу и др. Наиболее простым вариантом придания текстилю огнестойкости является отделка неорганическими соединениями на основе фосфатов, сульфатов, хлоридов, бромидов и карбонатов аммония. Отделку этими препаратами отличает низкая стоимость и достаточный уровень огнезащищенности при сравнительно низком содержании химических веществ в текстильном материале. В работе исследовали эффективность применения новых препаратов фирмы ООО «ХимТехника» (г.Иваново) серии Фламентол для придания текстильным материалам свойств огнестойкости. В основе испытуемых композиций лежат

водорастворимые соединения азота и фосфора. Результаты экспериментов представлены в таблице.

Таблица 1

Результаты огнестойкой отделки

Материал	Высота обугливания, мм		Время остаточного горения, с	
	Исходный состав	С добавкой	Исходный состав	С добавкой
Требуемые показатели				
Льняная ткань (Лн)	<10		0	
Трикотажное полотно (Хл+ПА)	<10		0	
Авизент (Хл)	<5		0	
Лента ЛТК-26-600 (ПА)	<5		0	
Фламентол НМ, конц. 100 г/л				
Льняная ткань (Лн)	30	8	0	0
Трикотажное полотно (Хл+ПА)	38	6	5	0
Авизент (Хл)	40	2	2	0
Лента ЛТК-26-600 (ПА)	расплавился	5	-	1
Фламентол НМ, конц. 200 г/л				
Льняная ткань (Лн)	0	4	0	0
Трикотажное полотно (Хл+ПА)	10	3	2	0
Авизент (Хл)	8	0	0	0
Лента ЛТК-26-600 (ПА)	8	0	6	0
Фламентол ОС, конц. 100 г/л				
Льняная ткань (Лн)	10	7	3	0
Трикотажное полотно (Хл+ПА)	20	5	5	1
Авизент (Хл)	13	0	6	0
Лента ЛТК-26-600 (ПА)	расплавился	0	6	0
Фламентол ОС, конц. 200 г/л				
Льняная ткань (Лн)	6	1	0	0
Трикотажное полотно (Хл+ПА)	15	1	3	0
Авизент (Хл)	2	0	0	0
Лента ЛТК-26-600 (ПА)	10	0	2	0
Фламентол С, конц. 100 г/л				
Льняная ткань (Лн)	12	5	0	0
Трикотажное полотно (Хл+ПА)	18	5	9	0
Авизент (Хл)	5	3	0	0
Лента ЛТК-26-600 (ПА)	6	3	4	0
Фламентол С, конц. 200 г/л				
Льняная ткань (Лн)	8	3	0	0
Трикотажное полотно (Хл+ПА)	8	4	5	0
Авизент (Хл)	0	0	1	0

Лента ЛТК-26-600 (ПА)	2	0	0	0
-----------------------	---	---	---	---

Предполагалось, что полотна после обработки становятся негорючими, но эффект малоустойчив к мокрым обработкам. В качестве объектов использовались текстильные материалы, отличающиеся волокнистым составом, поверхностной плотностью и функциональным назначением: льняные, хлопчатобумажные, хлопко-полиамидные и из полиамидного волокна.

Огнестойкость материала определяли методом вертикального горения. Время выдержки в пламени составляло 20 с., высота пламени 20 мм. При этом учитывались такие параметры, как высота обугливания (без учета высоты пламени) и время остаточного горения после удаления пламени.

Проведенные эксперименты показали, что при высоких концентрациях препараты Фламентол обеспечивают требуемый уровень огнестойкости для целлюлозосодержащих тканей. Однако, для материалов, содержащих полиамидное волокно, они недостаточно эффективны. Поэтому была предложена синергическая добавка, введение которой позволила заметно повысить уровень огнестойкой отделки.

Полученный эффект подтвердили и результаты оценки кислородного индекса отделанных тканей. На рис. в качестве примера представлены данные, полученные для хлопчатобумажной ткани авизент и ленты из полиамидного волокна, обработанных препаратом Фламентол ОС с концентрацией 200 г/л.

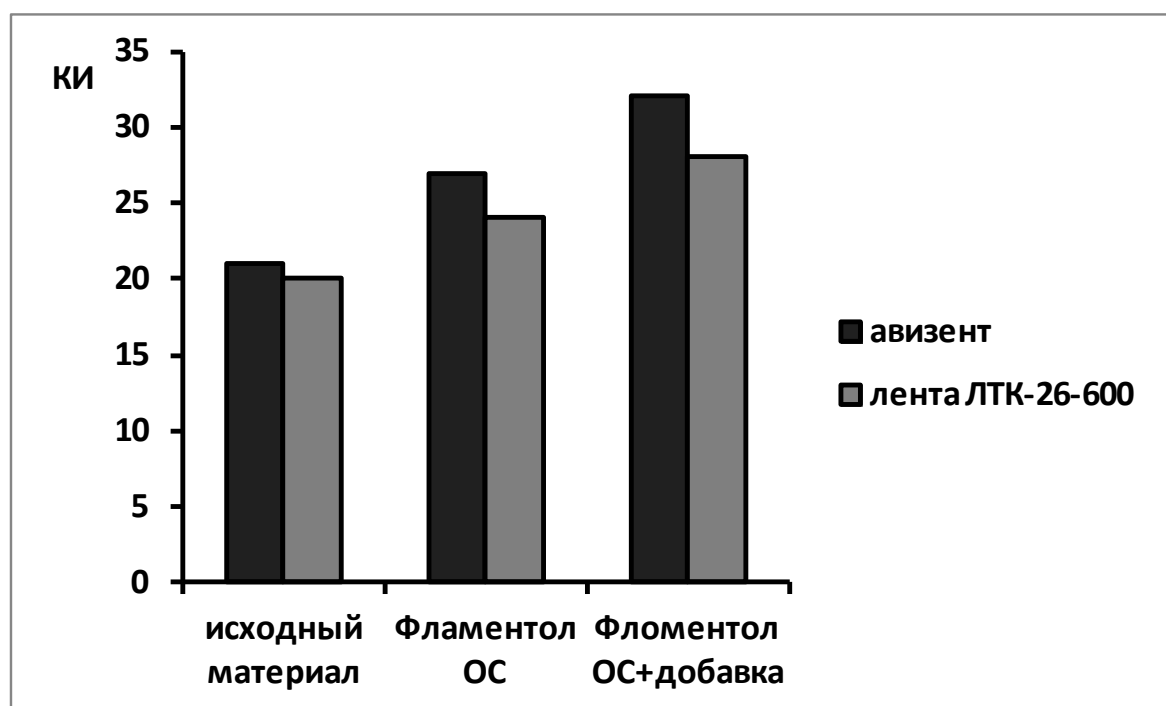


Рис. 1. Кислородный индекс исходных и отделанных материалов

Итогом проведенных экспериментов стала разработка на основе препаратов торговой марки «Фламентол» эффективных композиций для огнезащитной отделки целлюлозосодержащих и полиамидсодержащих материалов, обеспечивающих высокие качественные показатели. Определены оптимальные концентрационные и температурно-временные параметры отделки с этими композициями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Поддубный Е. Н., Струженков А. Н. Учет пожаров и их последствий в Российской Федерации в 2019 году // Безопасность техногенных и природных систем. 2019. №2.

URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/uchet-pozharov-i-ih-posledstviy-v-rossiyskoy-federatsii-v-2019-godu> (дата обращения: 4.10.2020).

2. Виноградов В.А. Обзор рынка огнезащитных материалов Российской Федерации // Маркетинг в России и за рубежом. 2000. №6. <https://www.cfin.ru/press/marketing/2000-6/08.shtml> (дата обращения: 4.10.2020).

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕЛОМЕРОВ ТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА ДЛЯ ПРИДАНИЯ
ПОВЫШЕННОЙ ГИДРОФОБНОСТИ ВОЛОКНИСТЫМ МАТЕРИАЛАМ НА
ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА**

**THE USE OF TELOMERES OF TETRAFLUOROETHYLENE FOR IMPARTING
INCREASED HYDROPHOBICITY TO FIBROUS MATERIALS BASED ON
POLYETHYLENE TEREPHTHALATE**

К.А. Ерзунов¹, О.И. Одинцова¹, Н.П. Пророкова²
K.A. Erzunov¹, O.I. Odintsova¹, N.P. Prodocova²

¹Ивановский государственный химико-технологический университет

²Институт химии растворов имени Г.А. Крестова, (г. Иваново)

¹Ivanovo State University of Chemistry and Technology

²G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of the Russian Academy of Sciences, (Ivanovo)

E-mail: erzunovk@mail.ru, npp238@gmail.com, odolga@yandex.ru

Представлен способ формирования на полиэфирной ткани водоотталкивающего покрытия на основе теломеров тетрафторэтилена, полученных методом радиационно-инициированной теломеризации. Выбран способ предварительной активации ткани. Описана методика оценки водоотталкивающих свойств модифицированной ткани и устойчивости покрытия к эксплуатационным воздействиям. Проведен анализ влияния кратности нанесения покрытия и вида предварительной активации на гидрофобные характеристики ткани.

Ключевые слова: полиэфирная ткань, теломеры тетрафторэтилена, гидрофобность, краевой угол смачивания.

The method for forming a water-repellent coating on a polyester fabric based on tetrafluoroethylenetelomers obtained by the method of radiation-initiated telomerization is presented. The method for preliminary fabrics activation is described. The technique for assessing the water-repellent properties of the modified fabric and the resistance of the coating to operational influences is described. The analysis of the influence of the multiplicity of coating application and the type of pre-activation on the hydrophobic characteristics of the fabrics was carried out.

Keywords: polyester fabric, telomers of tetrafluoroethylene, hydrophobicity, contact angle.

В настоящее время активно проводятся исследования модифицирования синтетических волокон, целью которых является получение материалов, обладающих сочетанием высоких качественных характеристик и новых специальных потребительских свойств. В частности, проводится большое количество исследований по созданию материалов с повышенными водоотталкивающими свойствами.

Перспективным модификатором для волокнистых материалов может быть политетрафторэтилен (ПТФЭ), обладающий рядом уникальных характеристик: высокая гидро- и лиофобность, отличная термическая, климатическая и химическая стойкость, рекордно низкий коэффициент трения, устойчивость к старению, нетоксичность и биосовместимость [1]. Вместе с тем химическая инертность, нерастворимость, низкие адгезионные свойства ПТФЭ существенно осложняют его применение, а потому ведутся работы, направленные на создание на его основе материалов с достоинствами фторполимера, но лишенные его недостатков. Серьезный теоретический и практический интерес представляют способы придания полиэфирным волокнам устойчивой гидрофобности за счет формирования на их поверхности тонкого фторполимерного водоотталкивающего покрытия [2].

Настоящая работа посвящена разработке способа модифицирования полиэфирной (ПЭФ) ткани теломерами тетрафторэтилена (ТФЭ), который бы позволял получить покрытие, обладающее высокими гидрофобными свойствами.

В качестве гидрофобизирующего агента были использованы растворы теломеров тетрафторэтилена, синтезированных с использованием триметилхлорсилана, методом радиационно-инициированной теломеризации под действием γ -излучения ^{60}Co [3]. Нанесение теломера ПТФЭ на тканевую основу производили методом одно-, двух-, трех- и четырехкратного погружения.

Для изучения характера, сформированного на полиэфирной ткани покрытия на основе теломеров ТФЭ/ТХС исследовали образцы модифицированной ткани методом сканирующей электронной микроскопии.

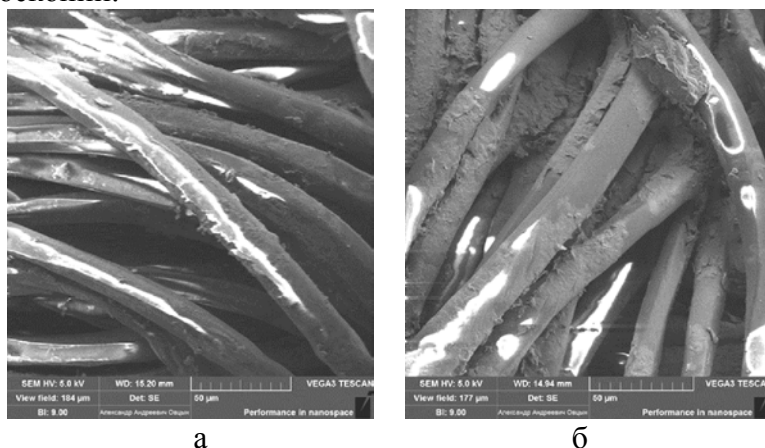
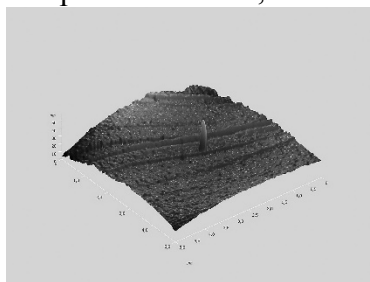


Рис. 1. Изображения ПЭФ ткани, обработанной растворами теломеров ТФЭ / ТМХС: а) ПЭФ филаменты после двукратного нанесения; б) ПЭФ филаменты после четырехкратного нанесения. Метод сканирующей электронной микроскопии

Покрытие на основе теломеров ТФЭ сформировано на поверхности отдельных филаментов (рис.1). Покрытия не перекрывают межволоконные пространства. Сравнение покрытий, сформированных при двух- и четырехкратном нанесении теломеров ТФЭ показывает, что при двукратном нанесении теломеров (рис. 1а) покрытие носит более упорядоченный характер. При четырехкратном нанесении теломеров (рис. 1б) на ткани откладывается их избыточное количество.

В связи со значительным влиянием микрорельефа поверхности волокон на степень гидрофобности ткани осуществляли предварительную модификацию ПЭФ ткани в целях увеличения её микрошероховатости. На основании предварительных экспериментов для активации ПЭФ ткани были выбраны обработка раствором гидроксида натрия (химическая активация) [4] и обработка поверхностно-барьерным разрядом (плазменная активация) [5]. Для химической активации ПЭФ ткани её обрабатывали раствором гидроксида натрия (NaOH). В основе активации полиэфирных волокон лежит регулируемый слабый поверхностный гидролиз полиэтилентерефталата, в результате которого увеличивается число кислородосодержащих групп на поверхности ткани, а также возрастает её шероховатость.



а

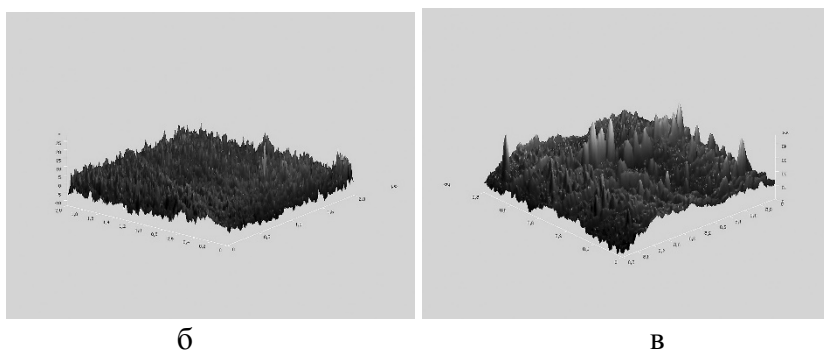


Рис. 2. Изображения ПЭФ пленок, полученные методом атомно-силовой микроскопии: а - необработанной; б – подвергнутой химическому модифицированию; в – подвергнутой модифицированию поверхностно-барьерным разрядом. 3D представление. Область сканирования 5 x 5 мкм

В результате активации на поверхности пленки появляются образования, средняя высота которых составляет 3-5 нм при химической активации, 15-20 нм - при плазменной активации, тогда как у необработанной пленки этот параметр не превышает 1-1,5 нм (рис. 2). Таким образом, предварительная активация образцов способствует значительному росту шероховатости поверхности ткани.

Гидрофобные свойства модифицированной полиэфирной ткани количественно характеризовали краевым углом смачивания, а также значениями водопоглощения модифицированной ткани. Водопоглощение определяли как количество поглощенной материалом воды при непосредственном и полном погружении его в воду.

Таблица 1

Характеристики гидрофобности полиэфирной ткани с покрытием на основе теломеров ТФЭ/ТМХС.

Кратность нанесения теломеров	Краевой угол смачивания (град.) ПЭФ ткани			Водопоглощение (%) ПЭФ ткани		
	Без активации	ХА*	ПА*	Без активации	ХА*	ПА*
Ткань без покрытия	Вода впитывается мгновенно			38.0 ± 0.9		
Ткань с покрытием на основе теломеров ТФЭ, синтезированных в ТМХС						
1	115 ± 2	124 ± 2	120 ± 2	2.1 ± 0.2	5.9 ± 0.3	4.5 ± 0.3
2	125 ± 2	128 ± 2	126 ± 2	1.2 ± 0.1	5.3 ± 0.3	4.2 ± 0.3
3	123 ± 2	109 ± 2	119 ± 2	2.4 ± 0.2	4.6 ± 0.3	4.0 ± 0.2
4	112 ± 2	107 ± 2	111 ± 2	4.8 ± 0.3	4.0 ± 0.2	3.8 ± 0.2

* Показатели водопоглощения модифицированной ткани и значения краевых углов смачивания. ХА – химическая активация; ПА – плазменная активация

Значения краевых углов предварительно активированной ткани несколько превышают эти показатели для неактивированной (табл.1). При химической активации наблюдаются более высокие значения, чем при плазменной обработке ткани.

Для образцов модифицированной полиэфирной ткани с покрытием, сформированным 2-х и 3-кратным погружением, наблюдаются высокие значения краевого угла смачивания (более 120 градусов), т.е. ткань приобретает ультрагидрофобность. Для одно- и четырехкратного погружения наблюдаются пониженные значения краевого угла смачивания, что, по всей видимости, связано с нанесением недостаточного количества модификатора в первом случае, и с его избытком – во втором.

Для оценки устойчивости нанесенного покрытия к интенсивному трению, которому ткани подвергаются в процессе эксплуатации, подвергали образцы истирающему воздействию. Устойчивость сформированного покрытия косвенно оценивали по изменению гидрофобных характеристик модифицированной ткани после истирания.

Таблица 2

Характеристики гидрофобности полиэфирной ткани с покрытием на основе теломеров ТФЭ/ТМХС до и после истирающего воздействия. БА – без активации; ХА – химическая активация; ПА – плазменная активация

Кратность нанесения теломеров	Краевые углы смачивания (град.) ПЭФ ткани					
	Без активации		ХА		ПА	
	до истирания	после истирания	до истирания	после истирания	до истирания	после истирания
1	115 ± 2	123 ± 2	124 ± 2	117 ± 2	120 ± 2	114 ± 2
2	125 ± 2	126 ± 2	128 ± 2	110 ± 2	126 ± 2	111 ± 2
2	123 ± 2	123 ± 2	109 ± 2	105 ± 2	119 ± 2	110 ± 2
4	112 ± 2	112 ± 2	107 ± 2	98 ± 2	111 ± 2	109 ± 2

Было установлено, что для образцов неактивированной модифицированной полиэфирной ткани после истирания наблюдаются высокие значения краевого угла смачивания. Истирающее воздействие на ткань с покрытием на основе теломеров приводит к дополнительному повышению краевого угла смачивания при однократном погружении неактивированной ткани. Это, вероятно, связано с удалением части непрочного зафиксированного полимера и перераспределением покрытия, что способствует ликвидации дефектов его структуры. Краевые углы смачивания ткани после активации несколько уменьшаются.

Таким образом, было показано, что полиэфирная ткань, модифицированная растворами теломеров тетрафторэтилена, синтезированных с использованием триметилхлорилана, приобретает повышенные гидрофобные свойства, при минимальном содержании модификатора. Достигнутый эффект характеризуется высокими значениями краевых углов смачивания и низкими значениями водопоглощения. Полученные свойства являются устойчивыми к интенсивному истирающему воздействию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бузник, В.М. Состояние отечественной химии фторполимеров и возможные перспективы развития / В.М. Бузник // Рос. Хим. ж. (Ж. Рос.хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2008. – Т. 52, №3. – С. 7-12.
2. Пророкова, Н.П. Придание полиэфирным текстильным материалам высокой гидрофобности обработкой их раствором теломеров тетрафторэтилена / Н.П. Пророкова [и др.] // Химические волокна. – 2010. – №2. – С. 25-30.
3. Кирюхин, Д.П. Радиационно-химический синтез теломеров тетрафторэтилена и их использование для создания тонких защитных фторполимерных покрытий / Д.П. Кирюхин [и др.]

др.] // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2008. – Т. 52. – № 3. – С. 66-72.

4. Пророкова, Н.П. Химический способ поверхностной активации волокнистых материалов на основе полиэтилентерефталата. Часть 1. Исследование действия растворов гидроксида натрия и препаратов на основе четвертичных аммониевых солей / Н.П. Пророкова, А.В. Хорев, С.Ю. Вавилова // Хим. волокна, 2009. №3. – С. 11-16.

5. Пророкова, Н.П. Модифицирование поверхностно-барьерным разрядом полиэфирных волокнистых материалов в целях улучшения их гидрофильности / Н.П. Пророкова, Т.Ю. Кумеева, С.М. Кузьмин, И.В. Холодков // Журнал прикладной химии. 2016. Т. 89, вып.1. – С. 119-127.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТЖИМА ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ В ВАЛКОВОЙ ПАРЕ С ДИНАМИЧЕСКИМ РЕЖИМОМ НАГРУЖЕНИЯ

MODELING THE DEWATERING PROCESS OF FIBROUS MATERIALS IN ROLLS PAIRE WITH PULSE LOADING

С.В. Ершов, Е.Н. Калинин
S.V. Ershov, E.N. Kalinin

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

Авторами была разработана математическая модель процесса механического обезвоживания волокнистого материала в валковой паре с динамическим режимом нагружения. В результате численного анализа разработанной модели были установлены основные зависимости технологических характеристик процесса механического обезвоживания волокнистого материала при динамическом режиме нагружения, которые образуют основу оптимального проектирования принципиально новых систем для механической обработки волокнистых материалов распределенным давлением с широким спектром конструктивных и технологических характеристик.

Ключевые слова: механический отжим; динамический режим нагружения; массообмен; ячеечная модель.

The authors developed a mathematical model of mechanical dewatering process of fibrous materials in roll devices with the dynamic mode of loading (pulse loading). As a result of the numerical analysis of the developed model, the main dependences of the technological characteristics of the fibrous materials mechanical dewatering process under pulse loading conditions were established. These dependences give the opportunity to form the basis for the optimal design of fundamentally new systems for mechanical processing of fibrous materials with distributed pressure with a wide range of design and technological characteristics.

Key words: mechanical dewatering; pulse loading; mass transfer; cell model.

Рациональное проектирование современного валкового оборудования и разработка оптимальных режимов его эксплуатации должны основываться на теоретическом анализе и изучении процессов, протекающих в структуре волокнистого материала при его обработке распределенным давлением. Это определяет актуальность дальнейшего совершенствования методов проектирования валкового оборудования с использованием средств компьютерного моделирования, являющимися основой для принятия оптимальных технических решений. При этом важное практическое значение для текстильной промышленности приобретает возможность получения достоверных сведений об основных параметрах работы оборудования и физических явлениях, протекающих в капиллярно-пористой структуре волокнистого материала [1].

Целью работы является разработка математической модели процесса механического обезвоживания волокнистого материала в валковой паре с динамическим режимом нагружения. Практический и научный интерес при этом представляют закономерности, характеризующие взаимосвязь геометрических, кинематических, гидравлических и динамических параметров, изменяющихся по ширине зоны контакта валов с обрабатываемым волокнистым материалом.

Главной задачей математического моделирования процесса механической обработки волокнистого материала в валковой паре является установление связи между остаточной влажностью волокнистого материала и основными параметрами процесса. Традиционно процесс механической обработки длинномерного материала распределенным давлением в валковых устройствах осуществляется в статическом режиме нагружения при постоянной

технологической нагрузке. При динамическом режиме нагружения в потоке жидкости, движущейся через капиллярно-пористую структуру волокнистого материала, возникают явления гидравлического удара, которые интенсифицируют процесс массообмена в структуре материала и тем самым повышают эффективность его обработки. Разработанная нами ячеечная модель описывает процесс массообмена в структуре волокнистого материала при статическом и динамическом режимах нагружения [2, 3, 4] и позволяет исследовать процесс обезвоживания волокнистого материала в валковой паре с разными параметрами как для статического, так и для динамического режима нагружения.

Основные элементы модельного представления процесса механического обезвоживания волокнистого материала показаны на рис. 1.

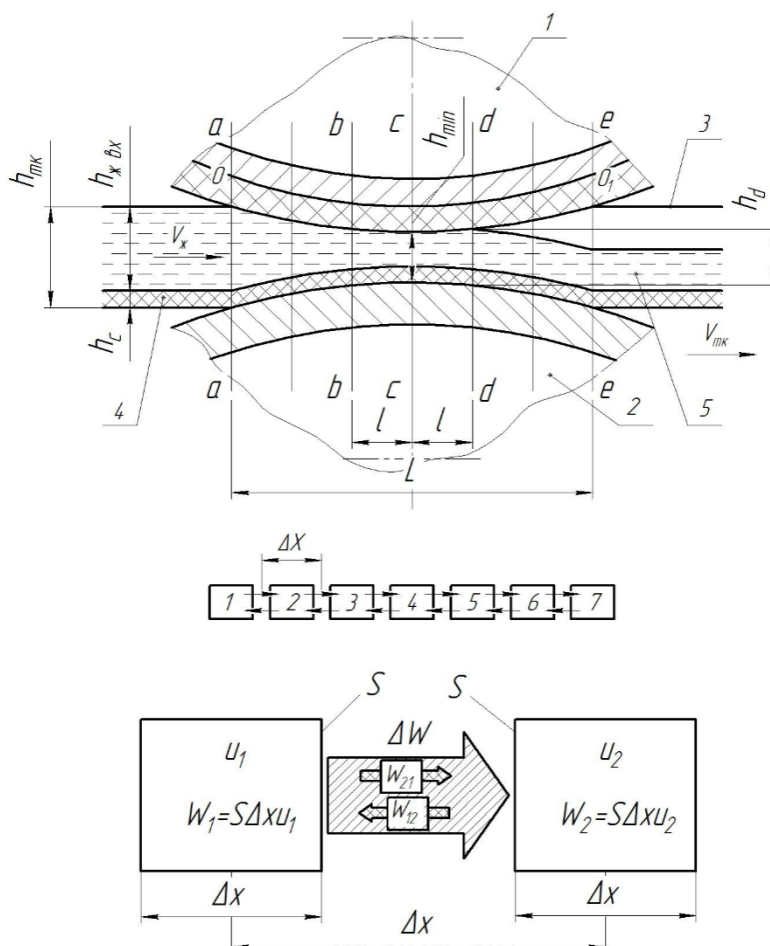


Рис. 1. Моделирование процесса механического обезвоживания волокнистого материала в валковой паре: 1,2 – валы отжимного устройства; 3 – обрабатываемый материал; 4 – твердый скелет ткани; 5 – свободная влага

На рис. 1 обозначено: h_{mk} – толщина ткани; h_c – толщина скелета ткани; $h_{ж\ вх}$ – толщина жидкого слоя на входе; h_{min} – минимальная толщина деформированного слоя ткани в зоне контакта валов; h_d – толщина деформированного слоя ткани в сечении $d-d$, в котором скорость фильтрации и гидравлическое давление равно нулю; V_{mk} – скорость проводки ткани; $V_{ж}$ – скорость жидкости; L – ширина зоны контакта валов; l – величина, характеризующая сечение зоны контакта, где происходит разрыв потока жидкости и скорость фильтрации становится равной нулю; u – концентрация влаги в ячейке; Δx – ширина ячейки; S – высота ячейки; W – влагосодержание ячейки.

Переход от ячеечной модели, описывающей процесс массообмена в капиллярно-пористой структуре текстильного материала, обрабатываемого в валковой паре при статическом режиме нагружения, к моделированию переходных состояний процесса

массообмена в зоне контакта валковой пары при динамическом режиме нагружения возможен с учетом величины знакопеременного давления ΔP , создаваемого механизмом нагружения, и являющегося частью удельной нагрузки, необходимой для создания гидравлического давления в жале валов при динамическом режиме нагружения.

Величина знакопеременного давления ΔP зависит от технических характеристик и технологических параметров работы механизма нагружения, который обеспечивает динамический режим нагружения, и от свойств жидкой среды, содержащейся в структуре обрабатываемого текстильного материала:

$$\Delta P = \sqrt{\rho \cdot c \cdot I} \cdot 4,6 \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

где ρ – плотность жидкой среды, кг/м³;

c – скорость распространения звуковых волн в среде, м/с;

I – интенсивность – физическая величина, количественно характеризующая поток энергии, переносимой волной в направлении распространения, Вт/м²:

$$I = 2 \cdot (\pi \cdot f \cdot \xi)^2 \cdot \rho \cdot c, \quad (2)$$

где f – частота упругих колебаний, Гц;

ξ – амплитуда смещений, м.

Скорость фильтрации жидкости V_ϕ через капиллярно-пористую структуру текстильного материала, в соответствии с законом фильтрации Дарси, определяется равенством:

$$V_\phi = \frac{k_\phi}{\mu} \cdot \frac{D_p}{l}, \quad (3)$$

где k_ϕ – коэффициент фильтрации текстильного материала;

μ – коэффициент динамической вязкости жидкости, Па · с;

D_p – перепад давления на длине среды l , Па.

При динамическом режиме нагружения к статической нагрузке в жале валов добавляется возникающее при этом дополнительное знакопеременное давление ΔP , вследствие чего выражение (3) примет вид:

$$V_\phi = \frac{k_\phi}{\mu} \cdot \frac{D_p + \Delta P}{l}, \quad (4)$$

Вычислительная процедура определения остаточной влажности текстильного материала в ячеечной модели [2] обеспечивается переходной матрицей, которая описывает распределение влаги в текстильном материале вдоль длины зоны контакта валов. Параметрами, формирующими переходную матрицу, являются скорость проводки текстильного материала V_{mk} и скорость движения частиц жидкости в его капиллярно-пористой структуре $V_{жс}$. Скорость проводки текстильного материала V_{mk} , скорость движения частиц жидкости $V_{жс}$ и скорость фильтрации V_ϕ связаны между собой равенством [5]:

$$V_\phi = V_{жс} - V_{mk}, \quad (5)$$

Из выражения (5) следует, что при постоянном значении величины скорости проводки текстильного материала V_{mk} изменение скорости фильтрации жидкости V_ϕ сопровождается

изменением скорости движения частиц жидкости $V_{жс}$ в капиллярно-пористой структуре материала.

Таким образом, при динамическом режиме нагружения скорость движения частиц жидкости $V_{жс}$ и скорость фильтрации V_{ϕ} в жале валов будут иметь большую величину, чем при статическом режиме нагружения за счет дополнительного знакопеременного давления ΔP . Подключая в ячеечную модель [2] дополнительные параметры устройства для создания динамического режима нагружения и детальное описание физических явлений, происходящих в жале валов под действием упругих колебаний, мы получили компьютерную модель переходных состояний процесса массообмена в зоне контакта валковой пары при динамическом режиме нагружения. При этом структура переходной матрицы сохраняется.

Численный анализ разработанной нами компьютерной модели выполнен применительно к хлопчатобумажной ткани миткаль арт. 15 при толщине ткани $h_{mk}=0,245$ мм и толщине скелета ткани $h_c=0,087$ мм [5], который состоит из твердых частиц и химически связанной с ними влаги. Условиям численного эксперимента соответствуют: значение скорости ткани $V_{mk}=2,5$ м/с, значения диаметров валов $D_i=200$ мм, минимальная толщина деформированного слоя ткани $h_{min}=0,1$ мм, а также параметры пьезокерамического актюатора, генерирующего упругие колебания высокой частоты в устройстве для создания динамического режима нагружения, такие как амплитуда смещений $\zeta=0,01$ мм и три значения частоты упругих колебаний f , равных 35, 42,5 и 50 кГц.

Результаты модельного эксперимента по определению скорости фильтрации жидкости V_{ϕ} при статическом режиме нагружения ($f=0$ кГц) и динамическом для трех значений частоты f приведены на рис. 2. Для статического режима нагружения максимальное значение скорости фильтрации жидкости V_{ϕ} равно 3515 мм/с. При динамическом режиме максимальная скорость фильтрации жидкости V_{ϕ} равна 3805, 3868 и 3930 мм/с для трех значений частоты f , равных 35, 42,5 и 50 кГц, соответственно. Разница значений скоростей для статического и динамического режимов нагружения сохраняется на всей длине зоны контакта валов.

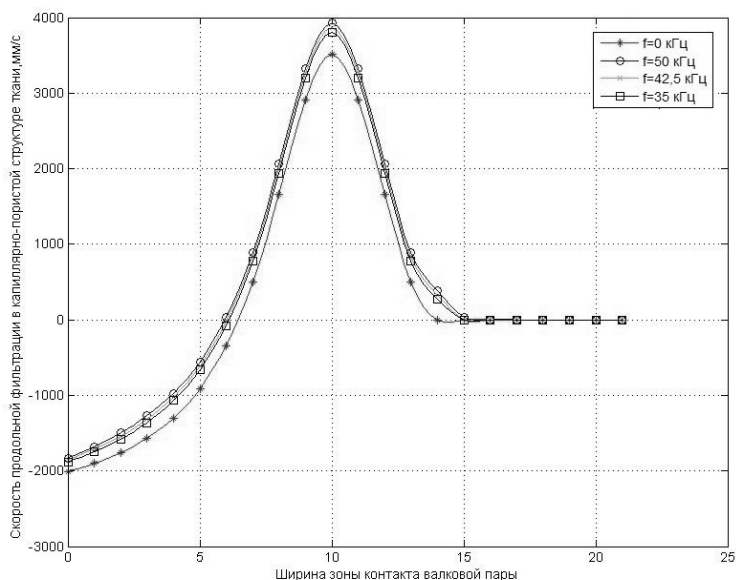


Рис. 2. Изменение скорости движения жидкости в зоне контакта валковой пары

Остаточная влажность обрабатываемого текстильного материала в жале валов W при статическом и динамическом режимах нагружения представлено на рис. 3. Численный анализ разработанной нами компьютерной модели позволяет сделать вывод, что эффективность использования динамического режима нагружения по отношению к

традиционно используемому статическому режиму нагружения для указанных параметров текстильного материала, процесса обработки и механизма нагружения составляет 3%.

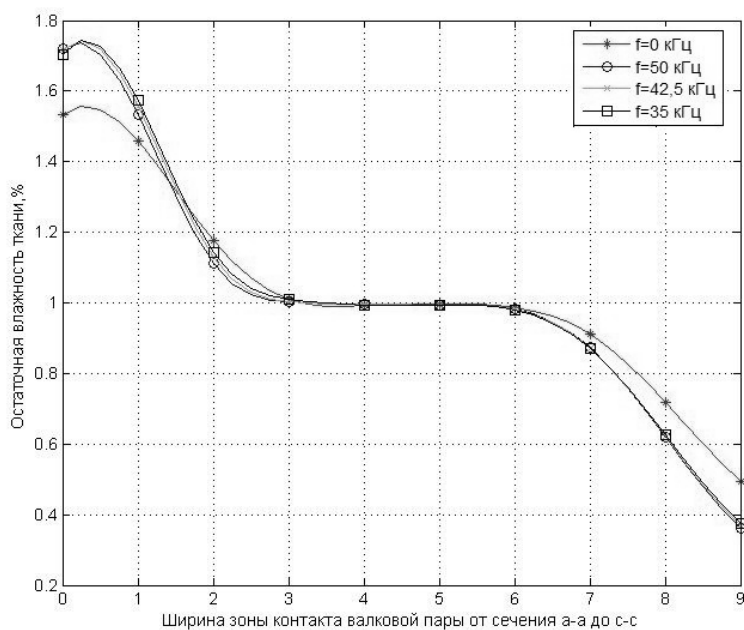


Рис. 3. Изменение остаточной влажности волокнистого материала в зоне контакта валковой пары

Модель приведена к машинному виду и позволяет рассчитать остаточную влажность волокнистого материала при известных параметрах процесса для статического и динамического режима нагружения валов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ершов С.В., Калинин Е.Н. Концептуальная модель процесса механического воздействия на текстильный материал в валковом устройстве с динамическим режимом нагружения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №7, С. 118 – 120.
2. Ершов С.В., Калинин Е.Н. Синтез ячеечной модели массообмена в процессе обезвоживания волокнистого материала распределенным давлением // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №6, С. 118 - 121.
3. Ершов С.В., Калинин Е.Н. Компьютерный анализ ячеечной модели процесса механического обезвоживания волокнистого материала в валковой паре // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №1, С. 137 - 140.
4. Ершов С.В., Калинин Е.Н. Компьютерная модель переходных состояний процесса массообмена в зоне контакта валковой пары // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №2, С. 117 - 120.
5. Кузнецов В.А. Физическая модель процесса отжима ткани /В.А. Кузнецов, Н.А. Петров, В.М. Картовенко // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. –1987, №2, с. 90 – 93.

РАСШИРЕНИЕ АССОРТИМЕНТА ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИОННОГО ПОЛИМЕРНОГО EVA МАТЕРИАЛА

EXPANDING THE RANGE OF PRODUCTS BASED ON COMPOSITE POLYMER EVA MATERIAL

А.Д. Зотова, Л.Г. Хисамиева
A.D. Zotova, L.G. Khisamieva

Казанский национальный исследовательский технологический университет
Kazan National Research Technological University
E-mail: lg-kgtu@mail.ru

Предложена новая идея применения EVA материала для действующего предприятия. Разработаны конструктивно - технологические характеристики термической сумки. Оптимально подобран пакет материалов. Показано, что изготовленный опытный образец проектируемого изделия сумки имеет низкую себестоимость.

Ключевые слова: EVA материал, этиленвинилацетат, термическая сумка, взаимоукладываемость, себестоимость

A new idea of using EVA material for an operating enterprise is proposed. The constructive and technological characteristics of the thermal bag have been developed. Optimally selected package of materials. It is shown that the manufactured prototype of the designed bag product has a low cost price.

Key words: EVA material, ethylene vinyl acetate, thermal bag, interdependence, cost price

Изобретение полимеров, подробное изучение их свойств, открыло неограниченные возможности для человека. В процессе полимеризации соединения получают характеристики, которые в несколько раз превышают показатели исходного вещества. Наглядный пример трансформации всем известного полиэтилена — полимер с технологией EVA, когда во время синтеза добавляют к молекулам этилена винилацетат в разной концентрации. Этиленвинилацетат (ЭВА, EVA) – это высокомолекулярное соединение, которое относится к полиолефинам и которое получается в результате сополимеризации этилена и мономера винилацетата. Иными словами можно сказать это вспененный микропористый полимер.[1]Количество винилацетата отражает характеристику и тип материала.

Спектр применения композиционного EVA материала в различных областях промышленности постоянно расширяется. В данном проекте предлагается изготовления нового ассортимента изделия из композиционного EVA материала для внедрения на действующем предприятии EVA Smart, г. Казань (компания ООО "Транс-Экспресс").ООО «Транс-экспресс» - один из крупнейших производителей автомобильных коврикков из ячеистого сэвилена, изготовленного на основе революционного сополимера этилена и винилацетата. Компания занимается производством автоаксессуаров с конца 1999 года.Компания закупает всю палитру производимых цветов ячеистого сополимера этилена и винилацетата в количестве, достаточном для поддержания самого широкого ассортимента продукции.В условиях стремительного развития технологии необходимо расширять границы производства компании, чтобы увеличить свое финансовое состояние в рыночной экономике.

Обоснован, разработан и изготовлен экспериментальный образец изделия из композиционного EVA материала–термическая сумка.Термосумка (сумка термос) – это изделие из теплоизоляционного материала, который способствует длительному сбережению в сумке тепла/холода. Устройство даёт возможность продолжительное время сохранять

продукты свежими. Охлаждение/согревание производит не сама сумка, она просто затормаживает потерю тепла или холода (не касается генерирующих тепло моделей).

Материал EVA (этиленвинилацетат) обладает необходимыми основными характеристиками, соответствующими требованиям, предъявляемым к данному ассортименту изделия:

1. Гибкость, упругость, эластичность. Они выдерживают нагрузку на растяжение до 18 МПа.
2. Прочность сочетается с низкой твердостью: 15 — 47 D по Шору (у обычного школьного ластика 50 — 55 D).
3. Низкое водопоглощение (около 0,1%, у гранита — 0,5%), водонепроницаемость, но низкие барьерные свойства для газов, пара.
4. Устойчивость к действию агрессивных сред, химических веществ.
5. Низкая масса: при плотности, такой же, как у ПВХ, масса меньше в 4 раза.
6. Выдерживает нагрев до +80°C, охлаждение до -65°C.
7. Отсутствует запах, при контакте с кожей не вызывает аллергической реакции.
8. На поверхности и в глубине высокомолекулярных соединений нет условий для размножения и роста бактериальной, грибковой флоры. [2]

Процесс производства термосумки состоит из нескольких последовательных этапов:

1. Подготовка лекал. Разрабатываются шаблоны лекал, для конкретного размера сумки

2. Раскрой. Лист материала EVA, необходимого цвета, укладывается на раскройный стол гладкой стороной вверх, сотами вниз. Поверх прикладывается лекало, контуры обводятся белым маркером. Когда весь комплект лекал перенесен на лист EVA, можно начинать вырезать. Кроить необходимо под прямым углом. Сделать это можно раскройным дисковым ножом.

3. Окантовка. Далее приступают к окантовке уже вырезанных заготовок из EVA листа. Окантовка дает материалу законченный вид и защищает места среза от механического воздействия. Начинать окантовку лучше с нижней части детали, гладкой стороной вверх. В качестве окантовки использована ременная стропа из полипропилена. Оптимальная ширина ленты – 30 мм, поэтому окантовка выполнена в 2 сложения.

На рис.1 представлен опытный образец проектируемого изделия.



Рис.1. Опытный образец сумки термической

В процессе разработки построены рабочие проекции изделия: передняя, задняя и боковые стенки, дной крышка (вверх) термосумки. Детали проектируются относительно осей симметрии, и затем наносятся конструктивные и вспомогательные линии, заданные на эскизе

и рабочих проекциях. Полученный базовый чертёж детали обводят сплошной основной линией.

При построении симметричных деталей достаточно выполнить построение половины детали, указывая линию середины. Рабочий чертеж детали выполняется тонкой сплошной линией, откладывается величина припуска на технологическую обработку на равном расстоянии от базового эскиза.

Оптимально подобран пакет материалов из композиционного EVA материала и теплоизолятора, который отражает требования функциональности термосумки.

Для запуска термосумок в производство необходимо провести экономический анализ трудовых и материальных расходов. Рассчитывается взаимоукладываемость, степень совмещения контуров одноименных деталей. Получены высокие показатели средневзвешенной укладываемости комплекта проектируемого изделия, т.к. учтены и заложены конструкции швов и конфигурация отрезных деталей, которые позволили достичь рационального использования материалов.

Изготовленный опытный образец термосумки имеет низкую себестоимость. Ниже, в таблице 1, представлена калькуляция на проектируемую модель.

Таблица 1

Калькуляция на проектируемую модель.

Перечень статей	Сумма затрат, руб	Структура себестоимости
Стоимость основных деталей изделия	693,8	43,18
Затраты закройного цеха	77,2	4,80
Итого: деталей закройного цеха	771	47,98
Стоимость вспомогательных материалов	14,76	0,91
Затраты цеха	1,77	0,11
Итого: стоимость вспомогательных материалов	16,53	1,02
Заработная плата производственных рабочих	242,0	15,06
Начисления на заработную плату	72,6	4,51
Начисления по накладным расходам	372,3	23,1
Итого: производственная себестоимость	1474,13	91,7
Коммерческие расходы	132,6	8,31
Всего: полная коммерческая себестоимость	1606,73	100

Разработанный ассортимент изделия предлагается для использования в сфере отдыха и туризма (перевозка напитков и продуктов питания), а так же в медицине (доставка лекарств), кулинарии (доставка горячих обедов).

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева И.Н. Этилена сополимеры // Энциклопедия полимеров. Т. 3. –М.: Советская энциклопедия, 2017г. С. 1011-1016.
2. Миронюк В.П., Ковалева Г.В., Григорьева Т.В. Олефиновые термопластичные эластомеры – новые перспективные композиционные материалы. Л., ЛДНТП, 2019г.

**ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ В
КАЧЕСТВЕ СВЯЗУЮЩЕГО ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТАФТИНГОВЫХ КОВРОВ**

**THE POSSIBILITY OF USING THERMOPLASTIC POLYMERS AS A BINDER IN THE
PRODUCTION OF TUFTED CARPETS**

Т.О. Имбировский
T.O. Imbirovsky

Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна
Saint Petersburg State University of Industrial
Technologies and Design
E-mail: imbir1993@gmail.com

В настоящее время тафтинговый способ выработки ковров является наиболее распространенным благодаря своей высокой производительности. Особенность данного способа состоит в том, что в процессе ворсообразования нить не закрепляется в грунтовом материале. Это происходит позднее, когда на изнаночную сторону сурового коврового изделия приклеивают вторичную основу. В качестве связующего используют преимущественно синтетические латексы, однако их приготовление в нужной концентрации требует наличие химической станции. Помимо этого, сушильные камеры, которые используют для отверждения связующего, потребляют большое количество энергии и занимают значительные площади. В качестве альтернативы латексным связующим были предложены термопластичные полимеры.

Ключевые слова: тафтинговые ковры, латексное связующее, термопластичная пленка, тафтинговые материалы, тафтинг, дублирование основы.

Currently, the tufted method of carpet production is the most common due to its high productivity. The peculiarity of this method is that in the process of pile formation, the thread is not fixed in the ground material. This happens later, when a secondary base is glued to the wrong side of the carpet product. As a binder, synthetic latexes are mainly used, but their preparation in the desired concentration requires the presence of a chemical station. In addition, drying chambers that are used for curing the binder consume a large amount of energy and occupy a large area. Thermoplastic polymers have been proposed as an alternative to latex binders.

Keyword: tufted, latex binder, thermoplastic film materials, tufted, tufting, duplication foundations, research, replacement binders.

В настоящее время благодаря автоматизации технологических процессов и удешевлению сырья, ковровые покрытия больше не являются предметом роскоши и символом достатка. Почти 90% ковров и ковровых покрытий на мировом рынке произведены по тафтинговому способу. Данная технология включает в себя: прошивание грунтового материала ворсовой пряжей или ворсовыми нитями, нанесение на изнаночную сторону сурового материала связующих веществ для закрепления ворсовых пучков в грунтовом материале, крашение или печатание ворсовой поверхности. А так же стрижку, разрезание, обшивание кромок ковров на оверлочной машине, разбраковку, маркировку и упаковку готовых ковровых изделий.

Дублирование прошитого ворсовой нитью грунта производится с целью увеличения износостойкости коврового покрытия, сохранения стабильности размеров коврового покрытия при эксплуатации, улучшения теплоизоляционных, звукоизоляционных и звукопоглощающих свойств коврового покрытия, а так же снижения электризуемости коврового покрытия при ходьбе. Дублирование сурового коврового материала осуществляется с помощью латекс-машины, которая представляет собой непрерывную поточную линию, состоящую из связанных между собой секций [1, с. 125 - 136].

Однако, несмотря на высокую производительность и полную автоматизацию процесса, машина обладает рядом недостатков как конструкционных, так и технологических. Стоит учесть, что существенными недостатками обладает и сам связующий материал на основе латекса. Его использование требует наличие в цеху система фильтрации воздуха и очищение сточных вод, а для его подготовки на предприятии устанавливается особая химическая станция [4, с. 224]. В случае малейшего отклонения от рецептуры, линия дублирования полностью останавливается до приготовления нового раствора. Замена латекса на термопластичный полимер не только позволит сократить количество потребляемой энергии за счет уменьшения сушильной секции, но так же уменьшит трудоемкость процесса путем замены ванны с жидким связующим на устройство для подачи плёнки.

Рецептура клеевого компаунда, применяемая на ООО «Нева-ТАФТ», следующая:

- Латекс LM 2570;
- Вода;
- Мел/Наполнитель (часто используют гидроксид алюминия $Al(OH)_3$ – понижает пожароопасность);
- Мыло (придает большую пористость);
- Загуститель SYNTHOMER AD 401.

В работе предлагается заменить латексное связующее связующим на основе полимерной пленки. Это позволит резко снизить энергетические затраты, улучшить прочностные показатели и повысить производительность процесса.

Для отработки температурно-временного технологического режима термообработки при использовании термопластичной полимерной пленки, был проведен полный факторный эксперимент типа 2^3 . Основной характеристикой для оценки новой технологии была выбрана прочность соединения грунтового материала и вторичной основы, так как к ковровым покрытиям предъявляются высокие требования к прочности и износостойкости. В качестве термопластичного материала был выбран полиэтилен, так как данный материал является распространенным и дешевым. Количество связующего материала выбиралось с учетом существующего ассортимента.

Состав ворсовой нити, грунтового материала и вторичной основы учитывался исходя их материалов, используемых на предприятии ООО «Нева-Тафт» в городе Санкт-Петербурге.

Температура подошвы подбиралась с учетом температуры плавления веществ, входящих в состав тафтингового материала, указанных в таблице 1.

Таблица 1

Температура плавления и состав тафтингового материала

Наименование слоя/ состав	Температура плавления, °С
Ворс/полиамид	220-260
Грунтовый материал/полипропилен	160
Вторичная основа/полиэфир	260
Связующее вещество/полиэтилен	60-80

Из таблицы видно, что минимальной температурой плавления обладала полиэтиленовая пленка, что составляет 60-80°С, а максимальная температура наблюдается у ворса из полиамида - 260°С. В результате предварительного эксперимента было установлено, что термопластичная плёнка приклеивается к основе после 60 секунд термической обработки и выше.

Рассматриваемые факторы, интервалы и уровни варьирования указаны в таблице 2.

Таблица 2

Интервалы и уровни варьирования рассматриваемых факторов

Факторы	Уровни варьирования факторов			Интервалы варьирования
	-1	0	+1	
X_1 – температура нагрева термопластичного материала, °С	110	145	180	35
X_2 – время нагрева образцов, с	60	90	120	30
X_3 – поверхностная плотность термопластичной пленки, Н/м	80	140	200	60

Процесс соединения осуществлялся с помощью термопресса PressTec PT3804B представленного на рисунке 1.

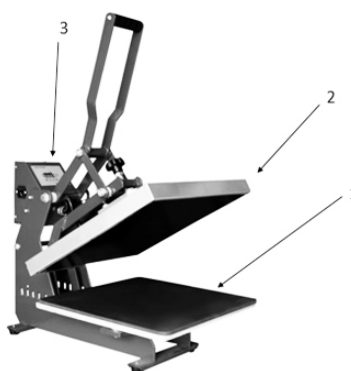


Рис. 1. Термопресс PressTec PT3804B 40x50 см
1- столик для образца; 2-нагревательный элемент;
3-установка температуры и времени прессования

Предварительный эксперимент показал, что в процессе термической обработки образцы могут давать усадку. Не смотря на то, что основной задачей связующего материала является создание клеевого соединения необходимой прочности, этот процесс невозможно рассматривать отдельно от усадки, так как она существенно влияет на качество конечного изделия и является следствием воздействия температуры и продолжительности процесса на материал. Поэтому, в качестве исследуемых параметров были приняты усадка (y_1 , %) и прочность при расслаивании (y_2 , Н/м).

Определение прочности клеевого соединения происходило по ГОСТ 28966.1-91 «Клеи полимерные. Метод определения прочности при расслаивании». Согласно этому документу, параметр определяется на разрывной машине. Испытание проводят при скорости передвижения подвижного захвата 100 мм/мин. При разрыве одной из подложек образца испытание проводят при выборочной скорости 30-100 мм/мин.

Прочность при расслаивании $P_{кл}$ вычисляется по следующей формуле (1):

$$P_{кл} = \frac{P}{b}, \quad (1)$$

где P - разрушающее усилие, Н; b - ширина клеевого шва, м.

Линейная усадка определялась по следующей формуле:

$$y = \frac{L_0 - L_1}{L_0} 100\%, \quad (2)$$

где L_0 - длина точечной пробы до обработки, мм, а L_1 - длина точечной пробы после обработки, мм.

Для проведения опытов по определению силы сцепления грунтового материала и вторичной основой были проведены опыты на разрывной машине ZT-20, представленная на рисунке 2, которая позволяет измерять усилие на отрыв от 0 до 20 ньютонов.



Рис. 2. Разрывная машина ZT-20

Данные результатов эксперимента по определению усадки указаны в таблице 3, а для прочности при расслаивании – в таблице 4.

Таблица 3

Исходная таблица для анализа усадки тафтингового материала под воздействием тепловой обработки, %

Температура подошвы прессы, °С	Время прессования, с			
	60 (A_0)		120 (A_1)	
	Поверхностная плотность связующего материала, г/м ²		Поверхностная плотность связующего материала, г/м ²	
	80 (B_0)	200 (B_1)	80 (B_0)	200 (B_1)
110	(1) 0,12	b 1,86	a 2,54	ab 3,64
	0,12	1,84	2,45	3,64
	0,12	1,85	2,56	3,59
180	c 1,12	bc 2,95	ac 5,80	abc 6,76
	1,15	3,07	5,70	6,85
	1,11	3,05	5,70	6,65

Таблица 4

Исходная таблица для анализа прочности при расслаивании под воздействием тепловой обработки, Н/м

Температура подошвы прессы, °С	Время прессования, с			
	60 (A_0)		120 (A_0)	
	Поверхностная плотность связующего материала, г/м ²		Поверхностная плотность связующего материала, г/м ²	
	80 (B_0)	200 (B_1)	80 (B_0)	200 (B_1)
110	(1) 110,06	b 248,43	a 320,35	ab 509,94
	98,30	245,42	336,69	523,02
	99,20	261,51	333,42	536,09
180	c 189,59	bc 353,04	ac 627,62	abc 899,59
	202,67	359,58	621,08	941,43
	183,06	356,96	640,70	906,13

В процессе нанесения термопластичной плёнки был оставлен 1 см для закрепления образца на разрывной машине ZT-20 и последующего измерения усилия на расслаивание. В один из зажимов закреплялся кончик войлочного образца, а в другой зажим закреплялся грунтовый материал. Для проведения эксперимента были выкроены образцы из готового тафтингового материала шириной 2 см и длиной 6 см. Пленку с войлоком скрепляли с помощью термопресса при различной температуре и времени прессования. Далее на разрывной машине определяли усилие необходимое для их расслаивания. После этого фиксировали максимальную силу расслаивания от войлочной основы.

Образцы, полученные в условии (-1) расслаивались с приложенным усилием ниже точности измерения прибора. Для расчета коэффициентов математической модели большое распространение получил метод наименьших квадратов, который обеспечивает минимум суммы квадратов отклонений расчетных значений выходного параметра от экспериментальных данных [5, с. 94-102].

Для упрощения математической модели была проведена оценка значимости коэффициентов регрессии. Оценка производится по критерию Стьюдента $t_R\{a_i\}$, расчетное значение которого вычисляется по формуле 3:

$$t_R\{a_i\} = \frac{|a_i|}{S\{a_i\}}, \quad (3)$$

где $S\{a_i\}$ - среднеквадратическое отклонение коэффициента регрессии.

Результаты оценок значимости коэффициентов регрессии для усадки указаны в таблице 5, а для прочности при расслаивании – в таблице 6 (значение $t_1=2,306$).

Таблица 5

Результаты расчетов коэффициентов математической модели y_1

Коэффициент	Знач. коэффициента	Значение $t(b_q)$	Оценка значимости
a_0	3,09	287,028	Значим
a_1	1,56	145,061	Значим
a_2	0,72	66,731	Значим
a_3	1,07	98,898	Значим
a_{12}	-0,19	17,398	Значим
a_{13}	0,52	48,328	Значим
a_{23}	0,01	0,928	Незначим
a_{123}	0,034	3,155	Значим слабо

Таблица 6

Результаты расчетов коэффициентов математической модели y_2

Коэффициент	Знач. коэффициента	Значение $t(b_q)$	Оценка значимости
a_0	399,97	173,561	Значим
a_1	199,70	86,656	Значим
a_2	112,04	48,618	Значим
a_3	123,48	53,583	Значим
a_{12}	7,65	3,322	Значим слабо
a_{13}	49,60	21,525	Значим
a_{23}	0,63	0,272	Незначим
a_{123}	22,64	9,824	Значим

При проведении экспериментов применялись методы математического планирования [3, с. 125 - 136]. Результаты расчетов коэффициентов математических моделей позволили получить регрессионные соотношения для усадки (4) и для прочности при расслаивании (5):

$$y_1 = 3,09 + 1,56x_1 + 0,72x_2 + 1,07x_3 - 0,19x_1x_2 + 0,52x_1x_3, \quad (4)$$

$$y_2 = 399,97 + 199,7x_1 + 112,04x_2 + 123,48x_3 + 49,6x_1x_3 + 22,64x_1x_2x_3, \quad (5)$$

Проанализировав данные можно сказать, что в обоих случаях наибольшее влияние оказывает температура подошвы термопресса, затем количество связующего материала, а после – время выдержки.

Приняв производительность машины, использующей в качестве связующего термопластичную пленку, по ширине равной латекс-машине, можно посчитать расход связующего, а зная удельную теплоёмкость вещества и его температуру плавления можно рассчитать энергопотребление для различных типов связующего. Результаты оценки технико-экономической эффективности за годовой период указаны в таблице 7.

Таблица 14

Оценка технико-экономической эффективности

Показатели	Значения	
Объем выпуска: метр пог./год	3 779 100	3 779 100
	15 116 400	15 116 400
Расход связующего на 1 м ² , т/год	18 139,68	5 441,90
Стоимость связующего, тыс.руб./год	1 179 079,2	248 150,8
Экономия за счет сокращения стоимости связующего, тыс.руб./год	930 929	
Расход энергии: МДж/год	27 009 983,52	1 861 130,18
	32 574,6	2 244,6
Экономия за счет сокращения потребляемой энергии, тыс. руб./год	30 329,9	
Общая экономия, тыс.руб./год	961 258, 96	

За счет замены латексного связующего на термопластичную пленку и за счет сокращения количества потребляемой энергии на нагрев и испарение воды можно сэкономить приблизительно 1 234 228,58 тысячу рублей в год. Такая сумма может объясняться тем, что при использовании термопластичной пленки необходимо затратить энергию лишь на расплавления полиэтилена, удельная теплоемкость которого почти в два раза ниже удельной теплоемкости воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бершев Е.Н. Изучение эксплуатационных свойств ковров // М.: Легкая индустрия, 1976. – 304-306 с.;
2. Севастьянов А. Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности // М.: Легкая индустрия, 2007. – 125 - 136 с.;
3. ГОСТ 28966.1-91 Клеи полимерные. Метод определения прочности при расслаивании– Введ. 1992-01-01.М.: Госстандарт России. Из-во стандартов, 1992, 20 с.;
4. Еркова Л. Н. Латексы // Л.: Химия, 1983. - 224 с.;
5. Имбировский Т. Возможность замены латексного связующего термопластичным полимером при производстве тафтинговых ковров// Вестн. мол. уч. СПбГУПТД 2018 Вып. 3. С. 94-102.

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПИГМЕНТНОЙ ПЕЧАТИ

DOMESTIC COMPOSITIONS FOR TEXTILE PIGMENT PRINTING

Ю.Е. Карцева, А.Р. Зимнуров, О.В. Козлова
Yu.E. Kartseva, A.R. Zimnurov, O.V. Kozlova

Ивановский государственный химико-технологический университет
Ivanovo State University of Chemical Technology
E-mail: office@sunnydress.ru, ovk-56@mail.ru

Работа посвящена обоснованию эффективности применения отечественных полимерных связующих и сшивателей нового поколения в пигментной печати

Ключевые слова: текстильные материалы, печать пигментами, полимерные связующие, сшиватели.

The work is devoted to the substantiation of the effectiveness of the application of Russian polymer binders and new generation crosslinkers in pigment printing

Keywords: textile materials, pigment printing, polymer binders, crosslinkers.

Традиционно для печати пигментами по текстильным материалам используют композиции, включающие полимерное связующее, загуститель и вспомогательные препараты, которые отвечают за эффективность процесса нанесения пигментной композиции и осуществления условий закрепления пигментов на текстильном материале.

В течение последних лет в сфере производства и потребления лакокрасочной продукции в экономически развитых странах наблюдается активное выдвижение требований на государственном и межгосударственном уровнях по защите окружающей среды и здоровья человека. В частности, ограничение использования опасных веществ, в том числе алкилфенолэтоксилатов в качестве смачивающих добавок и использования растворителей, классифицируемых как летучие органические соединения.

Пигментные пасты являются важным сырьевым компонентом в производстве, особенно, текстильного назначения. К сожалению, до настоящего момента, в рецептурах пигментных паст отечественных и большинства зарубежных производителей содержатся гликоли и другие органические растворители, алкилфенолэтоксилаты и другие вещества, классифицируемые как опасные для окружающей среды и здоровья человека.

Одним из важных международных требований к текстильным материалам является отсутствие в них следующих веществ [1-2]: нонилфенолэтоксилаты (NPEO)/(OPEO), октилфенолэтоксилаты, алкилфенолэтоксилаты (АФЭО (англ. – APEO)), алкилфенолы (АФ (англ. – AP)), алкилфенолфосфиты, которые по настоящее время еще присутствуют в полимерах-связующих. Поэтому и ткани и применяемые реактивы не могут составлять пока конкуренцию импортным аналогам.

Наиболее важным преимуществом использования эко-связующих является значительное уменьшение и разрешение проблем, связанных с выделением запаха, наличием растворителей и других опасных летучих соединений, как в производстве и его отходах, так и в выпускаемых материалах. Отсутствие опасных веществ повышает уровень безопасности использования продуктов с маркировкой NO-VOС и APEO-free производителями, конечными покупателями и детьми.

В связи с этим по рекомендации ученых ИГХТУ химической компанией ООО «Сван» разработан новый препарат Ларус-21из, отвечающий требованиям безопасности. Целью исследований явилась апробация связующего нового поколения фирмы ООО СВАН –

Ларус-21из и сравнение эффективности его использования с Рузином-14и и ходовым зарубежным аналогом.

Критериями оценки качества напечатанных тканей служили показатели: интенсивность – к/с (оцененная по функция Кубелки-Гуревича-Мунка), прочность окрасок к сухому, мокрому трению, жесткость грифа.

Технология печати заключалась в следующем: хлопчатобумажную ткань печатали с помощью сетчатых шаблонов печатной композицией состава, включающего, в г/кг: связующее-биндер - 40-100; загуститель - 12-15; пигмент – 20; эмульгатор - 0-3. Напечатанные образцы сушили в термошкафу при T=80°C, подвергали фиксации горячим воздухом при T=160°C, τ=2 мин. Комплекс колористических показателей свидетельствует, что при использовании отечественного эко-связующего Ларус-21-из достигаются технические и колористические результаты печати, не уступающие по качеству зарубежному аналогу.

Известно, что при пигментном колорировании тканей с вложением синтетических волокон очень трудно получить удовлетворительные прочностные окраски и чем больше синтетической составляющей в ткани, тем в большей степени эта проблема усугубляется. Решением этой проблемы является дополнительное введение в состав печатной композиции сшивающих компонентов, то есть препаратов, имеющих в своей структуре функциональные группы, способствующие образованию либо химических связей с волокнами, либо формированию пространственно-сшитых полимерных структур. Последнее позволяет закрепить в структуре полимера частицы пигмента и тем самым упрочить окраски к физико-химическим воздействиям. Нами использованы сшиватели, которые могут взаимодействовать как с целлюлозой, так и с функциональными группами акриловых сополимеров, а именно – глиоксаль и глицидиловый эфир (ГЭ). В качестве зарубежного аналога использован фиксатор N.

Таблица 1.

Используемый сшиватель	Наличие фиксатора, г/кг	Координаты цвета			HUE (тон)	Satur. (насыщ.)	Прочность к трению, балл
		R	G	B			
Глиоксаль	-	177	66	77	236	164	3
	+	163	50	49	236	170	4
Глицидиловый эфир	-	186	93	73	235	163	3
	+	192	78	64	235	165	4
Фиксатор N (зарубежный)	-	184	83	74	235	162	3
	+	183	75	66	235	164	4

В таблице 1 представлены колористические показатели окраски импероном красным KB при печати по хлопкополиэфирной ткани (50ХЛ/50ПЭ) без фиксатора и при его использовании. Как можно видеть показатели, характеризующие прочностные окраски к трению повышаются и не уступают по величинам зарубежным.

Провели спектральный анализ образцов – пленок полимера Рузина -14и как в чистом виде, так и с добавками сшивателей. Для регистрации спектров полимерных связующих был использован ИК-Фурье спектрометр Avatar 360 FT-IR ESP. На рис.1. представлены фрагменты спектров с пленок Рузина-14и и с добавкой к нему 10% сшивателя ГЭ, из которых видно, что по форме ИК-спектры очень похожи и содержит несколько характеристических полос, что типично для полимерных систем. Это и валентные симметрические и деформационные колебания связи – CH₂–(2880, 1420 см⁻¹), и маятниковое деформационное колебание связи –CH₂– δ (CH₂)_x (732 см⁻¹) полимерной молекулы. Несомненно, важным отличием является отсутствие пика 1605 см⁻¹, отвечающего предположительно за поглощение карбонильной группы (νC=O) [3].

О наличии взаимодействия и образовании межмолекулярных связей свидетельствует зависимость интенсивности пиков от их положения (см.табл. 2).

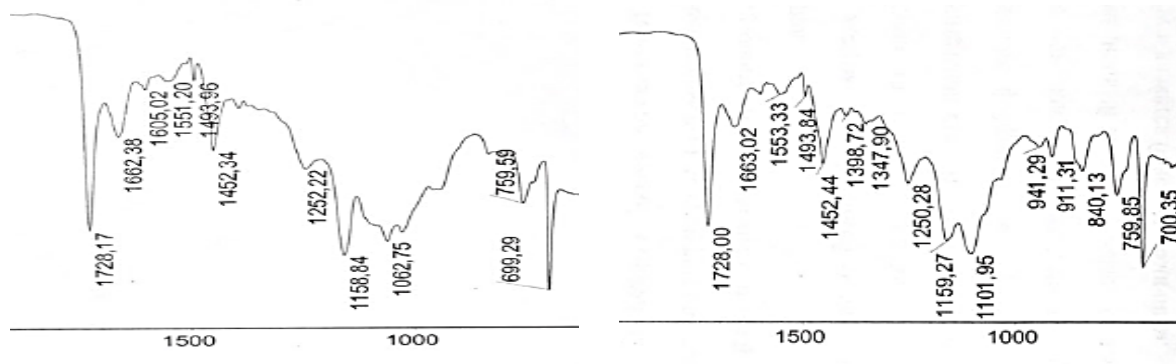


Рис.1. ИК-спектры: слева – с пленки Рузина-14и, справа – с пленки Рузина-14и с ГЭ

Таблица 2

Участок спектра, см ⁻¹	Рузин 14и + глиоксаль	Рузин 14и + сшивающий агент	Рузин 14и + загуститель	Рузин 14и + глицидиловый эфир
2928	50,02	55,84	63,99	41,16
2871	55,7	62,2	71,68	42,22
1662	41,89	46,4	53,3	37,03
1493	52,81	56,42	68,41	42,68
760	33	33,88	34,38	23,76
699	9,68	9,78	9,53	9,95

Полученные данные свидетельствуют о том, что в композиции Рузина 14и с глиоксалем и Рузина-14и с ГЭ пики расположены ниже. Данное явление может быть связано с тем, что в системах наблюдаются структурные изменения, связанные с частичным разрывом предположительно более прочных эфирных связей. При использовании этих препаратов в пигментной печати появляется вероятность для более прочного закрепления их в полимерной системе в результате образования пространственно-сшитых структур. Об этом свидетельствует повышение прочностных показателей окрасок.

Таким образом, оценена эффективность применения отечественных полимерных связующих нового поколения, в том числе новых, освобожденных от алкилфенолэтоксилатов (APEO-free), в пигментной печати; выявлены закономерности фиксации пигментов на текстильных материалах в присутствии новых полимеров и сшивающих отечественных препаратов. Показано, что при использовании отечественного препарата Ларус-21-из достигаются технические и колористические результаты печати, не уступающие импортным аналогам.

Полученные результаты могут быть использованы при выдаче рекомендаций для промышленного освоения технологии пигментной печати с использованием новых отечественных эко-связующих.

ЛИТЕРАТУРА

1. APEO Free URL: <https://www.dystar.com/apeo/> (дата обращения 20.05.2019).
2. Арео-free общие стирол акриловый сополимер/эмульсии полимера URL: <https://russian.alibaba.com/product-detail/apeo-free-general-styrene-acrylic-copolymer-polymer-emulsion-60337477807.html> (дата обращения 20.05.2019).
3. Преч Э., Бюльманн Ф., Аффольтер К. Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных / Structure Determination of Organic Compounds. Tables of Spectral Data: пер. с англ. Б.Н. Тарасевича. – Бинум. Лаборатория знаний, 2006. – С. 251–318.

**МОЛОДЫЕ FASHION БРЕНДЫ:
ОБЗОР ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО ОПЫТА ПО ИТОГАМ FHUB CONGRESS IVANOVO I**

**YOUNG FASHION BRANDS:
OVERVIEW OF THE POSITIVE EXPERIENCE FROM FHUB CONGRESS IVANOVO I**

А.С. Китаева
A.S. Kitaeva

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
kitaeva.nura@yandex.ru

В период с 7 по 11 сентября 2020 года состоялся Международный образовательный онлайн-конгресс FHUB CONGRESS IVANOVO, собравший спикеров из разных отраслей российской и зарубежной индустрии моды, работающих в этой сфере всю свою жизнь. Большое количество зрителей собрали лекции об истории успеха различных fashion брендов, например, лекция Евгении Легкодымовой (бренд «LAROOM») и Дарьи Самкович (бренд «I AM STUDIO»). Дизайнеры рассказывали о трудностях, с которыми они сталкивались на начальном этапе, о том, как развивался созданный ими бренд, и что привело к успеху и популярности их одежды. В данной статье выполнен анализ ассортиментной матрицы, стоимости одежды в онлайн-магазинах.

Ключевые слова: fashion бренд; fashion бизнес; дизайн одежды.

From September 7 to 11, 2020, the FHUB CONGRESS IVANOVO International Educational Online Congress was held, which brought together speakers from various sectors of the Russian and foreign fashion industry who have been working in this area all their lives. A large number of spectators gathered lectures about the success stories of various fashion brands, for example, a lecture by Evgeniya Legkodymova (brand "LAROOM") and Daria Samkovich (brand "I AM STUDIO"). The designers talked about the difficulties they faced at the initial stage, how the brand they created developed, and what led to the success and popularity of their clothes. This article analyzes the assortment matrix, the cost of clothing in online stores.

Keywords: fashion brand; fashion business; clothing design.

Начинающий дизайнер, при создании бизнеса в fashion-сегменте, может воспользоваться опытом известных брендов, создавая одежду в подобном ключе, однако, используя при этом свои наработки, собственный стиль и видение сегодняшней моды. Очень важно не потеряться в художественной составляющей дизайна одежды, придумывая неносибельные арт – объекты, и уметь балансировать между творчеством и коммерцией.

«LAROOM»

Евгения Легкодимова создала бренда женской одежды «LAROOM» в 2010 году, используя опыт и знания, полученные ею ранее в сфере продаж. Первые 11 луков были презентованы Евгенией на домашней вечеринке. Евгения сама конструировала лекала и проводила примерку, так как имела соответствующее образование.

Секрет успеха бренда заключается, по словам создательницы, в наличии широкого размерного ряда и отличной посадке одежды на фигурах. Лучшие модели до сих пор входят в вечернюю линию «LAROOM» и возглавляют топ самых востребованных изделий бренда. «Фишка» бренда - оригинальный фирменный принт на подкладке изделий, причём для каждого сезона разрабатывают новые рисунки. На производстве используется САПР, 3D примерка и примерка макета на манекене.

На сайте магазина «LAROOM» сформулирована философия бренда: «Бренд широко представлен на ведущих мульти-брендовых площадках Москвы и каждый сезон выставляется в Парижском шоу-руме "Find the name". Делая «акцент» на классическом

силуэте и крое, идеальной посадке моделей, философия бренда передается через «современное видение аристократической классики» [1].



Рис. 1. Коллекция осень/зима 2020 – 2021 бренда «LAROOM» [1]

На основе анализа ассортимента в интернет-магазине «LAROOM», можно сделать вывод, что основная стилистика бренда – это смешение элегантной классики и женственного романтизма, для которого характерны сдержанная цветовая гамма, неконтрастные принты в виде мелкого рисунка, монохромная гамма - бежевый, белый, черный, шампань, тёмная охра, бардовый и серый цвета. Присутствуют яркие акценты в качестве дополнительных аксессуаров - очки, ремни, принты на свитшотах и футболках.

В представленном ассортименте отсутствует одежда сложного кроя или арт-объекты. Большую часть ассортимента составляют вещи из базового гардероба, которые пользуются спросом у покупателей, о чём говорила и сама Евгения на своей лекции, т.к. такую одежду удобно сочетать друг с другом и легко дополнять любыми яркими аксессуарами, чтобы разнообразить повседневный образ. Одежда относится к категории высокого качества, разнообразна по материалам и фактурам, а также соответствует современному направлению моды.

Бренд позиционирует свою одежду вне времени и рассчитанную на несколько сезонов, и пропагандирует смарт-потребление, тем самым противопоставляя свои идеи современному fast-fashion.

Ценовой сегмент бренда относится к категории «выше среднего». На сайте представлены пальто, начиная от 48 тыс. руб., жакеты – 28 тыс. руб., платье – от 40 тыс. руб. и юбки от 20 тыс. руб.

«Наши наценки в разы ниже, чем принято в модной индустрии, именно поэтому мы не гоняемся за бесконечными распродажами и многие вещи не выставляем на sale. Наша главная идея - создание люксового авторского продукта по доступной цене для современного, думающего поколения» - так говорится на сайте бренда [1].

«I AM STUDIO»

Бренд основан в 2009 году Дарьей Самкович, и, как заявлено на сайте, является основоположником сегмента Middle-up в России. «Начиная с одного шоурума и небольшой команды энтузиастов, горящих идеей создать новый сегмент среди российских брендов одежды, к 2020 году «I AM STUDIO» имеет развитую сеть из 7 бутиков европейского уровня в крупных российских городах и команды, состоящей из более чем 100 человек. Совладельцем бренда и его управляющим партнером является Олег Воронин, позволивший «I AM STUDIO» добиться коммерческого успеха на рынке: за последние три года бренд увеличил свое производство и продажи в шесть раз» - говорится на сайте бренда.

Бренд также придерживается направления «осознанного потребления» и пропагандирует покупку более дорогих и качественных вещей, которые прослужат их владельцу дольше, при этом, не выходя из моды. Знаковыми вещами бренда являются жакеты, пальто, двубортные тренчи и изделия костюмной группы, которые на протяжении всего времени сохранили свою актуальность и популярность среди клиентов.

Сейчас бренд отшивает свои коллекции в России и Белоруссии, а ткани закупает в Италии, Португалии, Франции и Германии. Как говорила Дарья в своей лекции на конгрессе FHUB, её бренд также характеризуют как «народный люкс», а свою деятельность она называет не дизайном, а байенгом, т.е. в первую очередь бренд нацелен на хорошую продаваемость одежды, а не на создание нового уникального продукта. Раньше бренд выпускал 4 коллекции в год, а сейчас «новинки – «капсулы» выходят каждый месяц.

Одежда бренда является простой, повседневной и универсальной, подходящей подавляющему большинству покупательниц. Целевой аудиторией бренда являются молодые девушки и женщины в возрасте от 16 до 35 лет. Стиль - городской кэжуал с простым минимальным дизайном из материалов коммерческих оттенков с цветовыми яркими акцентами (обычно 2 – 3 ярких цвета на капсулу). В основном вся одежда монохромная, встречаются неконтрастные мелкие принты, геометрические мотивы, линейно-графические орнаменты, цветочные рисунки.

Практически каждая вещь, выпускаемая брендом, может быть включена в базовый гардероб, т.к. не имеет ярко выраженного стилевого направления и может быть использована как «чистый холст» для создания более интересных образов с дополнением другими видами одежды и аксессуарами.

Ценовая политика бренда немного ниже, чем у бренда «LAROOM». Стоимость пальто начинается от 28 тыс. руб., жакетов от 18 тыс. руб., джемперов от 9 тыс. руб. и сорочек от 7 тыс. руб. [2]



Рис.2. Новая капсульная коллекции бренда I AM STUDIO сезона осень [2]

У себя на сайте бренд размещает постоянную коллекцию «Timeless», включающую одежду, составляющую базовый гардероб бежевых, черных и серых цветов. «В неё входят ключевые модели «I AM STUDIO», ставшие за годы существования бренда иконами и любимыми вещами сотен девушек. В них есть всё, во что мы верим и что транслируем в каждой коллекции: годами отточенные линии, идеальные пропорции, продуманные детали и безупречный крой» - так описывается на сайте эта линейка одежды. [3]



Рис. 3. Коллекция «Timeless» бренда I AM STUDIO [3]

Таким образом, изучив историю становления и ассортимент брендов «LAROOM» и «I AM STUDIO», а также послушав лекции о внутренней работе данных брендов от их создательниц Евгении Легкодымовой и Дарьи Самкович на онлайн-конгрессе FHUB CONGRESS IVANOVO, можно сделать следующие выводы:

1. Оба бренда выпускают коммерческие коллекции одежды, подходящей под понятие «базового гардероба».
2. Цвета, пользующиеся популярностью у дизайнеров, являются приглушёнными и «аристократичными», т.е. в одежде данных брендов не используется открытых цветов, они обязательно сложные и имеющие какой – либо подтон.
3. Крой одежды является универсальным, без использования сложных элементов, однако её отличает хорошая посадка изделий, высокого качества фурнитура и изготовление в целом.

4. Ценовая политика этих брендов относится к сегменту Middle-up. Самые высокие цены устанавливаются на пальтовый и костюмный ассортимент, самые низкие – на топы и футболки из трикотажа.
5. Бренды сотрудничают с отечественными производствами, а закупают ткани в Европе.
6. На данном этапе бренды чаще выпускают небольшие капсульные коллекции, а не полноценную коллекцию раз в сезон, что обуславливается высоким спросом на изделия и большей возможностью разнообразить свой ассортимент.

ЛИТЕРАТУРА

1. FHUB EDUCATION : [сайт]. – URL: <http://fhubeducation.ru/congress> (дата обращения: 12.09.20)
2. LAROOM : [сайт]. – URL: https://laroom.ru/catalog/katalog_odezhdy/ (дата обращения: 06.10.20)
3. I AM STUDIO : [сайт]. – URL: https://iamstudio.ru/catalog/timeless_/ (дата обращения: 06.10.20)

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ MATLAB ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

TO THE QUESTION OF USING THE MATLAB SYSTEM FOR COMPUTER-AIDED DESIGN OF TEXTILE TECHNOLOGIES

К.С. Клетиков, Т.Ю. Карева, Е.А. Варганова
K.S. Kletikov, T.Yu Kareva, E.A. Varganova

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
E-mail: godandking322@gmail.com, ktju@bk.ru, varganova75@mail.ru

Рассмотрены некоторые вопросы использования языка программирования системы MATLAB при автоматизированном проектировании технологических процессов текстильного производства. Показаны особенности создания интерфейса в редакторе GUIDE, возможности расчета технологии получения пряжи, ткани, трикотажа и статистической обработки экспериментальных данных.

Ключевые слова: автоматизированное проектирование текстильного производства, система MATLAB, язык программирования, статистическая обработка экспериментальных данных.

The article discusses some issues of using the MATLAB system in the automated design of technological processes in textile production. The features of creating the interface in the GUIDE editor, the possibility of calculating the technology for producing yarn, fabric, knitwear, and statistical processing of experimental data are shown.

Keywords: computer-aided design of textile production, MATLAB system, programming language, statistical processing of experimental data.

Система MATLAB (сокращение от англ. «MatrixLaboratory») используется для расчетов во многих областях науки и техники. Она ориентирована не только на выполнение инженерных расчетов, но и для моделирования поведения технических и физических систем. Пользователь имеет возможность вводить в систему новые команды и функции, создавать собственные программы и процедуры или адаптировать существующие в соответствии со своими потребностями. Этому способствует встроенный язык программирования системы MATLAB. Язык MATLAB является высокоуровневым интерпретируемым языком программирования, при этом достаточно понятный даже для тех пользователей, которые не являются профессиональными программистами [1]. Язык программирования системы MATLAB весьма прост, близок к современным системам визуального программирования на базе универсальных алгоритмических языков типа BASIC, C++, Java, но по ряду аспектов MATLAB уступает указанным системам (режим интерпретации, небольшой запас визуальных компонентов). Однако с его библиотекой численных методов ни по объему, ни по качеству не может сравниться ни одна из систем программирования. При этом, язык программирования системы MATLAB посилен любому начинающему; он содержит всего несколько десятков операторов; незначительное количество операторов здесь компенсируется большим числом процедур и функций, содержание которых легко понятно пользователю с математической и инженерной подготовкой.

В системе MATLAB предусмотрены два способа организации интерфейса. Первый - динамический, заключающийся в том, что на стадии выполнения программы создаются те или иные графические объекты и их свойствам присваиваются соответствующие значения. То есть, все объекты, входящие в интерфейс программы, их свойства (стиль, месторасположение, цвет, шрифт, и т.д.) прописываются разработчиком вручную. При этом предварительный дизайн формы проводится на бумажном носителе, что является одним из

недостатков данного способа создания собственных программ. Кроме этого, программа приложения разбухает за счет операторов, создающих интерфейсные элементы, которые в визуальной среде можно наблюдать и корректировать только после запуска приложения, в связи с чем не удобно управлять положением интерфейсных элементов и их размерами. Однако есть и положительный момент – при организации интерфейса динамическим способом создается только один файл, в котором обеспечивается и организация компонентов интерфейса, и сама программа по проведению каких-либо расчетов. Второй способ – с помощью редактора GUIDE (конструктор графического интерфейса), сервисного средства в рамках среды MATLAB, являющегося главным инструментом в конструировании графического интерфейса приложения. При этом интерфейсные элементы включаются в окна приложения путем их перетаскивания из палитры компонентов, а настройка возможных свойств обеспечивается удобным редактором свойств ObjectInspector. Ни одной строчки кода для введения свойств объектов писать разработчику не приходится, так как все заботы по обустройству интерфейса приложения визуальная среда берет на себя. Внешний вид большинства интерфейсных компонентов можно наблюдать и корректировать до запуска приложения. Разрабатывать собственные программы, не будучи программистом, просто и удобно. Поэтому использование языка программирования системы MATLAB специалистами – технологами для создания автоматизированных программ расчета технологических процессов текстильного производства оправдано, так как редактор GUIDE является простым инструментом цифровизации технологического производства любой сложности.

В рамках освоения дисциплин направления подготовки 29.03.02 Технологии и проектирование текстильных изделий, в соответствии с приоритетами развития цифровой экономики и цифрового производства, решается задача создания пакета прикладных программ по автоматизированному проектированию технологий производств текстильных материалов – пряжи, ткани, трикотажа и статистической обработки экспериментальных данных по исследованию их свойств [2]. Создается программный продукт, обеспечивающий многовариантный выбор технологических процессов получения изделий, технологического оборудования по переходам производств, выбора исходных материалов по структуре и сырьевому составу.

В рамках разработки программного продукта для проектирования пряжи и технологии её изготовления в среде GUI создана программы для расчета потребности пряжи для производства ткани любого артикула, выбора сырья и его обоснование, с учетом формулы А.Н. Соловьева, плана прядения. При разработке интерфейса были использованы такие графические объекты, как : PushButton –кнопка, обеспечивающая запуск связанных с ней расчетов, Checkbox – индикатор не альтернативных вариантов, EditText – поле для ввода данных и редактирования, StaticText – область для ввода текста и вывода результатов вычислений, без возможности редактирования его пользователем, PopUpMenu – раскрывающийся список, обеспечивающий выбор пользователем траектории дальнейших расчетов. Для решения задач, связанных с многовариантным выбором оборудования по переходам производств, выбора исходных материалов по структуре и сырьевому составу, используются оператор ветвления if и оператор переключения switch. В случае возможного возникновения ошибок при осуществлении вычислений, и там, где существуют ограничения по вводимым данным, используются всплывающие окна, оповещающие о не корректных действиях пользователя, либо о невозможности проведения дальнейших вычислений вследствие получения математической неопределенности. В случае, если возникает ситуация, при которой пользователь не находит среди объектов разработанного интерфейса или свойств этих объектов, требуемого оборудования или данных по составу и свойству сырья, предусмотрено диалоговое окно, обеспечивающее ввод пользователем дополнительных данных.

На рисунке 1 представлен скриншот интерфейса программ с результатами проектирования пряжи 42-50 текса- по расчету потребности пряжи и расчету удельной разрывной нагрузки проектируемой пряжи по формуле А.Н. Соловьева.

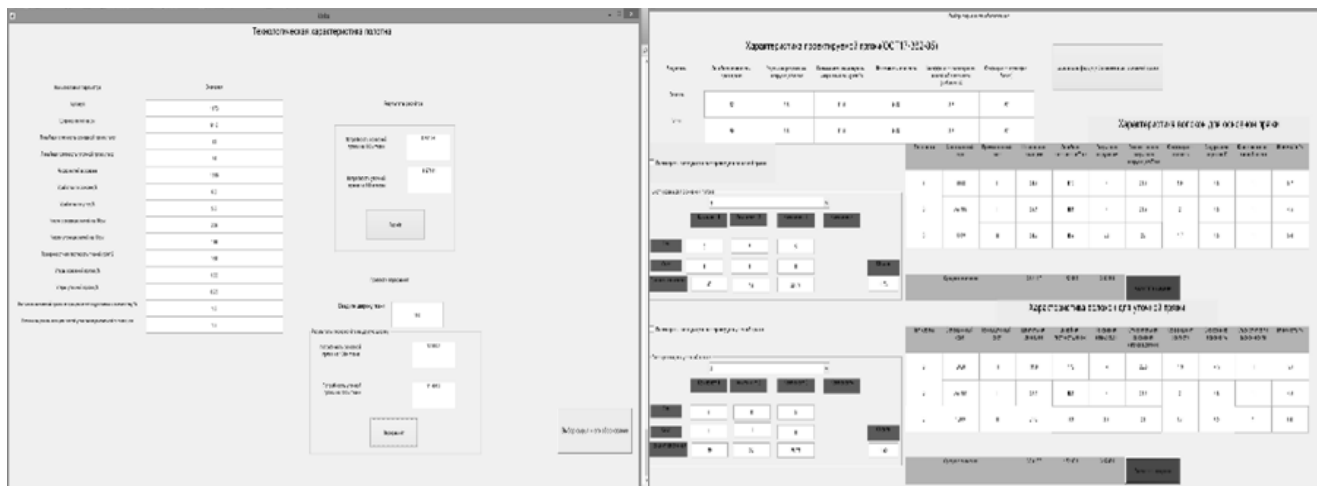


Рис. 1. Скриншот интерфейса программ с результатами проектирования пряжи 42 и 50 тексов

Для обеспечения проведения контроля и управления качеством продукции, в разработанном пакете прикладных программ предусмотрен блок, обеспечивающий проведение статистической обработки экспериментальных данных по результатам исследований технологических процессов и свойств текстильных изделий. На рисунке 2 представлен скриншот интерфейса программы по определению числовых характеристик случайной величины (среднего значения, дисперсии, среднеквадратического отклонения, коэффициента вариации, относительной и абсолютной ошибок, необходимого количества опытов). В программе предусмотрено определение резко выделяющихся значений, а также проверка соответствия распределения случайной величины нормальному закону по критерию Пирсона и значениям асимметрии и эксцесса. Программа позволяет проводить статистическую обработку до 40 экспериментальных данных. На рисунке 2 представлены результаты статистической обработки данных по линейной плотности пряжи.

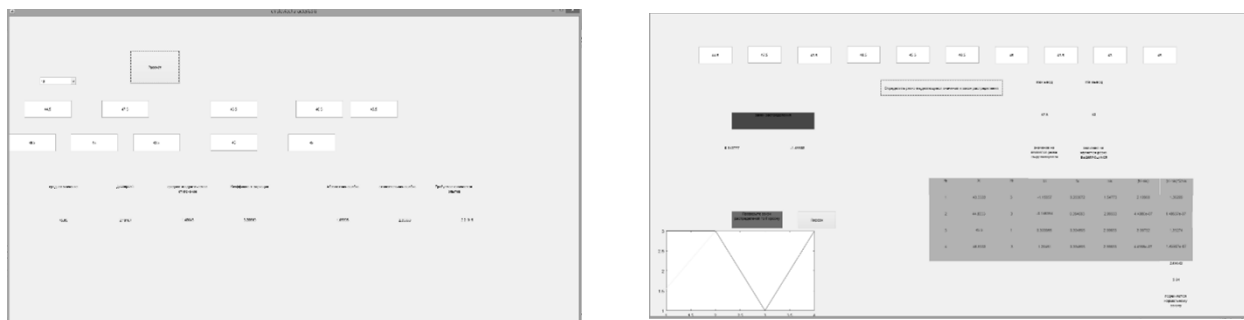


Рис. 2. Скриншот интерфейса программы по определению числовых характеристик

Резюмируя, можно отметить следующее:

- система MATLAB предоставляет широчайшие возможности по решению задач любой сложности, в том числе по проектированию технологических процессов текстильных производств;
- любой инженер-технолог, имея начальные знания в области программирования, умея работать в системе MATLAB, может самостоятельно создать программный продукт, обеспечивающий автоматизированное проектирование технологий изготовления, например, текстильных изделий;
- пакет прикладных программ, являясь модульным, позволяющим вводить дополнительные подпрограммы для проведения каких-либо специальных расчетов, либо ввода дополнительных элементов интерфейса, обеспечивает проведение автоматизированного проектирования технологии производства текстильного изделий и статистической обработки экспериментальных данных, что позволяет значительно сократить

время на этап проектирования, выбор рациональной технологии текстильного изделия и обеспечит проектирование бережливого производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дьяконов В. П. MATLAB. Полный самоучитель. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 768 с.: ил
2. Прохоров, Е.А. Автоматизированное проектирование технологических процессов текстильной промышленности/ Е.А. Прохоров, Т.Ю.Карева //Молодые ученые - развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). 2020.№1. С. 553-554.

ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ ТЕКСТИЛЬНОГО РИСУНКА ПОСТЕЛЬНОЙ ГРУППЫ

STAGES OF DEVELOPING A TEXTILE PATTERN FOR A BED GROUP

Е.В. Ковалевич, А.К. Арапова, Е.К. Торопова
E.V. Kovalevich, A.K. Arapova, E.K. Toropova

Ивановский колледж легкой промышленности
Ivanovo College of light industry
Email: toropova@iklp.ru

В статье рассмотрены понятие крока, основные этапы создания крока текстильного рисунка постельной группы, возможности графического редактора Adobe Photoshop, конкретный пример разработки крока постельной группы.

Ключевые слова: дизайн; графический редактор; крок; постельная группа.

The article considers the concept of crock, the basic steps of creating crock textile patterned bed group, the graphic editor Adobe Photoshop, a concrete example of the development of the crock bed group.

Keywords: design; graphic editor; crock; bed group.

Современная разработка эскизов рисунка текстильных изделий помимо хорошей фантазии и грамотного распределения времени требует от дизайнера отменного владения множеством графических инструментов и понимания различных технических нюансов в целом. Хороший художник при разработке эскиза должен внимательно относиться не только к пожеланиям заказчиков, но и к собственным возможностям. В XXI веке особую значимость при разработке текстильного рисунка имеют современные технологии, и для совершенствования в своей профессии дизайнеру необходимо идти в ногу со временем. Программы для создания рисунков разнообразны, но к сожалению не все из них обладают должным инструментарием.

Крок – рисунок для печати на ткань, сделанный вручную или на компьютере. Используется для создания текстильного дизайна (например, в создании постельного белья). Создание кроков – большое искусство, требующее от художника определенного вкуса, фантазии, вдохновения, знания основ декоративно-прикладного искусства, законов цветоведения, законов гармонического сочетания цветов, умения отразить в рисунке требования современной моды, учитывать технологические возможности предприятия, позволяющие точно воспроизвести рисунок на ткани без его искажения. Кроки, разработанные художниками, должны удовлетворять эстетическим, техническим, товароведческим и экономическим требованиям.

Далее мы рассматриваем этапы проектирования кроков на конкретном примере, учитывая наличие необходимых для их разработки возможностей графического редактора. Наиболее предпочтительным для создания кроков подходит Adobe Photoshop – самая распространенная программа для обработки графических файлов. Photoshop имеет набор самых различных полезных инструментов, таких, как штамп, магнитное лассо, пипетка, перо, волшебная палочка и самое главное – координаты.

Первый этап – идея (рис. 1). Для создания эскиза необходимо в первую очередь продумать мотив и цветовую гамму. Если у заказчика нет особых пожеланий, то можно попросить его составить мудборд – подборку изображений с теми оттенками или элементами, которые бы ему хотелось видеть. Хорошим примером сервиса по созданию мудбордов служит Pinterest – на этом ресурсе можно создавать бесконечное количество так называемых «досок», а алгоритм сам подбирает изображения схожие с теми, что были сохранены ранее. Таким образом можно довольно быстро получить результаты. Однако

бывает и так, что заказчик не берет на себя обязательства по созданию «мотива», и тогда дизайнеру приходится ограничиваться лишь описанием желаемого результата. Это одновременно и упрощает и усложняет разработку – с одной стороны дизайнер может подбирать элементы и гамму на свой вкус, с другой есть большой риск не угодить заказчику. В данном случае помогает только постоянный контакт с ним, чтобы уже на первом этапе отсеять неинтересные и непродаваемые идеи.

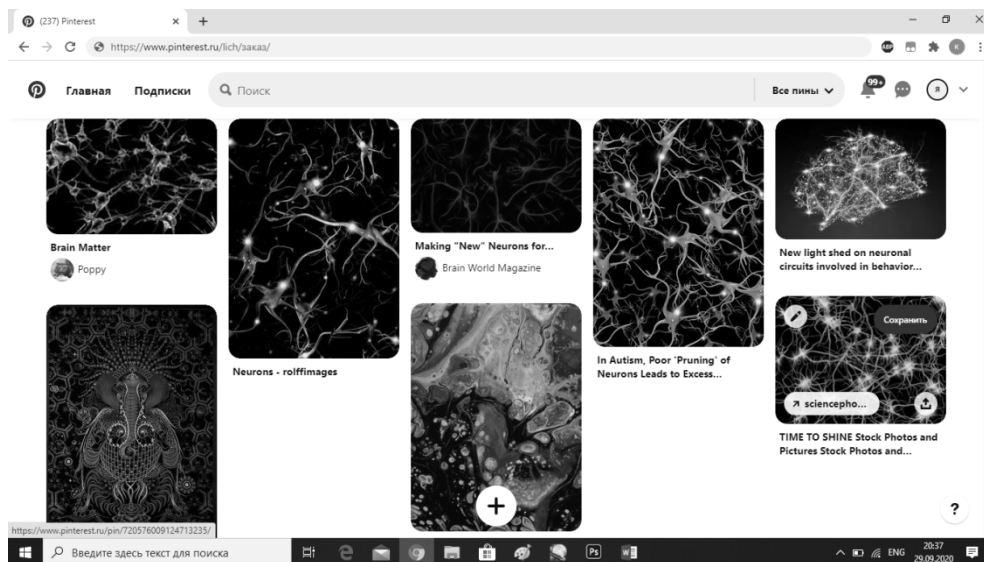


Рис. 1. Этап «Идея». Заказчик создает мудборд

Второй этап – создание эскиза (рис. 2). Создание эскиза может производиться ручным способом с дальнейшей оцифровкой изображения, а может уже из готовых изображений (так называемых клип-артов и прочих).

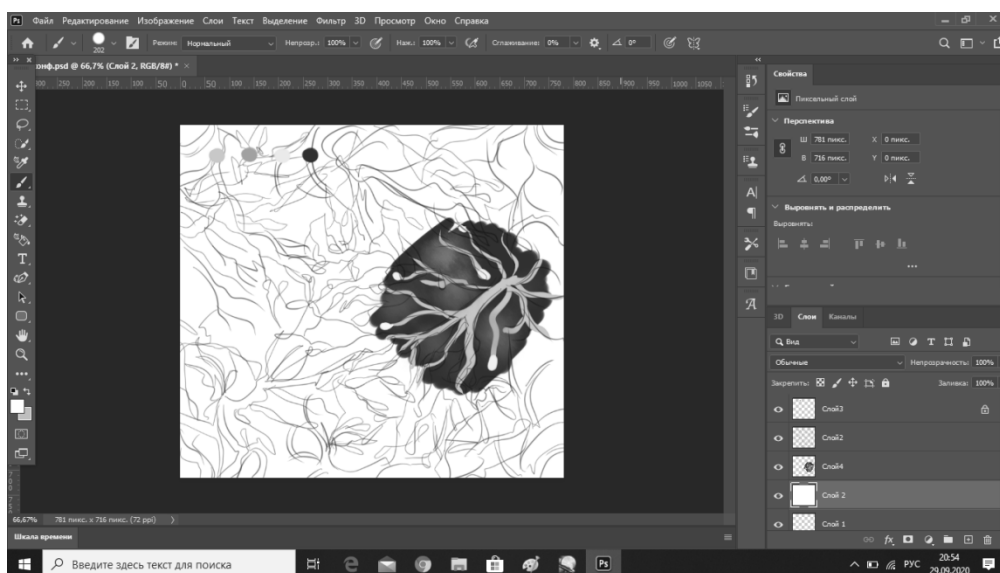


Рис. 2. Этап «Эскиз». Разработка эскиза, подбор цветовой гаммы

Самое главное в разработке эскиза – грамотное построение композиции. Важно, чтобы у композиции был центр (он может отличаться другим цветом, светом, формой или размером), и другие её элементы гармонично сочетались друг с другом. Для множества кроков также важно учитывать раппорт – повторение элементов композиции. Как бы ни был красив рисунок, он не будет востребован, если раппорт нарушен или выглядит негармонично. В Photoshop основным инструментом для создания повторяющихся

элементов служит координатная сетка. Эскиз обязательно нужно показать заказчику, чтобы избежать неприятных последствий в будущем.

Третий этап – отрисовка (рис. 3). Итак, когда готовый эскиз имеется, наступает самый важный этап – этап отрисовки. Прежде чем ею заняться, необходимо рассчитать размеры холста, указать разрешение и перепроверить раппорт на наличие ошибок.

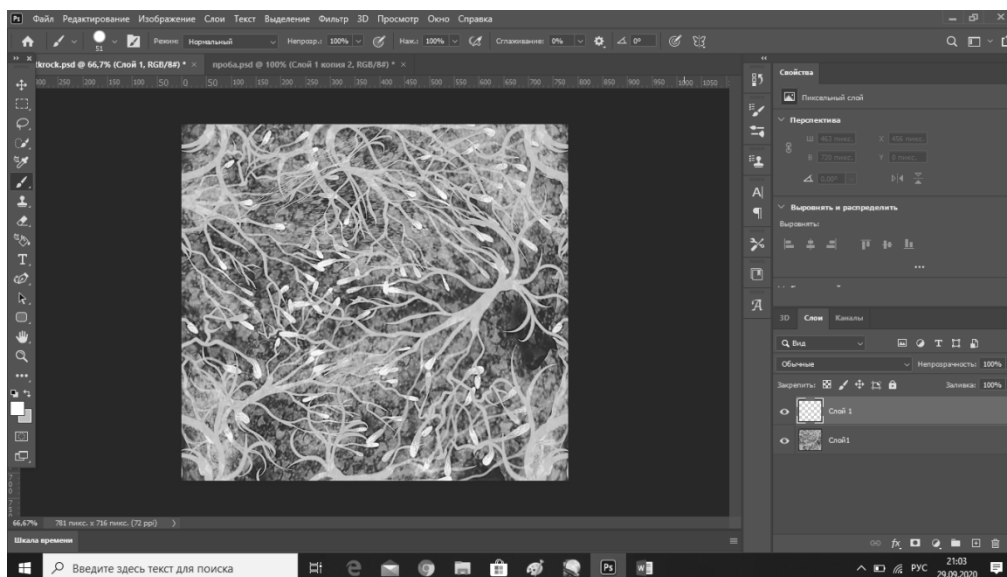


Рис. 3. Этап «Отрисовка». Создание крока и раппорта

При создании рисунка желательно не забывать о координатной сетке и особенностях той или иной кисти. Кисти для рисунка следует подбирать в зависимости от того, какой эффект вы хотите создать для своего изображения. Однако настоятельно не рекомендуется использовать кисти, которые сложно «контролировать» (вроде «брызг», различных «мазков» и т.д.), потому что может быть очень трудно впоследствии превратить их в раппорт. Также не рекомендуется использовать кисти, у которых толщина линии слишком зависима от нажима – такой кистью с трудом можно изобразить даже обычную ровную линию. Подойдут кисти стандартной жесткости, без смешивания цвета и без влияния на динамику формы.

Четвертый этап – постобработка (рис. 4). Данный этап необязателен, но желателен, так как во время проектирования любой дизайнер может совершить ошибку.

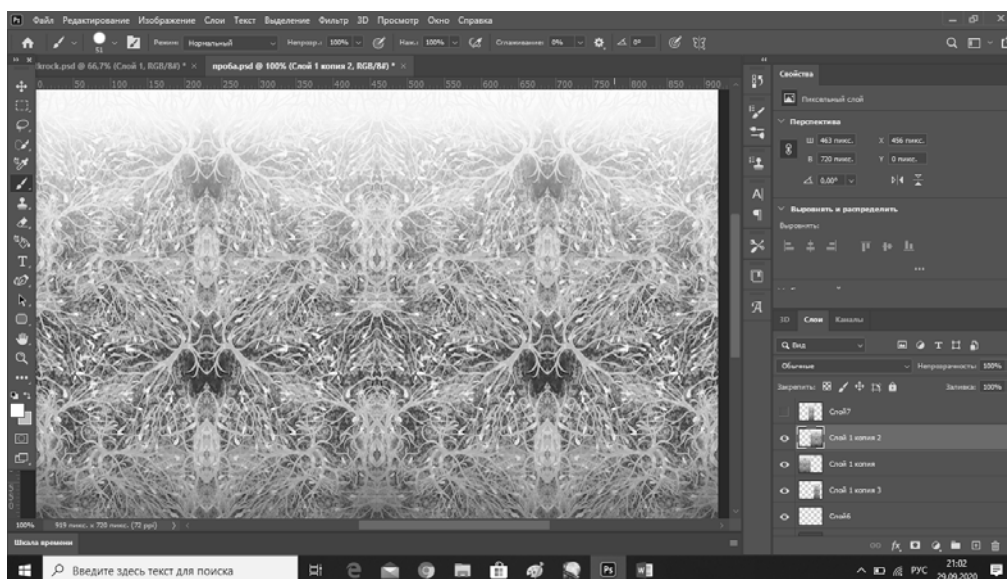


Рис. 4. Этап «Постобработка». Доработка рисунка

Если дизайнер ещё не готов показать работу заказчику, он может провести работу над ошибками – проверить размеры крока и отдельных его элементов, проверить на случайные мазки сами элементы, изменить цветовую гамму или же дополнить её, проверить раппорт (рис. 5), разрешение и даже формат файла. Если всё сделано правильно, то можно приступать к финальному этапу.

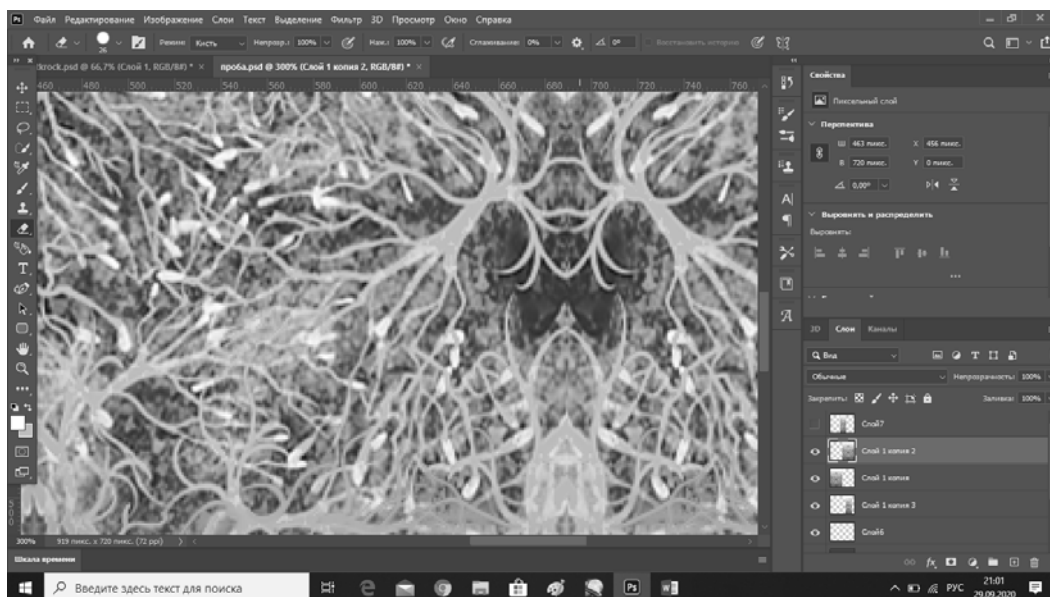


Рис. 5. Устранение ошибок

Пятый этап – демонстрация заказчику и продажи (рис. 6). Заказчики очень щепетильно относятся к покупаемому рисунку. Бывает, что на этапах разработки рисунок их устраивает, а от готового они в итоге отказываются. Дизайнеру нужно быть готовым к этому и не наткнуться на распространенную ошибку – выполнить слияние некоторых слоев с элементами в один. Когда слоев несколько, ещё есть шанс что-то исправить, в противном же случае приходится отрисовывать заново. Однако всегда существует возможность продать готовый крок самому, но это случается редко и в большинстве случаев не выгодно художнику, так как занимает много времени.

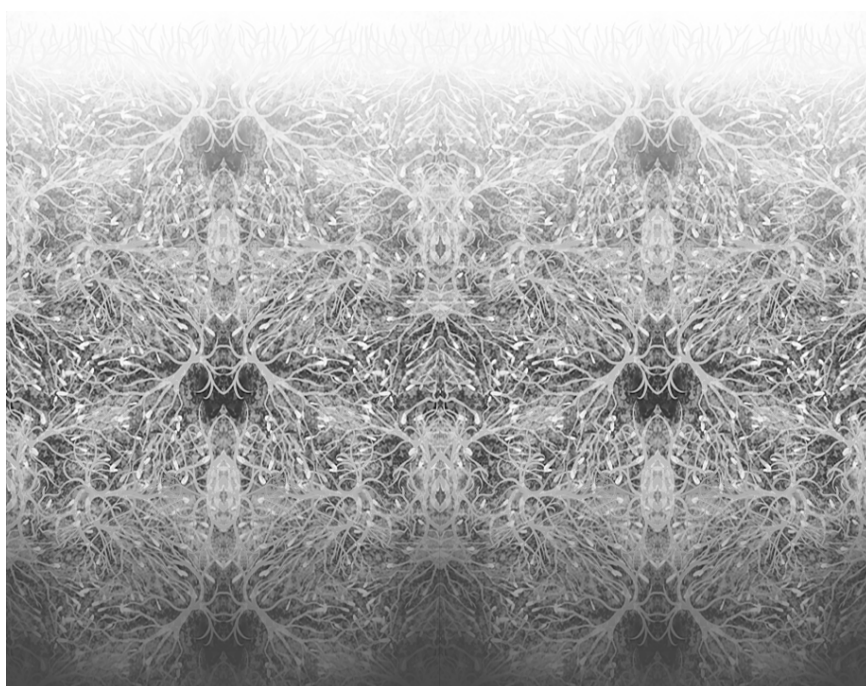


Рис. 6. Этап «Демонстрация». Предъявление конечных результатов заказчику

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ВЫПУСКЕ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

USE OF LEAN MANUFACTURING METHODS IN PRODUCTION OF GEOSYNTHETIC PRODUCTS

В.Н. Коротких, Б.Н. Гусев
V.N. Korotkikh, B.N. Gusev

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
E-mail: charlottaf@mail.ru, mtsm@ivqpu.com, kabantsev.dmitry@yandex.ru

Показано, что ведущие предприятия по производству геосинтетической продукции для повышения качества и конкурентоспособности производимой продукции интенсивно внедряют методы бережливого производства, которые имеют соответствующие отличительные особенности. В итоге предложено расширить инструментарий методов бережливого производства, позволяющий использовать существующий кадровый потенциал.

Ключевые слова: геосинтетическая продукция, бережливое производство, методы, качество.

The leading enterprises for the production of geosynthetic products are intensively introducing methods of lean production to improve the quality and competitiveness of their products, are intensively introducing methods of lean production, which have corresponding distinctive features. Expansion of toolkit of lean production methods, which allows using the existing human resources potential, proposed.

Key words: geosynthetic products, lean manufacturing, methods, quality

В условиях глобализации экономики и постоянного роста требований и ожиданий потребителей к качеству производимой продукции предприятия вынуждены постоянно адаптировать и улучшать свою организацию бизнеса. Концепция бережливого производства (БП) [1] может содействовать предприятиям в повышении их конкурентоспособности и достижения эффективного производства, предлагая комплекс методов и инструментов по всем направлениям деятельности, позволяющий производить товары и оказывать услуги в минимальные сроки и минимальными затратами с требуемым потребителем качеством. Применение методов БП предполагает определенный способ технологического мышления, рассматривая любую производственную деятельность с точки зрения ценности для потребителя и сокращения всех видов потерь.

Таким образом, концепция БП охватывает все уровни цепочки создания ценности, начиная с взаимодействия организаций в цепи поставок и заканчивая уровнем конкретных операций. В настоящее время существует ряд основных методов БП [2], в частности: стандартизация работы, организация рабочего пространства (5S), картирование потока создания ценности (VSM), визуализация, быстрая переналадка (SMED), защита от непреднамеренных ошибок (рока-юке), канбан, всеобщее обслуживание оборудования (TPM).

В качестве объекта исследования выбрано производство геосинтетических волокнистых материалов, главные преимущества которых состоят в улучшении технологических процессов, сокращении сроков строительства, повышении долговечности возводимых объектов, возможности строительства в сложных геологических условиях, где применение традиционных методов работы либо экономически нецелесообразно, либо физически невозможно. Необходимо отметить, что за последние годы в практике отечественного производства и применения геосинтетических материалов произошли существенные изменения, а именно появились новые предприятия, оснащенные

высокопроизводительным оборудованием, расширились области применения и ассортимент геосинтетической продукции. В то же время, наблюдаются и негативные тенденции, связанные со снижением уровня качества производимой продукции. На наш взгляд, одним из путей решения данной проблемы является внедрение методов БП на предприятиях указанного профиля.

Анализ открытых источников [3-7] позволил систематизировать данные по отдельным Российским предприятиям по производству геосинтетической продукции, которые внедрили или предполагают внедрение соответствующих методов БП. Эти сведения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Российские предприятия по производству геосинтетической продукции, предполагающие внедрение методов бережливого производства

Предприятие	Выпускаемая продукция	Используемые (внедряемые) методы БП
ООО «ПСК Геодор»	Геосинтетические материалы для строительства дорог и газонефтепроводов, геокompозиты для дренажных систем, габионы, каркаснo-тентовые конструкции, материалы и оборудование для топливно-энергетического комплекса, а также промышленную упаковку из технических тканей для транспортировки и хранения сыпучих материалов и грузов для всех отраслей промышленности и сельского хозяйства	– организация рабочего пространства (5S); – обучение сотрудников
ООО «Технониколь»	Широкий ассортимент полимерных и профилированных мембран для гидроизоляции плоских эксплуатируемых и неэксплуатируемых кровель, фундаментов, тоннельных сооружений, искусственных водоемов, бассейнов, а также контейнеров и ёмкостей для хранения жидкостей	– организация рабочего пространства (5S); – картирование потока создания ценности (VSM); – пока-ёкэ; – JIT; – выравнивание; – быстрая переналадка
ЗАО «ТехПолимер»	Геосинтетические материалы нового поколения: геомембраны, дорожные георешетки, дренажные маты, армирующие сетки, бентонитовые маты	– организация рабочего пространства (5S); – обучение сотрудников; – снижение простоя оборудования

АО «Втор-Ком»	Экологичные нетканые геосинтетические материалы для нефтегазодобывающей и строительной отрасли и легкой промышленности из вторичных ресурсов, в том числе прошедших переработку твёрдых коммунальных отходов	– организация рабочего пространства (5S); – другие методы БП
---------------	--	---

Данные, приведённые в таблице 1 и дополнительно собранные сведения, показывают, что, в частности, в 2019 году ПСК «Геодор» приняла участие в государственной программе «Производительность РФ», в рамках которой была разработана концепция по внедрению бережливого производства для предприятия. Первые результаты работы стали видны уже на стадии обучения персонала, где выявились проблемные места в производственном процессе и стало понятно, где теряется производственное время. Поэтому перестраивать производство по новым методикам БП руководство предприятия начало с цеха сетчатых конструкций, который стал пилотным в предлагаемой программе. Данный цех был выбран в качестве пилотного для внедрения принципов бережливого производства не случайно. Основная его технологическая особенность заключается в многостадийных технологических процессах. Поэтому в этом производстве продукт проходит несколько стадий обработки прежде, чем он будет готов. В частности, процесс начинается с подготовки сетки, где в дальнейшем полученные рулоны обрабатываются и затариваются в коробки. Отмечаем, что на каждом этапе имеются соответствующие временные простои и, соответственно, материальные потери.

Итог практической шестимесячной работы по внедрению методов БП превзошел плановые результаты. При поддержке экспертов Федерального центра компетенций (ФЦК) ПСК «Геодор» увеличила выработку на выбранном производственном потоке на 105 %. Как было отмечено генеральным директором предприятия, всё это произошло не за счет того, что оборудование стало работать на износ (раньше оно использовалось не более чем на 34 %), и не за счет того, что сотрудники стали больше выполнять движений, а за счёт внедрённых мероприятий. Эксперты ФЦК помогли компании увидеть внутренние резервы (по большей части связанные с временными потерями и неравномерной загрузкой), в результате чего на предприятии перераспределили сырьевой поток и расстановку производственного оборудования. Таким образом, применение инструментов БП помогло на 55 % ускорить время протекания отдельных процессов: если раньше на изготовление готового изделия уходило 1198 часов, то теперь этот процесс занимает 536 часов. Кроме этого с 46 до 78 % вырос коэффициент использования оборудования, а выработка продукции увеличилась на 105 % - с 2,8 до 5,74 тонн в смену. Благодаря новому моделированию расстановки оборудования, уменьшили расстояние перемещения продукции почти в 4 раза, тем самым сократив время сборки с 70,6 до 42,38 с. Кроме этого на 70 % повысился коэффициент общей эффективности оборудования. В дальнейшем ПСК «Геодор» планирует тиражировать опыт на остальные производственные подразделения. Также предприятие поставило себе цель снизить издержки и участвовать в конкурсах с небольшой маржинальной рентабельностью, чтобы загрузить производство работой не только в сезон дорожного строительства, но и в зимний период [3,4].

Ещё одним предприятием в России по производству геосинтетической продукции, внедрившим методы БП, стал «Технониколь», являющееся одним из лидеров строительной отрасли не только на российском, но и мировом рынке. Компания успешно провела перестройку производственной системы и не останавливается на достигнутых результатах. В частности, за семь лет производительность труда выросла в 2 раза и в 4 раза превысила средние показатели по рынку. Сам процесс внедрения методов БП начался в 2005 году.

Тогда задача стояла вполне конкретная: все сотрудники компании должны находиться в едином информационном пространстве с точки зрения подходов по повышению производительности труда. Далее был выбран оптимальный подход к развитию производственной системы данного предприятия, где применение нашли многие инструменты TPS. Так, компания производит отгрузку своей готовой продукции быстрее остальных конкурентов. По словам сотрудников, добиться этого им помогает работа над сокращением срока с момента размещения заявки клиентом до момента отгрузки готовой продукции и доставки торговому партнеру в нужное время и в нужном месте. Используемый метод 5S БП охватывает все ключевые направления деятельности подразделений предприятия и является вспомогательным для многих проектов по улучшению. Этот инструмент принес предприятию существенный результат в сокращении времени простоев в работе оборудования, в ряде процессов, связанных с отгрузкой готовой продукции и разгрузкой исходного сырья. Также в «Технониколь» используют картирование потока создания ценности. Инструмент позволяет определить основные источники потерь. Это позволяет понять, какие процессы в потоке являются лишними и сами по себе представляют потери. Кроме того, работа с потоком позволяет вовлечь всю команду, потому что все находятся в едином информационном пространстве, видят потери верхнего уровня и есть возможность грамотно расставить приоритеты. В компании также используются все инструменты, связанные с встроенным качеством, – пока-ёкэ, дзидока, JIT и прочие.

Кроме того, данное предприятие использует смешанную вытягивающую систему, которая включает как последовательную систему, так и вытягивающую систему супермаркетов. Однако спрос на продукцию «Технониколь» связан с сезонными колебаниями. Поэтому без выравнивания технологических процессов производства обойтись было невозможно. При этом используется выравнивание как по объему продукции, так и по его виду. Выравнивание идет рука об руку с таким инструментом, как быстрая переналадка. Этот инструмент позволяет быть гибкими: в зависимости от изменения спроса в короткие сроки можно перестроить производство и обеспечить максимально быструю отгрузку [5].

Необходимо констатировать, что отдельные предприятия по производству геосинтетической продукции только открывают для себя методологию бережливого производства. Например, предприятие «ТехПолимер» стало одним из участников национального проекта «Производительность труда и поддержка занятости». За три года благодаря поддержке государства прогнозируется увеличение производительности труда почти на треть. Совместно с участниками рабочей группы главный инженер «ТехПолимера», руководители среднего звена, начальники отделов и производственных участков, составили карту перемещений сотрудников по цеху, определили места, где происходят самые большие потери рабочего времени и т.д. Перед персоналом предприятия стоит задача в два раза увеличить производительность труда. Достигать этого компания намерена с использованием инструментов бережливого производства, и, во-первых, организовать рабочие места так, чтобы работники не мешали друг другу, а во-вторых, снизить простои оборудования [6]. Первыми итогами внедрения методов БП в «ТехПолимере» стало прохождение обучения сотрудников по программе "Эффективный руководитель". в итоге на предприятии удалось почти на 30 % увеличить объемы выпуска дорожной решетки.

Ещё одним участником программы «Производительность труда и поддержка занятости» стало предприятие «Втор-Ком», выпускающее экологически чистые нетканые геосинтетические материалы. Руководители данного предприятия уверены, что вступление в нацпроект и сотрудничество с федеральными экспертами по бережливому производству поможет им повысить производительность труда и оборудования и, в итоге, пополнить ассортимент новыми видами продукции. В течение второй половины 2020 года рабочая группа предприятия предполагает оптимизировать процесс производства нетканого полотна на линии А31. Под руководством сертифицированных экспертов ФЦК и РЦК в «Втор-Ком» планируется внедрять систему 5S и другие инструменты бережливого производства [7].

В дальнейшем был проведён анализ наиболее часто внедряемых методов БП с учётом специфики предприятий по производству геосинтетической продукции. Такими методами являются организация рабочего пространства (5S), канбан, быстрая переналадка (SMED), а также не малое внимание уделяется работе по обучению персонала.

Для расширения возможностей существующей концепции БП для выпуска геосинтетической продукции предлагается дополнительно использовать принципы научной организации труда (НОТ). Рассмотрение принципов НОТ актуально, т.к. в методологии БП уделяется недостаточное внимание работе именно с человеческими ресурсами. По этой причине нами были сформулированы основные кадровые проблемы на производствах данной строительной отрасли и предложены возможные варианты их решения. В частности, существенной проблемой является сложность подбора и удержания эффективных работников. Зачастую недооценка высококвалифицированных сотрудников, недостаточная заработная плата, отсутствие организации комфортных условий работы может привести к большому количеству потерь, как временных, так и материальных. На таких предприятиях более вероятно применение устаревших методов и технологий производства, процесс работы предприятия может быть организован неэффективно. Ввиду этого, целесообразным будет использование такого метода как «оптимизация труда работников» [8], предусматривающего непрерывное обучение сотрудников, как руководящих должностей, так и работников цехов, методологии внедрения БП на предприятии, удерживание ценных кадров, а также внедрение системы ключевых показателей эффективности.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 56020. Бережливое производство. Основные положения и словарь.
2. ГОСТ Р 56407. Бережливое производство. Основные методы и инструменты
3. Официальный сайт агентства деловых новостей "Бизнес-вектор" URL: <https://www.business-vector.info> (дата обращения 15.09.2020).
4. Официальный сайт компании ПСК «Геодор» URL: <http://pskgeodor.ru> (дата обращения 15.09.2020).
5. Информационный портал «ПроКачество» URL: <https://kachestvo.pro> (дата обращения 15.09.2020).
6. Официальный сайт газеты «Огни Енисея» URL: <http://дивногорск-ое.рф> (дата обращения 15.09.2020).
7. Официальный сайт Правительства Челябинской области URL: <https://pravmin74.ru> (дата обращения 15.09.2020).
8. Коротких В.Н., Гусев Б.Н. Расширение методологии бережливого производства за счёт применения научной организации труда / В.Н. Коротких, Б.Н. Гусев// Молодые ученые - развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). 2020. № 1. С. 331-332.

**ПРОБЛЕМА ПЕРЕРАБОТКИ ОДНОРАЗОВЫХ МЕДИЦИНСКИХ МАСОК ИЗ
НЕТКАНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ – ОДИН ИЗ ВЫЗОВОВ ПАНДЕМИИ
COVID-19 СОВРЕМЕННОМУ ОБЩЕСТВУ**

**NONWOWEN POLYMER DISPOSABLE MEDICAL MASKS PROCESSING PROBLEM
AS AN AFFRONT OF COVID-19 PANDEMIC TO CONTEMPORARY SOCIETY**

Д.М. Кузнецова, О.Н. Сонина, А.М. Котова, А.Д. Титова
D.M. Kuznetcova, O.N. Sonina, A.M. Kotova, A.D. Titova

Ивановский колледж легкой промышленности
Ivanovo College of Light Industry

E-mail: sonina@iklp.ru, daria13_cobra_and_pantera@mail.ru, kagami.kimi.10@mail.ru,
aksiniya.asman@mail.ru,

Ношение одноразовых медицинских масок является обязательным для жителей большинства городов России в период пандемии COVID-19. Рассмотрены материалы, используемые для изготовления одноразовых масок, а также проблема утилизации и переработки использованных медицинских масок из нетканых полимерных материалов.

Ключевые слова: одноразовая медицинская маска, нетканый материал, переработка и утилизация, полипропилен,

The wearing of disposable medical masks is mandatory in most cities during the COVID-19 pandemic. Disposable medical masks producing materials are considered. Also the problem of recycling and disposal of nonwoven polymer materials medical used masks is discussed.

Keywords: disposable medical face mask, nonwoven material, polypropylene, recycling and disposal.

Новая коронавирусная инфекция COVID-19 стала причиной введения жестких карантинных мер в абсолютном большинстве стран мира. Человек в медицинской маске или респираторе стал не просто обычным явлением на улицах городов, в общественном транспорте, торговых центрах, но и признаком начала новой эпохи в жизни человечества – эпохи повсеместных противовирусных мер.

По разным оценкам к концу 2020 года объем рынка медицинских масок в денежном выражении может увеличиться более чем в 57 раз - до 20 млрд рублей. Примерно такая же оценка содержится в пояснительной записке к проекту постановления "О внесении изменений в приложение к особенностям обращения медицинских изделий в РФ", внесенного Минпромторгом [1].

"По данным Росстата и ФТС России за 2019 год объем российского рынка медицинских масок составил около 350 млн рублей, при этом на текущий момент прогнозные значения объема российского рынка на 2020 год составляют 20 млрд рублей", - говорится в документе. Там же отмечается, что до середины марта объем серийного производства медицинских масок в России составлял порядка 0,6 млн штук в сутки, а на сегодняшний день увеличился до 6 млн штук в сутки. "К началу июля 2020 года объем суточного серийного производства медицинских масок будет составлять 9,5 млн штук, а к 1 августа - 11 млн штук", - подчеркивается в пояснительной записке. При суточной потребности, озвученной Минздравом, в почти 6 млн штук, напоминают разработчики проекта постановления.

Вполне логично, что проблема нехватки средств индивидуальной защиты, остро вставшая в самом начале эпидемии, уже вскоре должна уступить место проблеме накопления «отработанных» одноразовых масок и респираторов.

Так что же собственно представляют собой средства индивидуальной защиты органов дыхания? Все одноразовые медицинские средства защиты лица можно разделить на два больших типа: медицинские хирургические маски и медицинские респираторы. Они отличаются внешним видом, ценой, маркировкой и надежностью защиты.

Абсолютному большинству потребителей привычны маски прямоугольной формы, которые крепятся на лице при помощи резинок, закрывают область носа и рта, при этом неплотно прилегают к лицу (рис 1). Как правило, недорогие медицинские маски состоят из трех слоев. Внутренний слой (прилегающий к коже) представляет собой обычный нетканый материал, который в основном используется для поглощения влаги, выделяемой пользователем при дыхании. Наружный слой используется для изоляции жидкости, попадающей на человека извне, либо распыляемой пациентом в момент чихания, кашля – сильных выдохов. Фильтрующий слой в середине изготавливается из полипропиленового нетканого материала, полученного методом экструзии с раздувом, в дорогих моделях – дополнительно обработанного электретом. Именно этот слой служит барьером против микробов. Иногда маски делают четырехслойными — у них появляется дополнительный внешний слой из водоотталкивающего материала.

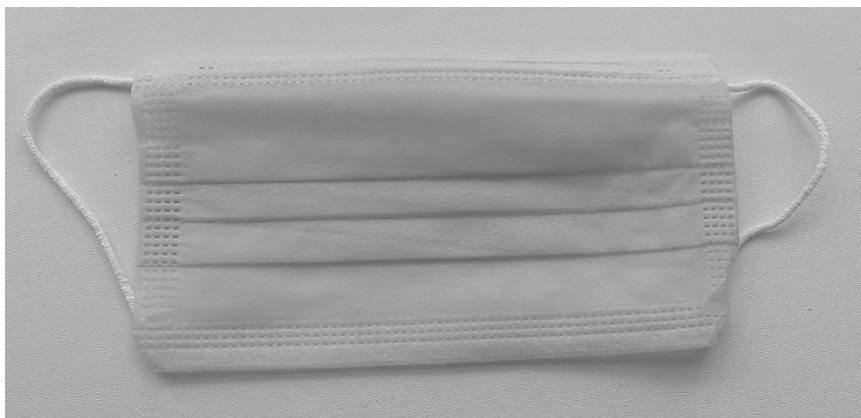


Рис.1. Маска медицинская защитная по ГОСТ Р 58396-2019

Следует заметить, что для изготовления медицинских масок подойдет далеко не каждая ткань. Согласно [2] форма медицинской маски должна обеспечить плотное прилегание к лицу, полностью закрывая нос и рот. Кроме того, маски могут иметь такие элементы, как экран для лица (для защиты носителя от брызг и капель), а также должны фиксироваться на носу. Чем плотнее прилегает маска, тем выше ее эффективность. Кроме того, у тканей для медицинских масок нормируются следующие показатели:

1. степень фильтрации - определяет способность ткани задерживать мелкие частицы вируса на пути к дыхательным путям;
2. воздухопроницаемость - несмотря на основную функцию фильтрации, текстура маски должна позволять вам свободно дышать;
3. брызгоустойчивость - ткань должна препятствовать попаданию в рот и нос мелких частиц жидкости, содержащих вирус;
4. плотность - чем плотнее ткань, тем реже нужно менять изготовленную из нее маску;
5. эластичность - эластичные ткани для масок лучше повторяют контур лица и не оставляют щелей для попадания бактерий.

В качестве материалов для медицинских масок чаще всего используют:

1. Мельтблаун – это мелкозернистая сетка из полипропиленовых нитей, задерживающая любые, даже самые мелкие бактерии. Толщина полипропиленовых волокон составляет от 0,01 до 0,2 дтекс.

2. Спанбонд – микропористый полипропиленовый паронепроницаемый материал нетканого типа. Он устойчив к воздействию кислот и щелочей, хорошо реагирует на стерилизацию. Различные «присадки» - волокнообразующие полимеры, химические агенты,

наночастицы при необходимости позволяют получать материал с гидрофобной или гидрофильной поверхностью, с повышенными антибактериальными свойствами и т.д. Кроме того, спанбонд очень прочный и позволяет сформировать надежный каркас маски.

3. СМС – композитный материал из нескольких слоев спанбонда и мельтблауна, обладающий низкой бактериологической проницаемостью.

От сочетания слоев материалов зависит надежность фильтрации средства защиты. Например, если все 3 слоя маски изготовлены из спанбонда или мельтблауна, защита от бактерий составит всего 50-60%. Оптимальным по стоимости и эффективности считается сочетание: спанбонд/мельтблаун/спанбонд. В этом случае в маске будет комфортно дышать, а уровень защиты от бактерий будет практически стопроцентным – до 99,99% бактерий и вирусов [3].

С точки зрения химии полипропиленовое волокно (ПП) относится к группе химических веществ, называемых полиолефинами. Эти вещества химически инертны, т.к. структура волокон довольно-таки плотная, а их молекулы не содержат реакционных групп. Этот полимер для человека физиологически безвреден, он способен безопасно контактировать с питьевой водой и пищевыми продуктами, не обладает запахом. С точки зрения эксплуатационных характеристик водонепроницаем, обладает низкой теплопроводностью, не тонет в воде, точка плавления - 160°C, в огне горит без дыма, запах при горении острый и сладковатый, плавится каплями.

Мы провели испытания одноразовой трехслойной медицинской маски, обработав её щелочью, растворами минеральных и органических кислот, органическим растворителем (табл. 1). Результаты эксперимента показали полную инертность материала, после всех воздействий ткань практически не потеряла таких эксплуатационных свойств, как прочность, эластичность, гидрофобность и цвет (рис. 2).

Таблица 1
Результаты испытания одноразовой трехслойной медицинской маски ГОСТ Р 58396-2019

№ образца	Реагент	Условия эксперимента		
		t = 20 °С, 60 минут	t = 40-50 °С, 60 минут	t = 90-95 °С 15 минут
1.	HCl конц	Без изменений	Без изменений	-
2.	CH ₃ COOH, 85%	Без изменений	Без изменений	Без изменений
3.	NaOH, 3Н	Без изменений	Без изменений	Без изменений
4.	Ацетон	Без изменений	Без изменений	-
5.	H ₂ O ₂ , 30%	Без изменений	Без изменений	Без изменений
6.	Гипохлорит натрия, 7%	Без изменений	Без изменений	Очень слабое обесцвечивание

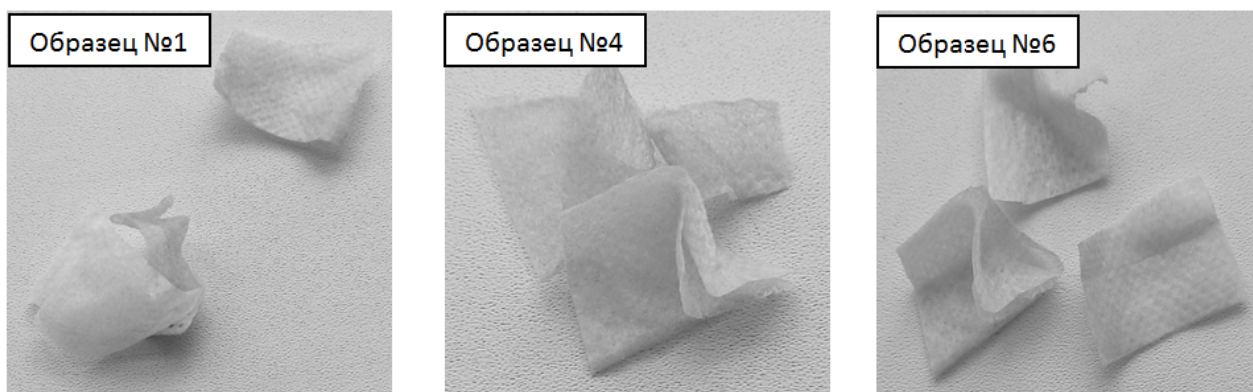


Рис.2. Образцы нетканого материала медицинской маски после лабораторных испытаний

Использованные человеком маски – так же, как перчатки, бумажные салфетки, носовые платки и прочие санитарно-бытовые отходы – с большой вероятностью могут оказаться засеяны вирусами и микроорганизмами, многие из которых сохраняют жизнеспособность во внешней среде от нескольких часов до нескольких месяцев. Как показывают исследования, коронавирус COVID-19 может сохранять свою активность на стальных поверхностях и на пластике до 2-3 дней [4], а значит с большой долей вероятности, он будет прекрасно себя чувствовать на пористой увлажненной дыханием полимерной ткани одноразовой маски. Логично, что во время пандемии утилизация санитарного мусора и средств индивидуальной защиты требует особого подхода!

В медучреждениях действует особый алгоритм сбора и утилизации отходов, которые образуются непосредственно от больных [5]. Там работа с медотходами ведется по особым правилам, которые закреплены в законе об утилизации именно медицинских отходов. Медицинские отходы делят на пять классов в зависимости от степени их опасности. Например, к отходам «А» относятся медицинские предметы, не контактировавшие с биологическими жидкостями больных (бахилы, контейнеры, упаковочный материал), к группе «Б» и «В» — отходы, возможно и точно имевшие контакт с патогенами, к группе «Г» — токсичные, опасные вещества (градусники и просроченные лекарства), «Д» — радиоактивные отходы. Медицинский пластик обычно относится к одному из первых трех классов опасности. Отходы разных классов нельзя смешивать, их даже хранят отдельно и выкидывают в контейнеры разных цветов (или с соответствующей маркировкой).

Если маску носил человек, заболевший коронавирусом, а потом она попала в урну, заражены могут быть и другие отходы, а также люди, которые с этими отходами контактируют. Если в отношении средств индивидуальной защиты (СИЗ) есть подозрения, что они могут быть инфицированы, с ними необходимо обращаться как с отходами класса Б. Это значит, что сначала их обеззараживают, а затем захоранивают на специальном полигоне или сжигают в установке по обезвреживанию медицинских отходов.

Медицинские отходы можно обезвреживать и перерабатывать, а не сжигать или захоранивать. Однако в условиях пандемии, пока вирус до конца не изучен, классическое обеззараживание инфицированного материала и размещение на полигоне могут быть небезопасны.

В общем-то с медицинскими организациями всё понятно, они работали и работают по строгим регламентам как в обычной жизни, так и в условиях эпидемии. Но именно из-за пандемии сейчас любой жилой дом, офис, предприятие по сути становится источником медицинских отходов, потенциально опасных с точки зрения бактериальной и/или вирусной контаминации. А для немедицинской сферы никакого особого алгоритма работы с такими отходами нет. Более того, зачастую маски и перчатки оказываются на асфальте, газонах и на других уличных поверхностях.

Андрей Гуськов, заместитель начальника управления санитарного надзора в одном из интервью сказал [6]: «Что касается подобных отходов, образующихся в быту, мы еще в начале года, сразу после рекомендаций ВОЗ, выпустили свои рекомендации, которые заключаются в следующем — использованные маски и другие средства индивидуальной защиты необходимо упаковывать в два пакета, до 3 дней дать им «отстояться». Затем можно их выбрасывать вместе с обычными коммунальными отходами, с ТКО... Предприятия, которые занимаются сортировкой и переработкой мусора, сталкиваются с подобными отходами круглый год, а не только сейчас во время пандемии. И для данных предприятий созданы специальные профессиональные стандарты, которые сотрудники ... должны исполнять».

Представители общественных советов исполнительных органов власти, не ставя под сомнение действующее законодательство РФ, тем не менее, обращают внимание на потенциальную опасность использованных масок и других средств индивидуальной защиты (СИЗ). С юридической точки зрения между рекомендациями и обязательными

нормативными актами существует большая разница. Рекомендации Роспотребнадзора, с точки зрения **Александра Закондырина, заместителя председателя Совета Минприроды РФ**, трудноисполнимы, так как они звучат для «домашних условий», а не для мест общего пользования или скопления людей. Он отмечает, что: «ВОЗ неоднократно меняла свою позицию по маскам. То в этом (*раздельном от ТКО сборе и утилизации – прим. авторов статьи*) нет смысла, потом смысл появился, не исключено, что скоро позиция ВОЗ опять поменяется... Медицинские маски, которые люди сейчас покупают в условиях пандемии, нужно относить к медицинским отходам, а не к ТКО. Это опасные отходы класса Б. Это не респираторы, не противопылевые маски, а маски, приобретенные с медицинскими целями.» [6]

Каждый из горожан ежедневно сталкивается сейчас с тем, что отработавшие своё медицинские маски оказываются на газонах, скамейках, прогулочных дорожках. Проведя опрос среди коллег и знакомых, мы убедились, что никто из них и не слышал о рекомендациях Роспотребнадзора по трехдневному хранению использованных масок. У потребителей есть четкие правила, как одноразовую маску надевать/снимать, как часто менять, но нигде нет четких указаний, что делать с использованной маской, которая может стать потенциальным источником инфекции.

Предприятия, занимающиеся сортировкой и переработкой твердых коммунальных отходов также остаются в неведении насчет того, как следует поступать с такого рода отходами, при том, что их количество в общем объеме мусора выросло на порядок. А если четко следовать инструкциям и рассматривать медицинские маски как средства индивидуальной защиты, относимые к медицинским отходам класса Б, то перерабатывать их совместно с остальным пластиком либо размещать на полигонах ТКО вообще незаконно.

Проблема образования, сбора, утилизации и переработки отработанных одноразовых медицинских масок вне стен медицинских учреждений в настоящий момент практически находится вне каких-либо правовых документов и регламентов. Судьба таких отходов, к сожалению, остается всецело на совести собственников предприятий, офисов и рядовых потребителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства РФ от 02.06.2020 N 804 "О внесении изменений в особенности обращения медицинских изделий, в том числе государственной регистрации серии (партии) медицинского изделия"
2. ГОСТ Р 58396-2019 Маски медицинские. Требования и методы испытаний.
3. *Nancy H. L. Leung, Daniel K. W. Chu, Eunice Y. C. Shiu, Kwok-Hung Chan, James J. McDevitt. Respiratory virus shedding in exhaled breath and efficacy of face masks // Nature Medicine. — 2020-04-03. — P. 1—5. — [ISSN 1546-170X](https://doi.org/10.1038/s41591-020-0869-5)*
4. New coronavirus stable for hours on surfaces . *National Institutes of Health (NIH)*. U.S. Department of Health and Human Services. URL: <https://www.nih.gov/news-events/news-releases/new-coronavirus-stable-hours-surfaces> (дата обращения 23.08.2020)
5. СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность»
6. Дискуссия о масках. Как утилизировать средства индивидуальной защиты?// *АиФ*. 2020. URL: https://aif.ru/society/ecology/diskussiya_o_maskah_kak_utilizirovat_sredstva_individualnoy_zashchity (дата обращения 14.06.2020).

ОТРАЖЕНИЕ ТРАДИЦИЙ ИВАНОВСКОГО КРАЯ В СОВРЕМЕННЫХ МОДЕЛЯХ ОДЕЖДЫ

REFLECTION OF THE TRADITIONS OF IVANOVSK REGION IN MODERN CLOTHING MODELS

А.Г. Левченко, Д.Г. Левченко, О.В. Сурикова, К.М. Демьяненко
A.G. Levchenko, D.G. Levchenko, O.V. Surikova, K.M. Demyanenko

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnical University
E-mail: aglevchencko@mail.ru, dglevchenko@mail.ru, ola_surikova@mail.ru,
bulavka_ksu@mail.ru

В статье рассматривается влияние русского стиля, ивановского традиционного костюма и текстиля на коллекции современных авторов. Исследуются актуальные направления на сезон весна-лето 2020, весна-лето 2021. Показаны готовые модели одежды из коллекции.

Ключевые слова: ивановские ситцы, русский стиль, метод аппликации, сублимационная печать, лён, трикотаж, ивановский традиционный костюм, этническая мода, текстильная столица, принт, крупноразмерная композиция.

The article examines the influence of Russian style, Ivanovo traditional costume and textiles on the collections of modern authors. Current trends for the spring-summer 2020 and spring-summer 2021 seasons are explored. Ready-made clothing models from the collection are shown.

Keywords: Ivanovo calico, Russian style, application method, sublimation printing, linen, knitwear, Ivanovo traditional costume, ethnic fashion, textile capital, print, large-size composition.

Современная мода изменяется невероятно быстро и характеризуется активным смешением элементов стилей, приемов и принципов, что совсем недавно считалось неприемлемым. Сегодня можно наблюдать повышенное внимание художников костюма и текстильщиков к русским ситцам с традиционными рисунками. Это связано с ростом интереса к русской культуре - ее архитектуре, изобразительному и прикладному искусству.

Сохранение национальных традиций в костюме является важной и актуальной задачей для отечественной культуры и искусства, также и, для искусства костюма.

Обращение к ивановскому текстилю и костюму, стремление возродить звание текстильной столицы, поставить Иваново в центр карты текстильной промышленности России является довольно актуальной темой не только для нашей области, но и для страны в целом.

Традиционный русский костюм всегда являлся источником вдохновения для многих дизайнеров одежды. Лаконичные формы, многообразие орнамента, узнаваемый цветовой колорит предоставляют дизайнеру великолепную возможность создавать уникальные произведения для модной индустрии. Одежда в русском стиле выделяется яркой подачей, выполняется в своеобразном ключе с узорами, цветочными орнаментами и вышивкой. Одной из важнейших задач для дизайнера во время работы над коллекцией в фольклорном стиле, является поиск нового художественного языка, который сможет выразить национальный характер и возродить национальные идеи.



Рис. 1.



Рис. 2.

При создании коллекции были поставлены следующие задачи:

- собрать и проанализировать информацию об ивановском текстиле и костюме;
- проанализировать произведение А.С. Пушкина «Сказка о Царе Салтане»
- Ознакомиться с информацией об использовании темы сказок в современной моде и формулировать современное прочтение образов в русском традиционном костюме;
- проанализировать модные тренды на период весна-лето 2020, весна-лето 2021;
- изучить историю спортивного стиля, и проследить, как он отражается в коллекциях современных дизайнеров.

Идеей данной коллекции является переосмысление ивановского традиционного костюма и текстиля, создание проекции этих образов на современность. Данная коллекция несет в себе культурный код, который следует внедрять на современные подиумы, чтобы показать важность культурного единства нашей страны.

Источниками вдохновения для коллекции стали современные российские дизайнеры, которые работают с русской темой – Вячеслав Зайцев, Алена Ахмадуллина, Татьяна Парфенова, Ульяна Сергеенко, а также рисунки традиционных ивановских ситцев. При разработке принтов авторы вдохновлялись тканями начала XIX века Куваевской мануфактуры, их желто-зеленая цветовая гамма стала основой будущей авторской ткани.

Для принтов на ткани не случайно выбрана крупнораппортная композиция. Это отсылает нас к иллюстрациям произведений А.С. Пушкина Ивана Билибина. Цветовая гамма раппорта – традиционная для орнамента ивановских ситцев, выполненная в современном варианте.

Для создания коллекции были выбраны следующие материалы: натуральный лен, трикотаж Джерси, а также шерстяная пряжа. Натуральный лен сейчас находится на пике популярности. Это экологичный материал, в котором человек будет чувствовать себя прекрасно в сезоне весна-лето. Кроме того, натуральный лен является одним из традиционных материалов для русского костюма. В коллекции были использованы авторские ручные ткани с использованием метода аппликации, а также сублимационная печать, которая гармонично дополнила и раскрыла каждый образ коллекции.

Коллекция состоит из 10 моделей и строится на контрасте спортивной стилистики и традиционных форм Ивановского костюма. Такой контраст помогает раскрыть концепцию коллекции.

Женские головные уборы – кокошники стилизованы в простые лаконичные формы, благодаря чему выглядят стильно и актуально, при этом сохраняя культурный код русского традиционного костюма.



Рис. 3.

Коллекция выполнена с элементами спортивного стиля. Это можно увидеть в мужских образах, а также в женских. Спортивным образ становится благодаря декоративной трикотажной отделке на манжетах и горловинах изделий. Тема спорта, комбинирование её с другими направлениями моды и дизайна, предлагает взглянуть на современный мир под другим углом и, прежде всего, сменить отношение к собственному комфорту, поставить его на первое место.

Спортивная тематика объединяется с русской народной культурой, принося современную моду нечто по-настоящему необычное и элегантное.

Результатом работы является разработка коллекции одежды *pret-a-porte*. Формы костюма в коллекции отсылают к силуэтам русского народного костюма, но в то же время стилизованы в более лаконичные и современные. Так, традиционный русский сарафан стилизован в комбинезон, и его можно смело внедрить в современную моду. Мужские рубашки-косоворотки интерпретированы как трикотажные пуловеры с авторской аппликацией. Их удобство и актуальность гармонично впишется в современный гардероб.

Сейчас этническая мода актуальна, так как является способом проявления культурного единства. Он показывает традиции не только, как музейный экспонат, но и как важный, современный элемент культуры, который раскрывается в моде, весьма значимой сфере жизни для человека XXI века.

Начало XXI века — время частого использования европейскими модельерами русской темы. Но также по-прежнему существуют определенные стереотипы в выборе национальной русской составляющей русского стиля. Современные художники, часто смешивают русские мотивы с актуальными сезонными брендами, и по-прежнему используют элементы, ставшие для многих символами России. Разница, прежде всего, состоит в том, что российские модельеры используют не только боярский и царский шик, но и традиционную народную одежду.

Результатом работы является разработка коллекции одежды *pret-a-porte*. Подводя итог, можно сказать, что поставленные задачи решены успешно, и созданная авторская коллекция актуальна, современна и применима для людей обширной целевой аудитории.

Таким образом, важно отметить, что российские и западные дизайнеры и художники используют разный подход к применению народных мотивов.

Коллекция была представлена на следующих конкурсах: *Etno Moda IBEFF Online*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мизонова Н.Г., Козлова И. Использование русских национальных мотивов в мировой моде Т.В // Изв. ВУЗов «Технология Текстильной промышленности», 2013 г.
2. Мизонова Н.Г. Использование традиций национальной культуры в творчестве российских художников-модельеров XX века // Диссертация, 2013 г.

3. Мизонова Н.Г. Особенности народного текстиля и костюма на территории Ивановской области // Изв. ВУЗов «Технология Текстильной промышленности», 2016 г.
4. Демиденко Ю. Ситец — русский иностранец // Теория моды: одежда, тело, культура, №27, 2013 г.

ДИЗАЙН ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ В СТИЛЕ ОП-АРТ

TEXTILE DESIGN IN THE STYLE OF OP-ART

Д.Г. Левченко, А.Г. Левченко
D.G. Levchenko, A.G. Levchenko

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnical University
E-mail: dglevchenko@mail.ru, aglevchenko@mail.ru

В статье рассматриваются возможность применения однослойных тканей стиля оп-арт в дизайне различных текстильных изделий. Рассмотрены примеры тканей, разработанные в Ивановском государственном политехническом университете. Приведены различные варианты применения их в дизайне.

Ключевые слова: оп-арт, ткани, эффект объема, визуальные эффекты, однослойные ткани.

The article discusses the possibility of using single-layer op-art fabrics in the design of various textile products. Examples of fabrics developed at Ivanovo state Polytechnic University are considered. Various ways of using them in design are given.

Keywords: op-art, fabrics, volume effect, visual effects, single-layer fabrics.

Высокая мода никогда не стоит в стороне от каких-либо новшеств. Стиль оп-арт достаточно широко используется во всех сферах дизайна, от костюма до интерьера. Его проявление можно найти в работах художников и дизайнеров как прошлых лет, так и этого года. Этот стиль регулярно находил свое применение во множестве коллекций от самых известных марок. Так, геометрические формы пришлись по душе брендам Александр Маккуин, Анна Суи, Роберто Кавалли, Ив Сен Лоран, Клименс Рибьеро, Топ Шоп и многим другим.

При художественном оформлении тканей все чаще используют приемы зародившегося в середине двадцатого века внутри абстракционизма и переживающего в настоящее время свое второе рождение художественного течения оп-арта (оптического искусства), основанного на особенностях восприятия плоских и пространственных фигур. В своих произведениях Виктор Вазарели, Бриджит Райли, Хесус Рафаэль Сото, Ричард Анушкевич и другие создавали пространственные оптические иллюзии с помощью многократно повторяющихся и перетекающих одна в другую простых геометрических фигур. Задача оп-арта – обмануть глаз, спровоцировать его на ложную реакцию, вызвать несуществующий образ. Этот стиль сочетает в себе четкую математику и образное мышление [1]. Приемы оп-арта основаны на особенности восприятия, известной как иллюзия (от лат. Illusio – обман, заблуждение). Оптические иллюзии – ошибки в зрительном восприятии, вызванные неадекватностью процессов неосознаваемой коррекции зрительного образа – занимают среди слуховых, тактильных, обонятельных, вербальных и других особое место [2].

Стиль оп-арта становится все более востребованным при дизайне интерьеров и одежды. Используемое при этом оформление тканей позволяет создать имитацию движения и объема. На протяжении последних десяти лет, на базе научно-образовательного центра ИВГПУ развивается компьютерная технология создания новых комбинированных переплетений, основанных на этом художественном течении. Так в нашем университете разработаны ткани имитирующие различные оптические иллюзии в виде объемных полос, ромбов, сот, зигзагов [3-6]. Особый интерес представляют ткани, выработанные переплетениями с имитацией объемных поверхностей, клеток и полусфер [7-9], так же

разработанные в ИВГПУ. Примеры переплетений тканей представлены на рис.1.

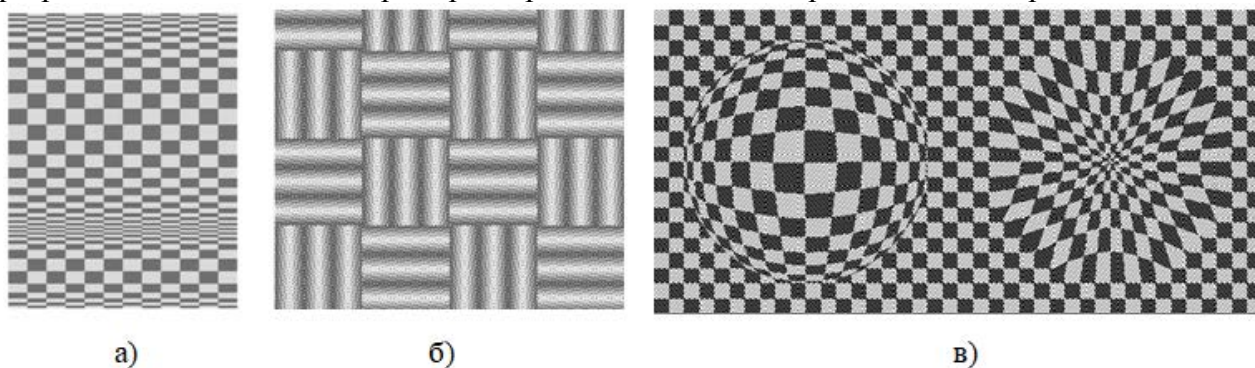


Рис.1. Примеры переплетений в стиле оп-арт:
а) объемные поверхности; б) клетки; в) полусферы.

Такие ткани можно использовать в коллекциях одежды в стиле «Шанель». Они будут хорошо смотреться в таких изделиях, как жакет, пиджак или пальто. Кроме того, такие изделия можно будет с лёгкостью сочетать с другими изделиями гардероба. Таким образом не нужно будет долго подбирать сочетание крупных принтов с остальными изделиями в образе. Геометрический принт уже укрепил за собой позицию неизменной классики. Широко используются ромбы, треугольники, косые и прямые линии, а также плавные рисунки цветов и просто абстрактных форм. Главным правилом здесь выступает сочетание контрастных и ярких цветов, так что одежда в этом стиле никак не может быть серой и неприметной. Самыми главными оттенками, конечно же, выступают черный и белый. Из них можно составить самые невероятные вариации.

В сезоне осень-зима 2020/2021, весна-лето 2021 геометрический принт с оптическими иллюзиями становится популярным и актуальным. Так на рис. 2 представлены примеры моделей выходивших на подиумы в таких образах.



Рис. 2. Пример одежды, оформленной в стиле оп-арт.

Также эти ткани могут стать частью интерьера в качестве настенного панно, интерьерных штор, которые смогут придать интерьеру больше пространства. Этот стиль сочетает в себе как четкую математику, так и образное мышление, при этом отлично вписываясь в наш век технического прогресса. Мебель в стиле оп-арт отличается использованием тканей с геометрическими рисунками, абстрактными орнаментами, яркими и насыщенными контрастами. В современных интерьерах, представленных на рис.3, часто встречаются ковры или обои с приемами оптического искусства. Такой стиль и прием добавляет пространству объема и многогранности.



Рис. 3. Дизайн интерьера комнаты в стиле оп-арт.

Подводя итог вышесказанному, можно отметить, что стиль оп-арт в настоящее время является весь актуальным. Особенно актуальны здесь однослойные ткани оформленные средствами ткачества, это объясняется, с одной стороны, возможностью с их помощью достигать высокий уровень псевдорельефности ткани, а с другой стороны, их однослойным строением. Ткани в стиле оп-арт в дизайне интерьеров позволяют художественными средствами передать движение и объем, а в одежных тканях заострить внимание на отдельных достоинствах фигуры и скрыть ее недостатки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иллюзия / Электронный ресурс. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Иллюзия>
2. Оптическое искусство / Электронный ресурс. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Оптическое_искусство
3. Мирошниченко, Д.А. Анализ методов получения на однослойной ткани визуальных эффектов объемных геометрических фигур / Д.А. Мирошниченко, Г.И. Толубеева // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – СПб.: СПбГУПТИД, 2016. № 4. С. 26-31.
4. Толубеева, Г.И. Новые способы построения комбинированных переплетений с визуальным эффектом объемных геометрических фигур / Г.И. Толубеева, Д.А. Мирошниченко // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX – 2018): сб. материалов XXI Междунар. науч.-практ. Форума, 26-28 сентября 2018 года. – Иваново: ИВГПУ, 2018. – Ч. 2. С. 24-28.
5. Толубеева, Г.И. Способ построения комбинированных переплетений с визуальным эффектом поперечных объемных зигзагов на базе теневых сарж / Г.И. Толубеева, Д.А.Мирошниченко // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX – 2017): сб. материалов XX Междунар. науч.-практ. Форума, 22-26 мая 2017 года – Иваново: ИВГПУ, 2017. – № 1. С. 307-313.
6. Мирошниченко, Д.А. Опыт использования информационных технологий при оформлении однослойных тканей ткацкими рисунками в стиле оп-арта / Д.А. Мирошниченко, Г.И. Толубеева // Современные задачи инженерных наук: сб. науч. тр. междунар. науч.-техн. симпозиума. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2017. – С. 145-149.
7. Мирошниченко, Д.А. Способ получения тканей шашечных переплетений // Патент РФ № 2656955. Оpubл. 07.06.2018. Бюл. № 16.
8. Мирошниченко, Д.А. Новые комбинированные переплетения, имитирующие на однослойной ткани объемные клетки / Д.А. Мирошниченко, Г.И. Толубеева // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – Иваново: ИВГПУ, 2018. – № 1. – С. 76-80.
9. Толубеева, Г.И. Способ получения тканей шашечных переплетений // Патент РФ № 2651246. Оpubл. 18.04.2018. Бюл. № 11.

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ УМЯГЧЕНИЯ ЛЬНЯНЫХ МАТЕРИАЛОВ

INNOVATIVE APPROACH TO SOLVING THE PROBLEM OF SOFTENING OF LINEN MATERIALS

К.А. Ленько, Н.Н. Ясинская, Н.В. Скобова
K.A. Lenko, N.N. Yasinskaya, N.V. Skobova

Витебский государственный технологический университет, (Республика Беларусь)
Vitebsk State Technological University, (Republic Belarus)

E-mail: kotya240497@mail.ru, yasinskayNN@rambler.ru, skobova-nv@mail.ru

Рассматривается оценка эффективности энзимной обработки льняных тканей декоративного назначения биопродуктами отечественных и зарубежных производителей с последующим химическим умягчением микроэмульсией. Проведены исследования перманентности достигаемого эффекта мягкости биообработанных льняных декоративных тканей после проведения многократных стирок.

Ключевые слова: энзим, льняная ткань, мягчение, драпируемость, усадка, потеря прочности, энзимная стирка.

Evaluation of the efficiency of enzymatic treatment of decorative linen fabrics with bioproducts of domestic and foreign manufacturers with subsequent chemical softening with a microemulsion is considered. Investigations of the permanence of the achieved effect of softness of biotreated linen decorative fabrics after repeated washings have been carried out.

Key words: enzyme, linen fabric, softening, drape, shrinkage, loss of strength, enzyme washing.

Белорусская легкая промышленность из года в год совершенствует свои технологии производства и отделки льняных тканей различного назначения. Актуальность очевидна – лён обладает уникальными свойствами, которые делают его незаменимым сырьём для производства тканей: высокие механические характеристики, стойкость к истиранию (во влажном состоянии прочность дополнительно увеличивается на 10-20 %), теплостойкостью (выдерживает температуру до 170 °С), светостойкостью (выше, чем у хлопка). Однако его высокая сминаемость и природная жесткость нравятся далеко не всем потребителям. Как известно [1], причинами повышенной природной жесткости льняных текстильных материалов являются, прежде всего, присутствие в соединительных тканях между элементарными волокнами сетчатых структур лигнина, а также встречно направленное спиралевидное расположение макрофибрилл целлюлозы в первичной и вторичной клеточных стенках элементарных волокон.

Традиционные способы умягчающей отделки льняных тканей обеспечивают достижение эффекта за счет нанесения на материал различных видов мягчителей с последующим (при необходимости) механическим умягчением. В качестве мягчителя используют эмульсии жиров, восков, масел, продукты конденсации жирных кислот. Существенным недостатком известных химических способов умягчающей отделки является кратковременность достигаемого результата и его неустойчивость к бытовым обработкам: в процессе стирок мягчители вымываются из волокна и достигнутый при отделке эффект мягчения заметно снижается при последующей эксплуатации изделий из них [2].

Снижение жесткости льняных изделий может быть достигнуто при энзимных методах обработки льняных материалов, преимуществами которых являются высокоселективное действие, низкая температура обработки, нейтральная среда растворов, экологическая чистота готовой продукции. Использование биообработки с последующим умягчением текстильного материала позволяет достичь максимальной степени мягкости, сохранить

достигнутый эффект после многократных стирок, улучшить потребительские свойства изделия, сократив при этом расход мягчителя [3].

На сегодняшний момент проведено большое количество исследований в области энзимных обработок льняных текстильных материалов, однако эффективность и результат во многом зависят от вида используемого льняного волокна, качественного и количественного состава ферментного препарата или композиции, тем более, что в настоящее время существуют различные производители энзимов (в том числе, отечественные), для внедрения в технологию которых требуется индивидуальное определение рациональных схем и технологических параметров биообработки.

В лабораторных условиях кафедры «Экология и химические технологии» УО «ВГТУ» проведены экспериментальные исследования по умягчению льняных тканей периодическим способом. Целью проводимых исследований является оценка эффективности применения энзимных препаратов различных производителей в технологии умягчения льняных тканей декоративного назначения. Технология биоумягчения включает в себя следующие этапы: пропитка льняных изделий ферментным препаратом, стирка, полоскание с добавлением микроэмульсии Tubingal RGH (концентрация согласно рекомендациям производителя).

В качестве объекта исследований выбраны декоративные льняные ткани производства РУПТП «Оршанский льнокомбинат», характеристики которых представлены в таблице 1. В предлагаемых технологиях умягчения использованы препараты, характеристика которых представлена в таблице 2. Процесс биообработки материала осуществлялся на автоматической стиральной машине мод. ВО-15.

Таблица 1

Характеристика декоративных тканей ОАО РУПТП «Оршанский льнокомбинат»

Артикул №	17С96-ШР+С	16С322-ШР+С	18С178-ШР+С
Поверхностная плотность, г/м ²	285	300	265
Сырьевой состав	Лен – 100%	Лен – 79% Хлопок – 21%	Лен – 78% Хлопок – 22%
Линейная плотность пряжи, текс			
Основа	104	50	50
Уток	110	110	110
Число нитей на 10 см			
По основе	136	201	200
По утку	130	222	200

Таблица 2

Характеристика препаратов

Препарат	Характеристика
Энзитекс ЦКП (Республика Беларусь)	Нейтральная целлюлаза (КМЦ), активность 10000 ед/г, оптимальные условия действия рН от 5,5 до 6,5, рабочая температура 40 – 60°С.
Бактозоль СЕ/СА (Швейцария)	Избранная специфическая изоцеллюлаза. Оптимальные условия действия рН от 4 до 7, температура ниже 65°С и выше 45°С.
Tubingal RGH (Германия)	Катионактивная микроэмульсия органомодифицированного полисилоксана, оптимальные условия действия рН 4,0-6,0.

Энзимная стирка изделий проводилась по трем технологическим режимам:

Режим 1 – стирка в умягченной воде, полоскание с добавлением микроэмульсии Tubingal RGH;

Режим 2 – энзимная стирка с препаратом Энзитекс ЦКП, полоскание с добавлением микроэмульсии Tubingal RGH;

Режим 3 – энзимная стирка с препаратом Бактозоль СА, полоскание с добавлением микроэмульсии Tubingal RGH.

Оценка степени мягчения декоративных тканей проводилась по показателю коэффициента драпируемости материала согласно ГОСТ Р57470-2017 [4] с контрольными замерами потери прочности полотна и линейной усадки (рис. 1). За контрольный образец принимаются декоративные льняные ткани производства РУПТП «Оршанский льнокомбинат», прошедшие традиционную отделку.

Анализ диаграммы драпируемости (рис. 1) показывает, что значения коэффициентов драпируемости по режиму 1 в среднем на 52% превышают показатели контрольного образца. Данные по режиму 2 и 3 значительно не отличаются между собой, однако они превышают на 15% значение коэффициентов по 1 режиму, что указывает на эффективность применения ферментных препаратов. Использование индивидуально силиконового мягчителя является недостаточным для достижения желаемого эффекта мягкости.

Показатель линейной усадки льняных и полульняных тканей должен быть не более 5% по утку и не более 3% по основе согласно ГОСТ 11207-65 [5]. Исходя из этого, линейная усадка по основе является удовлетворительной по режиму 2 и 3 и незначительно превышает по режиму 1. Усадка по утку удовлетворяет нормированному показателю по всем трем режимам (рис. 2).

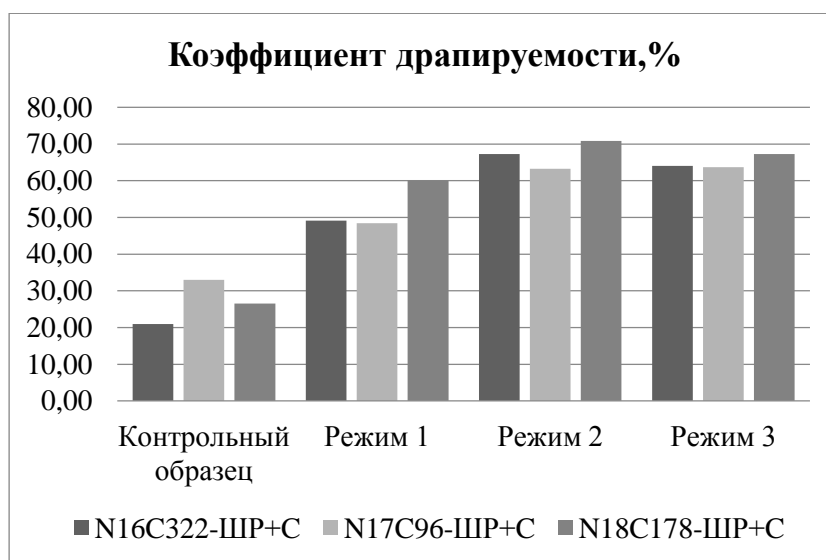


Рис. 1. Оценка драпируемости льняных декоративных тканей

После энзимной обработки наблюдаются значительные потери прочности материала вдоль основы до 4,3% по режиму 2 и до 2,6% по режиму 3, вдоль утка до 13,29% по режиму 2 и до 8,28% по режиму 3 (рис. 3). Причина данного явления связана с деструктивным воздействием фермента на структуру целлюлозного волокна. Однако, несмотря на разрушающие действия энзимов, показатель прочности ткани по режиму 2 (в среднем разрывная нагрузка составляет 13,8 сН) и по режиму 3 (в среднем разрывная нагрузка составляет 14,5 сН) соответствуют нормативному показателю (не менее 10 сН). Снизить потерю прочности полотен можно уменьшив концентрацию применяемых ферментных препаратов.

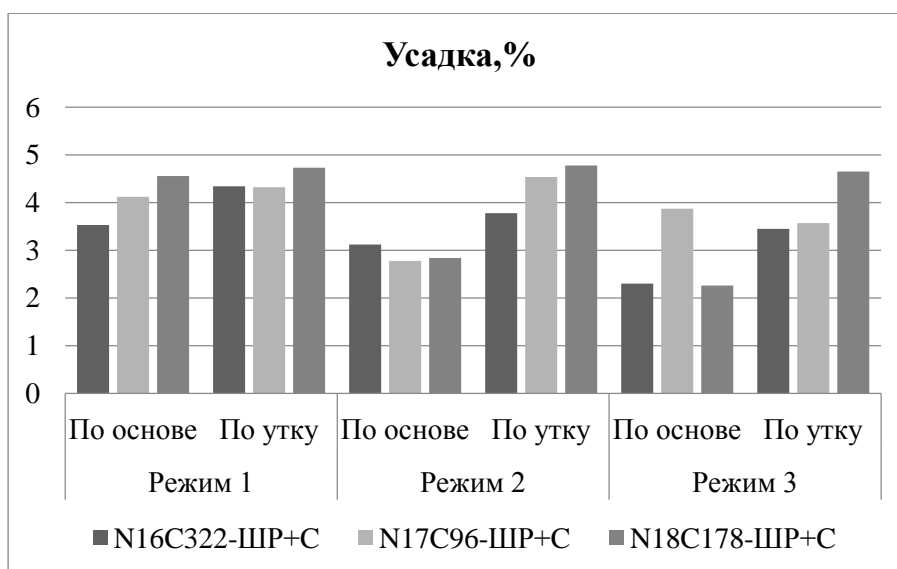


Рис. 2. Оценка усадки льняных декоративных тканей

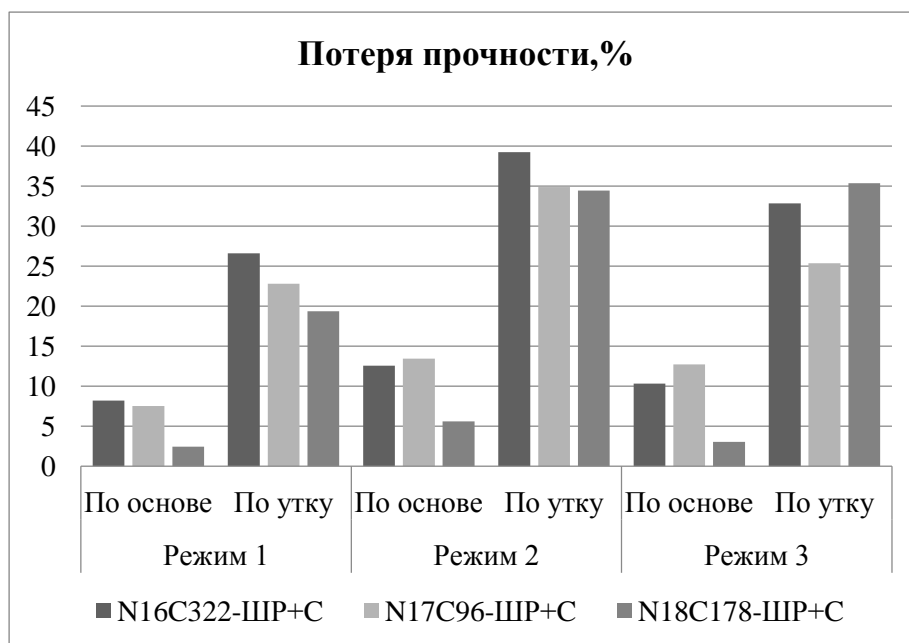


Рис. 3. Оценка потери прочности льняных декоративных тканей

В результате воздействия энзимного препарата на структуру волокна происходит более полное проникновение микроэмульсии аминомодифицированного полисилоксана (Tubingal RGH) в капиллярно-пористую структуру волокна. Для подтверждения данного явления проведены исследования перманентности достигнутого эффекта мягкости декоративной ткани артикула 16С322-ШР+С производства РУПТП «Оршанский льнокомбинат» путем проведения цикла многократных стирок согласно ГОСТ 11209-2014 [6] с последующей оценкой показателя драпируемости изделий.

Гистограмма драпируемости опытных образцов после многократных стирок демонстрирует существенное снижение мягкости материала прошедшего обработку по режиму 1 (индивидуально силиконовый смягчитель) уже после 5 стирок, с последующим снижением мягкости после каждого цикла стирок. Однако, образцы обработанные по режиму 2 и 3 сохраняют достигнутый эффект даже после проведения 25 стирок (рис. 4). Тактильная оценка свойств показала, что в среднем изделия начинают терять мягкий гриф и шелковистость после проведения 20 стирок.

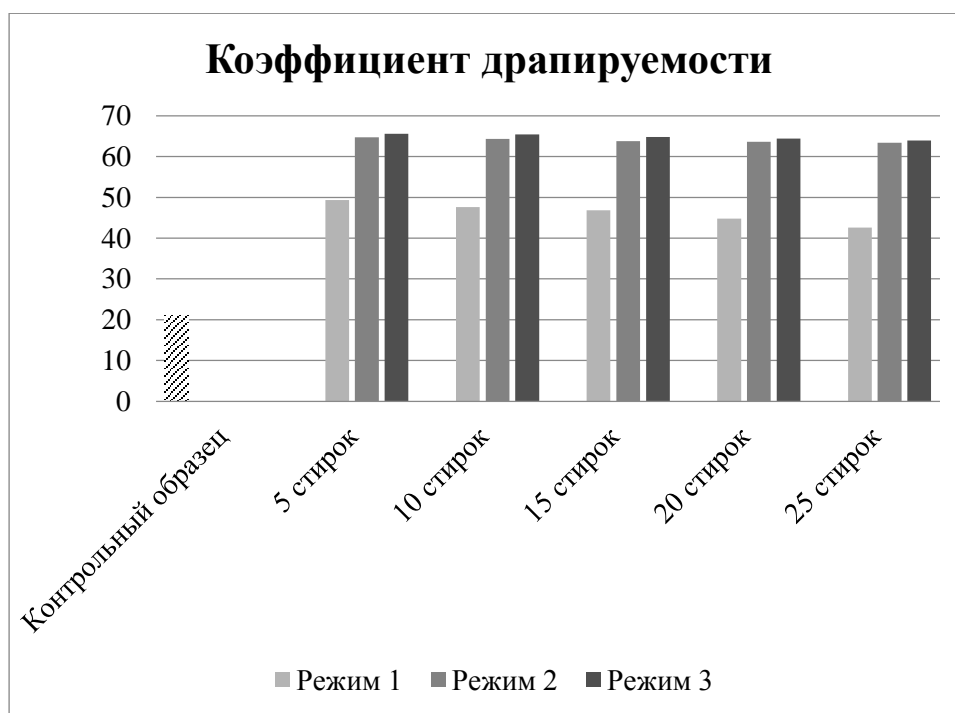


Рис. 4. Оценка драпируемости льняной декоративной ткани артикула 16С322-ШР+С после цикла бытовых стирок

В ходе опроса 50 респондентов (потенциальных покупателей) о предпочтениях в выборе готового льняного изделия по внешнему виду и по грифу (в оценке участвовали контрольный и опытные образцы), установлено, что в 90% случаях покупатель отдает предпочтение образцам прошедшим цикл биообработки с последующим химическим смягчением.

Таким образом, установлено, что ферментные препараты Энзитекс ЦКП и Бактозоль СА одинаково положительно влияют на устранение жёсткости льняных и полульняных материалов. Для достижения устойчивого эффекта смягчения целесообразно сочетать ферментную обработку льняных материалов с последующим химическим смягчением. Выбор предпочтительного ферментного препарата рекомендуется производить исходя из ценовой политики, т.к. эффект воздействия энзимов на материал идентичен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьева, В. А. Отделка льняных тканей, проблемы и пути их решения / В. А. Афанасьева, В. С. Переволоцкая, Т. Г. Башилова // Русская мануфактура, 2000, №2 – 26-28 с.
2. Скобова, Н. В. Умягчающая отделка льняных постельных тканей / Н. В. Скобова, Н. Н. Ясинская, К. А. Котко // Материалы докладов 52-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов, Витебск, 2019, т.1 – 400–403 с.
3. Котко, К. А. Технология биоумягчения махровых хлопчатобумажных изделий / К. А. Котко, Н. Н. Ясинская, Н. В. Скобова // сб. науч. тр. Международной научной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения профессора А.Г. Севостьянова. Часть 2. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2020. – 117-122 с.
4. ГОСТ Р57470-2017 Материалы текстильные. Методы испытаний нетканых материалов. Часть 9. Определение драпируемости, включая коэффициент драпируемости (диаметр образца 30 см); введ. 2018.01.03 - Москва : Стандартиформ, 2017. – 11 с.
5. ГОСТ 11207-65 Ткани текстильные. Классификация норм изменения размеров после мокрой обработки; введ. 1965.30.06 - Москва : ИПК Издательство стандартов, 1965. – 2 с.
6. ГОСТ 11209-2014 Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний; введ. 2016.01.01 – Москва : Стандартиформ, 2015. – 14 с.

ВЫБОР СПОСОБА ПОДГОТОВКИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ТКАНИ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ РУЧНОЙ РОСПИСИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ОДЕЖДЫ

TEXTILE PREPARATION METHOD CHOOSING FOR FURTHER MANUAL PAINTING OF TEXTILES AND GARMENTS

К. Г. Лысова, Е.А. Павлычева, О.Н. Сони́на
K.G. Lysova, E.A. Pavlicheva, O.N. Sonina

Ивановский колледж легкой промышленности
Ivanovo College of Light Industry
E-mail: lisova_xsenia2003@mail.ru, pavlycheva_k@mail.ru, sonina@iklp.ru

Рассмотрены два метода подготовки текстильных материалов, использование которых возможно при ручной росписи текстильных изделий из суровых тканей. Проведено сравнение полученных образцов по белизне и капиллярности.

Ключевые слова: суровая ткань, методы подготовки текстильных изделий, белизна, капиллярность.

Two textile preparation methods using for manual painting of unprocessed textiles are considered. Samples obtained were compared by its whiteness and capillary.

Keywords: unprocessed textile, textile preparation methods, whiteness, capillary.

Довольно долго человечество искало способы украшать свою одежду, развивая различные направления текстильной отрасли. Появлялись новые ткацкие и печатные технологии, совершенствовались способы крашения и заключительной отделки текстильных материалов. Качественная, дорогая ткань, как правило, для потребителя ассоциируется с ярким дизайном, качественно выполненным принтом, идеально сотканной поверхностью полотна. Но стоит заметить, что начиная с конца прошлого века, всё более актуальным становится экологический тренд, как в одежде, так и в предметах интерьера, аксессуарах. Грубоватые ткани природных оттенков, нарочито необработанные кромки полотен, натуралистичные принты – всё это неизменно привлекает внимание современных людей, давая возможность ощутить себя ближе к природе [1]. Зародившаяся в 70-х годах 20-го века панковская и рок культура, находящая множество поклонников среди молодежи и по сей день, также использует в своем арсенале грубые, необработанные ткани. Многие из этих изделий являются авторскими, выполненными (расписанными) на заказ (рис.1).

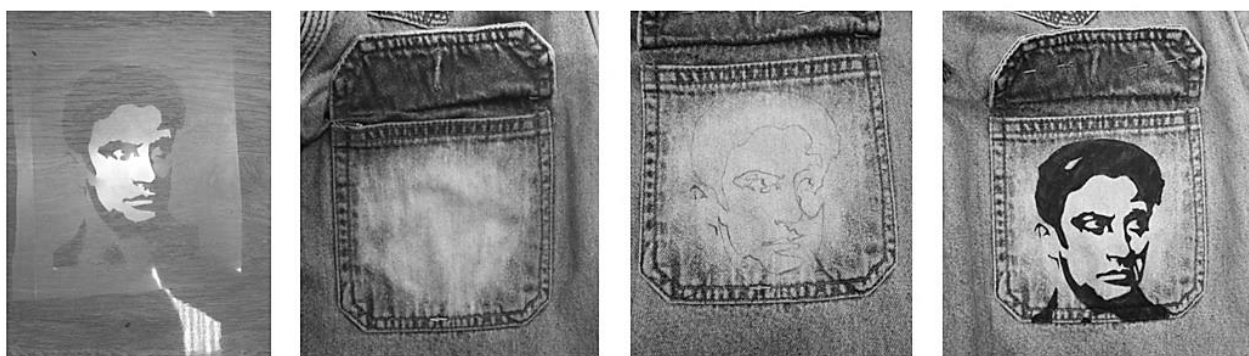


Рис. 1. Основные этапы работы по росписи элемента джинсовой одежды (работа по декорированию джинсовой одежды студентки ОГБПОУ «ИКЛП» Павлычевой Е.А.)

С какими же сложностями сталкиваются художники и дизайнеры, работающие с такими материалами? Как известно, капиллярность ткани в большинстве случаев является определяющим фактором при выборе способа ручного колорирования текстильных изделий. Огромное разнообразие техник позволяет получить ткани с уникальным рисунком, что удовлетворяет спрос самых взыскательных потребителей. Однако, большинство художественных приемов, используемых в росписи тканей с высокой гидрофильностью, не применимы для изделий из тканей с низкой капиллярностью. И это настоящая проблема, если мы планируем выполнять роспись по влажной суровой или грубой хлопчатобумажной ткани, типа рогожки, толстой джинсы и т.д.

Цель нашей работы – оценить влияние способа подготовки хлопчатобумажной ткани на ее капиллярные свойства. Выбранные методы подготовки [2] были адаптированы нами для использования в домашних творческих мастерских (производственные реактивы заменены средствами бытовой химии).

Для испытания использовались образцы суровой ткани, типа рогожка, подготовка образцов осуществлялась двумя различными способами (табл. 1, рис. 2):

1. классический периодический щелочно-гипохлоритный метод, предусматривающий длительную обработку ткани в варочном растворе (отварку) и последующее отбеливание ее в растворе гипохлорита натрия. В состав варочной жидкости были включены следующие компоненты:

- Автошампунь,
- Бисульфит (гидросульфит) натрия,
- Силикат натрия (жидкое стекло),
- Вода.

Образцы ткани помещали в раствор варочной жидкости, и кипятили в течение 60 минут при постоянном объеме варочной жидкости. После отварки образцы промывали и подвергали кислотке раствором разбавленной уксусной кислоты. На этом этапе часть образцов откладывали (образцы маркировались №1), остальные отбеливали в растворе гипохлорита, приготовленного из таблеток обеззараживающего средства «Пюржавель», при температуре 30°C в течение 20 минут. Готовые образцы промывали, высушивали (образцы маркировались №2).

2. Одностадийный плюсовочно-запарной пероксидный способ, совмещающий отварку и беление в одной технологической операции. Ткань опускали на 1-2 минуты в рабочий раствор следующего состава:

- Пероксид водорода (H₂O₂), аптечный 3%-ный раствор,
- Автошампунь,
- Силикат натрия (жидкое стекло),
- Вода.

Затем образцы ткани отжимали, не промывая, и запаривали в течение 60 минут при температуре 100-103°C. Готовые образцы промывали, высушивали.

Таблица 1

Результаты подготовки хлопчатобумажной ткани различными методами

№ образца/ способ подготовки	характеристика полученных образцов	
	Цвет/белизна	Капиллярность, см
Исходный материал	Сливочно-желтоватый цвет	
Периодический щелочно-гипохлоритный метод: №1 Образцы после отварки №2 Образцы после беления	Цвет исходного материала	6 см
	Белый с желтоватым оттенком	7 см
№3 Одностадийный плюсовочно-запарной пероксидный способ	Белый цвет без примеси желтых оттенков	4,25 см

Для оценки капиллярности образцов мы использовали упрощенную методику ГОСТ 29104.11-91. Сущность метода заключается в определении высоты капиллярного подъема жидкости в ткани.

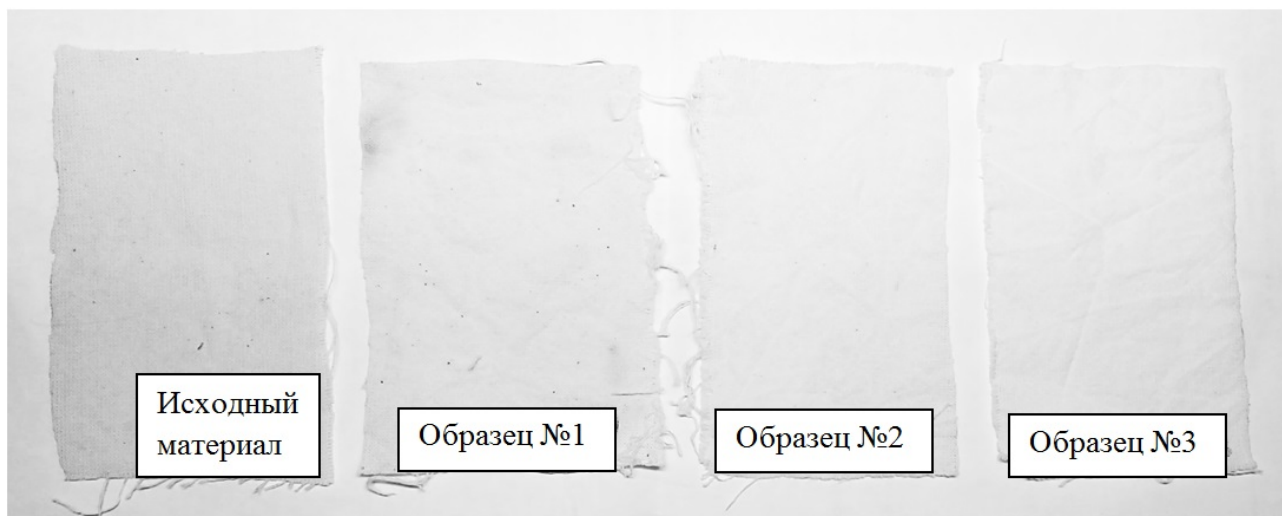


Рис. 2. Оценка белизны образцов хлопчатобумажной ткани, подготовленных разными способами (нумерация образцов в соответствии с табл. 1)

Элементарную пробу ткани одним концом закрепляют на планке. На другом конце элементарной пробы закрепляют стеклянные палочки. Кристаллизационную чашку или другую емкость устанавливают под элементарные пробы, наливают в нее раствор красителя в таком количестве, чтобы он покрывал палочки, после чего включают секундомер. Высоту подъема раствора измеряют линейкой с погрешностью не более 1 мм через 1, 2, 3 ч и т.д. до максимального подъема. Высоту подъема считают максимальной, если ее значение не превышает предыдущее более чем на 1 мм (рис 3, нумерация образцов в соответствии с табл. 1).

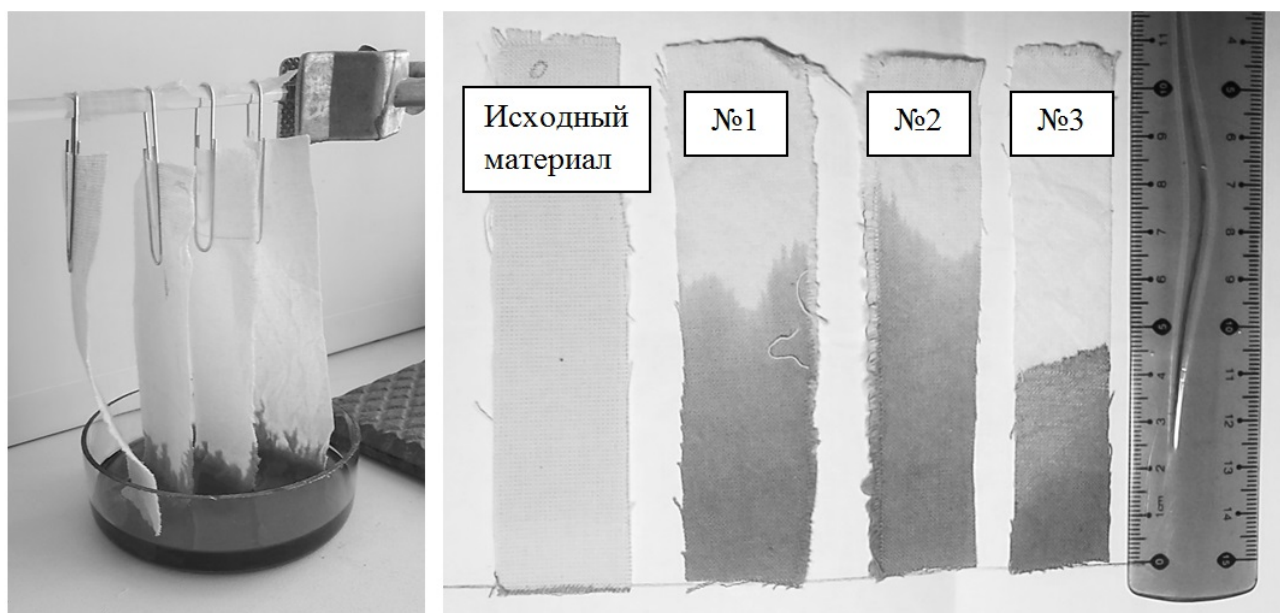


Рис.3. Определение капиллярности образцов хлопчатобумажной ткани, подготовленных разными способами (крайний слева – исходный материал)

Как видно из представленных результатов, оба метода подготовки способны значительно повысить капиллярность суровой хлопчатобумажной ткани. Одностадийный плюсовочно-запарной пероксидный способ дает наилучшие показатели белизны, однако по

капиллярности данные образцы уступают тем, что были получены обработкой по классическому периодическому щелочно-гипохлоритному методу.

Таким образом, в зависимости от поставленной цели, мы можем выбрать любой из предложенных нами способов подготовки суровых хлопчатобумажных тканей к колорированию ручным способом:

- если в росписи требуется хорошая окрашиваемость ткани, возможность применить эффект растекания, а белизна образца не является критичным показателем, можно рекомендовать классический щелочно-гипохлоритный метод подготовки ткани;
- если в росписи нужны четкие контуры рисунка, быстрое впитывание красителя без растекания по полотну, требуется использовать эффект подсвечивания за счет выбеливания части полотна под рисунком, то приемлемым будет использование одностадийного плюсовочно-запарного пероксидного способа, которому свойственна быстрота и легкость исполнения .

ЛИТЕРАТУРА

1. Эко ткани - что это: возвращение к истокам или новый высокотехнологичный тренд?, 2018. URL: <https://textilemarket.ru/blog/eco-tkani> (дата обращения 10.04.2020)
2. Гарцева, Л.А. Лабораторный практикум по химической техно-логии текстильных материалов: учеб. пособие / Л.А. Гарцева.– Иваново: ИГТА, 2011.–136 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ЗАДАНЫХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

FORMATION OF COMPOSITE MATERIAL SPECIFIED PROPERTIES FOR GARMENTS

Г.Л. Машина, О.В. Метелева, Л.И. Бондаренко
G.L. Mashina, O.V. Meteleva, L.I. Bondarenko

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University

E-mail: mashinagalyaka@mail.ru, olmet07@yandex.ru, bondarenko.ivanovo@yandex.ru

Использование новых полимерных композиций способствует созданию новых материалов для изготовления бытовой и специальной защитной одежды. Предложены пленочные клеевые материалы, обладающие остаточной липкостью и способные образовывать прочные и надежные клеевые соединения. Исследованы физико-механические и адгезионные свойства полученных образцов пленочного материала.

Ключевые слова: акрилатные латексы; композиционный пленочный материал; полимерная композиция; защитные изделия.

Use of new polymeric compositions promotes creation of new materials for production of household and special protective clothes. The film glue materials having residual stickiness and capable to form strong and reliable glue connections are offered. Physicomechanical and adhesive properties of the received samples of film material are investigated.

Keywords: akrilat latex; composite film material; polymeric composition; protective products.

В настоящее время спецодежда является стабильным и высоко востребованным ассортиментом, имеющим значительную долю в продукции, выпускаемой швейной промышленностью. Общие цели применения спецодежды: сохранение здоровья человека в процессе труда, повышение эффективности труда. Спецодежда должна не только создавать благоприятные для организма человека соотношения с окружающей средой и обеспечивать оптимальные условия для трудовой деятельности, но и обладать высокой степенью защитной эффективности и удобством в эксплуатации.

Использование новых полимерных композиций и совершенствование структуры покрытий обеспечило создание новых материалов для изготовления бытовой и специальной одежды, обладающих не только высокими защитными, но и улучшенными эксплуатационными и гигиеническими свойствами. Активное развитие ассортимента материалов для швейных изделий и повышение их качественных показателей должны быть учтены при разработке современных способов производства швейных изделий. Для изготовления спецодежды из материалов с пленочным покрытием в настоящее время швейные предприятия используют дорогостоящие импортные технологии и оборудование. Наибольшее распространение на предприятиях нашел способ приклеивания клеевой ленты на поверхность ниточного шва. Термопластичные ленты с клеевым слоем расплавляют с помощью струи нагретого газа или воздуха, накладывают на шов и прессуют, пропуская между роликам [1], [2].

Для более эффективного изготовления специальных изделий защитного назначения из разнообразных по свойствам материалов, включая пленочные материалы и материалы с полимерными покрытиями, не разработано к настоящему времени специальных клеевых пленочных материалов, обладающих остаточной липкостью и способных образовывать прочные и надежные клеевые соединения [3], [4].

Цель работы – исследование безосновного самоклеящегося пленочного материала, функциональное назначение каждого слоя которого определяется его химическим составом, обладающего комплексом улучшенных функциональных характеристик, таких как адгезионная и разрывная прочность, низкая жесткость и высокая эластичность, стойкость к агрессивным средам и циклическим деформациям.

Исходя из требований, предъявляемых к разрабатываемому пленочному материалу для изготовления швейных изделий специального назначения, в качестве перспективных пленкообразующих при создании полимерных композиций для клеевого и неклеевого слоев были определены водные дисперсии полимеров [5]. На основе проведенных аналитических исследований установлена перспективность разработки безосновных самоклеящихся пленочных материалов и определено направление исследований: исследование и подбор ингредиентов для получения исходной полимерной композиции; оценка влияния химического состава клеевой и неклеевой армирующей композиций на показатели условной вязкости и поверхностного натяжения; оценка дисперсионного состояния композиций для клеевого и неклеевого слоев безосновного самоклеящегося пленочного материала. В качестве основных пленкообразующих при создании самоклеющегося пленочного материала для изготовления швейных изделий были выбраны акрилатные латексы различных марок опытно-промышленного производства ФГУП «НИФХИ им. Л.Я. Карпова».

Экспериментально установлено, что наилучшими технологическими свойствами обладают пленки из латексов, представляющих собой водную дисперсию сополимера бутилакрилата, акрилонитрила и метакриловой кислоты, а также смеси указанных латексов, взятых в пропорции 3:1 (в пересчете на сухое вещество). Оптимальное сочетание высокой прочности и эластичности позволило рекомендовать данные составы для использования в качестве неклеевого армирующего слоя. В качестве загустителя акрилатного латекса использовали водную дисперсию сополимера бутилакрилата, акрилонитрила и метакриловой кислоты с соотношением звеньев по массе соответственно 67:22:11. С учётом полученных результатов по влиянию загустителя на реологические свойства латексных композиций и физико-механические показатели плёночных покрытий, в качестве базового варианта для получения самоклеящегося плёночного материала был выбран рациональный состав слоев полимерной пленки.

Содержание и условия реализации технологических операций в процессе получения модельных образцов многослойного пленочного герметизирующего материала идентичны содержанию и условиям реализации технологических операций получения модельных образцов однослойных пленок. Каждый слой многослойного самоклеящегося пленочного материала формируется последовательно после высыхания предыдущего слоя. Количество слоев определяется видом и особенностями эксплуатации герметизирующего материала. Значения физико-механических показателей модельных образцов многослойных пленок, определенные по стандартным методикам, применяемым для оценки свойств пленочных материалов и искусственных кож, представлены в таблице 1. В результате установлено их высокое соответствие требованиям, обусловленным особенностями производства швейных изделий из защитных материалов.

По внешнему виду модель безосновного самоклеящегося пленочного материала – это однослойная пленки из латекса сополимера бутилакрилата, акрилонитрила и метакриловой кислоты с разным сочетанием мономеров, а также многослойные пленки на основе однослойных пленок различного компонентного состава с односторонним или двусторонним клеевым (липким) слоем, идентичные по составу, представляют собой прозрачные бесцветные материалы. Они легкие, мягкие, прочные.

Герметизирующий материал для швейных изделий должен выдерживать все деформации, возникающие при эксплуатации, не теряя своих защитных свойств. Для исключения отслаивания герметизирующего материала от поверхности шва при растяжении, необходимо, чтобы его относительное удлинение было больше относительных удлинений

швов в продольном и поперечном направлениях, а также больше относительного удлинения водонепроницаемого материала, из которого изготовлено изделие.

Таблица 1

Физико-механические показатели модельных образцов многослойных пленок

Наименование показателя	Значение показателя	Методика испытаний
1	2	3
Поверхностная плотность (масса 1 м ²), г, не более	230	ГОСТ 17073-71 Кожа искусственная. Метод определения толщины и массы 1 м ²
Толщина, мм	0,25	ГОСТ 9998-86 Пленки поливинилхлоридные пластифицированные бытового назначения. Общие технические условия
Прочность при растяжении, МПа	8-10	ГОСТ 14236-81 Пленки полимерные. Метод испытания на растяжение
Относительное удлинение при разрыве, %	350	ГОСТ 12580-78 Пленки латексные. Метод определения упруго-прочностных свойств при растяжении
Липкость, с	15,0-20,0	ГОСТ 20477-86 Лента полиэтиленовая с липким слоем. Технические условия
Прочность связи с полиуретановым покрытием при отслаивании, Н/см, не менее	4	ГОСТ 17317-88 Кожа искусственная. Метод определения прочности между слоями
Жесткость, сН	0,7-1,0	ГОСТ 8977-74 Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения гибкости, жесткости и упругости
Условная прочность при растяжении, МПа	35,7	ГОСТ 12580-78. Пленки латексные. Метод определения упруго-прочностных свойств при растяжении
Относительное остаточное удлинение, %	12	ГОСТ 12580-78. Пленки латексные. Метод определения упруго-прочностных свойств при растяжении
Условное напряжение при заданном удлинении (300%), МПа	30,0	ГОСТ 12580-78. Пленки латексные. Метод определения упруго-прочностных свойств при растяжении

Относительные удлинения швов различных конструкций из водонепроницаемых материалов с полимерными покрытиями достигают в продольном направлении 30%, в поперечном 25%, а относительные удлинения самих материалов – до 40% в любом направлении. Значительное превышение (в 10-20 раз) относительного удлинения модельных образцов многослойных пленочных материалов над относительными удлинениями водонепроницаемых материалов с пленочными покрытиями и швов в изделиях из этих материалов позволяет сделать вывод о возможности сохранения адгезионного контакта между герметизирующим и основным материалом при растяжении швов и, значит, возможности их использования для герметизации швов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демидов С. PFAFF Industrie Maschinen AG. Сварка как шаг в будущее // Швейная промышленность. – 2006. – № 1. – С. 11.

2. SportТех. Текстильная компания. Оборудование и ткани. – <http://sporttex.ru>; СТ-Пром. Продажа промышленного швейного оборудования и запчастей. - <http://shtprom.ru/>
3. Дьяконова, Е.В. Влияние характеристик клеевого материала на проницаемость соединений пуховой одежды / Е.В. Дьяконова, О.В. Метелева, Л.И. Бондаренко, А.В. Баранов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2016. – № 5 (365). – С. 149-153.
4. Пат. 2506296 РФ, Многослойный клеевой материал, МПК G09J 7/02; B32B 27/00; B32B 27/28; заявитель и патентообладатель Ивановский гос. политех. университет / Е.П. Покровская, О.В. Метелева, Л.И. Бондаренко, Т.С. Савченко, Н.Н. Зайцева – № 2012107518/05; заявл. 28.02.2012; опубл. 10.02.2014. – Бюл. № 4. – Режим доступа: http://old.rguts.ru/electronic_journal/number39/contents. – Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2506296>.
5. Еркова, Л.Н. Латексы / Л.Н. Еркова, О.С. Чечик. – М.: Химия, 1983. – 224 с.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОДВИЖЕНИЯ В ВИРТУАЛЬНОЙ
СРЕДЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВЫПУСКАЕМЫХ ПРЕДПРИЯТИЯМИ
ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ: НОВЫЙ ТРЕНД ПОСЛЕ FHUB IVANOVO I**

**ADDITIONAL OPPORTUNITIES FOR PROMOTING TEXTILE MATERIALS
PRODUCED BY THE ENTERPRISES OF THE IVANOVO REGION IN THE VIRTUAL
MEDIA: A NEW TREND AFTER FHUB IVANOVO I**

А.Х. Маянцева, И.В. Жукова
А.Н. Mayanceva, I.V. Zhukova

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnical University
E-mail: alisamayanceva@mail.ru, iren932@gmail.com

В статье рассмотрен вопрос об использовании современных технологий, как дополнительные возможности продвижения текстильных материалов, выпускаемых предприятиями Ивановской области при их реализации. Приведен пример разработки в виртуальной среде модельного ряда одежды из разных тканей, выпускаемых предприятиями Ивановской области.

Ключевые слова: текстильные материалы, одежда, виртуальная среда, цифровизация, предприятиями Ивановской области.

The article discusses the use of modern technologies as additional opportunities for the promotion of textile materials produced by enterprises of the Ivanovo region during their implementation. An example of the development in a virtual environment of a model range of clothing from different fabrics produced by enterprises of the Ivanovo region is given.

Keywords: textile materials, clothing, virtual environment, digitalization, enterprises of the Ivanovo region.

Ивановская область всегда славилась своим текстилем и считается текстильным краем. История текстильной промышленности в Ивановской области насчитывает более 250 лет. Уже в XIX веке, чтобы не зависеть от поставщиков сырья, пряжи и суровья стали создаваться предприятия с полным циклом производства (пряжение, ткачество, отделка). Такие циклы были внедрены на фабриках братьев Гарелиных. Благодаря текстильному производству Иваново-Вознесенск стал одним из первых бурно развивающихся капиталистических городов России конца XIX века. В период с 1925 г. по 1935 г. в Иванове были построены фабрика им. Дзержинского, «Красная талка», «Меланжевый комбинат», в том числе Камвольный комбинат - «флагман текстильной промышленности России», выпускавший более 40 миллионов квадратных метров ткани в год [1].

Выпуск тканей в Ивановской области в мае 2020 года составил 94,8 миллионов квадратных метров, это 20 % общероссийского выпуска тканей [2]. В настоящее время в Ивановской области насчитывается около 36 предприятий, среди которых можно выделить крупнейшие предприятия, такие как: ООО «ГДЛ Текстиль» (компания занимает 10 % рынка производителей х\б тканей, 6% - домашнего текстиля и более 30 % - марли); Ивановская компания «Миртекс» (производитель трикотажного текстиля, ассортимент представлен тканями из кулирки набивной, халатной и вельвета); ОАО ХБК «Шуйские ситцы» (производство более 60 миллиона метров ткани в год) [3]. На рис.1 представлена диаграмма процентного распределения выпускаемой ткани разного вида в Ивановской области.



Рис.1. Диаграмма процентного соотношения выпуска ткани в Ивановской области

Весь объем выпускаемых текстильных материалов реализуют путем продажи ткани или производства из нее разных видов одежды и домашнего текстиля. Цифровизация данной отрасли даст дополнительные возможности по повышению товарооборота выпускаемых текстильных материалов. С 1980-х годов японские исследователи приступили к переводу в цифровой формат разных видов ткани с учетом их физико-механических свойств. Создана уникальная система конфекционирования материалов KAWABATA Evaluation System for fabrics (KES-F), которая в автоматическом режиме, без участия специалистов, дает заключение о пригодности материала после испытаний на комплексе из четырех приборов [4]. Результаты данных испытаний заложены в современные программы 3D моделирования одежды в виртуальной среде.

Специализированные цифровые программы, такие как CLO 3D, Marvelous Designer, Daz 3D и др. позволяют визуализировать проектируемую модель еще до ее материального изготовления, что дает возможность оценить качество проектной разработки и ее соответствие дизайн-проекту еще на начальном этапе. Кроме того, 3D-САПР учитывают показатели физико-механических свойств материалов: толщина, усадка по основе и утку, драпируемость, упругость, жесткость (пластичность), а также цвет, фактуру, блеск и прозрачность. На рис. 2 показан пример реализации в виртуальной среде модельного ряда женского платья из разных тканей, выпускаемых предприятиями Ивановской области.



Рис. 2. Реализация моделей женского платья в виртуальной среде (программа CLO 3D) из разных тканей: а — ООО «ТДЛ текстиль»; б - ОАО ХБК «Шуйские ситцы»

Таким образом, имея цифровые модели ткани и зная их физико - механические свойства, можно выполнить виртуальное моделирование различных видов одежды из разных тканей. Еще одним преимуществом современных IT-технологий для трехмерного представления одежды является то, что они позволяют выполнить демонстрацию проектируемой модели на фигуре человека в движении. Все это позволяет сократить временные и материальные затраты на поиск новых способов применения и реализации текстильных материалов, выпускаемых предприятиями Ивановской области.

ЛИТЕРАТУРА

1. История текстильной промышленности в Ивановской области [Электронный ресурс]. URL: <http://hb-tech.ru/history> (дата обращения: 10.10.20)
2. Михаил Мокрецов. Текстильное производство в Ивановской области зачало [Электронный ресурс]. URL: <https://vek.news/news/16282> (дата обращения: 10.10.20)
3. Каталог производителей тканей Ивановской области [Электронный ресурс]. URL: <https://productcenter.ru/producers/r-ivanovskaia-obl-168/catalog-tkani-238> (дата обращения: 10.10.20)
4. Кузьмичев, В.Е. Цифровые технологии в дизайне одежды: ожидания VS реальность./ Мультиканальная платформа Индустрии Моды [Электронный ресурс]. <https://e-mm.ru> (дата обращения 14.10.2020)
5. Жукова, И.В. Обоснование целесообразности применения метода виртуальной примерки при приобретении одежды через интернет-магазин./ Материалы докладов международной конференции «Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности», Республика Беларусь, Витебск, ВГТУ, 2014. С. 145-147

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА КРАШЕНИЯ ЧУЛОЧНО-НОСОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИАМИДА

IMPROVING THE QUALITY OF POLYAMIDE FIBER SOCKS DYING

А.А. Миронова, З.А. Асхабова, А.Э. Джумаева,
С.В. Смирнова, Е.Л. Владимирцева
A.A. Mironova, Z.A. Askhabova, A.E. Dzhumaeva,
S.V. Smirnova, E.L. Vladimirtseva

Ивановский государственный химико-технологический университет
Ivanovo State University of Chemistry and Technology
E-mail: mironova.anna05@mail.ru

Представлены варианты крашения чулочно-носочных изделий из полиамида кислотными красителями при использовании эффективных поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, красители, полиамидное волокно

Variants of polyamide hosiery dyeing with acid dyes using effective surfactants are presented.

Key words: surfactants, dyes, polyamide fiber

Чулочно-носочные изделия из полиамида пользуются большим спросом, как на российском, так и на международном рынках. Технология их изготовления отработана и зависит от типа выпускаемой продукции [1].

Тем не менее, при колорировании текстильных материалов из полиамидных волокон возникает ряд проблем, часть которых связана с техническими характеристиками синтетических волокон: высокой гидрофобностью и степенью кристалличности, низкими сорбционными свойствами. Другая часть вызвана отличием в качества сырья, поступающего на текстильные предприятия по выпуску трикотажных изделий из разных источников. Неравноценность сырья, возможное наличие на поверхности волокон масляных загрязнений снижает качество крашения изделий и мешает получению на них интенсивных и ровных окрасок.

Вследствие этого в реальных условиях крашения задача получения равномерных окрасок с необходимой яркостью и прочностью требует оптимального решения. Каждый раз изменять условия крашения – время и температуру – технологически сложно и экономически нерентабельно. Регулировать интенсивность и цветовые характеристики рациональнее вводя в красильную ванну соответствующие поверхностно-активные вещества (ПАВ).

Эксперименты проводились с использованием ПАВ различной химической природы: неионогенных, анионоактивных, комплексных, в том числе и новых препаратов производства российских и зарубежных фирм. [2-4]

Объектами исследования являлись чулочно-носочные полуфабрикаты, подготовленные к крашению из сырья произведенного в Китае (образец 1) и российского производства (г.Курск) (образец 2), связанные на одном оборудовании, имеющие одинаковые плетения, объемную плотность и белизну (80,5 %). При крашении использовали кислотные красители марки Tectilon образующие триады при совместном применении. В модельных экспериментах они использовались по отдельности.

Критериями оценки качества окрасок являлись:

- интенсивность: рассчитывалась по коэффициенту отражения, определяемому на приборе спектрофотометр YS 3010 при соответствующих длинах волн;
- ровнота: определялась по коэффициенту вариации, а также визуально; [5]

- цветовые характеристики в системе CIE $L^*a^*b^*$ (координаты цвета a и b , светлоту (L), насыщенность (C) и цветовой тон (H)).

В качестве эталонов использовались образцы, окрашенные без применения ПАВ (рис. 1).

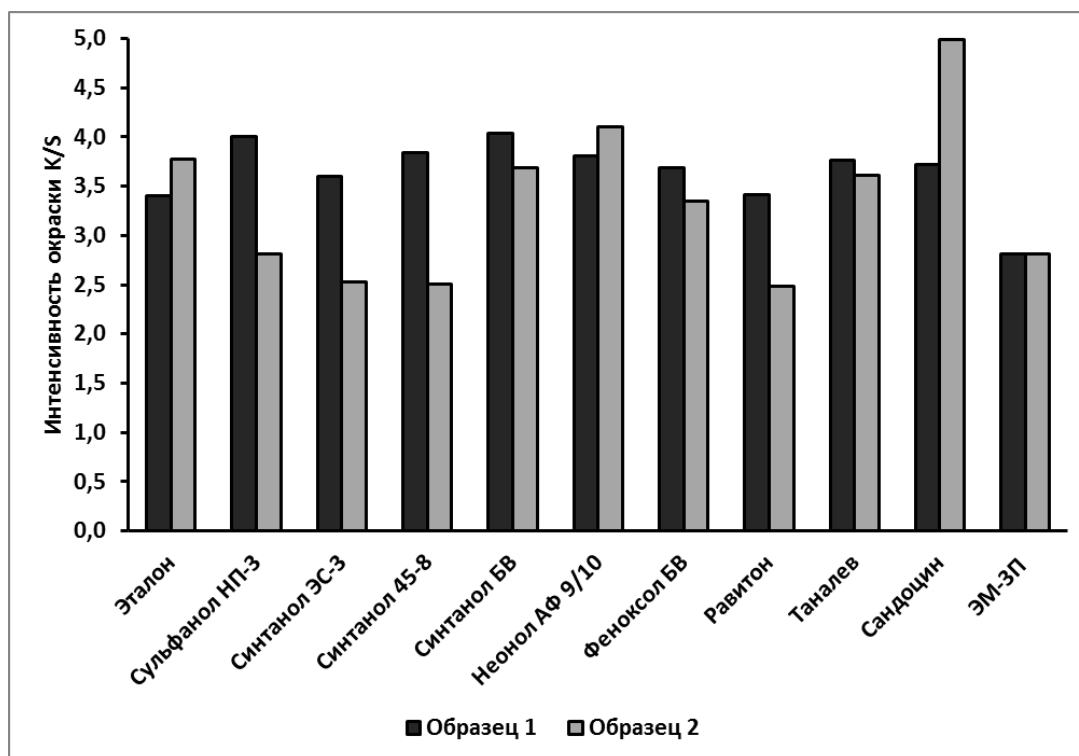


Рис.1. Интенсивность окрасок при крашении с применением различных ПАВ для красителя Testilon синий

Анализ полученных результатов показал, что образцы 1 и 2, хотя и окрашены одним и тем же красителем и в одинаковых условиях, но заметно отличаются по интенсивности. В большинстве случаев, при введении ТВВ разница усугубляется. Исключение составляет состав, который в качестве ПАВ содержит смачиватель ЭМ-3П. В этом случае образцы окрашиваются практически одинаково, ровнота окраски не ухудшается.

На рисунке 2 в качестве примера представлены спектры поглощения красителя кислотного красного фирмы Testilon на полиамидном волокне, которые также доказывают эффективность применения смачивателя ЭМ-3П.

Завершающим экспериментом было крашение образцов в оттенок «загара» триадой красителей в процентном соотношении, %: Testilon желт. – 0,14; Testilon красн. – 0,063; Testilon син. – 0,0504.

Образцы окрашивались без применения ПАВ и в присутствии смачивателя ЭМ-3П. Координаты цвета окрашенных образцов, рассчитанные в системе SI $L^*a^*b^*$, представлены на рисунке 3.

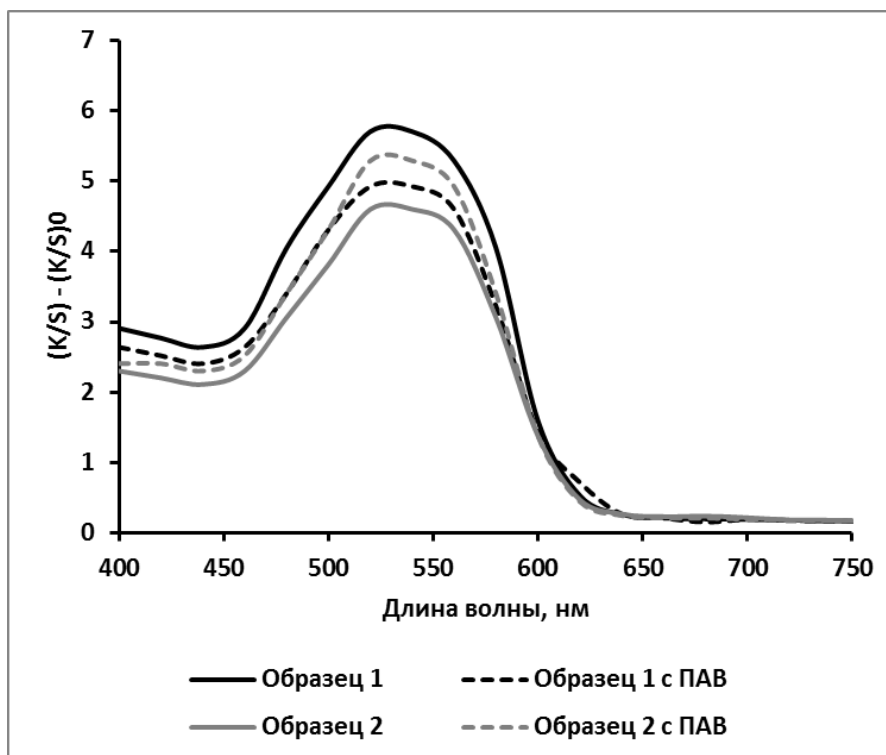


Рис. 2. Спектры поглощения на полиамидном материале красителя кислотного красного фирмы Tectilon

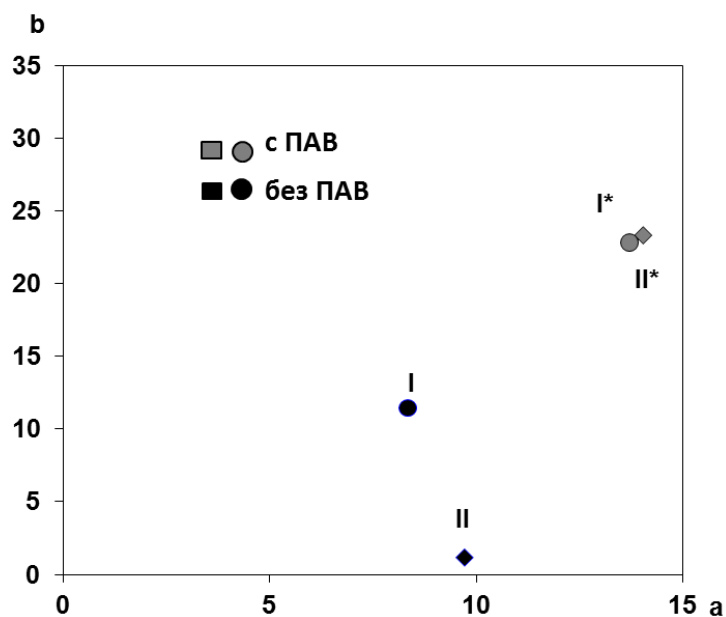


Рис. 3. Координаты цвета образцов, окрашенных триадой кислотных красителей фирмы Tectilon: () без ПАВ (*) со смачивателем ЭМ-3П

Как видно из рисунка, в присутствии смачивателя ЭМ-3П цвет образцов практически идентичен. Таким образом, доказано, что применение ПАВ в красильной ванне с кислотными красителями позволяет получать равномерные окраски с хорошей интенсивностью на сырье любого качества.

ЛИТЕРАТУРА

3. Андросов В.Ф., Старикович Е.Е., Сарибеков Г.С. Отделка изделий из полиамидных и полиакрилонитрильных волокон М.: Легкая индустрия, 1978. 280с.
4. Одинцова О.И., Козлова О.В., Куваева Е.Ю. Текстильно-вспомогательные вещества в процессах крашения текстильных материалов: учеб. пособие. Иван. гос. хим.-технол. ун-т. Иваново, 2017. 160 с.
5. Воробьев, Ю.Г., Шапошников Г.П. Текстильно-вспомогательные вещества: учеб. пособие Иван. гос. хим.-технол. ун-т. - Иваново, 2004. 312 с.
6. Абрамзон А.А., Зайченко Л.П., Файнгольд С.И. Поверхностно-активные вещества. Синтез, анализ, свойства, применение: учеб. пособие для вузов. Л.: Химия, 1988. 200 с.
7. Новорадовская, Т.С. Лабораторный практикум по химической технологии текстильных материалов: учеб. пособие для вузов/ под ред. Г.Е.Кричевского; М.: 1994. 397 с.

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ОБРАЗЦОВ ТКАНЕЙ XIX-XX ВВ.

RESEARCH OF THE STRUCTURE AND PROPERTIES FABRIC PATTERN OF THE XIX-XX CENTURIES

Д.А. Мирошниченко, И.С. Барабанщикова
D.A. Miroshnichenko, I.S. Barabanshchikova

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
E-mail: bobilkova_irina@mail.ru, denis.m.ivanovo@yandex.ru

В статье рассмотрен организуемый преподавателями и научными сотрудниками Научно-образовательного центра «Центр компетенций текстильной и легкой промышленности» ИВГПУ проект по изучению структуры и свойств образцов хлопчатобумажных тканей XIX-XX вв. выработанных на производстве «Трехгорная Мануфактура». Приведена краткая история и представлены примеры образцов из альбома фабрики.

Ключевые слова: ткань, параметры, заправочный рисунок, переплетение, «Трехгорная Мануфактура».

The article discusses the project, organized by the teachers and researchers of the Research and Education Center "Competence Center of Textile and Light Industry" IVGPU, to study the structure and properties of samples of cotton fabrics of the XIX-XX centuries, developed at the production of "Trehgornaya Manufactory". A brief history is given and examples of samples from the factory album are presented.

Keywords: fabric, parameters, dressing pattern, weaving, «Trehgornaya Manufactory»

Фраза французского писателя первой половины XIX века Жака Пеше «Все новое – это хорошо забытое старое» может послужить хорошим девизом проекту под названием «Изучение структуры и свойств образцов тканей XIX-XX вв.», начинающему реализовываться с октября 2020 года в рамках «Проектного офиса» на базе Ивановского государственного политехнического университета (ИВГПУ).

Ученые и исследователи из различных областей наук едины во мнении о всевозрастающей роли информационных технологий и информационной культуры в современном обществе [1]. Одним из наиболее востребованных направлений исследования культуры с помощью цифровых технологий можно выделить цифровизацию исторического наследия, которая не так давно стала активно развиваться, и поддерживаться многими странами [2].

Перспективным направлением применения цифровых технологий в области сохранения исторических объектов является оцифровка и архивация музейных экспонатов. Большой интерес к компьютерным технологиям в области консервации и хранения связан с высокой эффективностью применения различных методов цифрового моделирования и проектирования. Ценной является возможность без нанесения вреда для текстильного образца проводить различные эксперименты как по воссозданию узора образца, а затем и целого полотна, из которого он был получен, так и исследованию физико-механических свойств ткани [3]. Весьма интересным является опыт по цифровому проектированию переплетений, их компьютерной визуализации и систематизации, рассмотренный в работах [4-8]. Применение цифровых технологий так же дает возможность для дальнейшей реконструкции объектов и их детального исторического изучения.

Исследования по цифровому восстановлению исторических объектов в настоящее время является весьма значимыми и актуальными. На базе научно-образовательного центра «Центр компетенций текстильной и легкой промышленности» (НОЦ «ЦКТЛП») ИВГПУ преподавателями, сотрудниками и студентами, различных направлений подготовки, задуман

проект по изучению и созданию цифровых двойников образцов тканей различных исторических эпох.

Первоначальным источником исследования является альбом образцов хлопчатобумажных тканей «Трехгорной Мануфактуры», представленный на рис. 1. Данный альбом достался в наследство НОЦ ЦКТЛП от кафедры ткачества Ивановского текстильного института им. М.В. Фрунзе и насчитывает значительное количество образцов тканей прошлого столетия.



Рис.1. Альбом образцов тканей «Трехгорной Мануфактуры»

Особый интерес представляет история «Трехгорной Мануфактуры», имя которой на протяжении более 200 лет неразрывно связано с Москвой, и её историческим наследием. В 1799 году купец Василий Прохоров и мастер красильного дела Фёдор Резанов основали в Москве ситценабивную мануфактуру, которую называли «Трехгорной» по названию местности. С 1820 года, из-за возросшей конкуренции в ситценабивном деле, основное внимание на фабрике было сосредоточено на развитии ткацкого дела. После 1828 года на предприятии появляются жаккардовые машины для выработки узорчатых тканей. Изготовление ситцев уменьшается и на передний план выходит производство платков, шалей и покрывал. В 1890-х годах на фабрике уже работало 716 станков с кареткой Добби, 664 станка с машиной жаккарда, 75 станков для выпуска бумазеи и других тканей для начёса, и 64 станка для выработки тканей полотняного переплетения.

С годами менялся ассортимент, и уже к началу 1930-х годов мануфактура специализировалась в основном на выработке хлопчатобумажных тканей плательного назначения под печать: вуаль, шерстянка, плетёнка, жаккардовые и кареточные сатины, креп-вуаль, канифас, хлопчатобумажный креп. Значительную работу провёл и коллектив химической лаборатории комбината, впервые отделявая ткани с искусственным шёлком.

В 1980 году была проведена реконструкция предприятия, первая с 1917 года. Новая ткацкая фабрика была оснащена 720 отечественными станками СТБ-2-216, из которых с жаккардовой машиной – 480, с кареткой – 54. В связи с реализацией программы по выводу сложных промышленных производств за городскую черту Москвы, в 2008 году большая часть «Трехгорной Мануфактуры» выведена из центральной исторической части города в российский регион. В наши дни остатки ткацкого производства продолжают выпускать ткани в городе Гаврилов Ям [9].

История «Трехгорной Мануфактуры» очень интересна, и важно сохранить само историческое наследие, доставшееся от предыдущих поколений. На рис. 2 представлены примеры тканей, выработанные на предприятии в начале XX века.

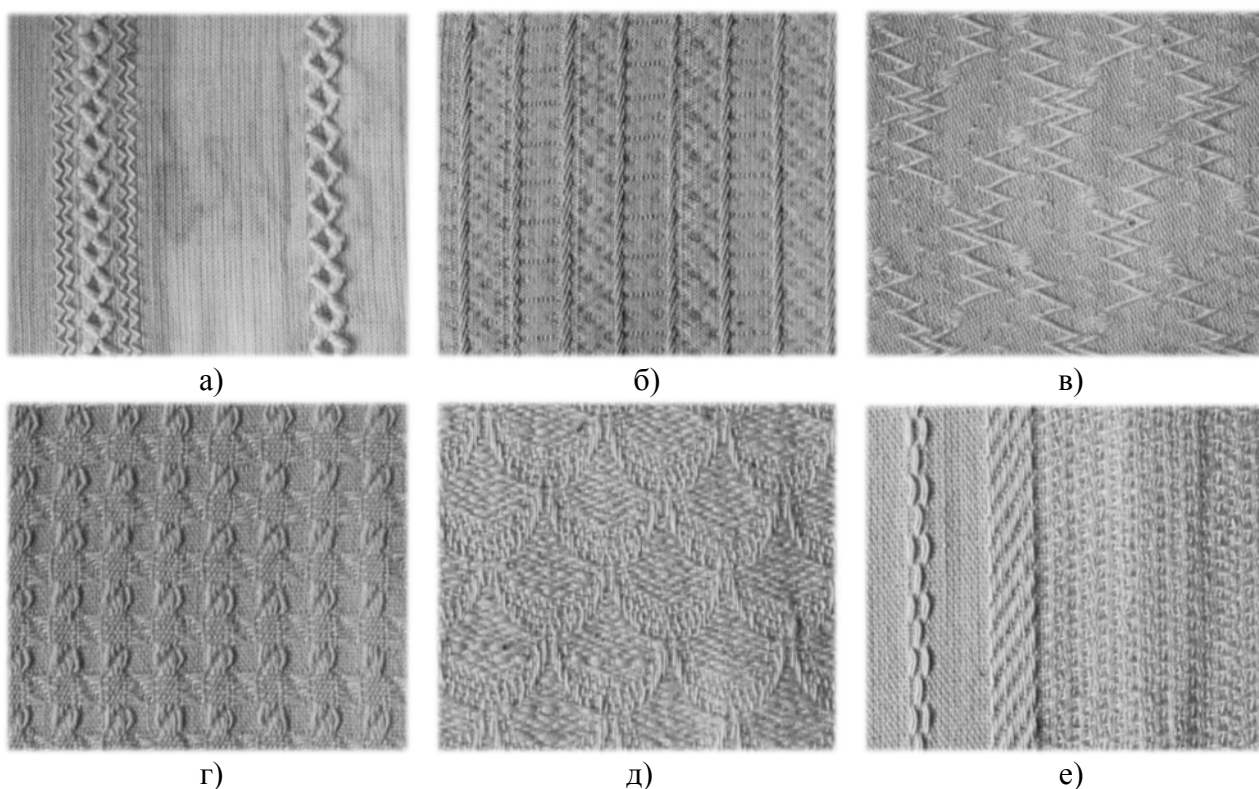


Рис. 2. Образцы тканей, выработанные в XX веке на «Трехгорной Мануфактуре»

Кроме тканей знакомых структур – полотняного, саржевого и сатинового переплетений и их производных, достаточно много из них и новых (забытых старых) интересных структур.

На фотографиях образцов приведены ткани рельефной структуры, образованной как самим переплетением нитей (рис. 2-б, г, д), так и сочетанием переплетения и нитей разной линейной плотности (рис. 2-а, в), а также чередованием полос переплетений разной плотности (рис. 2-а, б, г, е). Большую ценность представляют образцы, у которых сохранилось их техническое описание и параметры выработки, пример одного из таких образцов представлен на рис. 3.

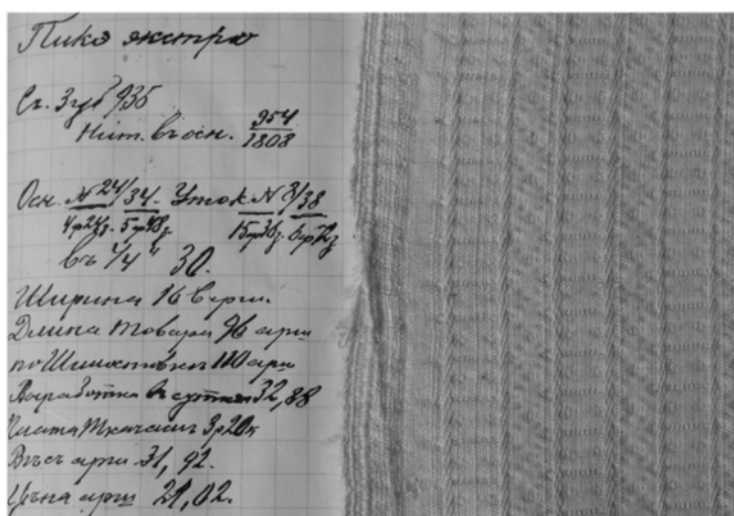


Рис. 3. Пример образца ткани с описанием из альбома «Трехгорной Мануфактуры»

Обобщив все выше сказанное можно поставить первоначальные цели и задачи проекта – создание электронного каталога тканей XIX-XX вв., в котором будут цифровые

двойники образцов тканей, определены их технические характеристики (линейные плотности основных и уточных нитей, плотность нитей на 10 см, поверхностную плотность, уработки) и построены заправочные рисунки переплетений. Данное исследование может послужить для дальнейшего воссоздания образцов тканей на действующем оборудовании текстильных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клементьева, Н. В. Информационные технологии в современном музейном пространстве // Научное обозрение, 2018, №1. Электронный ресурс. Режим доступа: srjournal.ru/2018/id93/.
2. Пронина, Л.А. Информационные технологии в сохранении культурного наследия // Аналитика культурологи, 2008, №3. // Электронный ресурс. Режим доступа: cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-tehnologii-v-sohranении-kulturnogo-naslediya.
3. Кудрявцева, Е.А. Цифровая реставрация и компьютерное моделирование узорных тканей средствами информационных технологий / Е.А. Кудрявцева, О.С. Кононова, С.С. Юхин // Инженерный вестник Дона, №4(2019) Электронный ресурс. Режим доступа: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2019/5839
4. Мирошниченко, Д.А. Разработка программного обеспечения для построения переплетений тканей с визуальным эффектом объемных полусфер / Д.А. Мирошниченко, Г.И. Толубеева // Молодые ученые - развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК–2019): сб. материалов всероссийской (с международным участием) молодежной научно-технической конференции. – Иваново: ИВГПУ, 2019. – Ч.1 – С. 21-24
5. Толубеева, Г.И. Опыт использования информационных технологий при оформлении однослойных тканей ткацкими рисунками в стиле оп-арта / Г.И. Толубеева, Д.А. Мирошниченко // Современные задачи инженерных наук: сб. науч. тр. междунар. науч.-техн. симпозиума. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2017. – С. 145-149.
6. Мирошниченко, Д.А. Разработка нового программного комплекса для проектирования переплетений тканей с визуальным объемным эффектом Д.А. Мирошниченко // Молодые ученые - развитию текстильно-промышленного кластера (ПОИСК–2017): сб. материалов междууз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов (с междунар. участием). Ч.1. – Иваново: ИВГПУ, 2017. – С. 32-33.
7. Мирошниченко, Д.А. Компьютерное проектирование переплетений тканей с визуальным объемным эффектом / Д.А. Мирошниченко, Г.И. Толубеева // Молодежь и новые информационные технологии: сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых в рамках Программы развития деятельности студенческих объединений Череповецкого государственного университета «РАЙОН IT». – Череповец: ЧГУ, 2016. – С. 229-232.
8. Мирошниченко, Д.А. Систематизация способов построения переплетений однослойных тканей с визуальными объемными эффектами / Д.А. Мирошниченко, Г.И. Толубеева // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – СПб.: СПбГУПТИД, 2017. – Т. 36. – № 2. – С. 12-15.
9. Текстильная фабрика «Трехгорная мануфактура» // Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.trekhgorka.ru/company/>

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УЗ СВАРКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КУПОЛА ПАРАШЮТА

ON THE POSSIBILITY OF USING ULTRASONIC WELDING IN THE MANUFACTURE OF THE PARACHUTE DOME

Р.А. Нуртдинова¹, А.А. Азанова¹, В.П. Бабушкин²
R.A. Nurtdinova¹, A.A. Azanova¹, V.P. Babushkin²

¹Казанский национальный исследовательский технологический университет

²АО НПО «Опытно-конструкторское бюро имени М.П. Симонова (г. Казань)

Kazan National Research Technological University

Joint Stock Company Research And Production Association "Simonov Design Bureau", (Kazan)

E-mail: regina-n95@mail.ru, azanovlar@mail.ru

В статье показаны результаты исследования прочности сварных швов парашютных тканей с целью дальнейшего применения в технологическом процессе изготовления куполов тормозных парашютных систем для беспилотных летательных аппаратов. Полученные УЗ сварные швы не имели дефектов и соответствовали требованиям нормативно-технической документации, с увеличением расстояния между точками сварки прочность сварного шва уменьшается на 10–40%.

Ключевые слова: парашютные ткани, ультразвуковая сварка, прочность швов, режим

The article shows the results of a study of the strength of welds of parachute fabrics. Further, this can be used in the technological process of manufacturing the domes of braking parachute systems for unmanned aerial vehicles. The resulting ultrasonic welds were free of defects and met the requirements of regulatory and technical documentation. The strength of the weld decreases by 10-40% as the distance between the welding points increases.

Keywords: parachute fabrics, ultrasonic welding, seam strength, mode

Основным элементом парашюта является купол, площадь которого может достигать 1000 м². Технологический процесс изготовления купола большой площади предполагает нанесение на ткань разметки на наколочной машине, а затем, после соединения деталей, прокладывание по соединительным швам основы купола усилительных лент, а также упрочнение в местах, где купол испытывает наибольшие нагрузки [1]. По типовой технологии соединительные швы основы купола выполняются ниточным способом на швейной машине. Учитывая количество сметываемых полотнищ при изготовлении основы купола большой площади, а значит значительную суммарную длину ниточных соединительных швов, представляет интерес рассмотреть в качестве альтернативы возможность применения для этих целей сварного соединения деталей, а именно, ультразвуковой (УЗ) сварки. Ультразвуковая сварка в настоящее время широко применяется в массовом швейном производстве, чему способствует ряд ее преимуществ: тепло выделяется только в зоне шва, что обеспечивает высокую скорость сварки и незначительные изменения материала; возможность подвода энергии на значительном расстоянии от места сварки, что позволяет сваривать детали в труднодоступных местах; возможность сваривать различные термопласты; экономичность и чистота процессов; прочность сварных швов в некоторых случаях при сварке синтетических материалов приближается к прочности ниточного шва [2, 3].

Требования к технологическому процессу изготовления парашютов изложены в ОСТ 100995-81 «Изделия парашютных систем из текстильных материалов. Общие технические требования». Одними из требований к допускаемым дефектам на ткани основы купола является величина проколов на наколочной машине иглой диаметром не более 2 мм,

при выполнении прокола не должно быть повреждено более трех нитей. Способ УЗ сварки соответствует требованиям данного нормативно-технического документа. К тому же УЗ сварное оборудование для швейного производства на сегодняшний день производится серийно, в том числе российскими предприятиями [4].

Решение вопроса о целесообразности применения сварных соединений при изготовлении одежды связано главным образом с механическими свойствами этих соединений [2], поэтому основным критерием оценки являлась прочность получаемых соединений полотнищ основы купола, достаточная для проведения на куполе последующих технологических операций. Цель работы – исследование возможности применения УЗ сварки в технологическом процессе изготовления куполов парашютов для беспилотных летательных аппаратов.

Для испытаний выбраны парашютные ткани (капрон 100%) российского производства арт. 56039 арт. 56023П и арт. 56307крП. УЗ сварку производили на ручной установке HandyStar (Китай) с генератором SG3510 и насадкой, образующей сварную точку в форме окружности. Сварку выполняли при следующих параметрах: $N=1000$ Вт; $f=35$ кГц; $d=2$ мм; продолжительность воздействия (t) для каждого материала подбирали такую, при которой происходило спаивание слоев ткани, без их повреждения. Испытание полученных швов проводили на разрывной машине Mesdan Tenso Lab (Италия) методом полоски по ГОСТ ИСО 13935-1-2018, а также «при сдвиге», закрепляя в верхнем зажиме верхний конец первого слоя образца, в нижнем – нижний конец второго слоя (ширина образца 10 см, сварной шов располагался перпендикулярно направлению разрыва ровно на середине зажимной длины).

Полученные УЗ сварные швы не имели сквозных отверстий, оплавление по месту контакта соединяемых текстильных материалов было поверхностным и не приводило к разрыву нити основы и утка, размеры сварной точки не превышали 2 мм. Результаты испытаний швов на прочность приведены на диаграмме (рис.1 и 2).

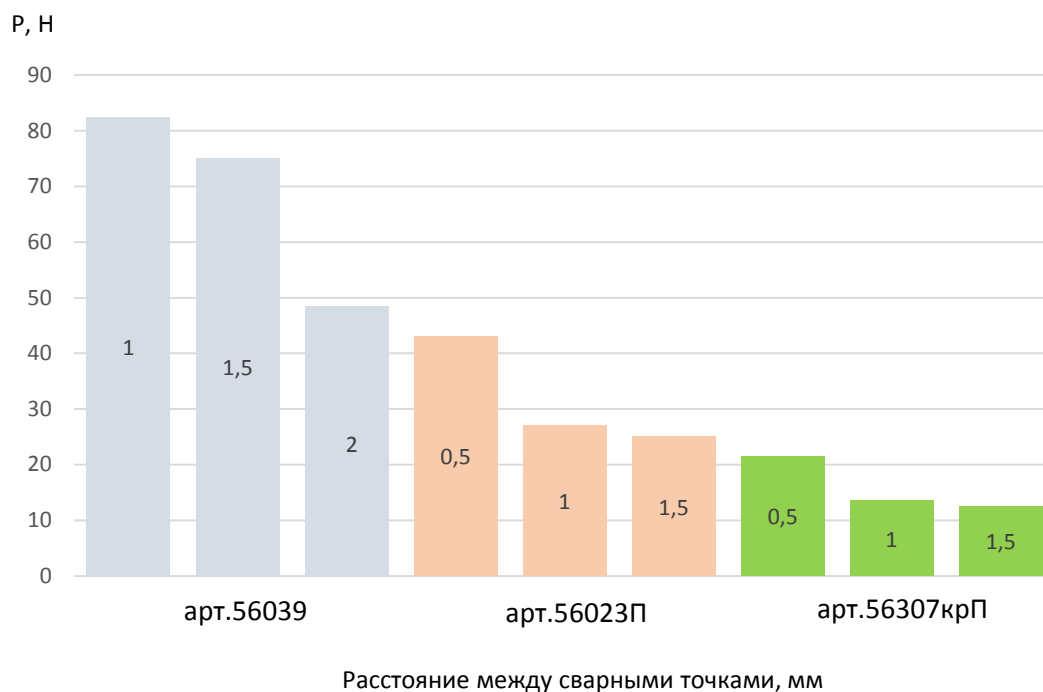


Рис. 1. Диаграмма зависимости прочности сварного шва P , Н по методу полоски в зависимости от расстояния между сварными точками

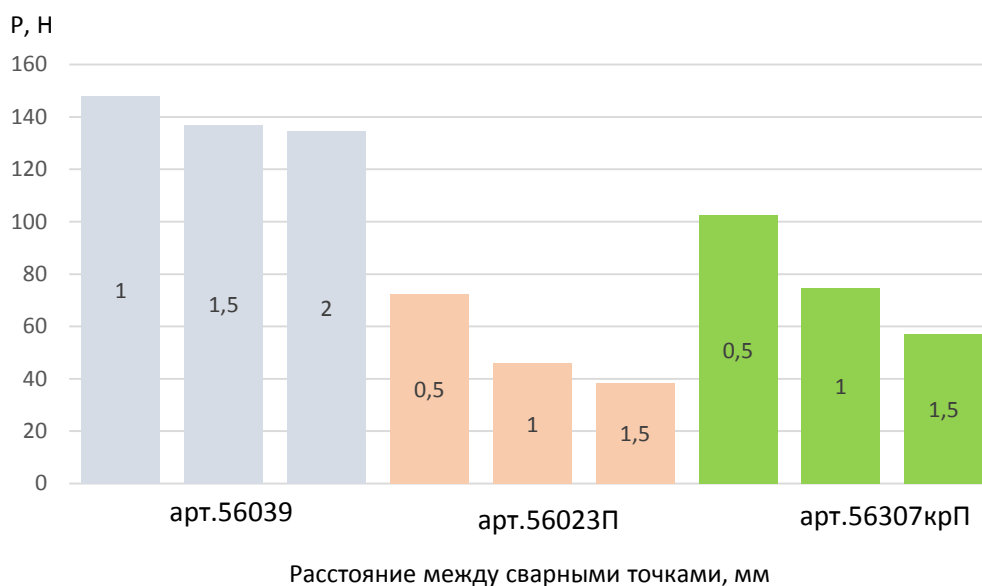


Рис. 2. Диаграмма зависимости прочности сварного шва P, H «при сдвиге» в зависимости от расстояния между сварными точками

Приведенные данные показывают, что прочность сварных швов зависит от прочности самих материалов – наибольшие значения характерны для образца арт. 56039, затем арт. 56023П и самые маленькие значения – для образца с наименьшей разрывной нагрузкой и поверхностной плотностью – арт. 56307крП. При испытании всех образцов разрыв происходил по сварному шву, причем на образцах арт. 56307крП наблюдался разрыв ткани в месте сваривания. Во всех образцах с увеличением расстояния между точками сварки прочность сварного шва уменьшается на 10–40%. При испытании «при сдвиге» полученные значения в среднем в 2–3 раза больше, чем при испытании методом полоски.

Полученные экспериментальные результаты позволили сделать вывод о возможности применения УЗ сварки вместо ниточного соединения в предварительных накладных (сметочных) швах, на которые впоследствии настрачиваются ленты, на рис. 3 приведена схема комбинированного соединительного шва деталей купола парашюта.

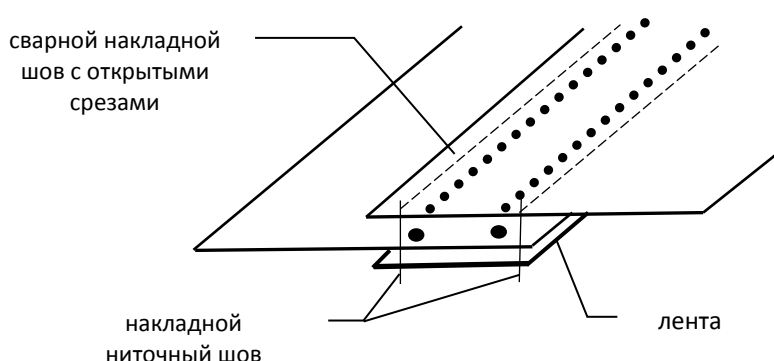


Рис. 3. Схема комбинированного шва соединения деталей купола парашюта

При разработке технологии конкретного сварного соединения необходимо правильно выбрать рабочий инструмент с тем, чтобы он позволял получать сварной шов требуемого качества и заданную скорость протекания процесса. Формы и размеры сварной точки определяются формой и размерами рабочей поверхности, от которых зависит прочность и

эластичность сварного шва [2]. Предложена схема насадки-ролика УЗ машины для выполнения точечных сварных швов.

Таким образом, показана принципиальная возможность применения УЗ сварки при выполнении соединительных швов деталей купола парашютных систем. Подобраны режимы сварки трех видов парашютных тканей. Внедрение предложенного способа в технологический процесс потребует разработки новой технологии с последующим утверждением нормативно-технической документации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рысев О. В., Пономарев А. Т., Васильев М. И. Парашютные системы. М.: Наука, 1996. 147 с.
2. Кокеткин П.П., Кочегура Т.Н., Барышникова В.И. и др. Промышленная технология одежды: справочник. М.: Легпромбытиздат, 1988. 640с.
3. Травкина В.В. Особенности применения ультразвука и токов высокой частоты в швейной промышленности // Известия юго-западного государственного университета. серия: техника и технологии. 2014. № 1. С. 61–65.
4. Станки для сварки ультразвуком [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://sporttex.su/>, свободный.

ПОЛИЭФИРНАЯ ТКАНЬ С ПОКРЫТИЕМ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ТИТАНА, СФОРМИРОВАННОГО МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО НАПЫЛЕНИЯ

POLYESTER FABRIC COATED BASED ON TITANIUM DIOXIDE FORMED BY MAGNETRON SPUTTERING

И.С. Оборотистов¹, Б.Л. Горберг², Т.Ю. Кумеева³, Н.П. Пророкова³
I.S. Oborotistov¹, B.L. Gorberg², T.YU. Kumeeva³, N.P. Prorokova³

¹Ивановский государственный политехнический университет

²Ивановский государственный химико-технологический университет

³Институт химии растворов имени Г.А. Крестова

Российской академии наук (г. Иваново)

¹Ivanovo State Polytechnic University

²Ivanovo State University of Chemistry and Technology

³G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of Russian Academy of Science (Ivanovo)

E-mail: ilya.oborotistov@mail.ru; npp@isc-ras.ru

Методом магнетронного напыления на полиэфирной ткани сформировано покрытие, содержащее TiO₂ и Ag. Проведено сравнение этого покрытия с покрытием, полученным осаждением наносоля TiO₂, допированного Ag. Оценена морфология покрытий. Определены фотохимические и биоцидные свойства полиэфирных тканей с этими покрытиями.

Ключевые слова: магнетронное напыление, TiO₂, покрытие, фотохимическая активность, биоцидные свойства

A coating containing TiO₂ and Ag is formed on a polyester fabric by magnetron sputtering. A comparison of this coating with a coating obtained by deposition of Ag-doped TiO₂ nanosol was carried out. The morphology of the coatings was estimated. The photochemical and biocidal properties of polyester fabrics with these coatings have been determined.

Keywords: magnetron sputtering, TiO₂, coating, photochemical activity, biocidal properties

Проблема модифицирования волокнистых материалов в целях придания им принципиально новых свойств является актуальной в связи с попытками создать «умные» текстильные материалы, «умную» одежду, т.е. материалы и одежду, реагирующие на воздействие внешней среды. К «умным» материалам можно отнести ткани, обладающие фотохимической активностью. Фотохимически активные материалы под действием солнечного света обеспечивают деструкцию адсорбированных органических загрязнений, т.е. такие материалы обладают способностью к самоочищению. Наиболее простым методом придания материалам фотохимической активности можно считать формирование на их поверхности покрытий на основе наноразмерного кристаллического диоксида титана (TiO₂) в форме анатаза, который является эффективным фотокатализатором.

В настоящее время выпускается довольно большое количество самоочищающихся стекол и строительных материалов с фотокаталитическими свойствами. Несомненно, существует также потребность в самоочищающихся текстильных материалах декоративного и отделочного назначения. Указанные свойства особенно важны для синтетических, в первую очередь – полиэфирных, тканей. Они широко используются при отделке помещений, изготовлении штор и других декоративных деталей интерьера.

Ткани, обладающие такими свойствами, до сих пор не производятся, хотя исследования по разработке научных основ технологии их получения ведутся достаточно интенсивно [1]. Однако для достижения необходимого результата практически все исследователи, по аналогии с получением самоочищающихся стекол и строительных

материалов, наносят на волокнистый материал очень большое количество TiO_2 . В результате модификатор непрочно фиксируется на волокнах и откладывается в межволоконном пространстве. Это приводит к ухудшению эксплуатационных характеристик ткани. Кроме того, избыток TiO_2 смывается, осыпается или стирается с ткани в процессе её эксплуатации. Часть исследователей [2,3] пытается решить эту проблему за счет применения сшивающих агентов. При их использовании адгезия к волокнистой подложке TiO_2 становится выше, однако даже в этом случае он осаждается на ткани в избыточном количестве. Кроме того, сшивка отрицательно влияет на свойства ткани, делая её более жесткой. В результате такого модифицирования ткань, теряя свою мягкость и драпируемость, становится композиционным материалом с характеристиками, не отвечающими предъявляемым к традиционным тканям требованиям.

В отличие от упомянутых исследований, в работах, проведенных в Институте химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук [4-8], было предложено наносить на ПЭФ волокнистый материал очень малое количество наночастиц TiO_2 . В результате на поверхности волокон формируется ультратонкое покрытие на их основе. Было установлено, что для повышения фотохимической активности модифицированной ПЭФ ткани целесообразно использовать наночастицы TiO_2 , допированные металлами. Применение в качестве модификатора наночастиц TiO_2 , допированных Ag, позволило достичь значительного повышения скорости фотодеструкции красителя, адсорбированного тканью. Полиэфирная ткань с таким покрытием проявляет антимикробные свойства. Покрытие устойчиво к интенсивным стирающим воздействиям.

Указанные результаты были получены при использовании метода осаждения на полиэфирную ткань разбавленных нанозолей TiO_2 . Значительный интерес для формирования покрытий представляет также метод реактивного магнетронного напыления, который обеспечивает высокую равномерность покрытия по толщине, низкое тепловое воздействие на подложку, отсутствие капельной фракции [9]. Целесообразно было бы провести сравнение эффективности фотохимического действия покрытий, сформированных с использованием этих способов. Поскольку техника магнетронного нанесения тонких пленок также многообразна, в настоящей работе для нанесения покрытия была использована система планарного напыления TiO_2 , которая способствует формированию покрытия со структурой анатаза [10]. Для напыления использовалась лабораторная магнетронная установка планарного типа (Ивановский государственный химико-технологический университет). Для корректного сравнения эффективности покрытий, сформированных из нанозоля TiO_2 , допированного Ag, и полученных магнетронным напылением, напыление TiO_2 и Ag осуществляли таким образом, чтобы толщина покрытия и содержание в нем Ag в обоих случаях была одинаковой.

Сопоставление структуры и характеристик полиэфирной ткани с нанесенными различными способами покрытиями на основе TiO_2 , допированного Ag, показало, что при использовании наноразмерной суспензии, синтезированной золь-гель методом, формируется более равномерное, менее шероховатое покрытие. Такое покрытие характеризуется более высокой фотохимической активностью, чем полученное методом магнетронного напыления. Однако покрытие на основе TiO_2 и Ag, сформированное магнетронным напылением, обладает более ярко выраженными антибактериальными и антигрибковыми свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rivero P.J.; Urrutia A.; Goicoechea J.; Arregui F.J. Nanomaterials for Functional Textiles and Fibers // *Nanoscale Res. Lett.* – 2015. – V. 10. – P. 501-523.
2. Huang K.; Yang K.; Lin S., Lian W. Antiwrinkle treatment of cotton fabric with a mixed sol of TEOS-TTB/DMDHEU // *J. Appl. Polym. Sci.* – 2007. - V. 106. – P. 2559–2564.
3. Cerveau G.; Corriu R.J.P.; Lerouge F.; Bellec N.; Lorcy D.; [Nobili M.](#) Self-organization of a tetrasubstituted tetrathiafulvalene in a silica based hybrid organic-inorganic material // *Chem Commun.* – 2004. - V. 4. – P. 396-397. DOI: 10.1039/B314262K

4. Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Агафонов А.В., Иванов В.К. Модифицирование полиэфирной ткани наноразмерным диоксидом титана с целью придания фотоактивности // Перспективные материалы. – 2017. - № 1. – С. 19-29.
5. Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Холодков И.В. Фотохимическая активность полиэфирных тканей, модифицированных наноразмерным диоксидом титана, допированным металлами // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2017. - № 10. – С. 2 – 8.
6. Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Кузнецов О.Ю. Антимикробные свойства полиэфирных тканей, модифицированных наноразмерным диоксидом титана // Перспективные материалы. - 2017. - № 11. – С. 34 – 44.
7. Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Герасимова Т.В., Агафонов А.В. Влияние структуры нанокompозитов на основе диоксида титана, допированного железом, на фотокаталитическую активность модифицированных ими полиэфирных тканей // Неорганические материалы. – 2017. - Т. 53, № 12. - С. 1365-1371.
8. Prorokova N., Kumeeva T., Kholodkov I. Formation of Coatings Based on Titanium Dioxide Nanosols on Polyester Fibre Materials // Coatings - 2020 - V. 10 (1), 82. – P. 1-14.
9. Артошина О.В., Милович Ф.О., Россоу А., Горберг Б.Л., Исхакова Л.Д., Ермаков Р.П., Семина В.К., Кочнев Ю.К., Нечаев А.Н., Апель П.Ю. Структура и фазовый состав тонких пленок TiO_2 , нанесенных на металлизированные трековые мембраны из полиэтилентерефталата методом реактивного магнетронного напыления // Неорганические материалы. – 2016. – Т. 52, № 9. – С. 1010-1020.
10. Герасименко Ю.В., Логачёва В.А., Ховив А.М. Синтез и свойства тонких пленок диоксида титана // Конденсированные среды и межфазные границы. – 2010. – Т. 12, № 2. – С. 113-118.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ ИЗДЕЛИЙ
ПЛАТЬЕВО-БЛУЗОЧНОГО АССОРТИМЕНТА***

**RESEARCH OF THE STIFFNESS OF THE DRESS
AND BLOUSE RANGE CLOTHES**

П.А. Овсянникова О.В. Радченко, Ю.А. Шаммут, Е.А. Шолохова
P.A. Ovsyannikova O.V. Radchenko, Y.A. Shammut, E.A. Sholokhova

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
E-mail: radchenale@yandex.ru, ovsannikovapolina@gmail.com,
shammut@yandex.ru, Sholokhova.ru@gmail.com

На основе проведенного поиска изделий, представленных в виде готовых изделий и в виде проектной документации, отобраны модели платьев и блузок, которые наиболее полно отражают степень пластичности объемной формы. Изготовлены варианты моделей и узлов, измерена жесткость материалов и пакетов на характерных участках. Получена количественная оценка диапазона значений показателя жесткости в пределах выделенных основных конструктивных зон готовых изделий из льняных тканей платьево-блузочного ассортимента в зависимости от их объемно-силуэтной формы.

Ключевые слова: льняные ткани, показатель жесткости, платьево-блузочный ассортимент, объемная форма и степень пластичности изделия, условные зоны укрупненных основных деталей одежды.

Based on the search for products presented in the form of finished products and in the form of project documentation, the models of dresses and blouses that most fully reflect the degree of plasticity of the three-dimensional shape were selected. Versions of models and assemblies were made, the stiffness of materials and packages in characteristic areas was measured. A quantitative assessment of the range of values of the stiffness index within the selected main design zones of finished products made of linen fabrics of the dress and blouse range, depending on their volume and silhouette shape, is obtained.

Keywords: linen fabrics, stiffness index, dress and blouse assortment, volume shape and degree of plasticity of the product, conditional zones of enlarged main parts of clothing.

Все швейные изделия должны иметь определенную форму, которая задается конструктором на этапе проектирования новой продукции и должна сохраняться в процессе ее эксплуатации. Для создания и закрепления формы одежды необходимы технологические методы обработки и определенные свойства текстильных материалов, отражающие их способность сопротивляться изменению формы под действием внешней изгибающей нагрузки [1]. Жесткость текстильного материала определяет возможность получения заданного силуэта и объемной формы в изделии, а также способность сохранять ее в носке. То есть, с одной стороны, это свойство придает изделиям формоустойчивость, но с другой стороны, повышение жесткости сопровождается уменьшением формовочной способности и драпируемости.

Цель исследования: определение оптимальных показателей жесткости основных конструктивных зон изделий платьево-блузочного ассортимента.

Основными характеристиками внешней формы изделия являются объемная форма и степень пластичности. Известно, что вся совокупность моделей одежды подразделяется по объемной форме на большую, умеренную, малую, и по степени жесткости и пластичности, в зависимости от прилегания к фигуре в различных точках, на мягко-пластичную («м-п»), мягко-фиксированную («м-ф») и жестко-фиксированную (каркасную - «к») [2].

* Работа выполнена под руководством д.т.н. Н.Л. Корниловой

Для большинства изделий платьево-блузочного ассортимента характерно сочетание различных требований к жесткости материала на различных участках [3]. Так, на опорной поверхности (плечевые швы, горловина, пройма) изделие должно иметь достаточно жесткую форму, чтобы подчеркивать силуэт изделия и не деформироваться под действием веса одежды и движений человека [4]. В зоне свободного падения (ниже уровня груди или бедер) изделие должно быть средней жесткости (прямой силуэт) или мягким (платья и юбки с расширением к низу). Поэтому для проведения исследования в изделии выделены условные зоны, представленные на рис. 1.

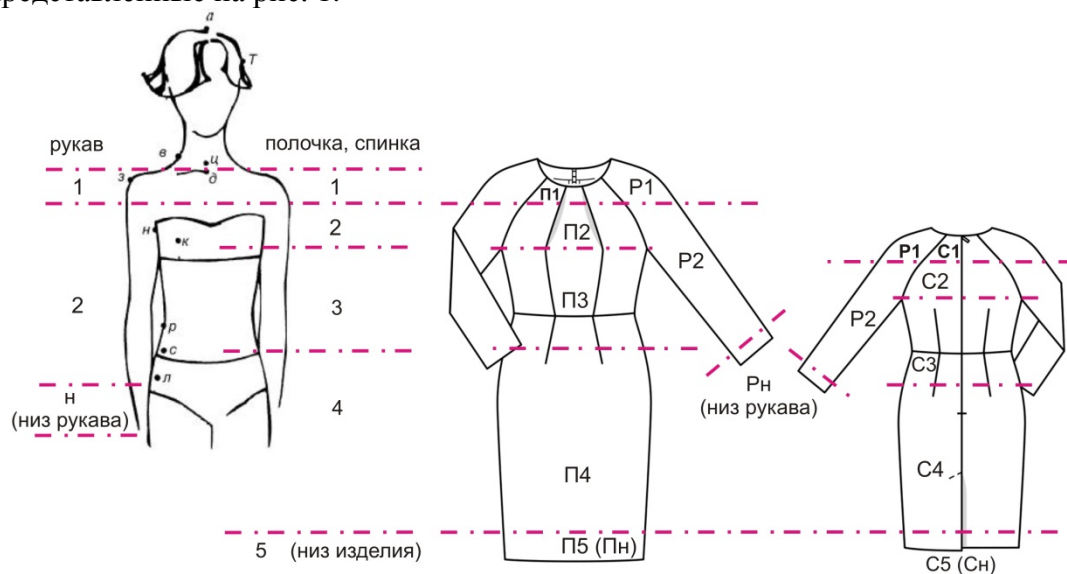


Рис. 1. Распределение условных зон в плечевой одежде

Для проведения исследований проведен поиск вариантов моделей женской одежды платьево-блузочного ассортимента из льна, представленных как в виде готовых изделий, так и в виде проектной документации. Отобраны модели разной объемной формы, силуэта, покроя рукава, длины изделия и рукава, декоративно-конструктивных элементов.

Из общего объема выбрали модели платьев и блузок, которые наиболее полно отражают степень пластичности объемной формы. В пределах одной детали изделия степень пластичности формы может варьироваться. Например, на рис. 2 приведена модель платья ООО «Ришелье» (г. Пучеж Ивановской области, Россия) из умягченной льняной ткани. Желаемая степень пластичности в зонах 1 и 2 переда и спинки «мягко-фиксированная», в зонах 3, 4 и 5 «мягко-пластичная».



Рис. 2. Модель платья из льняной ткани (базовый покрой, полуприлегающий силуэт)

Для экспериментальных исследований жесткости различных зон изделий были изготовлены девять моделей и десять вариантов основных узлов из десяти артикулов хлопчатобумажных, вискозных, шерстяных, льняных и смесовых тканей. Готовые изделия надевали на фигуру с целью оценки объемно-пластичной формы в пределах конструктивных зон.

Для получения количественной оценки диапазона значений показателя жесткость в пределах выделенных условных зон готовых изделий из материалов разного волокнистого состава проведены измерения жесткости участков деталей (со швами и без них) консольным методом на приборе ПТ-2 в соответствии с ГОСТ 10550-93. Из каждого узла изделия, расположенного в пределах определенной конструктивной зоны, вырезали по 5 элементарных проб в различном долевым направлении (со швом и без шва).

Расчет жесткости зоны EI_3 ($\text{мН} \cdot \text{см}^2$) осуществляли по формуле:

$$EI_3 = \frac{EI_{\text{ТК}} \cdot S_{\text{ТК}} + \sum EI_{\text{Ш}} \cdot S_{\text{Ш}}}{100},$$

где $EI_{\text{ТК}}$ – средняя жесткость ткани в направлении основы и утка, $\text{мН} \cdot \text{см}^2$

$S_{\text{ТК}}$ – доля площади участка без швов, %

$EI_{\text{Ш}}$ – жесткость участка со швом определенной конструкции, $\text{мН} \cdot \text{см}^2$

$S_{\text{Ш}}$ – доля площади участка со швом данной конструкции, %

Σ – сумма всех швов на участке.

Результаты исследований в виде циклограмм требуемых значений жесткости в зонах моделей одежды платьево-блузочного ассортимента в зависимости от объемности и степени пластичности формы реализуемой модели представлены на рис.3 для деталей полочек (переда) и спинки и рис.4 для детали рукава.



Рис. 3. Циклограммы изменения жесткости условных зон женского платья для каждой объемной формы в зависимости от степени пластичности. Детали полочек (переда) и спинки

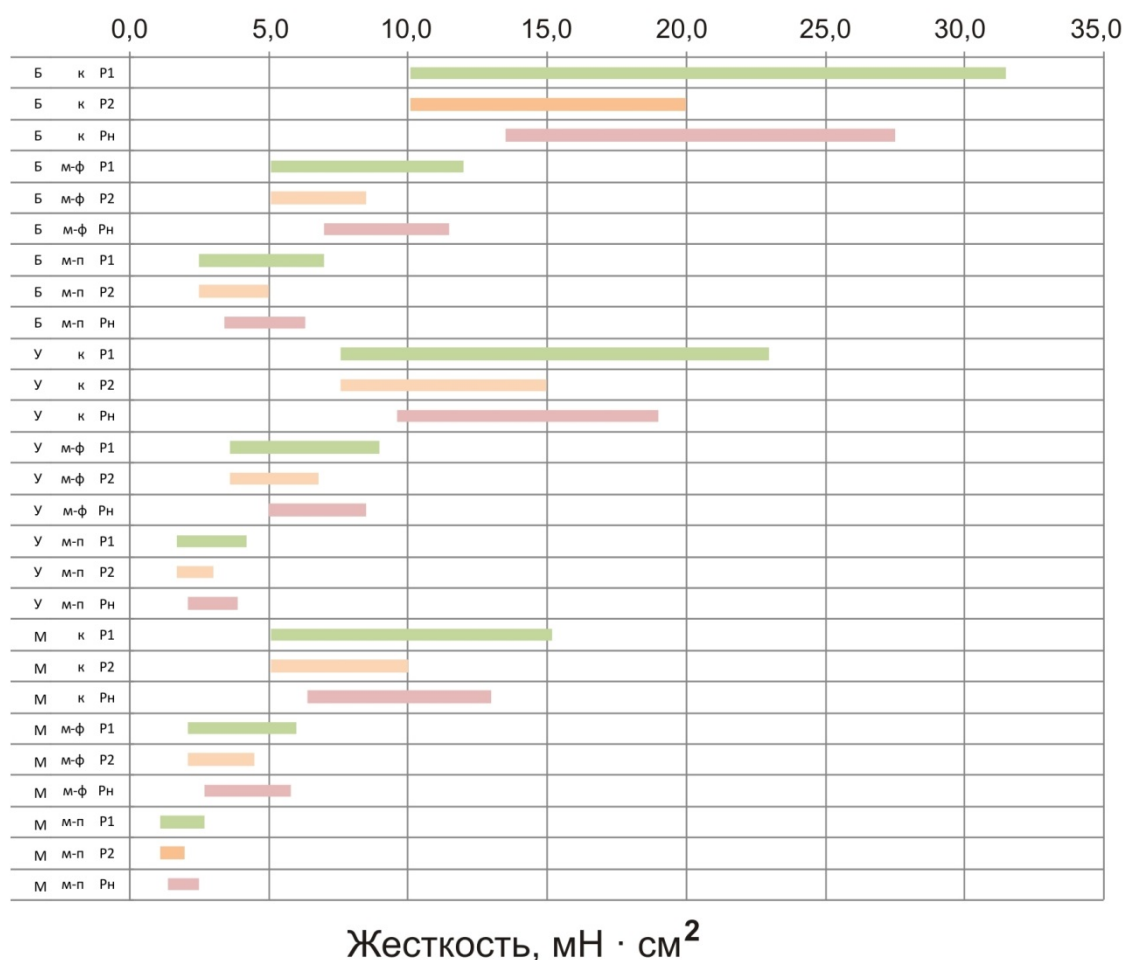


Рис. 4. Циклограммы изменения жесткости условных зон женского платья для каждой объемной формы в зависимости от степени пластичности. Детали рукава.

Данные рис.3 и 4 демонстрируют увеличение жесткости с увеличением каркасности формы (при переходе от «м-п» к «м-ф» и далее к «к» внутри одной объемной формы), а также возрастание жесткости с увеличением объема (при переходе от малой формы к умеренной и большой при сохранении каркасности, например «м-ф»). Максимальная жесткость наблюдается в плечевой зоне (П1, С1, Р1), минимальная – в зоне свободного расположения материала (П4, С4, Р2). Величина разброса показателя увеличивается при увеличении степени каркасности, что обусловлено использованием большого разнообразия технологических приемов, используемых для придания формы: швы, вытачки, обтачки, накладки, а также разнообразием моделей, изменяющихся под влиянием моды.

Таким образом, в ходе проведенных исследований установлены диапазоны варьирования жесткости участков деталей платьево-блузочного ассортимента одежды, изготавливаемой из различных тканей. Затруднение могут возникнуть при изготовлении изделий из льняных тканей, что связано с повышенной природной жесткостью льняного волокна, что затрудняет изготовление одежды прилегающего силуэта. Желаемые значения жесткости для большинства изделий мягко-пластичных и мягко-фиксированных форм значительно ниже, чем жесткость большинства льняных тканей отечественного производства [5]. Показатели, представленные на рис. 3 и 4, являются эталонными при разработке технологии изготовления изделия заданной объемно-пластичной формы из льняной ткани. В случае, если исходный материал обладает большей жесткостью, чем требуется для получения требуемой формы, необходимо применение технологий умягчения ткани [6]. В случае, если исходный материал обладает меньшей жесткостью, чем требуется для

получения требуемой формы, необходимо применение швов жестких конструкций, дополнительных деталей (обтачек и прокладок).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондарева, Е.В., Буркин, А.Н. Свойства льняных и полуньяных тканей при многоцикловых изгибах/ Е.В. Бондарева, А.Н. Буркин// Технология и оборудование легкой промышленности и машиностроения//Вестник Витебского государственного технологического университета – 2015. №28. – С. 31-40
2. Пашкевич, К.Л. Исследование влияния свойств тканей на образование объемно-силуэтной формы женской плечевой одежды/ К.Л. Пашкевич// Технология и оборудование легкой промышленности и машиностроения//Вестник Витебского государственного технологического университета – 2016. №2(31). – С. 14-23
3. Васильев Д.А. Метод получения развертки деталей одежды с учетом деформационной способности материала/ Васильев Д.А., Горелова А.Е., Корнилова Н.Л., Григорьева З.Р., Корнилова Л.А.// Программные продукты и системы. - 2016. № 4. - С. 94-100.
4. Корнилова Н.Л. Методы зонированного регулирования упруго-деформационных свойств пакета материалов швейного изделия/ Корнилова Н.Л., Кокшаров С.А., Радченко О.В., Арбузова А.А., Шаммут Ю.А.// Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019. №6. – С.22-28
5. Радченко, О.В., Овсянникова, П.А., Шаммут Ю.А. Исследование жесткости чистольняных тканей/ О.В. Радченко, П.А. Овсянникова, Ю.А. Шаммут// Сборник научных трудов Международной научной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения профессора А.Г. Севостьянова. Часть 2. – М: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2020. – С. 70-76
6. Алеева С.В. Оценка гигроскопических и теплофизических свойств льняных полотен с новыми эффектами ворсовой фактуры/ Алеева С.В., Кокшаров С.А.// Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. - 2015. - № 5 (358). С. 43-48.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВОЙСТВ ТКАНЕЙ НА КАЧЕСТВО КОМПЛЕКТОВ ПОСТЕЛЬНОГО БЕЛЬЯ

STUDY OF THE INFLUENCE OF FABRIC PROPERTIES ON THE QUALITY OF BED LINEN SETS

М.С. Овчинникова Е.Н. Власова, Н.В. Казимирская
M.S. Ovchinnikova E.N. Vlasova, N.V. Kazimirskaya,

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
E-mail: vlasovaen-ivanovo@mail.ru, kaz-97@mail.ru, m.o.97@bk.ru

Исследовано влияние свойств тканей на качество комплектов постельного белья. С помощью стандартных методик были определены устойчивость тканей к сухому и мокрому трению, воздухопроницаемость, поверхностная плотность, средняя толщина, изменение линейных размеров по основе и утку, волокнистый состав для пяти образцов тканей, выпущенных на предприятиях Ивановской области.

Ключевые слова: свойства ткани, показатели качества, хлопчатобумажные ткани, постельное бельё.

The influence of the properties of fabrics on the quality of bedding sets has been investigated. Using standard methods, the resistance of fabrics to dry and wet friction, air permeability, surface density, average thickness, change in linear dimensions along the warp and weft, fibrous composition for five samples of fabrics produced at enterprises of the Ivanovo region were determined.

Keywords: fabric properties, quality indicators, cotton fabrics, bed linen.

Ткань для постельного белья – это важная составляющая здорового сна. К материалу, используемому для пошива наволочек, пододеяльников и простыней, предъявляются определённые требования. Не все материалы подходят для изготовления постельных принадлежностей. Прежде чем шить постельные принадлежности или покупать готовые комплекты, необходимо изучить информацию о том, каким параметрам ткани нужно уделить особое внимание. Необходимо знать основные особенности материалов, применяемых для пошива качественного постельного белья. Ткани для белья должны обладать в первую очередь высокими гигиеническими свойствами.

Постельное бельё для повседневного использования производится из недорогих практичных материалов. Для качественного постельного белья используются материалы, которые обладают прочностью, не линяют и не садятся после стирки. Предпочтение отдается натуральным тканям на основе хлопка, которые хорошо впитывают влагу и пропускают воздух.

Хлопковые ткани для постельного белья должны соответствовать требованиям ГОСТ 31307-2005 [1] и ГОСТ 29298-2005 [2]. Основными контролируемыми показателями качества хлопковых тканей для постельного белья согласно данным нормативным документам являются: линейные размеры; устойчивость окраски к мокрому и сухому трению; воздухопроницаемость; удельное поверхностное электрическое сопротивление; гигроскопичность; содержание свободного формальдегида; поверхностная плотность; стойкость к раздвигаемости; пиллингуемость; изменение линейных размеров после покррой обработки; волокнистый состав.

Для исследования влияния свойств материала на качество постельного белья было проведено экспертное исследование качества хлопчатобумажных тканей, применяемых для пошива постельного белья (были взяты ткани от пяти комплектов постельного белья).

При оценке соответствия показателей качества проверяются органолептические и физико-химические показатели. В соответствии с ГОСТ 31307-2005 [1] устойчивость окраски зависит от насыщенности цвета, способа крашения и типа красителя, поэтому для ее оценки установлена стандартная степень интенсивности окраски, оцениваемая шкалами эталонов стандартного тона. Шкалы серых эталонов позволяют оценивать устойчивость окрасок в пределах от 1 до 5 баллов, из которых балл 1 означает низшую, а балл 5 -высшую степень устойчивости окраски.

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. Результаты испытания занесены в таблицу 1.

Таблица 1

№ образца	Сухое трение, балл	Мокрое трение, балл
Нормативное значение по ГОСТ 9733.0-83, п.1.1.6.1	5	5
1 бязь производства г. Шуя	5	4
2 бязь производства г. Иваново	5	4
3 бязь производства г. Иваново	5	4
4 бязь производства г. Иваново	5	4
5 бязь производства г. Иваново	5	4

По данным таблицы 1 можно сделать вывод, что все образцы устойчивы к сухому трению и менее устойчивы к мокрому трению.

В соответствии с ГОСТ 31307-2005 воздухопроницаемость определяют на точечных пробах в 10 разных местах, расположенных по диагонали. Данные исследования сведены в таблицу 2. Коэффициент воздухопроницаемости (V_p) рассчитан по формуле:

$$V_p = V/FT = V/0.36F, \quad (1)$$

где V – среднее показание ротаметрических трубок; $F = 20 \text{ см}^2$ – площадь сопла; 0,36 – коэффициент, учитывающий размерность.

Таблица 2

№ образца	Среднее показание ротаметрической трубки, л/ч	Коэффициент V_p , $\text{дм}^3/\text{м}^2$	Вывод
1	5255	729,86	Соответствует ГОСТ 31307-2005, п. 4.1.3
2	6530	906,94	
3	5365	745,14	
4	5295	735,42	
5	5280	733,33	

На основании данных таблицы 2 можно сделать вывод, что все образцы соответствует нормативным требованиям (не менее $100 \text{ дм}^3/\text{м}^2$).

Определение поверхностной плотности образцов тканей проводилось по ГОСТ 3811-72 [3] и результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

№ образца	Поверхностная плотность факт., г/м ²	Нормативное значение, г/м ² (п. 4.1.6 ГОСТ 31307-2005)	Вывод
1	120	Не менее 110	Соответствует п. 4.1.6 ГОСТ 31307-2005
2	108	Не менее 110	Не соответствует п. 4.1.6 ГОСТ 31307-2005
3	95	Не менее 110	
4	98	Не менее 110	
5	104	Не менее 110	

Толщина ткани определялась путем измерения точечной пробы толщиномером в 10 местах. Данные занесены в таблицу 4.

Таблица 4

№ замера Образцы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ср. толщина, мм
1	0,23	0,23	0,21	0,23	0,24	0,25	0,23	0,23	0,22	0,23	0,23
2	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25	0,26	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25
3	0,29	0,26	0,26	0,25	0,26	0,25	0,25	0,26	0,27	0,26	0,26
4	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
5	0,25	0,25	0,23	0,23	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24

По данным таблицы 4 выявлено, что у образца №1 минимальная средняя толщина (0,23 мм), у образца №3 - наибольшая (0,26 мм).

Также оценивалось изменение размеров после мокрой обработки в направлении основы (длины) и утка (ширины), вычислялось среднееарифметическое значение расстояния между метками отдельно в направлении длины и ширины ткани, %, по формуле:

$$л = (L_1 - L_0)100/L_0, \quad (2)$$

где L_1 - расстояние между метками после обработки, мм; L_0 - расстояние между метками до обработки, мм.

Испытание на изменение линейных размеров после мокрой обработки проводилось в соответствии с ГОСТ 30157.0-95 [4]. Результаты даны в таблицах 5 (изменение линейных размеров после мокрой обработки по основе) и 6 (изменение линейных размеров после мокрой обработки по утку).

Таблица 5

Образец	Расстояние между метками после обработки, см	Расстояние между метками до обработки, см	Отклонение, %	Вывод (не превышать минус 5 %)
1	19,0	20,0	-5,00	Соответствует требованиям п. 4.1.9 ГОСТ 31307-2005
2	19,5	20,0	-2,50	
3	18,9	20,0	-5,50	Не соответствует требованиям п. 4.1.9 ГОСТ 31307-2005
4	18,8	20,0	-6,00	

Продолжение таблицы 5

5	19,5	20,0	-2,50	Соответствует требованиям п. 4.1.9 ГОСТ 31307-2005
---	------	------	-------	--

Таблица 6

Образец	Расстояние между метками после обработки, см	Расстояние между метками до обработки, см	Отклонение, %	Вывод, не превышать минус 5 %
1	19,4	20,0	-3,00	Соответствует ГОСТ 31307-2005, п. 4.1.9
2	19,3	20,0	-3,50	
3	18,7	20,0	-6,50	Не соответствует ГОСТ 31307-2005, п. 4.1.9
4	18,8	20,0	-6,00	
5	19,3	20,0	-3,50	Соответствует ГОСТ 31307-2005, п. 4.1.9

На основании приведенных данных установлено, что образцы №3 и №4 не соответствуют требованиям ГОСТ 31307-2005, п.4.1.9 по показателям изменения линейных размеров по основе и утку.

Волокнистый состав тканей определяли путем реакции горения и изучением с помощью микроскопа. При горении всех тканей отмечалось быстрое протекание реакции с пламенем, остаток после действия огня был серый, ажурный, распадающийся пепел, запах - жжёной бумаги. Исходя из результатов испытания можно сделать вывод, что все пять тканей состоят на 100% из волокон хлопка.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы: все образцы устойчивы к сухому трению и менее устойчивы к мокрому трению; по показателю воздухопроницаемости все образцы соответствуют стандартным требованиям; по показателю поверхностной плотности только ткань образца №1 соответствует требованиям п. 4.1.6. ГОСТ 31307-2005; средняя толщина тканей составляет 0,23 ... 0,26 мм; образцы №3 и 4 не соответствуют по изменению линейных размеров по основе и утку требованиям ГОСТ 31307-2005.

Все исследованные в работе свойства тканей оказывают большое влияние на качество готовой продукции (таблица 7).

Таблица 7

Свойство ткани	Влияние на качество постельного белья
Поверхностная плотность	чем выше плотность ткани, тем более качественным и долговечным будет постельное белье
Устойчивость окраски к сухому и мокрому трению	влияет на эстетичность внешнего вида постельного белья, а также на безопасность для здоровья человека
Воздухопроницаемость	обеспечивает свободный воздухообмен во время сна и позволяет коже свободно дышать
Изменение линейных размеров после мокрой обработки (усадка)	отрицательное значение усадки заключается в том, что она приводит к уменьшению размеров изделий, к потере формы и ведет к непригодности их для использования. После усадки изменяются линейная плотность нитей в тканях, удлинение при разрыве, а также поверхностная плотность

Волокнистый состав	при выборе постельного белья предпочтительнее варианты тканей натурального происхождения. Это обусловлено тем, что при использовании природного сырья риск развития аллергической реакции ниже, чем при применении синтетических материалов
--------------------	---

Таким образом, качество и вид тканей для постельного белья оказывают сильное влияние на комфорт сна. При выборе постельного белья нужно уделить максимум внимания его качеству. Расцветка и рисунки не так важны для здорового сна, как состав, плотность, гигроскопичность, воздухопроницаемость и теплопроводность ткани, из которой шьют наволочки, простыни и пододеяльники.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 31307-2005 Белье постельное. Общие технические условия
2. ГОСТ 29298-2005 Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Общие технические условия
3. ГОСТ 3811-72 Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей.
4. ГОСТ 30157.0-95 Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения.

РОСПИСЬ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТЕХНИКЕ ХОЛОДНЫЙ БАТИК

PAINTING OF TEXTILE MATERIALS IN ENGINEERING COLD BATIK

А.Е. Отменина, Н.В. Шитова, Ю.А. Новичкова
A.E. Otmenina, N.V. Shitova, U.A. Novichkova

Ивановский колледж легкой промышленности
Ivanovo College of light industry

E-mail: nastya.otmenina16@gmail.com, falterx@yandex.ru, ulianovichkova82830@mail.ru

Мы выяснили что, чтобы краски не растекались по материи, мастера научились фиксировать цвета с помощью особых составов, основным компонентом которых был воск. Холодный батик – одна из самых популярных техник росписи ткани. Отличительной ее особенностью является использование резерва, которым обводят все элементы композиции. Это ограничивает «растекаемость» краски.

Ключевые слова: холодный батик; роспись; резервирующий состав; краски

We found out that in order to prevent the paint from spreading over the material, the masters learned to fix the colors using special compositions, the main component of which was wax. Cold batik is one of the most popular techniques of fabric painting. Its distinctive feature is the use of a reserve that encircles all elements of the composition. This limits the "spreadability" of the paint.

Keywords: cold batik; painting; reserve team; paint

Роспись ткани – древнее искусство, которое пришло в Европу из Индонезии, где роспись различных предметов и текстиля была неким ритуалом поклонения богам. Люди создают рисунки на тканях с незапамятных времен, что неудивительно – ручная роспись всегда выглядит ярко и необычно. Так, батик появился более 2 000 лет назад. За столь долгое время искусство претерпело изменения, но главное – оно позволяет реализовать себя в творчестве и создавать уникальные вещи, которых не найти в магазинах.

Батик — способ окрашивания тканей, основанный на применении резерва, специального вещества, не пропускающего краску. По классической методике после того, как на ткани сделан рисунок резервом, а свободные участки прокрашены, резерв снимается, и на его месте остается затейливый узор.

История возникновения батика уходит корнями в Китайскую империю. Именно в этой технике окрашивали шелк, создавая изумительно красивые вещи. По знаменитому Шелковому пути изделия распространились по всему миру. Широкое распространение этот вид ручной росписи по ткани получил в Индии и Японии. При этом в каждой стране искусство получило свои особенности. Японцам полюбилась узелковая техника, а в Индии применяли деревянные штампы. В Индонезии, на острове Ява, история развития батика приобрела новый виток. Даже слово «batik» – индонезийского происхождения, оно переводится как «капля воска».

Именно на Яве искусство росписи ткани достигло высочайшего технологического уровня и изысканности. Индонезийский классический батик малоцветен. В колорите присутствовали цвета слоновой кости, все оттенки коричневого и наиболее яркая краска — индиго-синий. Рецепты изготовления синей краски и самих рисунков были величайшей тайной каждой семьи мастеров. Рисунки определяли также и кастовую принадлежность: никто не имел права повторить царские и королевские орнаменты. В приданом каждой девушки были обязательны вещи, выполненные в технике батика — одежда, красочная

материя для обрядов и церемоний, занавеси и разнообразные настенные панно с бытовыми и мифологическими сюжетами, изображениями покровителей дома.

Путь подготовки ткани для росписи был многоступенчатым: вымачивание, отбеливание, затем кипячение. Сам процесс, состоящий из следующих одна за другой операций: покрытие горячим воском — крашение — сушка, повторяющихся для каждого цвета, отличался сложностью и длительностью, требовал мастерства и терпения. На создание одного произведения уходили долгие месяцы, а иногда и годы.

В Европе батик начали применять при изготовлении декоративных тканей с первой половины 19 века, первыми в этом деле стали вездесущие голландцы, а методичные немцы впервые поставили производство на поток.

В России батик появился в 20-е годы. Русские художники не опирались на какую-либо традицию, так как не знали истоков. Образовались артели по производству платков, шалей, штор. В 30-е годы были изданы учебники, пособия, организовалось несколько фабрик. В 17 в. Ява стала колонией Голландии, после чего искусство батика плавно перекочевало в Европу. Позже там изобрели батик-штифт – электроприбор, с помощью которого можно хранить воск расплавленным. В 1801 г. Жозе-Мари Жаккар изобрел автоматический станок, благодаря которому начали изготавливать ткани с орнаментами, созданными художниками. С этого момента роспись по ткани вышла на новый уровень. Начали открываться фабрики по производству имитации батика.

В 20 в. Европа начала переходить на технологические методы. Однако одновременно создание батика стало массовым в Японии, где появился медный штамп «колпак» для нанесения воска на ткань. Он используется на Яве и в наше время.

Древнее и удивительно многообразное ремесло сейчас занимает достойное место среди других видов декоративного искусства.

Современный батик отличается многообразием приемов и техник. Наряду с традиционным, «горячим» методом резервирования воском, распространен «холодный» метод, в котором в качестве резерва используется гутта, смесь каучука и бензина. Применение акриловых красителей сделало батик гораздо более доступным и вызвало растущий интерес к этой технике, по своим изобразительным возможностям приближающейся к акварели, и вдобавок еще и очень практичной.

Чувство трепета охватывает любого художника, когда он касается кистью шелка. Шелк с легкостью и благодарностью принимает краску, образуя причудливые узоры и необыкновенные переливы. Мастер попадает в волшебный мир фантазии и начинает творить чудеса. Мягкость шелка, переливающиеся краски, разнообразие средств, для росписи не может не увлечь настоящего художника. Восхитительный авторский наряд, платок или шарф, декоративное панно, элегантная открытка - вещи, несущие радость и тепло создателю и обладателю.

Существует множество способов росписи ткани в технике батик:

Горячий батик - в качестве резерва в горячем батике используется воск. Воск наносится с помощью специального инструмента, называемого чантингом. Места, покрытые воском, не поглощают краску, а также ограничивают её распространение. Горячий батик называется горячим потому, что воск используется в «горячем» расплавленном виде. Этот способ используется в основном для росписи по хлопчатобумажной ткани. По завершении работы воск с поверхности ткани удаляется. Эффект росписи достигается благодаря послойному нанесению краски.

Холодный батик - Холодный батик, также называемый европейским, в большей мере используется при нанесении краски на шёлк, хотя возможно использовать и другие ткани. Холодный батик относится к европейской модификации классических техник. В технике холодного батика используют краски на основе анилина. При этом роль резерва выполняет специальный материал. Его можно приготовить в домашних условиях, но есть и готовые резервы. Обычно используют густой и жидкий резерв (на основе бензина). Существуют как цветные, так и бесцветные резервы. Холодный резерв наносится либо специальными

инструментами — стеклянными трубочками с резервуаром (бензиновые), либо используются резервы в тубиках (резиновые), которые оснащены удлинённым носиком. Как правило, холодный батик требует более аккуратной и тщательной работы над произведением, так как он создаётся «в один слой» (в отличие от многослойного горячего батика). Также в технике холодного батика имеется больше возможностей для свободной росписи и создания станковых живописных либо декоративных работ. Техника «в одно касание» позволяет создавать работы, сходные по восприятию с «мокрой» акварелью.

Свободная роспись - Техника свободной росписи получила значительное распространение, так как она выявляет своеобразие почерка каждого художника и индивидуальную неповторимость произведений, свойственную ручному труду. Свободная роспись по тканям из натурального шёлка и хлопка производится в основном анилиновыми красителями (иногда с различными загустителями), а также масляными красками с растворителями. Особенно интересные результаты получаются от сочетания свободной росписи с контурной наводкой и отделкой резервирующим составом.

Свободная роспись с применением солевого раствора - Сущность этого способа состоит в следующем: натянутую на раму ткань, в зависимости от характера рисунка, либо пропитывают водным раствором поваренной соли и после высыхания расписывают, либо роспись ведут красками из основных красителей, в которые введён раствор поваренной соли. Все это ограничивает растекаемость краски по ткани, даёт возможность выполнять рисунки свободными мазками, варьируя форму и степень насыщенности цветом. Свободную роспись красками с введением в них солевого раствора можно сочетать с обычной росписью холодным батиком. Для этого некоторые части рисунка выполняют свободной росписью с доработкой графическим рисунком, а фоновые перекрытия производят на участках, ограниченных резервирующим составом.

Техника Сибори - «Сибори» — так называемый складной батик. Строго говоря, Сибори, как и все разновидности тай-дай, к батиком не относится. Это другой вариант резервирующего окрашивания. Результат в нём достигается путём перевязывания и окрашивания, но более предсказуем, так как ткань складывается определённым образом. Эта техника имеет японские корни.

Техника «бандан» - Техника узелкового батика («бандан») индийский вариант «тай-дай». Один из его видов — техника «планги» — был распространён в Индии. Неокрашенное полотно покрывали по схеме узора очень маленькими узелками, крепко перевязывая нитью. Потом ткань окрашивали и удаляли нити, в результате образовывался узор из белых «Горохов». При необходимости подобным образом можно было окрасить ткань несколько раз, удаляя старые узелки и добавляя новые. С высушенной ткани убирали перевязочные нити, но не гладили готовое изделие, благодаря чему долгое время сохранялся эффект «жатости».

Индонезийцы достигли высочайшего мастерства в росписи по ткани. Они вкладывали в нее сакральный смысл, считая, что созданные вручную полотна обладают магической силой. Раньше в приданом каждой девушки должна была быть хотя бы одна вещь, выполненная в технике батик, а сейчас такая одежда вполне естественна для местных жителей.

В 21 в. история батика продолжается, а изделия, выполненные в этой технике, пользуются популярностью. Чаще всего расписывают шелковые полотна, которые могут храниться сотни лет. В современных техниках используются приемы пастели и акварели, витража, графики, мозаики.

Холодный батик – одна из самых популярных техник росписи ткани. Отличительной ее особенностью является использование резерва, которым обводят все элементы композиции. Это ограничивает «растекаемость» краски.

При этом способе росписи ткани используется не расплавленный воск, а специальный состав – так называемый «резерв». Он не требует нагревания, отсюда и название техники.

В 21 в. история батика продолжается, а изделия, выполненные в этой технике, пользуются популярностью. Чаще всего расписывают шелковые полотна, которые могут храниться сотни лет. В современных техниках используются приемы пастели и акварели, витража, графики, мозаики.

Сейчас батиком расписывают разнообразную одежду, предметы одежды, картины на шелке. Творческий процесс захватывает, умиротворяет. Еще приятнее, что его результатом становятся эксклюзивные вещи, от которых невозможно отвести взгляд.

Холодный батик основан на том, что при этом способе росписи тканей все формы рисунка, как правило, имеют замкнутую контурную обводку (резервирующим составом), что придает своеобразный характер рисунку.

Для нанесения на ткань контура рисунка применяют стеклянные трубочки. Загнутый конец трубочки должен иметь тонкие стенки, так как ширина контура зависит не только от величины отверстия, но и от толщины трубочки. Вести трубочку по ткани следует равномерно, а в начале работы быстро опускать на ткань, не дожидаясь образования капли. Отнимая трубочку от ткани, переворачивают носиком вверх, и резервирующий состав уходит из кончика. Противоположный конец трубочки должен быть слегка приподнят, чтобы резервирующий состав не пролился на ткань.

После того как контур наведен, рисунку дают просохнуть. Более чем на 24 часа оставлять не закрашенным наведенный рисунок на ткани не рекомендуется, так как в этом случае резервирующий состав дает ореол вследствие выделяющегося жира, и краска при заливке не подходит вплотную к контурной наводке.

Заливка рисунка краской производится ватными тампонами, кистями или трубочками. При заливке необходимо обратить внимание на то, чтобы большие и малые участки рисунка получали одинаковое насыщение краской, в противном случае они все будут разной светлоты или на них появятся ореолы и разводы.

Резерв является основой для техники холодного батика. Резерв представляет собой полужидкое адгезивное вещество, которое отделяет окрашенные области на ткани.

Существует прозрачный резерв, который затем можно смыть теплой водой и контурами разных цветов для окрашивания тканей, а также резерв, который становится частью изображения и фиксируется (устойчив к вымыванию) вместе с красителями.

Все больше людей выбирают батик в качестве хобби или профессии.

Техника подразумевает выполнение росписи на ткани способом холодного батика и подразделяется на три этапа:

1 этап – Перевод рисунка на ткань, натянутую на раму, посредством кальки. Рисунок на бумаге накальвается с обратной стороны на ткань, кладется на стол и обводится карандашом. Если рисунок не виден через ткань, то рисунок переводится сначала на кальку более толстой линией.

2 этап – Резервирующим контуром при помощи стеклянной трубочки обводят весь рисунок и 30 – 45 мин. при комнатной температуре высушивают ткань, затем приступают к росписи ткани.

3 этап – Роспись красителями.

Из истории красителей для Батика. Традиционные краски для батика производились из природного растительного сырья, в редких случаях использовалась биомасса (насекомые). Основные цвета — синий индиго, бежевый, коричневый и фиолетовый.

Наиболее широко использовали синий индиго или indigo blue, производимый из растения индигофера.

Индигофера красильная (лат. *Indigofera tinctoria*) — растение семейства Бобовые, вид рода Индигофера, происходящее из Индии и культивируемое во многих тропических странах, ради получения синей краски.

Это самая древняя краска. Способ приготовления этой краски весьма непрост: листья растения индиго смешивались с сахаром и раствором извести и оставляли на ночь, иногда для более стойкой окраски добавлялся сок из дерева Тингги в качестве закрепителя.

Лёгкие голубые оттенки достигались путём погружения ткани в краску на короткие промежутки времени, для получения темного цвета ткани оставлялись в красильной ванне в течение нескольких дней, при этом 8 — 10 раз в день ткань извлекали из краски, высушивали и погружали в раствор индиго снова.

Второй по значению в традиционном батике цвет для окраски ткани — это тёплый коричневый, называемый «Сога». Оттенки сога могут варьироваться от светло-желтых до темно-коричневых. Этот краситель получается из коры дерева Сога.

Сога-коричневый цвет при смешении с индиго даёт изысканный сине-черный оттенок.

Другой цвет, который традиционно использовался, был темно-красный «mengkuda». Эту краску для ткани получали из листьев Моринда (*Morinda Citrifolia*).

Моринда *citrifolia*, широко известная как большая моринда, индийская шелковица, Nunaakai (Тамил Наду, Индия), собачьи клецки (Барбадос), Mengkudu (Малайзия), пляжная шелковица, рвотный фрукт, сырный фрукт или нони (от гавайского и таитянского) представляет собой дерево из семейства «кофе».

Опытные мастера могут создавать множество вариаций этих традиционных цветов. Помимо голубых оттенков индиго они на основе этих растительных красок получают зелёные, красные и фиолетовые цвета.

Окончательный результат окраски ткани цвет зависит от того, на сколько долго ткань погружалась в красильную ванну и сколько раз её вынимали и высушивали.

В традиционной яванской культуре известны рецепты, содержащие эзотерические субстанции, такие как кровь цыпленка, мякоть банана и другие подобные дополнения. Эти ингредиенты добавлялись в красильную ванну с различными целями (для исцеления, приворота или отпугивания злых духов).

Эти рецепты передавались по наследству. В каждой семье были — свои.

Также при изготовлении краски для ткани соблюдались некоторые правила и табу (запреты), которые должны были обеспечить успешный результат процесса.

Считалось, например, что если мастер повздорил с женой, то испорченная окраска неминуема.

Сегодня, почти повсеместно, для батика используются химические красители.

Для росписи можно использовать уже готовые изделия или сшитое самим. Обычно для батика используется шелк. Он идеально подходит для техники холодного батика. Но можно использовать и другие материалы, такие как хлопок или сатин, а в некоторых случаях можно использовать шерсть. Холодный батик лучше всего выполнять на ткани из натурального волокна.

Современные ткани дают волю фантазии дизайнеров. Выбирая ткань, нужно учитывать ее физико-механические свойства:

Высокая плотность. Это обеспечивает механическую прочность на разрыв. Порвать ткань нелегко.

Гигроскопичность. Полотно хорошо впитывает влагу, оставаясь при этом сухим.

Антистатичность. Не электризуется. В процессе эксплуатации не требует применения антистатиков.

Гипоаллергенность. Не вызывает раздражений кожи.

Долговечность. При правильном уходе ткань надолго сохраняет первоначальный блеск, яркость оттенков.

Драпируемость. Это качество особенно актуально при оформлении интерьеров.

Гигиеничность. Материал не накапливает пыль, что делает его безопасным даже для аллергиков.

Непрозрачность. Именно поэтому атласные шторы так высоко ценятся.

Все эти свойства принесли блестящему, гладкому полотну заслуженную славу. В буквальном переводе с арабского языка слово «атлас» означает «гладкий». Действительно, это ровная, плотная ткань с блестящей поверхностью. Глянцевый эффект достигается

благодаря особому атласному переплетению нитей полотна. Особый блеск ткани получается благодаря специальной технологии ткачества. Атласное переплетение состоит из нитей основы и утка (горизонтальные поперечные линии плетения). Основная нить часто выходит на лицо ткани, огибает пять и более нитей утка. На ощупь атлас напоминает прохладную воду. Материал нежно облегает кожу, подчеркивает естественные линии фигуры.

Примеры работ, выполненные в технике холодный батик:



Рис.1. Роспись платка в технике «Холодный батик»



Рис.2. Роспись панно в технике «холодный батик» с дополнительными эффектами-соль



Рис.3. Роспись подола платья в технике «Холодный батик»

ЛИТЕРАТУРА

1. Искусство батика. — М.: «АСТ», 2001.
2. Синеглазова М. О. Распишем ткань сами. — М.: «Профиздат», 2001.
3. Синеглазова М. О. Батик. — М.: «МСП», 2004.
4. Дворкина И. А. Батик. Горячий. Холодный. Узелковый. — 2-е изд. доп., 2008. — М.: «Радуга», 2002.
5. Гильман Р. А. Художественная роспись тканей. — «Владос», 2004.
6. Давыдов С. Батик: техника, приемы, изделия. — М.: «АСТ-Пресс», 2005.
7. Перелёшина И. А. Батик. От основ к импровизации. — СПб: «Паритет», 2007.
8. Погадаев, Виктор. Магия батика. — «Восточная коллекция», 2002 № 6. — М.: «Российская государственная библиотека».

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОДЕЖДЫ ПУТЕМ ЦИФРОВИЗАЦИИ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДЕФЕКТОВ

AUTOMATION OF CLOTHING QUALITY CONTROL BY DIGITALIZATION OF CONSTRUCTIVE AND TECHNOLOGICAL DEFECTS

Ю.В. Рогожина, М.А. Гусева, В.С. Белгородский, Е.Г. Андреева
Yu.V. Rogozhina, M.A. Guseva, V.S. Belgorodskij, E.G. Andreeva

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство), (Москва)
The Kosygin State University of Russia
(Technology. Design. Art), (Moscow)
E-mail: guseva_marina67@mail.ru

В статье рассмотрены перспективы автоматизации процесса контроля качества готовой продукции на основе цифровизации различных видов дефектов швейных изделий. Предложен универсальный цифровой инструментарий для виртуального инспектирования качества выпускаемых производственных партий одежды в удаленных подразделениях швейных фабрик и в условиях аутсорсинга.

Ключевые слова: контроль качества пошива, конструктивные и технологические дефекты, оценка качества посадки одежды

The article discusses the prospects for automating the process of quality control of finished products based on digitalization of various types of defects in garments. A universal digital toolkit for virtual inspection of the quality of manufactured production batches of clothing in remote departments of garment factories and in outsourcing conditions has been proposed.

Key words: quality control of tailoring, design and technological defects, assessment of the quality of clothing fit

Отличительной особенностью современных швейных производств стало размещение заказов на отшив крупных производственных партий одежды в удаленных подразделениях, включая зарубежные швейные фабрики, где достаточно сложно отследить причины возникновения брака на межоперационных этапах. При работе с внешними подрядчиками часто возникают проблемы недостаточной изученности свойств выбранных материалов, отсутствия подходящих графических программ, приводящего к ошибкам в конфигурации лекал, слабая проработка образца-эталона в реальных производственных условиях [1]. Кроме того, снижению качества продукции может способствовать низкая квалификация персонала и его ротация в аутсорсинговых структурах. Проектирование одежды, выпускаемой в удаленных подразделениях, предполагает виртуальную коммуникацию между разработчиками новых моделей и их изготовителями. Основным этапом приемки готовой продукции является процесс измерений готовых образцов, выявление несоответствия габаритов изделий нормативным значениям, указанным в проектно-конструкторской документации, включая значения длин и ширин участков, проекционные, дуговые и угловые измерения деталей и их контуров. В случае выявления такого несоответствия вся производственная партия может быть признана бракованной и не принята заказчиком. На несоответствие размерных параметров швейных изделий установленным требованиям и нормативным значениям влияет ряд организационных, технических и технологических факторов, включая деформационно-релаксационные изменения материалов, возникающие в процессе их переработки и влияющие на отклонения деталей кроя от проектных значений [2]. Решение вопросов контроля качества одежды, в том числе определения причин

возникновения разнообразных дефектов продукции, лежит в основе автоматизированного контроля за качеством её изготовления.




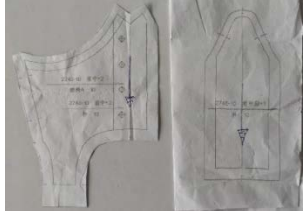
Критериями хорошего качества посадки одежды являются равновесие всех её частей и гладкость поверхности. Конструктивные дефекты швейных изделий связаны с несоответствием их размеров и формы соответствующим параметрам одеваемой фигуры и проявляются прежде всего в горизонтальных, вертикальных, наклонных складках, угловых заломах и балансовых нарушениях. Технологические дефекты связаны с некорректностью технологической обработки деталей и приводят к искажению конфигурации конструктивных линий, нарушению ширины или гладкости швов, изменению внешней формы в следствии несоблюдения режимов влажно-тепловой обработки или отсутствия сопряжения срезов, искривлению строчек и др. [3]. На качество посадки одежды прежде всего влияют дефекты, возникающие вследствие нарушения структуры ткани или появления складок и морщин [4]. Количественный анализ зон и причин возникновения дефектов посадки важен для их устранения путем корректировки чертежей конструкции [5], который может быть проведен с помощью базы данных об известных дефектах посадки на фигурах различного телосложения [6]. Для прогнозирования дефектов посадки предлагается проводить анализ чертежей конструкций и результатов виртуальной примерки проектируемых изделий [7].

Производственный этап приемки готовой продукции до сих пор остается практически не автоматизированным в связи с трудностью формализации оценки качества готовых изделий. Для решения этой задачи могут быть использованы методы оцифровки полуфабрикатов и готовой продукции и последующего сопоставления визуальной и метрической информации об исследуемых объектах с цифровой информацией о соответствующих образцах-эталонах и базами данных возможных конструктивных и технологических дефектов различного ассортимента продукции [8]. Проведение отдельных этапов контроля качества изготовления полуфабрикатов и готовой продукции в единой цифровой среде способствует алгоритмизации и последующей автоматизации этого процесса. В качестве виртуального инструмента оценки качества готовой продукции предложены цифровые шкалы визуальной и метрической информации о критичности конструктивных и технологических дефектов, фрагменты которых представлены в таблице 1.

Таблица 1

Фрагменты шкал конструктивных и технологических дефектов

Описание дефекта	Визуализация дефекта	Причины возникновения	Балл
<i>Дефекты оформления лекал</i>			
Свободные и напряженные складки по всей поверхности изделия		Несоответствие формы лекал ткани верха и подкладки	10
<i>Дефекты конфекционирования материалов</i>			
Материал недостаточно растягивается на фигуре. Измерения в изделии соответствуют таблице мер, но при примерке на фигуре выявляется дефект		При проектировании не учтено направление растяжимости сетки-подкладки	10
<i>Дефекты окончательной отделки изделия</i>			
Неровность края борта		Ножка пуговицы направлена перпендикулярно длине петли	9

Кривая линия кармана		Отсутствие или недостаточность влажно-тепловой обработки	7
<i>Дефекты дизайна модели</i>			
Горизонтальные складки в области талии		Не учтена тяжесть воланов в модели без бретелей	6
<i>Дефекты проектно-конструкторской документации</i>			
Разнонаправленные складки, возникшие из-за неправильного направления нити основы в лекалах		В САПР автоматическое изменение направления долевой нити в лекалах 	9

Авторами разработаны базы данных и алгоритм оценки широкого спектра дефектов, инструментом которой выступают цифровые шкалы их визуальной и количественной оценки [9, 10]. Автоматическое сопоставление обнаруженных дефектов изделий с базами данных позволяет оценить критичность их проявления и принять решение о целесообразности и способе внесения изменений в конструкцию в каждой конкретной ситуации. Согласно предлагаемому маршруту автоматизированного контроля качества изготовления одежды (рис. 1) на результативность приемки производственных партий швейных изделий влияет масштабность выявления конструктивных и технологических дефектов продукции.



Рис. 1. Маршрут автоматизированного контроля качества швейной продукции

Заключение. Цифровизация различных видов дефектов, проявляющихся во внешнем виде и качестве посадки одежды, основанная на методах систематизации и классификации, может быть реализована в виде универсальных шкал количественной и визуальной оценки дефектов готовой продукции. Внедрение автоматизированного контроля качества выпускаемых швейных изделий, основанное на анализе проявления дефектов материалов, проектно-конструкторской документации, дизайна изделия, конструктивных и технологических дефектов, способствует существенному ускорению процесса финализирующей оценки качества готовой продукции при соблюдении сроков изготовления производственных партий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рогожина Ю.В., Гусева М.А., Андреева Е.Г., Гетманцева В.В. Систематизация технологических дефектов для прогнозирования и контроля качества швейной продукции аутсорсинговых предприятий// Вестник молодых ученых СПГУТД. – 2020, №1. - С.104-109.
2. Веретено В.А., Железняков А.С., Шеромова И.А. О размерной точности деталей кроя и швейных изделий// Фундаментальные исследования. - 2014, №5-2. - С.251-255.

3. Стаханова С.И., Золотцева Л.В., Трутнева Н.Е. Анализ дефектов, возникающих в готовом изделии из-за несоответствия индивидуальной фигуры типовой, и способы их устранения в полуфабрикate// Бюллетень науки и практики. - 2017, №4 (17). - С.139-148.
4. Андреева Е.Г., Петросова И.А., Шанцева О.А., Иванова А.А. Анализ способов оценки качества посадки одежды, основанных на принципе выявления дефектов// Естественные и технические науки. - 2015, №11 (89). - С.503-508.
5. Москвина М.А. Зональное распределение дефектов посадки стана женской плечевой одежды// Дизайн. Материалы. Технология. - 2014, №1 (31). - С.9-11.
6. Москвина М.А., Москвин А.Ю. База данных дефектов посадки женской одежды/ Свидетельство о регистрации базы данных №2016620009 от 11.01.2016.
7. Пэн С., Кузьмичев В.Е. Прогнозирование качества посадки одежды на виртуальных двойниках женских фигур// Известия вузов. Технология текстильной промышленности. - 2019, №4 (382). - С.121-127.
8. Гусева М.А., Гетманцева В.В., Андреева Е.Г., Рогожина Ю.В., Смирнов В.Б. Цифровизация дефектов одежды для оптимизации аутсорсингового изготовления «Fast Fashion» коллекций// Дизайн и технологии. – 2020, №75 (117). – С.36-44.
9. Рогожина Ю.В., Гусева М.А., Андреева Е.Г., Белгородский В.С., Глебова Т.Г. Базовые цифровые шкалы технологических дефектов швейных изделий, определяемых техническими средствами идентификации/ Свидетельство о регистрации базы данных № 2020621712 от 18.09.2020.
10. Гусева М.А., Рогожина Ю.В., Андреева Е.Г., Белгородский В.С., Глебова Т.Г. Цифровые шкалы конструктивных дефектов швейных изделий, определяемых техническими средствами идентификации/ Свидетельство о регистрации базы данных.

РАЗРАБОТКА СПЕЦОДЕЖДЫ СО ВСТРОЕННЫМИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ ЭЛЕКТРОННЫМИ СИСТЕМАМИ

DEVELOPMENT OF WORKWEAR WITH BUILT-IN INTELLIGENT ELECTRONIC SYSTEMS

Т.С. Руппель, И.С. Руппель, И.А. Петросова
T.S. Ruppel, I.S. Ruppel, I.A. Petrosova

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: Tania-7991@mail.ru, irinaruppel7991@mail.ru, petrosova-ia@rguk.ru

Рассмотрен рынок «носимой электроники», возможности и перспективы развития «умной одежды» со встроенной электроникой. Разработана модель спецодежды для серийного производства со встроенными интеллектуальными электронными RFID метками, обеспечивающими контроль доступа и мониторинг перемещений на производстве.

Ключевые слова: спецодежда; встроенные интеллектуальные электронные системы; RFID метки.

The market of «wearable electronics», the possibilities and prospects for the development of «smart clothes» with built-in electronics are considered. A model of workwear for serial production with built-in intelligent electronic RFID tags has been developed, providing access control and monitoring of movements in production.

Keywords: workwear; built-in intelligent electronic systems; RFID tags.

Термин «носимая электроника» (wearably electronics) возник около десяти лет назад и определил появление нового класса техники: электронных устройств, носимых пользователем на себе или встроенных в одежду и аксессуары. Появление новой концепции «носимой электроники» связано с развитием целого ряда технологий, таких как достижение высокой степени миниатюризации и интеграции электронных компонентов, обеспечивающих малые размеры для носимых устройств и появление новых сфер применения и сервисных функций [1]. Электронная техника в одежде перемещается из разряда переносной или портативной в разряд постоянно носимой, которая непосредственно является частью изделий. Электронные системы в такой одежде могут быть встроены на этапе пошива изделия (в специальные отсеки и карманы) или же могут являться структурой ткани (т.е. сплетены с волокнами в процессе формирования ткани).

В основном, специальная одежда выполняет свои первостепенные функции – защитные. Ниша же электронной спецодежды нового поколения на сегодняшний день более свободна, а с учётом постоянного развития высоких технологий и миниатюризации электронных компонентов является более перспективной для быстрого продвижения на рынке швейного производства. Спецодежда нового поколения с встроенной электроникой способна реагировать не только на внешние воздействия, но и на внутреннее состояние человека. Разработкой концепций «умной одежды» в настоящее время занимаются сотни различных фирм, а также университеты и исследовательские центры развитых стран. В настоящее время основной сектор потребления носимой электроники сосредоточен в США – более 60%, а ключевые игроки на рынке «умной одежды» и носимой электроники в текстильной индустрии - Nike, Textronics, SauQuoit.

Современную носимую электронику можно разделить на несколько категорий: концептуальные модели, изготовленные в единичных экземплярах для демонстрации

потенциальных возможностей конкретной технологии, и серийные изделия массового производства, предназначенные для рынка. В данной работе предложена разработка костюма спецодежды для серийного производства с встроенными интеллектуальными электронными RFID метками, которые выполняют функции контроля доступа и мониторинга перемещений (определение местонахождения), что позволяет повысить не только контроль, но и безопасность сотрудников на производстве [2].

Электронные метки могут быть пассивными и активными: пассивные метки не имеют собственного источника питания и могут работать на небольших расстояниях, активные метки имеют свой источник питания, больший диапазон передач и более высокую скорость. В спроектированной в данной работе модели спецодежды встроены активные RFID метки для повышения надежности и качества работы.

При разработке новой модели используются специальные конструктивные решения и технологии производства, придающие спецодежде уникальные свойства, а также учитываются предпочтения потребителей (сотрудников производств), выявленные в ходе маркетинговых исследований. Конструктивное решение модели определялось, прежде всего, возможностью встраивания электронных меток, а также несколькими показателями: эстетическими, функциональными и защитными.

Соответствуя данным показателям, разработана модель мужского костюма спецодежды, состоящего из куртки и брюк. Линии кокетки и рельефов на куртке и их контрастная окантовка отвечают эстетическим показателям изделия, удобная застежка, карманы на куртке и брюках – функциональным, а светоотражающие вставки на куртке, усилительные плечевые, локтевые накладки, накладки на коленях, манжеты и притачной пояс по низу куртки – защитным. Также локтевые накладки на куртке созданы еще и для того, чтобы под них можно было встроить электронную RFID метку – накладка будет защищать расположенную внутри метку от повреждений при эксплуатации изделия (метка будет вшита между слоями материалов: подкладочной тканью и тканью верха).

Когда сотрудник будет проходить мимо считывающих устройств, ему будет необходимо просто провести рукой возле RFID - ридера и он зафиксирует факт передачи данных, считав информацию с метки. Данная разработка очень удобна для сотрудников различных предприятий, так как теперь им не потребуется иметь при себе специальные карты или брелоки, обеспечивающие им доступ на определенную территорию производства, а всё, что им будет необходимо – только их одежда. Расположение метки на руке позволит обеспечить удобное использование полезных функций метки при проходе через турникеты, так как в основном, все, считывающие ридеры расположены на уровне руки человека. Разработанная модель мужского костюма спецодежды с встроенными электронными метками представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Модель мужского костюма спецодежды с встроенными метками

ЛИТЕРАТУРА

1. Towards a design framework for wearable electronic textiles / Martin T., Jones M/, Edmison J., Bradley R. Sh. Dept. of Electrical and Computer Engineering, 2003. С. 190-199
2. Статья «Управление текстильными изделиями» [Электронный ресурс]:
go-rfid.ru
Режим доступа: <https://go-rfid.ru/> (дата обращения 1.10.20)
3. Статья «Технология RFID, метки, ридеры и её применение» [Электронный ресурс]:
real-trac.com
Режим доступа: <https://real-trac.com/> (дата обращения 1.10.20)

ПОЛУЧЕНИЕ ДУБЛИРОВАННЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ С МЕМБРАННЫМИ СВОЙСТВАМИ

PREPARATION OF DUPLICATED FIBROUS MATERIALS WITH MEMBRANE PROPERTIES

А.Н. Русакова, Е.Г. Полушин, О.В. Козлова
A.N. Rusakova, E.G. Polushin, O.V. Kozlova

Ивановский государственный химико-технологический университет
Ivanovo State University of Chemical Technology
[E-mail: nastya-a-rus@bk.ru](mailto:nastya-a-rus@bk.ru), ovk-56@mail.ru

Изучено влияние состава полимерно-клеевой композиции, используемой для склеивания текстильных материалов, на «дышащие» свойства дублированного материала. Показано положительное влияние вводимых в полимерный субстрат минеральных наполнителей на показатель паропроницаемости материалов.

Ключевые слова: полимерно-клеевые композиции, дублированные волокнистые материалы, минеральные наполнители, паропроницаемость.

The effect of the composition of the polymer-adhesive composition used for gluing textile materials on the "breathing" properties of the duplicated material has been studied. The positive effect of mineral fillers introduced into the polymer substrate on the vapor permeability index of materials is shown.

Key words: polymer-adhesive compositions, duplicated fibrous materials, mineral fillers, vapor permeability.

Наиболее востребованными для пошива современной одежды для активного отдыха и спорта являются дублированные материалы. В зависимости от способов получения таких тканей, результаты обеспечивают либо полное соединение поверхности между тканями, либо приобретают «дышащий» эффект мембранных тканей, которые представляют собой многослойные ткани, включающие такую пленку, которая не пропускает воду снаружи, но позволяет испаряться влаге, образующейся внутри. Поэтому главной задачей при создании мембраны, является получение композита, который будет иметь высокую паропроницаемость для отвода паров воды от тела человека и создания комфортного пребывания в одежде длительное время.

В работе изучено влияние состава полимерно-клеевой композиции (ПКК), наносимой на текстильный материал перед склеиванием, на «дышащие» свойства дублированного материала, а именно, изучение влияния вводимых в полимерный субстрат минеральных наполнителей на показатель паропроницаемости. В качестве полимеров для клеевой композиции выбраны в отличие от классически применяемых для дублирования тканей неводных композиций водные дисперсии полимеров отечественного производства [1]. Объектами являются текстильные материалы различного волокнистого состава (ткани: полиэфирные, хлопчатобумажные, смесовые, льняные; трикотажные полотна: хлопчатобумажные и полиэфирные флисовые), водные дисперсии акриловых и уретановых полимеров, минеральные добавки. Для исследования использованы физико-химические методы исследования (гравиметрический, спектрофотометрический, УФ- и ИК-спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии), общепринятые и оригинальные методы оценки прочностных и специальных, в том числе колористических, потребительских характеристик текстильных материалов.

С целью повышения показателя паропроницаемости дублированных волокнистых материалов (ДВМ) рядом ученых используются методы, основанные на включении в полимерный состав различных добавок из числа наноразмерных частиц графита, металлов,

их оксидов, сульфидов, глин и др. Изучено влияние минеральных наполнителей: каолина, лигносульфоната, алюмосиликата, хлористого кальция, горного хрусталя, графита на паропроницаемые свойства.

Таблица 1.

Влияние минеральных добавок в ПКК на паропроницаемость ДВМ

Наименование минерального наполнителя	Концентрация, % от массы полимера	MVTR, г/м ²
Хлористый кальций	10	587
Алюмосиликат кальция	10	260
Лигносульфонат	10	571
Горный хрусталь	10	597
Каолин	10	5438,2
	15	11888,4
Нанографит (0,9 нм)	10	12415,0
	15	18765,3

Из табл. 1 видно, что наибольшим показателем паропроницаемости обладают материалы, содержащие в качестве наполнителя каолин и графит. Значение этого показателя в сравнении с другими используемыми наполнителями повышается в 2-4 раза, а при увеличении их концентрации – более чем в 10 раз.

Показано, что, несмотря на повышение паропроницаемых свойств ДВМ при увеличении в полимерной системе минеральных добавок, существует концентрационный предел их введения, когда превышение этой концентрации может привести к значительной потере функции пленкообразования, нарушению непрерывности сетчатой структуры. Следовательно, существует вероятность, что ПКК не будет прочно склеивать текстильные слои дублированного композита. При оптимальном введении дисперсных наполнителей в полимер происходит его упрочнение благодаря образованию в результате взаимодействия частиц наполнителя друг с другом непрерывного армирующего каркаса. Этот момент был учтен в работе при создании композиций и концентрацию наполнителей не превышали 15% от массы полимера.

Таким образом, изучение влияния различных по природе наполнителей в ПКК на показатели паропроницаемости ДВМ позволило определить наиболее эффективные из них – каолин и графит [2]. Предположительно наполнители, встраиваясь в пленку полимера, образуют на своей поверхности развитые адсорбционно-гидратные слои, которые способствуют повышению сорбции влаги и диффузионной проницаемости паров воды. Показано, что при введении в гидрофильный акриловый полимер минеральных наполнителей процесс проникновения паров воды интенсифицируется и объясняется комбинированным (и пористым и непористым) механизмом.

В работе разработаны способы формирования ДВМ различного назначения с необходимыми потребительскими свойствами:

- ткани для одежды, предполагающей малую подвижность с паропроницаемостью 5 000-10 000 г/м²/24ч.
- ткани для одежды, предполагающей умеренные нагрузки с паропроницаемостью 10000-15 000 г/м²/24ч.
- ткани с «дышащей» мембраной и паропроницаемостью выше 20 000 г/м²/24ч .

Исследование изменений микроструктуры срезов ДВМ, полученных с использованием различных составов ПКК, как без использования минеральных добавок, так и с введением наполнителей проводилось микроскопическим методом с помощью сканирующего электронного микроскопа VEGA3 SBH. Пример фото приведен на рис.1.

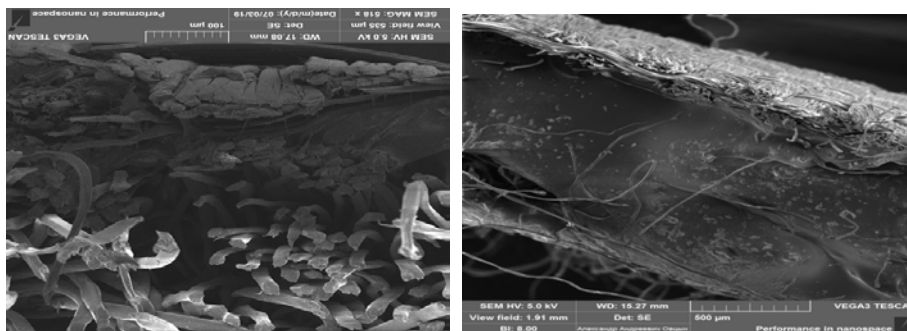


Рис.1. Поверхность среза ДВМ, полученного методом электронной сканирующей микроскопии (полиэфирная ткань – сверху, флисовое трикотажное полотно – снизу, между слоями ТМ – ПКК с каолином). Справа – вид ПКК между тканями ДВМ.

Оценены показатели воздухопроницаемости ДВМ, полученные по всем трем рассмотренным выше схемам дублирования. Хорошими ветрозащитными свойствами обладают второй и третий вид ДВМ, что отвечает требованиям в соответствии с их назначением.

Проведены расширенные испытания полученных в работе ДВМ в лабораториях крупнейших российских предприятий (ОАО «Адвентум Технолоджис» г. Узловая Тульской области, ПК «БТК Текстиль» г. Шахты Ростовской области, ООО «Экотекс» г. Тейково Ивановской области, выпускающих, в том числе и дублированные материалы), которые показали высокое качество ДВМ по показателям паропроницаемости, водостойкости и воздухопроницаемости (см. табл. 2.).

Таблица 2.

Характеристика основных показателей ДВМ

группа ДМ	Назначение ДВМ	Паропроницаемость MVTR (г/м ² /24 ч)	Воздухопроницаемость, CFM дм/м ² /с	Водонепроницаемость, усл.ед
1	Одежда для активного отдыха (спортсмены, туристы, охотники, рыболовы и др.)	200-500	120-132	62-66
2	Одежда с мембранными свойствами для использования в экстремальных условиях, спортсменов	600-12000	11-15	78-82
3	Одежда для спортсменов, служащих силовых структур, МЧС	38000-42000	2-8	95-98

Принцип создания ДВМ на основе отечественных наполненных полимеров, разработанный в первых разделах диссертационной работы, использован для разработки экономической технологии создания светонепроницаемых материалов, ничем не уступающих по качеству зарубежным материалам Blackout. Технология заключается в том, что для получения максимальной светонепроницаемости на одну из тканей ДВМ наносится ПКК, включающая в состав каолин и минеральный пигмент: черный – для затемненных и белый – для светлых светонепроницаемых декоративных полотен.

Таким образом предложены технологии получения ДВМ различного назначения:

- декоративные ДВМ для обоев с грязе-, масло- и водоотталкивающей лицевой целлюлозосодержащей тканью при использовании в отделочной и в полимерно-клеевой композициях отечественных акриловых полимеров;

- ДВМ одежного назначения с водо-, воздухопроницаемыми и паропроницаемыми свойствами, полученные с применением ПКК и специально подобранных минеральных добавок;

- светонепроницаемые ДВМ типа Blackout, выполненные на основе водных ПКК, включающих каолин и ахроматический пигмент.

Целесообразность продолжения работы в направлении изучения процессов дублирования ТМ при использовании экологически менее опасных полимеров и создания тканей с мембранными свойствами очевидна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полушин, Е.Г. Изучение оптических свойств пленок полимеров, используемых в заключительной отделке текстильных материалов / Е.Г. Полушин, О.В. Козлова, А.С. Захарченко, В.Е. Румянцева // Изв. вузов. Техн. текст. пром-сти.– 2019.– №. 3.– С.48-52.
2. Полушин, Е.Г. Изучение паропроницаемости дублированных текстильных материалов / Е.Г. Полушин, О.В. Козлова, О.И. Одинцова // Изв. вузов. Техн. текст. пром-сти. – 2019. – №6 – С.154-158.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАТУРАЛЬНОЙ ОКРАСКИ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ RESEARCH OF NATURAL COLORING OF CELLULOSE MATERIALS

А.В. Склеинова, В.В. Гетманцева, Е.Г. Андреева
A.V. Skleinova, V.V. Getmantseva, E.G. Andreeva

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство), (Москва)
The Kosygin State University of Russia
(Technologies. Design. Art), (Moscow)
E-mail: Getmantseva@inbox.ru

Изложены результаты анализа способов окрашивания тканей, в том числе окрашивание тканей натуральными красителями, предлагаемое в качестве экологически чистого направления; данное направление требует исследований с целью выбора наиболее эффективного сценария крашения, представлены результаты эксперимента по окрашиванию материалов натуральными веществами и прогнозированию цветового результата на примере окрашивания льна и хлопка.

Ключевые слова: экомоды; проектирование одежды; экологические материалы; производство швейных изделий; потребительский спрос; натуральные красители.

The results of the analysis methods of dyeing fabrics, including dyeing fabrics with natural dyes, proposed as an environmentally friendly direction; this direction requires research in order to select the most effective dyeing scenario; the results of an experiment on coloring materials with natural substances and predicting the color result on the example of dyeing flax and cotton are presented.

Keywords: eco-fashion; clothing design; environmental materials; clothing production; consumer demand; natural dyes.

Внимательное отношение к окружающей среде – современное направление, наблюдаемое в обществе. Здоровый образ жизни и рациональное потребление ресурсов постепенно становятся модными тенденциями в наше время. И если изначально особое внимание уделялось экологическим проблемам в одежде [1], то сейчас назрел вопрос глобального экоконтроля как в одежде, так и в других предметах быта. К сожалению, внедрение инновационных технологий по улучшению функциональной составляющей одежды [2] сопровождается снижением внимания к экологической составляющей предметов одежды. Самыми большими экологическими проблемами являются процессы крашения ткани и утилизации отходов [3]. Например, при окрашивании тканей в цвет индиго используются формальдегиды, негативные последствия от которых для человека – это снижение иммунитета, аллергия, в некоторых случаях, интоксикацию организма [4].

Как вариант снижения негативного воздействия на человека и окружающую среду со стороны производителей ткани и одежды учеными предлагается использование при крашении тканей природных веществ. Основные разработки в этой области направлены на получение стойких цветов и оттенков для натуральных тканей растительного и животного происхождения.

Во многих разработанных способах натурального крашения использование вредных веществ не влияет на конечный результат и полученная окрашенная ткань безопасна, но процесс крашения и отходы производства не являются экологически чистыми, что также является проблемой. Например, для окрашивания шерстяной ткани корой мушмулы в качестве протравы используют дихромат калия - высокотоксичное вещество первого класса опасности [5]. У людей, работающих с большими объемами красящего вещества, могут возникать аллергия и химические ожоги. При крашении целлюлозосодержащих волокон [6]

используют продукт экстракции древесины с использованием бисульфата щелочного металла, что не делает этот метод экологически чистым.

Интересными являются исследования процесса крашения натуральных тканей на примере шерстяного материала. Шерсть более восприимчива к окрашиванию и допускает более широкую цветовую палитру.

Исследования показали большую восприимчивость шерсти к прямому и протравливающему окрашиванию на примере красителя, выделенного из листьев хны. Широкая цветовая гамма достигается варьированием концентрации красителя, добавлением протравы и их комбинаций [7].

Наибольшее влияние на оттенок в процессе окрашивания оказывает время выдержки ткани в красильной ванне. Изучение влияния времени и выделения протравливающих веществ на примере окрашивания шерсти экстрактом ревеня [5, 8] показало положительные результаты при более длительной выдержке ткани в красильной ванне. Также было проведено исследование механических свойств ткани после окрашивания прямым и протравливающим красильным раствором. Получена динамика использования протравы и увеличения времени окрашивания, которая влияет на показатели механических свойств материалов.

Для того чтобы получить хорошие результаты при окрашивании тканей натуральными красителями, необходимо понимать весь процесс окрашивания. Анализ получения цвета с использованием природных веществ показывает меньшие энергозатраты и экологичность процесса, однако большую трудоемкость. Алгоритм окрашивания не обязательно менять, но можно варьировать условия процесса, что приведет к различным результатам. Например, контролировать насыщенность и оттенок цвета можно изменяя время выдержки ткани в красильной ванне.

Многие исследования по проблеме крашения натуральных тканей касаются использования вторичных материалов или остатков. Например, для производства красителя из отходов лесопиления, а именно коры, требуется большое количество сырья. Однако этот метод практически безотходен.

Для определения степени восприимчивости хлопчатобумажных и льняных тканей к окрашиванию натуральными ингредиентами без применения травления проведены исследования реакции ткани на крашение [9]. Хлопок и лен-это целлюлозосодержащие натуральные волокна, при их выращивании и дальнейшем производстве текстиля можно использовать самые экологически чистые технологии.

Содержание целлюлозы в хлопке составляет 90-95%, льне-70-85%, остальное приходится на золу, воск и белковые вещества, пентозан и жир. Лигнин и пектиновые вещества также присутствуют в волокнах льна, что усложняет восприимчивость волокна к окраске.

Для окраски выбраны красящие вещества: кора дуба, ягоды черной смородины и куркума, так как они являются наиболее доступными сильными натуральными красителями. Вода для эксперимента подготовлена путем фильтрации через угольный фильтр. Краситель экстрагирован методом сбраживания в пропорции 100 грамм красителя на 1 литр воды. Кипятили в течение 10 минут. Образцы тканей в отдельных контейнерах замачивались в готовом растворе красителя в течение 24 часов. Для оценки результата проведен опрос экспертов с помощью анкетирования с вариантами ответов: теплота, оттенок, насыщенность окраски тканей, что позволило беспристрастно определить и оценить результат эксперимента (табл.1).

Результаты эксперимента по окрашиванию чистыми красителями

Красильное вещество	Хлопок		Лён	
	Цвет	Описание	Цвет	Описание
Кора дуба	Коричневый	Тёплый песочный оттенок, не насыщенный	Коричневый	Тёплый горчичный оттенок, насыщенный
Ягоды смородины	Фиолетовый	Холодный глубокий оттенок с синим подтоном, насыщенный	Бордовый	Тёплый глубокий оттенок с малиновым подтоном, насыщенный
Куркума	Жёлтый	Тёплый, яркий, классический жёлтый, насыщенный	Жёлтый	Тёплый, яркий с горчичным подтоном, насыщенный

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что льняная ткань менее восприимчива к натуральным красителям, чем хлопчатобумажная, что обусловлено наличием большего количества примесей в льняном волокне [10].

Результаты, изложенные в таблице, являются рекомендацией по окрашиванию хлопка и прогнозированию результатов окрашивания льняной и хлопчатобумажной ткани натуральными красителями. Результаты исследования также наглядно показывают влияние примесей в льняном волокне на восприимчивость к пигментам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крайник В.Л., Сергазина Ж.Ж. К вопросу о сущности экологической ответственности личности // Мир науки, культуры, образования. - 2018, №3 (70). – С. 203-205
2. Гетманцева В.В., Андреева Е.Г., Белгородский В.С. Методы интеллектуализации процесса проектирования одежды: монография. — М.: Научная библиотека, 2020. - 200 с. (ISBN: 978-5-907242-55-5)
3. Переволоцкая В. К., Леонова Н. А., Афанасьева В. А. Крашение льняных материалов с помощью прямых красителей и новых бесформальдегидных закрепителей // Российский химический журнал. - 2002, №2. - С. 42-57
4. ГОСТ 10878-70 Материалы текстильные. Линейная плотность в единицах текс и основной ряд номинальных линейных плотностей. М.: Изд-во стандартов. –1978. - 6с.
5. Шагина Н. А., Азимова Ф. Ш. Способ колорирования шерстяной ткани растительным красителем коры мушмулы свч обработкой / Патент на изобретение №2586137 RU от 10.06.2016; опубл. 10.06.2016 Бюл. № 16
6. Фадеев Б.А., Мутовина М.Г., Бондарева Т.А., Самсонов Н.Е., Орехов Б.В., Горюнов В.М., Новожилов В.А., Филатов М.М., Литвиненко Ю.В., Куценко В.Ф., Ефимова В.Н., Ноздрин И.Б., Афанасьев Б.С., Сикорская Е.А. Способ крашения текстильных волокон и тканей / Патент на изобретение №2173740 RU от 08.02.2001; опубл. 20.09.2001
7. Mukherjee, Arup. A new technigue of manufacture, preservation and applicayion of vegetable dyes in bulk for rural cottage industries / Arup Mukherjee, Ashis Mitra // Man-Made Textiles in India. – 2005, №7 (48). – С. 263-266
8. Шагина Н. А. Способ протравного крашения шерстяной ткани растительным красителем чертополоха поникающего/ Патент на изобретение №2493306 от 11.01.2012; опубл. г 20.09.2013 Бюл. № 26
9. Склеянова А.В., Гетманцева В.В., Андреева Е.Г. Исследование способов крашения ткани натуральными красителями // Сборник научных трудов, посвященный 75-летию кафедры

Материаловедения и товарной экспертизы / под ред. проф. Шустова Ю.С. и др. - М.: РГУ им. А.Н. Косыгина.- 2019. - С.171-173

10.Склеина А.В., Гетманцева В.В. Исследование натурального крашения ткани и изучение полученных свойств//В сборнике: Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2019). Сборник материалов Международной научной студенческой конференции. -2019.- С. 221-223.

ТЕХНОЛОГИЯ БАВ-ОТДЕЛКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

BAS-FINISHING TECHNOLOGY FOR TEXTILE MATERIALS

А.С. Смирнова, А.А. Шibaева, А.А. Липина, О.И. Одинцова
A.S. Smirnova, A.A. Shibaeva, A.A. Lipina, O.I. Odintsovo

Ивановский государственный химико-технологический университет
Ivanovo State University of Chemistry and Technology
E-mail: nastyassasmirnova0@gmail.com

Представленная работа посвящена созданию текстильных материалов и изделий из них профилактического и косметического назначения на основе нанокапсулированных биологически активных веществ, используемых в качестве раневых повязок, медицинских салфеток и косметических масок. Описан способ БАВ-отделки текстильных материалов. Представлены методы иммобилизации биологически активного вещества на текстильном материале. Проведен анализ влияния природы полиэлектролитов на размер синтезированных капсул, содержащих масло розмарина.

Ключевые слова: биологически активное вещество, текстильный материал, полиэлектролит, наноэмульсия.

The presented work is devoted to the creation of textile materials and products made from them for preventive and cosmetic purposes based on nanocapsulated biologically active substances used as wound dressings, medical napkins and cosmetic masks. The method of BAS-finishing of textile materials is described. Methods of applying a biologically active substance to a textile material are described. The influence of the nature of polyelectrolytes on the size of synthesized capsules containing rosemary oil was analyzed.

Key words: biologically active substance in the textile material, a polyelectrolyte, a nanoemulsion.

Целлюлозные материалы имеют широкий потенциал применения, в том числе в медицине и косметологии, благодаря своим преимуществам, таким как биоразлагаемость, мягкость, сродство к коже и поглощение пота [1,2]

Существуют три способа нанесения БАВ на текстильный материал: создание на текстильном материале «депо» методом печати, способ Layer-by-Layer, и пропитка микрокапсулированными БАВ препаратами посредством плюсования.

Первая из рассматриваемых технологий иммобилизации позволяет получать лечебные материалы (аппликации, салфетки и т.д.), обладающие важным свойством - пролонгированным лечебным и профилактическим действием, что обеспечивается характером распределения вводимого вещества на текстильном материале. В наносимой на материал композиции загуститель играет роль «депо» для диспергированного лекарственного препарата, а текстильный материал, в объеме и на поверхности которого распределяется композиция, - это «двойное депо» для лекарства. Именно этот эффект «двойного депо», создаваемого при выбранной технологии нанесения, обуславливает пролонгацию массопереноса лекарственного препарата из лечебного текстильного материала (аппликации, салфетки) во внешнюю среду (рану) [3,4].

Второй способ иммобилизации БАВ подразумевает иммобилизацию функционального вещества между слоями противоположно заряженных полиэлектролитов. При этом возможно получение на ткани системы типа «Сэндвич», что обуславливает пролонгированное выделение БАВ [5].

Наиболее прост способ пропитки текстильных материалов готовыми микрокапсулированными препаратами на основе БАВ. Наиболее перспективно сочетание двух приемов: использование микрокапсулированного БАВ и иммобилизация их на ткани посредством метода Layer-by-Layer. Микрокапсулирование - это процесс заключения в

оболочку микроскопических частиц твердых, жидких или газообразных лекарственных веществ. Размер заключенных в микрокапсулу частиц может колебаться в широких пределах: от 1 нм до 6500 мкм, т. е. до размера мелких гранул или капсул (6,5 мм). Достаточно широкое применение в медицине нашли микрокапсулы размером от 100 до 500 мкм. Современная технология дает возможность наносить покрытия на частицы размером менее 1 мкм. Такие частицы с оболочками называют нанокапсулами, а процесс их производства – нанокапсулированием [5].

Наиболее популярным является метод создания капсулы с использованием полиэлектролитов, основанный на послойной электростатической самосборке (Electrostatic Self-Assembly) противоположно заряженных полиэлектролитов на коллоидных наноразмерных частицах [5]. Полиэлектролитные капсулы представляют собой полое пространство, ограниченное тонкой стенкой, сформированной двумя противоположно заряженными полимерами за счет их электростатических взаимодействий.

Капсулированные таким способом препараты находят широкое применение в медицине, фармацевтической, косметической, пищевой и сельском хозяйстве. В сельском хозяйстве и в быту широко используются микрокапсулированные инсектициды, микрокапсулы с витаминами, эфирными и жирными маслами входят в состав различных косметических средств (кремов, гелей, сывороток), микрокапсулированные пробиотики используются в кормах и кормовых добавках в ветеринарии [6,7]. В текстильной промышленности известны способы капсулирования репеллентных препаратов и методы придания хлопчатобумажным и смесовым тканям акарицидно-репеллентной отделки. Разработаны темплатные способы капсулирования дипептидов, отвечающих за заживление ран, которые закрепляют на целлюлозном материале (хлопчатобумажном или льняном). Такие материалы рекомендованы к использованию в медицинских учреждениях для лечения ран различной этиологии.[8,9] .

Выбор БАВ, наносимого на текстильный материал, объясняется областью применения.

В качестве полиэлектролитов использовали синтетические ВПК-402 и Акремон ЛК-2, а также биосовместимые натуральные полиэлектролиты - хитозан, гуаровую, ксантановую камеди и пектин. Формирование оболочки проводили следующим образом: готовили прямую наноэмульсию масляного субстрата, в качестве которого использовали масло розмарина. Для эмульгирования применяли ранее подобранную систему поверхностно-активных веществ из карбоксипав и неионогенного неолола АФ 9/10.

Прямую наноэмульсию получали в процессе эмульгирования масла в растворе ПАВ при перемешивании электрической мешалкой, после чего последовательно вводили катионный и анионный полиэлектролиты.

Исследование нанокапсул проводили методом динамического рассеяния света на приборе **Photocor Compact-Z**:определяли размер частиц, дзета – потенциал эмульсии и делали фотографии системы, используя микроскоп Микмед-6 со съемной фотокамерой. Полученные данные, характеризующие влияние полиэлектролитов, входящих в состав оболочки капсулы на размеры частиц в дисперсии, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние природы полиэлектролитов на размер синтезированных капсул, содержащих
масло розмарина

Использованные полиэлектролиты		Размер частиц	Содержание частиц в составе	Дзета-потенциал системы, мВ
Вещество	Кол-во, г/л	н.м.	%	
-ВПК-402	3	48,7	100	-25,0
-Акремон ЛК-2	5	36,0	100	
-Хитозан	2	66	64,9	-24,0
-Ксантовая камедь	2	89,3	100	
		221,2	95,4	
		253,7		
-Хитозан	2	49,3	100	-18,5
-Гуаровая камедь	2	77,8	100	
		57,3	100	
		71,6	99,9	
-Хитозан	2	234,2	100	-28,0
-Пектин	2	230	89	

Минимальным размером характеризуются капсулы, в состав оболочек которых входят синтетические полиэлектролиты-полидиаллилдиметиламмоний хлорид и Акремон ЛК-2, их размер варьируется от 36 до 48,7 нм. Большим размером частиц характеризуются капсулы на основе хитозана и ксантановой камеди-66-233 нм.

Наиболее крупные частицы были получены при использовании для синтеза оболочки капсулы хитозана и пектина, что, по-видимому, связано с большим по сравнению с другими анионными полиэлектролитами молекулярным весом пектина и меньшей плотностью заряда на цепи макромолекулы. Все полученные дисперсии достаточно агрегативно устойчивы. Дзета - потенциал исследованных дисперсий варьируется от -18 до -28.

Проведена разработка оптимального технологического режима обработки текстильных материалов капсулированными БАВ. Оценку степени иммобилизации и продолжительности выделения БАВ осуществляли косвенным методом. Масляный субстрат окрашивали жирорастворимым красителем Суданом красным IV. После чего масло капсулировали. Хлопчатобумажную ткань, в качестве которой использовали бязь, пропитывали микрокапсулированным препаратом, отжимали до привеса в 100%, сушили и закрепляли с использованием различных композиций.

Оценивали степень десорбции красителя с текстильного материала в спиртовой раствор, т.е. определяли влияние способа иммобилизации на скорость выделения БАВ из текстильного материала. Устойчивость нанесенных композиций к мокрым обработкам-стирке №1 и поту проверяли в соответствии с ГОСТ 9733.0-83 .

Максимальная устойчивость к мокрым обработкам наблюдается при использовании для иммобилизации нанокапсул, содержащих в своем ядре БАВ, при использовании системы разноименно заряженных полиэлектролитов (образец 2 и 5, табл. 2).

В процессе обработки образца 2 используется конвективный способ сушки, а для образца 5- контактный, что позволяет сделать вывод о лимитирующем приеме в процессе иммобилизации капсул на текстильный материал, основанном на электростатической самосборке противоположено заряженных полиэлектролитов.

Технические результаты БАВ- отделки хлопчатобумажной бязи, арт. 262

Состав композиции	Технология обработки	Состав, используемых для иммобилизации капсул на ткани и условия обработки	Оптическая плотность десорбированного спиртного раствора судана IV, ед.	Устойчивость окрасок к мокрым обработкам	
				Стирке №1	Поту
1. Масло розмарина Судан красный IV Карбоксипав Хитозан Гуаровая камедь	Пропитка при T-40 ⁰ C, отжим 100%, конвективная сушка, T =100 ⁰ C.	Хитозан-10 г/л, отжим 100%, конвективная сушка, T 95-100 ⁰ C.	0,02	4/4	4/4
2. Масло розмарина Судан красный IV Карбоксипав Хитозан Гуаровая камедь	Пропитка при T-40⁰C, отжим 100%, конвективная сушка, T=100⁰C.	Хитозан, 1%-10 г/л, Альгинат натрия, 1% -10 г/л, отжим 100%, конвективная сушка, T 95-100⁰C	0,006	5/5	5/5
3. Масло розмарина Судан красный IV Карбоксипав Хитозан Гуаровая камедь	Пропитка при T-40 ⁰ C, отжим 100%, конвективная сушка, T =100 ⁰ C.	Хитозан, 1%-10 г/л, ZnCl ₂ -5 г/л, отжим 100%, конвективная сушка, T 95-100 ⁰ C	0,008	5/5	5/5
4. Масло розмарина Судан красный IV Карбоксипав Хитозан Гуаровая камедь	Пропитка при T-40 ⁰ C, отжим 100%, контактная сушка 2 мин. 30 сек., T= 100 ⁰ C.	Хитозан, 1%-10 г/л, отжим 100%, контактная сушка 2 мин. 30 сек., T 100 ⁰ C.	0,012	5/5	5/4
5. Масло розмарина Судан красный IV Карбоксипав Хитозан Ксантановая камедь	Пропитка при T-40⁰C, отжим 100%, контактная сушка 2 мин. 30 сек., T= 100⁰C	Хитозан, 1%-10 г/л, Ксантановая камедь, 0,5% -10 г/л, отжим 100%, контактная сушка 2 мин. 30 сек., T 100⁰C.	0,005	5/5	5/5

6. Масло розмарина Судан красный IV Карбоксипав Хитозан Гуаровая камедь	Пропитка при T=40°C, отжим 100%, контактная сушка 2 мин. 30 сек., T=100°C	Хитозан, 1%-10 г/л, ZnCl ₂ -5 г/л, отжим 100%, контактная сушка 2 мин. 30 сек., T 100°C.	0,014	5/5	5/5
---	---	---	-------	-----	-----

Разработанный технологический режим отделки БАВ, включает пропитку дисперсией при T=40°C, отжим 100%, контактную (2 мин 30 сек.) или конвективную сушку при T= 100°C. После чего осуществляется закрепление разноименно заряженными полиэлектролитами (образец 2 и 5).

ЛИТЕРАТУРА

1. Грибкова, В.А. Разработка технологии получения профилактических и лечебных текстильных материалов для косметологии и дерматологии: дис. ...канд. техн. наук : 05.19.02 : защищена 22.02.05 / Грибкова Вера Анатольевна. – М., 2005. – 219с.
2. Rubinskiene, M. Effect of drying methods on the chemical composition and color of peppermint (*Mentha x piperita* L.) leaves. / M. Rubinskiene, P. Viskelis, E. Dambrauskiene // *Zemdirbyste-agriculture*. Vol. 102, Issue 2, 2015, P. 223-228.
3. Олтаржевская, Н.Д. Текстиль для медицины: новые лечебные композиционные материалы / Н.Д. Олтаржевская, М.А. Коровина // *Текстиль. пром-сть*. - 2010. - № 5. - . 58-62 с.
4. Calin-Sanchez, A. Effects of Drying Methods on the Composition of Thyme (*Thymus vulgaris* L.) Essential Oil. / A. Calin-Sanchez, A. Figiel, K. Lech // *Drying technology*, Vol. 31, Issue 2, 2013, P. 224-235.
5. Кузьменко, В.А. Свойства синтетических полиэлектролитов и перспективы их применения для отделки текстильных материалов / В.А.Кузьменко, О.И. Одинцова, А.И.Русанова // *Журнал прикладной химии*. – 2014. - Т.87, № 9. - . 1193-1203 с.
6. Kowalczyk, A. Loading of polymer nanocarriers: Factors, mechanisms and applications / A. Kowalczyk, R. Trzcinska, B. Trzebicka, A. Müller, A. Dworak, C. Tsvetanov // *Prog. Polym. Sci.* – 2014. - №39 (1), P. 43-86.
7. Sergeeva, A.S. Polyelectrolyte Microcapsule Arrays: Preparation and Biomedical Applications / A.S. Sergeeva, D.A. Gorin, D.V. Volodkin // *BioNanoScience*. – 2013. - №4, P. 1-14.
8. Петрова, Л.С. Микрокапсулирование биологически активных веществ и их использование для функционализации текстильных материалов / Л.С. Петрова, О.В. Козлова, О.И. Одинцова // *Известия высших учебных заведений. Технология Текстильной промышленности*. / - 2018. - №. 4. С. 85-89.
9. Прохорова, А.А. Использование метода микроэмульсионного капсулирования для придания текстильным материалам акарицидных свойств / А.А. Прохорова, Л.С. Петрова, Е.Л.Владимирцева О.И.Одинцова // *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. – 2017. - № 1. С. 332-335

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТРИКОТАЖНЫХ
ПОЛОТЕН ИЗ ПОЛИЭФИРНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НИТЕЙ ПРИ
ПРОЕКТИРОВАНИИ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЕРХА СПОРТИВНОЙ ОБУВИ**

**RESEARCH OF DEFORMATION PROPERTIES OF KNITTED FABRICS FROM
POLYESTER FUNCTIONAL THREADS WHEN DESIGNING MATERIALS FOR THE
TOP OF SPORTS FOOTWEAR**

Т.С. Столярова, Н.Н. Ясинская
T.S. Stoliarova, N.N. Yasinskaya

Витебский государственный технологический университет, (Республика Беларусь)
Vitebsk State Technological University, (Republic of Belarus)
E-mail: mototiana155@gmail.com, YasinskayNN@rambler.ru

Статья посвящена исследованию деформационных свойств трикотажных полотен с ввязыванием функциональных полиэфирных нитей для изготовления верхнего слоя многослойного материала для повседневной спортивной обуви. Изготовлены экспериментальные образцы трикотажных полотен, рассмотрены особенности структуры трикотажа платированных переплетений, изготовленных с использованием функциональных полиэфирных нитей производства ОАО «СветлогорскХимволокно». Установлена целесообразность использования функциональных полиэфирных нитей для изготовления верхнего слоя обувного материала для повседневной спортивной обуви переплетением перекидной платировки. Результаты работы могут использоваться при конструировании деталей спортивной обуви и одежды, их изготовления, разработке новых материалов с улучшенными свойствами.

Ключевые слова: деформационные свойства, растяжимость, эластичность, необратимая деформация, функциональные нити, трикотажный обувной материал.

The article is devoted to the study of the deformation properties of knitted fabrics with knitting of functional polyester threads for the manufacture of the top layer of a multilayer material for everyday sports shoes. Experimental samples of knitted fabrics have been made, features of the structure of knitted fabrics of plated weaves, made using functional polyester yarns produced by JSC «SvetlogorskKhimvolokno», are considered. The expediency of using functional polyester yarns for the manufacture of the upper layer of shoe material for everyday sports shoes by the weaving of overhead dressing has been established. The results of the work can be used in the design of parts for sports shoes and clothing, their manufacture, the development of new materials with improved properties.

Key words: deformation properties, extensibility, elasticity, irreversible deformation, functional threads, knitted shoe material.

В процессе изготовления и эксплуатации материалы заготовки верха повседневной спортивной обуви подвергаются физико-механическим воздействиям, вызывающим различные виды деформации. Поэтому вопросы повышения механических свойств используемых материалов при производстве спортивной обуви в настоящее время актуальны и имеют практический интерес. Эти свойства определяют формовочную способность самих материалов, характеризуют удобство изделия в эксплуатации и сохранность его внешнего вида.

Формовочная способность материалов заготовки верха повседневной спортивной обуви является фактором, обуславливающим способность верха спортивной обуви принимать необходимую форму в процессе производства и сохранять приданную форму во время эксплуатации. Соотношение частей полной деформации материалов для одежды и обуви является важной характеристикой формоустойчивости. Чем выше величина полной и доля необратимой пластической деформации, тем больше возможностей придания объемной формы изделию экономически выгодными технологическими способами формования. Кроме

того, чем выше доля обратимых частей полной деформации, тем изделие лучше сохраняет форму, размеры и внешний вид в процессе эксплуатации.

Большое количество отечественных и зарубежных исследователей занимались изучением механических и деформационных свойств материалов для одежды и обуви. В этой области накоплены значительные теоретические и практические данные [1,2,3]. Однако релаксационные процессы материалов при многоцикловых незначительных нагрузках изучены недостаточно.

В отличие от тканей трикотажные полотна имеют более высокую растяжимость, что связано с большей подвижностью их структуры, чувствительной даже к невысоким величинам прикладываемых к ним растягивающих усилий. При приложении к трикотажным полотнам таких усилий, структурные изменения заключаются, прежде всего, в изменениях формы петель полотна. В легко растягивающихся полотнах сами нити могут быть напряжены незначительно. Высокая растяжимость трикотажных полотен при приложении к ним внешних усилий является причиной не только их структурных изменений, но и изменения величин показателей их свойств.

В начальный период многократного воздействия в соответствии с циклом нагрузка – разгрузка (порядка десятков и сотни циклов) материал деформируется, но его структура, как правило, стабилизируется. На этой стадии многократного растяжения вначале отмечается быстрый прирост необратимой циклической деформации. Затем в результате некоторой упорядоченности структуры материала прирост замедленной деформации, пополняющей необратимую часть, практически прекращается, а доля высокоэластической деформации, проявляющейся за время, совпадающее со временем отдыха в каждом цикле, возрастает.

Дальнейшее увеличение числа циклов многоциклового растяжения, не сопровождающееся ростом нагрузки (деформации) в каждом цикле, не вызывает заметного изменения структуры материала и его свойств. Дело в том, что материал, претерпев структурные изменения в первый период, в дальнейшем приспосабливается к новым условиям. Внешние и внутренние связи, участвующие в сопротивлении действию нагрузки в каждом цикле, в условиях установившегося режима растяжения проявляются в виде упругой и эластической циклической деформации с малым периодом релаксации. В этих условиях материал в состоянии выдерживать десятки тысяч циклов без резкого ухудшения свойств.

В заключительной стадии многоциклового воздействия (десятки и сотни тысяч циклов) вследствие утомления материала наступает его усталость. Явление усталости наблюдается на отдельных наиболее слабых участках или в местах, имеющих какие-либо дефекты. В этот период происходит интенсивный рост остаточной циклической деформации материала и его разрушение [1].

Переплетение является важнейшей структурной характеристикой полотен, используемых для спортивной одежды и обуви. Оно во многом формирует внешний вид, свойства и назначения изделий. От переплетения зависит толщина, вес, растяжимость, упругость, прочность, распускаемость, воздухопроницаемость, теплозащитные и другие свойства трикотажа.

Для изготовления спортивных изделий чаще всего применяется трикотаж платированных переплетений. На базе трикотажа платированных переплетений получают цветные, рельефные и ажурные узорные эффекты.

В кулирном трикотаже платированных перекидных переплетений (рис.1) наряду с петлями 1, образованными из двух, грунтовой Г и платировочной П, нитей имеются петли 2, образованные только из одной, грунтовой, нити Г. Трикотаж одного и того же переплетения в равновесном состоянии может иметь различную форму петель. Форма, которую принимают петли в трикотаже одного и того же переплетения, зависит от многих факторов, одним из важнейших является вид нитей, используемых для выработки трикотажа. Данное переплетение позволяет раскрыть свойства функциональных полиэфирных нитей наиболее лучшим образом.

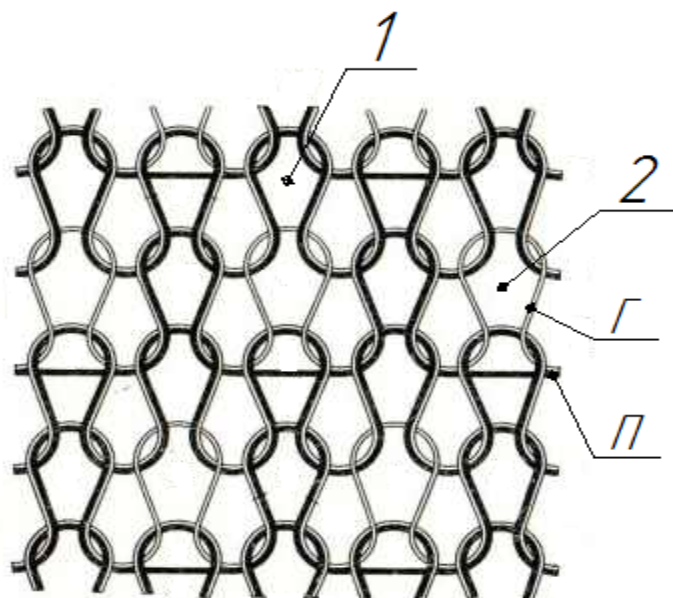


Рис.1. Геометрическая модель трикотажа платированного перекидного переплетения

При образовании петель одна из нитей располагается на лицевой стороне, другая — на изнаночной, поэтому лицевая и изнаночная стороны трикотажа платированного переплетения различаются не только по внешнему виду, но и по некоторым физико-механическим свойствам. Например, на лицевую сторону выводится обычная полиэфирная нить, а на изнанку- микрофиламентная полиэфирная нить, что придает полотну хорошую эластичность, облегаемость, а также формоустойчивость, стойкость к истиранию и к растворителям органического происхождения. Также микрофиламентные нити обладают хорошей гигиеничностью: прекрасным воздухообменом между кожей и внешней средой. Полотна, изготовленные с использованием таких нитей остаются легкими при стирке и быстро высыхают. Мультифиламентные полиэфирные нити, обладая очень большим количеством элементарных нитей – филаментов, позволяют получать трикотаж с улучшенными потребительскими свойствами, например с более мягким грифом, по сравнению с трикотажем, полученным из нитей с обычным числом филаментов. Вывод на лицевую сторону черных нитей «cool black» обеспечивает длительный охлаждающий эффект изделия, защищает кожу от перегрева путем отражения тепловых волн.

Для испытаний были отобраны образцы полиэфирных трикотажных полотен кулирных переплетений (табл. 1), наработанные в условиях предприятия ООО «Василина» на одноцилиндровом «SOOSAN», диаметром 4” с 240 иглами с вложением полиэфирных функциональных нитей производства ОАО «СветлогорскХимволокно» [5].

Основными деформационными свойствами являются: растяжимость, эластичность и остаточная (необратимая) деформация.

Испытания проводились по стандартной методике по ГОСТ 26435-85 и ГОСТ 8847-85 [6,7], разработанной для определения растяжимости полотен, используемых для изготовления облегающих изделий. При этом фиксировались значения удлинения при конечном значении нагрузки и при промежуточном с интервалом 2Н для построения диаграмм растяжения.

Растяжимость (ϵ_p , %) определялась по формуле:

$$\epsilon_p = \frac{(L_1 - L_0)}{L_0} \cdot 100, \quad (1)$$

где L_1 – длина пробы в нагруженном состоянии, мм;
 L_0 – длина пробы до испытаний, мм.

Таблица 1

Характеристика кругловязанных трикотажных полотен

№ образца	Вид переплетения и узора	Сырьевой состав	Стойкость к истиранию, циклы	Разрывная нагрузка, Н		Удлинение при разрыве, Н	
				В направлении петельных столбиков	В направлении петельных рядов	В направлении петельных столбиков	В направлении петельных рядов
1	2	3	4	5		6	
1	Перекидная платировка, сетка серая	смеска трёх функциональных нитей: п/э 16,7 текс F288 ПСН микрофиламентная, п/э 15,6 текс F144 мультифиламентная	785	334	318	137	126
2	Перекидная платировка, полосы серые	и п/э функциональная DTYокрашенная в массе COOL BLACK 8,4F32 черный № 632	458	270	296	100	152
3	Перекидная платировка, ромбики черные	смеска нитей п/э функциональной DTYокрашенной в массе COOL BLACK 8,4F32 черный № 632 и п/э 7,8 текс в два сложения	113	152	262	141	114
4	Перекидная платировка, полосы черные		225	188	286	158	144
5	Перекидная платировка, сетка черная		40	120	350	194	112
6	Перекидная платировка, ромбики плоские белые	смеска нитей п/э 16,7 текс F288 ПСН микрофиламентной, п/э 15,6 текс F144 мультифиламентной и п/э 78 dtex/24/2	620	376	442	128	144
7	Перекидная платировка, ромбики белые		1225	700	550	157	150
8	Перекидная платировка, полосы белые		1263	780	780	162	163
9	Перекидная платировка, полосы плоские белые		680	370	370	138	153
10	Перекидная платировка, сетка белая		963	310	310	143	134

Эластичность (\mathcal{E} , %) определялась по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{L_1 - L_2}{L_1 - L_0} \cdot 100, \quad (2)$$

где L_2 – длина пробы сразу после разгрузки, мм.

Остаточная (необратимая) деформация (ε_n , %) определялась по формуле:

$$\varepsilon_n = \frac{L_3 - L_0}{L_0}, \quad (3)$$

где L_3 – длина пробы после «отдыха».

Результаты испытаний полиэфирных трикотажных полотен на деформационные характеристики сведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты испытаний образцов полиэфирных трикотажных полотен с вложением функциональных нитей на растяжение при нагрузках меньше разрывных

Направление растяжения	№ образца	L_0 , мм	L_1 , мм	L_2 , мм	L_3 , мм	ε_p , %	\mathcal{E} , %	ε_n , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вдоль петельных столбиков	1	100	142	106	102	42	85,7	2
	2		137	107	104	37	81,1	4
	3		134	105	103	34	85,3	3
	4		136	109	106	36	75	6
	5		183	124	109	83	71,1	9
	6		116	109	108	16	43,8	8
	7		119	107	105	19	63,2	5
	8		120	107	106	20	65	6
	9		113	105	104	13	61,5	4
	10		118	106	105	18	66,7	5
Вдоль петельных рядов	1	100	121	101	100	21	95,2	0
	2		122	104	103	22	81,8	3
	3		119	101	97	19	94,7	3
	4		115	101	100	15	93,3	0
	5		122	102	98	22	90,9	2
	6		112	102	101	12	83,3	1
	7		117	106	105	17	64,7	5
	8		117	105	103	17	70,6	3
	9		113	104	103	13	69,2	3
	10		111	104	103	11	63,6	3

Из таблицы видно, что значения растяжимости исследуемых полотен варьируются в пределах 10-42%. Причем некоторые образцы имеют большую растяжимость вдоль петельных столбиков. Однако, исходя из требований плотного облегаия изделия по ширине, во внимание принимались значения растяжимости трикотажных полотен вдоль петельных рядов.

Эластичность всех исследуемых полотен превышает 61% даже в поперечном направлении и составляет в среднем 69,8–80,7%.

Величины остаточных деформаций достаточно малы. В некоторых полотнах достигают 9%, но не превышают нормированных значений, которые для полотен из синтетических нитей любых конструкций изделий не должны превышать 10% [8], поэтому

ими можно пренебречь и не учитывать при проектировании трикотажного обувного материала.

Анализ диаграмм растяжения и полученных величин растяжимости позволил ориентировочно разделить полотна на 3 группы (табл. 3).

Таблица 3

Классификация полиэфирных трикотажных полотен по степени растяжимости

Группы растяжимости	Растяжимость полотна по ширине при нагрузке 6Н, %	Характеристика степени растяжимости
I	0-40	малая
II	41-100	средняя
III	100 и более	высокая

Полученные значения дают основания полотна с содержанием функциональных полиэфирных нитей ОАО «СветлогорскХимволокно» отнести к малорастяжимым, чем подтверждается возможность их применения в изготовлении верхнего слоя многослойного трикотажного обувного материала для повседневной спортивной обуви.

Прочностных характеристик данных образцов (стойкость к истиранию, разрывная нагрузка и удлинение при разрыве) показали, что наиболее подходящими для использования в верхнем слое многослойного материала для повседневной спортивной обуви являются образцы выработанные из мультифиламентных и микрофиламентных п/э нитей 15,6 и 16,7 текс соответственно в смеси с обычным полиэфиром 78 dtex/24/2 переплетением перекидная платировка с узором ромбик либо полоска. Данные образцы наиболее прочные из всех представленных, что является преимуществом для обувного материала, также использование мультифиламентных и микрофиламентных нитей в составе обеспечивает улучшенные потребительские свойства готовых изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бузов, Б.А. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство): учеб. для студентов высших учебных заведений / Б.А. Бузов, Н.Д. Алыменкова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 448 с.
2. Кобляков А.И. Структура и механические свойства трикотажа. М., «Легкая индустрия», 1973. 240 с.
3. Стельмашенко, В.И. Материалы для изготовления и ремонта одежды: учеб. пособие / В. И. Стельмашенко, Т.В. Розаренова. – М.: Высшая школа, 1997. – 282 с.
4. Шалов И.И., Кудрявин Л.А. Основы проектирования трикотажного производства с элементами САПР. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – С. 288.
5. Козодой, Т.С. Оптимальное сырье для наработки трикотажного слоя многослойного материала для верха повседневной спортивной обуви / Н.Н. Ясинская // Сборник материалов Международной научно-практической молодежной конференции «Научные стремления-2019». – Минск «Лаборатория интеллекта», 2019. – С. 51-52.
6. ГОСТ 26435-85. Полотна трикотажные основовязанные эластичные. Метод испытаний при растяжении. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 5 с.
7. ГОСТ 8847-85. Полотна трикотажные. Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках меньше разрывных. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 22 с.
8. ГОСТ 28882-90. Полотна трикотажные для верхних изделий. Нормы остаточной деформации. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 3 с.

**ОЦЕНКА АДЕКВАТНОСТИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ИСТОРИЧЕСКОГО
КОСТЮМНОГО КОМПЛЕКСА КОНЦА XIX ВЕКА ИЗ ГАВРИЛОВО-ПОСАДСКОГО
КРАЕВЕДЧЕСКОГО МУЗЕЯ**

**ESTIMATION OF THE ADEQUACY OF DIGITAL TWINS OF THE HISTORICAL SUIT
COMPLEX OF THE LATE XIX CENTURY FROM GAVRILOVO-POSAD LOCAL HISTORY
MUSEUM**

М.А. Суровова, В.Е. Кузьмичев
M.A. Surovova, V.E. Kuzmichev

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
Email: surovovamarina@yandex.ru, wkd37@list.ru

Проведено экспериментальное исследование с помощью технологии eye-tracking на нейропсихическом приборе Tobii Pro с целью определения наилучшего варианта восприятия цифровой модели в сравнении с реальной. По результатам эксперимента проведен математический и графический анализ полученных данных. Выявлено, что цветовое решение фона, на котором располагается цифровой двойник модели, влияет на восприятия ее реалистичности.

Ключевые слова: цифровой двойник; исторический костюм; виртуальное проектирование; айтрекинг; адекватность

An experimental study was carried out using the eye-tracking technology on the Tobii Pro neuropsychic device in order to determine the best variant of perception of the digital model in comparison with the real one. Based on the results of the experiment, a mathematical and graphic analysis of the data obtained was carried out. It was revealed that the color solution of the background on which the digital twin of the model is located affects the perception of its realism.

Keywords: digital twin; historical costume; virtual design; eye-tracking; adequacy

Исторический костюм является сложной системой культурных кодов, сложившихся в социокультурных условиях каждой местности под влиянием различных факторов, и представляет собой источник для поиска новых художественно-конструкторских решений при создании новых моделей одежды [1]. Доступность для новой генерации дизайнеров сохранившихся уникальных материальных артефактов, какими являются исторические костюмные комплексы, может быть повышена путем использования их цифровых двойников, генерируемых с помощью компьютерных технологий. Поэтому одним из перспективных направлений в области популяризации исторического костюма является разработка новых технологий его экспонирования в виртуальной среде интерактивных музейных экспозиций [2].

Чтобы добиться максимального подобия между материальным костюмом и его репликой в виртуальной реальности, называемой цифровым двойником (ЦД), необходимо решить много проблем, возникающих при виртуальном моделировании тканей, декора, структуры и конструктивного устройства, а также создать такие условия в дополненной реальности, которые бы усиливали сходство двух объектов.

Целью данного исследования стало установление влияния цветового решения фона дополненной реальности (условий экспонирования), в которой размещается ЦД модели, на особенности его восприятия. В качестве основного метода исследований была выбрана технология eye-tracking, реализуемая на нейропсихологическом приборе Tobii Pro.

В качестве объекта исследований выбран женский костюмный комплекс, состоящий из прилегающего жакета “казак” и длинного полуплатья из краеведческой музей города Гаврилов Посад Ивановской области [3]. Городской краеведческой музей обладает редкой

коллекцией исторических костюмных комплексов XIX века, которые представляют собой культурное наследие Ивановского региона. Уникальность этой территории составляют ее историческая дворцовая принадлежность русским царям и расположение на торговых путях, соединяющих крупные города центральной России. К сожалению, технология кроя и сборки старинных костюмных комплексов не сохранились до настоящего времени, а без их знания невозможна детальная реконструкция материальной реплики на первом этапе и цифрового двойника на втором этапе.

В ходе работы с аутентичными костюмными комплексами конца XIX века в краеведческом музее города Гаврилов Посад Ивановской области были реконструированы и оцифрованы развертки деталей костюмного комплекса из села Шекшова, детально изучена технология сборки, состав и свойства основных и вспомогательных материалов и восстановлены размерные признаки исторической фигуры, которой предназначался костюмный комплекс [4]. На основе полученной в ходе реконструкции аутентичного костюма информации выполнена материальная реконструкция модели-реплики исторического костюмного комплекса и сформирована необходимая база данных для генерирования ЦД исторического костюма в виртуальной среде. На рисунке 1 показана аутентичная модель костюмного комплекса, материальная модель-реплика и цифровой двойник, полученный в САПР Marvelous Designer 2.



Визуально ЦД (рис.1,а) соответствуют фотографическому изображению материальной модели-реплики (рис.1, б), но для проверки адекватности его восприятия проведено экспериментальное исследование с помощью технологии eye-tracking на нейropsихическом приборе [Tobii Pro](#), целью которого стал поиск условий экспонирования ЦД, повышающих его адекватность модели-реплике.

Была сформирована группа экспертов из пяти китайских аспирантов кафедры КШИ ИВГПУ, для которых русский костюм не являлся объектом детального предыдущего изучения и которые действительно могут быть квалифицированы как независимые эксперты. Экспертам необходимо было дать оценку реальному и виртуальному объектам.

В первой части эксперимента эксперты оценивали материальную модель-реплику, надетую на манекен и установленную на равномерном белом фоне. Во второй части эксперимента эксперты оценивали 15 изображений ЦД, загруженных в программную среду прибора [Tobii Pro](#). ЦД располагали на фоне разного цвета: восемь ЦД на равномерном фоне и семь ЦД на градиентном фоне. В эксперименте выбран монохромные цвета - белый, серый и темно-серый, три цвета основного цветового спектра (синий, желтый, красный) и два дополнительных (зеленый и голубой), а также их градиентные заливки.

Критериями оценки восприятия экспертами объектов были:

1) длительность фиксации взгляда(время, затраченное на просмотр)

2) ранги, полученные в результате оценки показателя времени (ранжирование показателей времени для каждого участника эксперимента необходимо для проведения математического анализа, который поможет определить степень согласия всех экспертов на предмет соответствия реального и виртуального объекта. Данные ранги проставлены таким образом: ранг 1 получает изображение, на просмотр которого эксперт потратил больше всего времени, ранг 16 – меньше всего времени (Таблица 1).

3) тепловые карты (на ТК графически показаны наиболее просматриваемые участки изображения).

Результаты эксперимента были обработаны методами математической статистики, рассчитаны среднее квадратичное отклонение и коэффициент конкордации для установления степени согласия экспертов, а также проведен графический анализ тепловых карт взглядов, в ходе которого установлены наиболее совпадающие варианты тепловых карт (ТК) ЦД с картами реальной модели.

Таблица 1

Данные эксперимента «Адекватность восприятия материальных костюмов и их виртуальных реплик»

№	Фон	Показатель времени, сек/ранг	№ эксперта					Σp	Σp^2
			1	2	3	4	5		
Реальная модель на манекене									
1	белый	время	38,4	36,1	29,4	30,7	27,1		
		ранг	1	1	1	1	1	5	25
Цифровой двойник на аватаре									
2	белый фон	время	25,5	20,1	13	14,1	17,7		
		ранг	2	2	2	7	2	15	225
3	серый фон - равномерный	время	20,2	12	11,7	9,5	10,1		
		ранг	3	13	6	16	14	52	2704
4	- градиентный	время	20	16,3	10,4	15,9	16,5		
		ранг	4	5	12	6	4	31	961
5	желтый фон - равномерный	время	14,5	16,2	12	12,1	12,3		
		ранг	13	6	4	11	9	43	1849
6	- градиентный	время	17,3	16,5	11,3	9,8	13,7		
		ранг	8	4	9	15	8	44	1936
7	голубой фон - равномерный	время	18	18,1	11,3	16,4	16,1		
		ранг	6	3	8	5	5	27	729
8	- градиентный	время	17	9,7	12,7	14	6,8		
		ранг	10	16	3	8	16	53	2809
9	темно-серый фон - равномерный	время	15,4	14,1	10,1	12,9	15,1		
		ранг	12	8	13	9	7	49	2401
10	- градиентный	время	11,7	13	8,1	16,5	15,8		
		ранг	16	9	16	4	6	31	961
11	синий фон - равномерный	время	17,2	12,6	10,8	11,4	12,2		
		ранг	9	11	10	12	11	53	2809
12	- градиентный	время	17,8	12,2	11,6	12,6	16,9		
		ранг	7	12	7	10	3	39	1521

Продолжить таблицу 1

13	красный фон -равномерный	время	14,2	10,7	9,4	19,5	10,3		
		ранг	14	14	14	2	13	57	3249
14	-градиентный	время	14	14,8	11,8	17,3	12,3		
		ранг	15	7	5	3	10	40	1600
15	зеленый фон -равномерный	время	16,8	12,7	10,7	11	9,8		
		ранг	11	10	11	13	15	60	3600
16	-градиентный	время	18,8	9,8	9,4	10,4	10,4		
		ранг	5	15	15	14	12	61	3731
Σ всех рангов							66	3111	
							0	0	

После обработки результатов эксперимента необходимо рассчитать коэффициент конкордации, который поможет определить степень согласия экспертов данного эксперимента по формуле [5].

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)} \quad (1)$$

где m - число экспертов в группе, n - число факторов, S - сумма квадратов разностей рангов (отклонений от среднего).

В данном эксперименте число $n=16$, $m=5$. S находили по формуле:

$$S = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m R_{ij} \right)^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m R_{ij})^2}{n} \quad (2)$$

$$S = 31110 - 660^2/16 = 3885 \quad (3)$$

Окончательно имеем коэффициент конкордации:

$$W = 12 \cdot 3885 / 5^2 (16^3 - 16) = 0,5 \quad (4)$$

Из расчета коэффициента конкордации видно, что согласие между экспертами в ранжировании всех изображений цифровых двойников на разном фоне слабое. Это объясняется тем, что эксперимент слишком обширный и требует привлечения большего числа участников. Несмотря на это, из таблицы 1 можно сделать вывод, что эксперты отметили ЦД на белом фоне наиболее соответствующим реальной модели, поскольку четверо из пяти экспертов присвоили данному изображению самый высокий ранг после реальной модели.

Вторым по рангам экспертов оказался цифровой двойник на сером равномерном фоне, за ним - на градиентном сером и темно-сером фоне. Наиболее отталкивающим для экспертов оказался зеленый фон.

Чтобы подтвердить результаты вычисления коэффициента конкордации, необходимо сравнить полученный коэффициент с математической статистикой, а именно - с коэффициентом Пирсона [6].

$W \sim K_p$

Согласно данной формуле, коэффициент конкордации должен быть приблизительно равен коэффициенту Пирсона, в этом случае расчет можно считать верным.

Число степеней свободы (n') определяется по формуле: $n' = n - 2$, где n - число факторов. $n' = 16 - 2 = 14$

Согласно таблице определения коэффициента Пирсона, данному числу степеней свободы, равному 14, соответствует уровень наличия связи от 0,497(95%) до 0,592(98%), что примерно равно рассчитанному ранее коэффициенту конкордации – 0,5. Отсюда можно сделать вывод, что результатам расчета коэффициента конкордации можно доверять.

Зная метрики времени просмотра материальной модели и изображений, необходимо рассчитать среднее квадратичное отклонение показателя времени, затраченного экспертами на просмотр материальной модели и на просмотр виртуальной модели на белом фоне, которую эксперты выбрали самой соответствующей аналогу. Этот показатель означает среднюю разницу между временем, затраченным каждым экспертом на просмотр модели. Среднеквадратичное отклонение времени, затраченного на просмотр материальной модели равно 4,25 секунд, виртуальной 4,39 секунд. Данные показатели примерно равны, что подтверждает результаты математического анализа и доказывает высокий показатель сходства оценки виртуальной и реальной модели.

После сравнения среднеквадратичных отклонений времени был выполнен анализ тепловых карт (ТК). Всего проанализировано 80 тепловых карт (по 16 у каждого эксперта). Для анализа ТК необходимо выполнить поочередное сравнение контуров цветowych пятен и центров внимания реальной модели с ТК ЦД. Такое сравнение позволит увидеть, с какой ТК ЦД наиболее совпадают тепловые пятна движения взгляда реальной модели. На рисунке 2 на примере первого эксперта показано сравнение, которое выполнялось для каждого изображения. Красным на рисунке выделены центры внимания, на рисунке 2, а они совпадают, на рисунке 2, б – полностью отличаются.

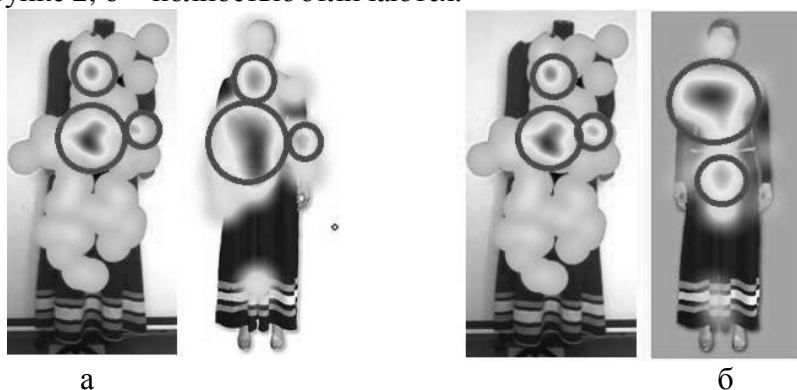


Рис. 2. Пример сравнения ТК ЦД и реальной модели: а – наиболее совпадающие ТК, б – наименее совпадающие ТК

Таким образом, из сравнения тепловых карт можно сделать вывод о том, что наибольшее совпадение расположений взглядов наблюдается на ТК ЦД на белом фоне и градиентном сером фоне. Наименьшее совпадение наблюдается на зеленом и красном фоне. Данные результаты сравнения ТК подтверждают ранее полученные результаты, из чего можно сделать вывод о достоверности результатов эксперимента.

В результате эксперимента выявлено, что цветовое решение фона, на котором располагается цифровой двойник модели, влияет на восприятия ее реалистичности. Эксперимент доказывает, что монохромные варианты решения фона повышают реалистичность восприятия ЦД, а яркие цветовые решения – снижают. Таким образом, полученные результаты исследования на приборе Tobii Pro могут быть полезны для повышения адекватности восприятия ЦД относительно его материального аналога.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пармон, Ф. М. Русский народный костюм как художественно- конструкторский источник творчества: монография: [иллюстрированная энциклопедия] / Ф.М.Пармон – М.: Легпромиздат, 1994, 272 с.
2. Кокорев Д.С., Юрин А.А., Цифровые двойники: понятие, типы и преимущества для бизнеса // Colloquium-journal.– 2019.–№ 10.– с. 31-35.

3. <https://lunnitsa-tkani.ru/sarafan-na-life/>

4. Суровова М.А. Разработка методологии реконструкции женских костюмных комплексов XIX века из музея города Гаврилов Посад Ивановской области для интерактивной музейной экспозиции / М.А. Суровова: дис. Разработка методологии реконструкции женских костюмных комплексов XIX века из музея города Гаврилов Посад Ивановской области для интерактивной музейной экспозиции, магистр: 23.03.05. – Иваново, 2020. – 155с.

5. Фёрстер Э., Рёнц Б. Методы Корреляционного И Регрессионного Анализа / Э Фёрстер, Б. Рёнц: пособие. – М:Финансы и статика; 1983. – 302 с.

6. Благинин А.А. Математические методы в психологии и педагогике: учеб. пособие / А.А.Благинин, В.В.Торчило. – СПб.: ЛГУ им. А.С.Пушкина, 2006. – 84 с.

СОЗДАНИЕ КАТАЛОГА ОБРАЗЦОВ В РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНИКАХ РОСПИСИ С ЦЕЛЬЮ ОБЛАГОРАЖИВАНИЯ ТКАНЕЙ

CREATION OF A CATALOG OF SAMPLES IN DIFFERENT PAINTING TECHNIQUES FOR THE PURPOSE OF TISSUE REFINING

Е.Е. Сычева, А.С. Борискина, А.С. Баданова
E.E. Sycheva, A.S. Boriskina, A.S. Badanova

Ивановский колледж легкой промышленности
Ivanovo College of Light Industry

E-mail: sycheva342@gmail.com, boriskina.n@icloud.com, nastyabadanova@yandex.ru

Рассмотрены основные и альтернативные техники росписи по ткани. Показано систематизирование различных техник росписи по ткани в каталог с фотографиями образцов.

Ключевые слова: батик, роспись по ткани, резерв, каталог

The main and alternative techniques of painting on fabric are considered. The systematization of various techniques of painting on fabric is shown in catalog with photographs of samples.

Keywords: batik, painting on fabric, reserve, catalog

Для реализации своего творческого потенциала существует увлекательное занятие под названием батик.

Батик— ручная роспись по ткани с использованием резервирующих составов. 2 октября 2009 г. внесён в список ЮНЕСКО шедевров устного и духовного наследия человечества.

На ткань — шёлк, хлопок, шерсть, синтетику — наносится соответствующая ткани краска. Для получения чётких границ на стыке красок используется специальный закрепитель, называемый резерв (резервирующий состав, на основе парафина, бензина, на водной основе — в зависимости от выбранной техники, ткани и красок).

Роспись "батик" издавна известна у народов Индонезии, Индии и др. В Европе — с XX века.

Батик (индон. *batik*) в переводе на русский означает «капля воска». Техника батик основана на том, что парафин, резиновый клей, а также некоторые другие смолы и лаки, будучи нанесёнными на ткань, не пропускают через себя краску — или, как говорят художники, резервируют от окраски отдельные участки ткани.

Существует несколько видов батика — горячий, холодный, свободная роспись. Они отличаются способом резервирования ткани. В российской традиции к батикю также относят окрашивание связанной и скрученной ткани (например, узелковый способ).

Помимо «классических» техник горячего и холодного батика существуют и альтернативные техники росписи и нанесения рисунка на ткань для ее оформления и облагораживания. Это трафаретная печать, набойка по ткани, солевая техника, термические батик, витраж, волосковая техника, мраморная техника, техника *crash*, батик с применением фактуры, батик «сухая кисть» и т. д.

Мы выполняем образцы всех техник и систематизируем их в каталог.

С правой стороны каталога мы выполняем таблицы, в которых указываем вид используемой ткани, материалы и оборудование, которое использовалось для выполнения техники, и описываем технологическую последовательности выполнения росписи. С левой стороны прикрепляем сам образец.

Далее приводим примеры заполнения таблиц.

Таблица 1

Солевая техника

Вид используемой ткани	Материалы, инструменты, оборудование	Технологическая последовательность выполнения росписи
<ul style="list-style-type: none"> • Натуральный шелк • Искусственный шелк • Хлопчатобумажные ткани 	<ul style="list-style-type: none"> • Соль • Вода • Краска для росписи тканей «Батик» • Краска акрил • Рама • Кнопки • Кисти 	<ol style="list-style-type: none"> 1.Замачивание ткани в солевом растворе. 2.Натягиваем вымоченную ткань на раму. 3.Выполнение свободной росписи по ткани.

Таблица 2

Термический батик

Вид используемой ткани	Материалы, инструменты, оборудование	Технологическая последовательность выполнения росписи
<ul style="list-style-type: none"> • Натуральный шелк • Искусственный шелк • Хлопчатобумажные ткани • Шифон 	<ul style="list-style-type: none"> • Краска для росписи тканей «Батик» • Краска акрил • Утюг • Копировальная бумага 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выполнение свободной росписи по ткани 2. Сминаем ткань и проглаживаем утюгом 3. Накладываем на ткань копировальную бумагу

Таблица 3

Техника витража

Вид используемой ткани	Материалы, инструменты, оборудование	Технологическая последовательность выполнения росписи
<ul style="list-style-type: none"> • Натуральный шелк • Искусственный шелк • Хлопчатобумажные ткани 	<ul style="list-style-type: none"> • Краска для росписи тканей «Батик» • Краска акрил • Вода • Резерв • Трубочка • Кисти • Калька • Карандаш • Рама • Контур • Кнопки • Булавки • Стеклопластиковая трубочка 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выполнение эскиза 2. Перенос рисунка на кальку 3. Натягивание ткань на раму 4. Прикрепляем кальку на ткань 5. Перенос рисунка с кальки на ткань 6. Прорисовка линий эскиза резервом 7. Заполнение краской «Батик» замкнутых элементов рисунка

Мраморная техника

Вид используемой ткани	Материалы, инструменты, оборудование	Технологическая последовательность выполнения росписи
<ul style="list-style-type: none"> • Натуральный шелк • Искусственный шелк <ul style="list-style-type: none"> • Хлопчатобумажные ткани 	<ul style="list-style-type: none"> • Лак • Масляная краска • Эмаль • Бензин • Емкость с водой • Деревянные палочки или другие предметы для создания разводов 	<ol style="list-style-type: none"> 1. В емкость с водой наливаем лак, эмаль или масляную краску (предварительно разбавляем бензином) 2. Создание разводов на воде при помощи подручных инструментов 3. Ткань аккуратно кладется на поверхность воды на 10-15 секунд 4. Ткань достается из емкости и просушивается

Практическая значимость работы заключается в том, что материалы, собранные в каталоге могут использоваться для изучения теории росписи ткани, создания методических рекомендаций по выполнению различных техник, так и практических разработках в процессе изучения обучающимися технологии создания картин, панно, триптихов или оформления ручной росписью одежды.

Всё большую популярность приобретают изделия, сделанные вручную. Люди готовы платить хорошие деньги за эксклюзивные вещи. Каталог с видами росписи поможет определиться заказчикам с выбором материалов и техник при выполнении индивидуальных заказов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Синеглазова М. О. Распишем ткань сами. — М.: «Профиздат», 2001.
2. Синеглазова М. О. Батик. — М.: «МСП», 2004.
3. Дворкина И. А. Батик. Горячий. Холодный. Узелковый. — 2-е изд. доп., 2008. — М.: «Радуга», 2002.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССАХ РУЧНОГО
КОЛОРИРОВАНИЯ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ
С ЦЕЛЬЮ ИХ ОБЛАГОРАЖИВАНИЯ**

**NATURAL TEXTILE DYES USING IN COTTON FABRIC MANUAL COLORING
PROCESSES WITH A VIEW TO ITS REFINING**

В.Р. Тесленко, Ю.А. Глотова, П.А. Пугачева, О.Н. Сониная
V.R. Teslenko, Yu.A. Glotova, P.A. Pugacheva, O.N. Sonina,

Ивановский колледж легкой промышленности
Ivanovo College of Light Industry

E-mail: viknovikova45678@gmail.com, yulya.glotova.03@list.ru,
polinapugaceva1410@gmail.com, sonina@iklp.ru

Приведены примеры использования природных красителей для колорирования тканей ручными методами. Представлены результаты эксперимента по окрашиванию хлопчатобумажной ткани растворами кофе, чая, соком плодов лаконоса ягодного и отваром лепестков розы.

Ключевые слова: природные красители, ручные способы колорирования, природный оттенок.

Examples of natural textile dyes using in cotton fabric manual coloring processes are provided. Results of cotton fabric dyeing by coffee, tea, Phytolacca acinosa berries juice, rose petals potion are presented.

Keywords: natural textile dyes, manual coloring processes, natural color.

Природные красители – первые вещества, которыми начал пользоваться человек для украшения своей одежды. Сначала в роли красящих компонентов выступали соки, извлеченные из цветочных лепестков, листьев, плодов, привлекавших внимание человека своей яркой окраской. Затем были найдены способы выделять красители из коры и корней растений и даже из различных моллюсков и насекомых.

Известно, что искусство крашения развилось сначала в южноазиатских странах. Это неудивительно, ведь большинство растений, содержащих значительное количество красящего пигмента, ярко окрашенных, имеющих привлекательные с точки зрения человека формы и оттенки, произрастают именно в жарком климате. Огромное многообразие и повсеместное распространение там таких растений дало возможность человеку экспериментально добиться ярких, стойких расцветок с множеством тоновых нюансов. Из Азии и Африки искусство крашения текстильных полотен вместе с яркими пигментами распространилось и в более северные районы, где, кроме дорогих, привезенных с юга торговыми караванами красителей, стали применять для облагораживания тканей местные растения, такие как вайда, резеда, крушина и др.

Сейчас может казаться невероятным, что, оперируя всего несколькими десятками красителей, древние мастера смогли добиться хорошего воспроизведения почти тысячи оттенков! Несовершенство технологий успешно восполнялось искусством последовательного смешения компонентов, в числе которых значились и так называемые протравы. В роли последних выступали соли различных металлов, обладающих способностью образовывать в воде прочные нерастворимые комплексы состава краситель/катион металла/волокно. В тканях синего, красного, коричневого цвета, датируемых началом нашей эры, ученые обнаруживают следы солей железа, алюминия, цинка меди, хрома и олова («переоткрытого» в Европе в качестве протравы только в 17 веке). Для закрепления красителя часто пользовались солями винной кислоты, экстрактами растений, содержащих в большом количестве дубильные вещества, танин.

К интереснейшим достижениям древних мастеров – текстильных колористов можно отнести и кубовое крашение с помощью индиго. Совмещая его с пигментами, дающими желтые оттенки, удавалось получать ткани зеленого цвета, хотя известно, что в природе почти нет красителей, дающих стойкие зеленые тона.

Крашение в те далекие времена было сродни колдовству или искусству. Оно состояло из множества стадий, которые могли длиться от нескольких часов до трех-четырех недель. Назначение, количество и даже название используемых ингредиентов было тайной, за разглашение которой грозила неминуемая смерть.

Все изменилось в конце 19 – начале 20 века, когда технический прогресс, в том числе изобретение синтетических красителей, привел к бурному развитию текстильной промышленности. Далеко не совершенные первые синтетические красители, недорогие, яркие и сравнительно простые в способах применения, вытеснили природные вещества из практики не только промышленного, но и кустарного окрашивания тканей. Со временем химические вещества полностью заменили природные компоненты. На протяжении всего нескольких десятков лет большинство древних рецептов было забыто и утеряно.

С развитием технологий органического синтеза получаемые искусственные красители становились всё более универсальными, дешевыми и безопасными для потребителя. Разрабатывались химические красители способные давать на тканях цвета, стойкие к различным физическим и химическим воздействиям - свойство нехарактерное для натуральных пигментов. Совершенствовались промышленные способы окрашивания и печати, что позволило со временем получать тысячи оттенков самой широкой цветовой гаммы с почти стопроцентной воспроизводимостью цветов.

Однако зародившееся в конце прошлого века движение за экологичность и использование в быту натуральных продуктов, предметов быта до сих пор остается актуальным трендом. Промышленные технологии окрашивания и печати, имитирующие результаты ручного колорирования позволяют получить ткани с отлично продаваемым дизайном. Но истинные ценители натуральности неизменно отдают предпочтение изделиям, полученным с использованием тех самых технологий, секреты которых были добыты у природы путем долгих экспериментов.



Рис 1. Авторская сувенирная продукция, созданная студентами ОГБПОУ «ИКЛП» (преподаватель Лапакас М.А.).

Цель нашей работы заключалась в отработке технологии ручного колорирования хлопчатобумажной ткани природными красителями. Облагороженную таким способом ткань планируется использовать для изготовления одежды, элементов туловища и головы дизайнерских кукол (рис. 1).

Окрашивание проводилось погружением образцов в течение 1 либо 3 часов в горячие растворы (чай, кофе, отвар лепестков), либо при комнатной температуре (сок плодов лаконоса ягодного - *Phytolacca acinosa*). Также было проведено окрашивание в течение 1 и 2 суток в остывших растворах. Дополнительно мы получили образцы, окрашенные отваром лепестков розы с добавлением гидрокарбоната натрия (пищевой соды).

Результаты эксперимента представлены в таблице 1, фото образцов, наиболее интересных с точки зрения полученных колористических эффектов, представлены на рисунках 2 и 3 (нумерация образцов на рисунках совпадает с приведенной в табл. 1).

Таблица 1

Результаты окрашивания хлопчатобумажной ткани природными красителями

Краситель	№ образца, время окрашивания, результат							
	1 час		3 часа		24 ч		48 ч	
кофе	1	Слабо сливочный оттенок	2	Слабо сливочный цвет	3	Сливочно-бежевый оттенок	4	Сливочно-бежевый оттенок
чай	5	Бежевый оттенок	6	Коричнево-то-бежевый оттенок	7	Коричнево-желтый оттенок	8	Коричнево-желтый оттенок
Лаконос ягодный (спелые плоды)	9	Ткань приобрела розоватый оттенок	10	Розовый оттенок ткани	11	Розово-малиновый цвет ткани	12	Розово-малиновый цвет с сероватым оттенком
Лепестки розы (цвет алый)	13	Коричневый оттенок	14	Коричневый оттенок	15	Коричнево-розовый оттенок	16	Сложный коричнево-серый оттенок
	17	Зеленовато-желтый оттенок	18	Желто-зеленый оттенок	19	Зеленовато-коричневый цвет	20	Серовато-зеленовато-коричневый цвет

Наиболее подходящим способом окрашивания хлопчатобумажной ткани природными красителями для использования в наших целях оказались образцы, окрашенные в растворе кофе в течение 3, 24, 48 часов, а также чаем в течение 1 часа. Образцы, полученные при окрашивании соком лаконоса, могут быть использованы для окрашивания элементов одежды интерьерных кукол, т.к. данный способ дает интересные оттенки розового цвета.

Неожиданными оказались результаты окрашивания отваром лепестков розы после добавления в красящую ванну гидрокарбоната натрия. Цвет получаемых образцов сменился с первоначальных коричнево-розовых оттенков на зеленовато-сливочные тона теплой цветовой гаммы (рис. 3).

Кроме окрашивания различными способами мы провели испытание полученных образцов на устойчивость к мокрым обработкам путем замачивания в мыльном растворе и последующего полоскания. Все полученные окрасы оказались нестойкими к воздействию

моющих средств, что не позволяет рекомендовать выбранные способы ручного колорирования хлопчатобумажной ткани для изготовления предметов повседневного использования. Но для наших целей – оформление сувениров - интерьерной куклы этот недостаток является незначительным.

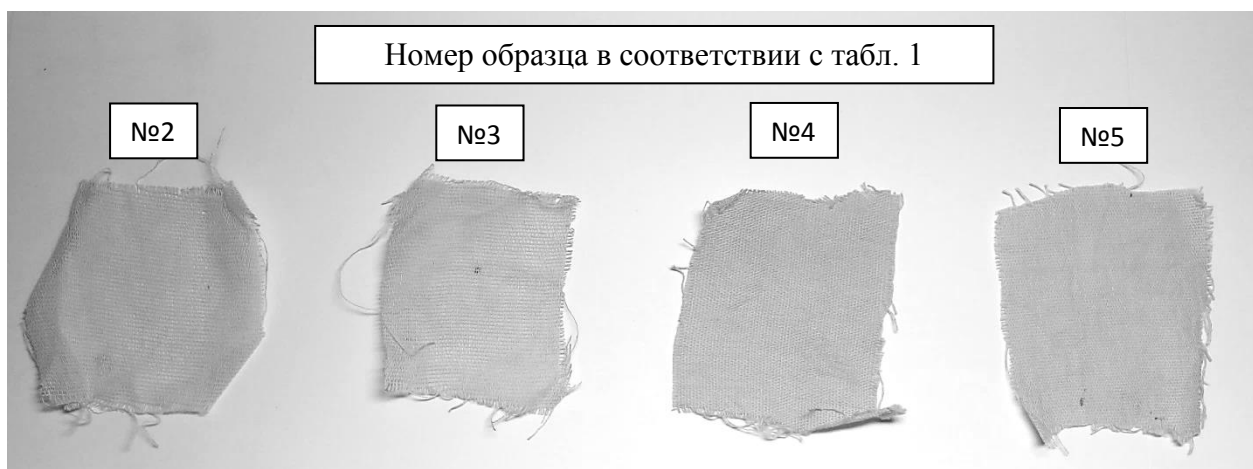


Рис 2. Образцы ткани, цвет которых наиболее соответствует цели исследования.

Таким образом, использование природных красителей при ручном колорировании хлопчатобумажных тканей применим для получения образцов телесных оттенков, а также сложных цветов. Данные методы применимы для изготовления сувениров, предметов интерьера, дизайнерских элементов быта, не имеющих повседневного контакта с пользователем и не требующих частой влажной обработки. Следующим этапом нашего исследования станет подбор протравы, позволяющей закрепить на ткани полученный оттенок, повысить его насыщенность и устойчивость к влажным обработкам.

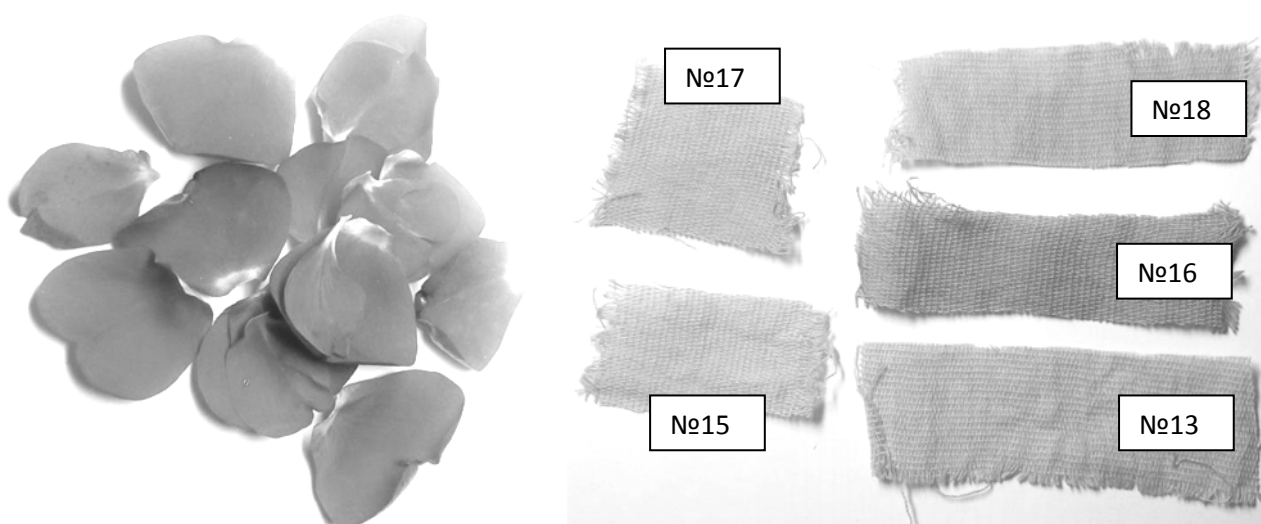


Рис 3. Лепестки розы и образцы ткани, окрашенные отваром лепестков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jenny Dean "The craft of Natural Dyeing", 2015. URL: www.jennydean.co.uk (дата обращения 12.08.2020)
2. Гарцева Л.А., Васильев В.В. Химическая технология текстильных материалов: Текст лекций. – Рязань, филиал ИГТА: ИГТА, 2004. – 124 с.

РАЗРАБОТКА МЕДИЦИНСКОГО ИЗДЕЛИЯ НА ТЕКСТИЛЬНОЙ ОСНОВЕ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ГНОЙНЫХ РАН

Ю.С. Фидоровская¹, Е.О. Медушева¹, М.А. Щедрина²
Y.S. Fidorovskaya¹, E.O. Medusheva¹, M.A. Shchedrina²

¹ООО «Колетекс», (Москва)

²Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова

¹ООО «KOLETEX», (Moscow)

² Sechenov First Moscow State Medical University

E-mail: koletex@list.ru

Статья посвящена обоснованию принципов создания и разработке лечебного изделия на текстильной основе с использованием биополимера и биологически активных компонентов для лечения гнойного поражения мягких тканей в течение I-II фаз раневого процесса. Представлены данные по выбору биополимерной основы и текстильной матрицы. Для обоснования выбора текстильного материала были оценены такие основные параметры как смачиваемость, влагоемкость, рН, прилегаемость с учетом области дальнейшего применения создаваемых изделий.

Ключевые слова: гнойное поражение мягких тканей, рана (или гнойная рана, мягкие ткани), медицинский текстиль, гидрогели, биополимеры.

The article is describing the sound principles of creating and developing a medical product on a textile basis by using a biopolymer and biologically active components for the treatment of purulent lesions of soft tissues during phases I-II of the wound process. The data about the choice of biopolymer base and a textile matrix is presented. To substantiate the choice of textile material, such basic parameters as wettability, moisture capacity, pH, conformity were evaluated concerning the field of further application of the created products.

Keywords: purulent lesion of soft tissues, wound (or purulent wound, soft tissues), medical textiles, hydrogels, biopolymers.

На сегодняшний день лечение ран и раневой инфекции остается актуальной проблемой, требующей пристального внимания. Динамика раневого процесса отражает обратную связь между характером последовательных изменений, происходящих в ране, и соматическим состоянием организма, его функциональными возможностями и реакциями со стороны органов и систем.

Очевидно, что гнойное поражение мягких тканей на фоне возрастания антибиотикорезистентности и частоты развития системных заболеваний будет вызывать тяжелые осложнения и увеличивать продолжительность лечения, неизбежно приводя к значительным социально-экономическим затратам [1].

Данная ситуация неизбежно диктует необходимость поиска новых способов воздействия на патологический процесс, в первую очередь, на уровне первичного гнойного очага.

Раневой процесс - сложный комплекс преемственных реакций воспаления, разделенный на стадии, которые патофизиологи, морфологи и клиницисты классифицируют по-разному. Согласно российской [2] и международной [3] классификациям клинически выделяют I фазу - фазу воспаления, включающую сосудистые реакции, нарушение проницаемости сосудистой стенки с последующим развитием нарастающего отека тканей, миграцию и выход в зону повреждения форменных элементов крови, выпадение фибрина с формированием отграничивающей повреждение (демаркационной) зоны. Далее происходит аутолитическое очищение раны от некротизированных тканей за счет эндогенных протеаз, продуцируемых в первую очередь нейтрофилами и макрофагами.

- II - фаза регенерации (репарации), или образования и созревания грануляционной ткани. Чётких границ перехода между I и II фазами нет: в зоне мягкотканного дефекта

продолжаются активный воспалительный процесс, очищение раны от нежизнеспособных тканей, и в это же время наблюдается миграция фибробластов, образование коллагена и основного вещества, ангиогенез, развитие грануляционной ткани. Постепенно происходит уменьшение экссудации и отека.

- III - фаза образования, реорганизации рубца и эпителизации, стадия ремоделирования. Для данной фазы характерно развитие краевой эпителизации с одновременным образованием и ростом грануляционной ткани; образование рубцовой ткани с последующей ее перестройкой. Равновесие между созреванием и рассасыванием грануляций и рубцовой ткани лежит в основе феномена раневой контракции (уменьшение размеров раны, закрытие раневого дефекта).

Во II и III фазах раневая контракция, как правило, сочетается с интенсивной эпителизацией, поэтому разделить четко по времени данные фазы сложно [4].

Данная классификация позволяет патогенетически обосновать тактику лечения в соответствии с фазой раневого процесса, а также выбрать оптимальные методы с учетом персонализированного подхода к пациенту.

Анализ рынка медицинских изделий показал, что на сегодняшний день недостаточно отечественных медицинских изделий, оказывающих лечебное воздействие на I фазу раневого процесса, являющуюся, на наш взгляд, ключевой и определяющей дальнейший характер течения как локально, так и соматически. Особое значение это приобретает в лечении гнойного поражении тканей.

Учитывая патогенетические изменения на каждом клиническом этапе раневого процесса и их взаимосвязь, была проведена работа по созданию лечебных перевязочных средств применительно к I и II фазам раневого процесса. В основе указанных изделий - природные полимеры, используемые в форме гидрогелей и содержащие биологически активные компоненты [5]. Был разработан лечебный материал, создающий условия для ферментативного очищения раны от некротизированных тканей, одновременно обладающий антибактериальной активностью за счет включения серебра, а также высокой сорбционной способностью.

Гидрогель из природных биополимеров с включенными активными веществами может быть использован как самостоятельное изделие за счет возможности его введения в глубокие раны, имеющие сложную геометрию, а также как составная часть - при нанесении на текстильную основу, для аппликационного применения.

В ходе лечения раны, соответствующей клинически I фазе раневого процесса, одним из крайне важных аспектов является лизис некротических масс. В связи с чем, было решено включить в состав композиции ферментный препарат. В нашей разработке приоритетом является применение природных компонентов. Путем сравнительного анализа протеолитиков растительного (папаин, бромелаин) и животного происхождения (химопсин) был выбран папаин. Выбранный нами физический способ иммобилизации путем механического включения ферментного препарата в гель позволяет избежать многостадийного химического процесса ковалентного связывания и как следствие, снизить вероятность изменения активности фермента за счет действия биополимера как защитного коллоида. Папаин как гидролитический фермент класса цистеиновых протеаз ускоряет процесс гидролиза пептидных связей в молекулах белков и их производных, т.е. в ране происходит лизис некротизированных тканей, что способствует снижению вязкости гноя и его эвакуации в текстильную составляющую салфетки, имеющую хорошую сорбционную способность. Известно, что при использовании лечебных перевязочных материалов с иммобилизованными протеолитическими ферментами, являющимися по своим свойствам «биологическим скальпелем», усиливается лечебный эффект и ускоряются физиологические процессы, происходящие в нормально функционирующем организме [6].

Для повышения эффективности терапии и стимуляции регенерации тканей были использованы соли серебра, обладающие антибактериальным действием и способствующие снижению уровня инфицирования раны. Главным преимуществом серебра является

преодоление резистентности бактериальной флоры в ранах, и как следствие, создание условий для расширения спектра действия используемых препаратов. Биоцидные и гипоаллергенные свойства серебра обосновывают его применение в разрабатываемой композиции для использования в течении I-II фазы раневого процесса. Кроме того, присутствие в составе композиции восстановителей-полисахаридов должно способствовать переходу серебра из ионной в наноформу, что приводит к повышению эффективности его воздействия [7].

Выбор биополимеров для разрабатываемой композиции был сделан исходя из данных литературы и клинической практики о положительном воздействии гидрогелевых форм для заживления ран. Гидрогелевая форма (в отличие от гидрофобных мазей на жировой основе) способствует облегчению механического удаления некротизированных тканей, а так же позволяет равномерно и пролонгировано высвобождаться включенным в лечебную композицию биологически активным веществам. С другой стороны, явным преимуществом непосредственно текстильной салфетки с нанесенным гидрогелем следует считать повышенную сорбцию раневого экссудата за счет текстильной основы. Применение на данном этапе именно лечебной текстильной или гидрогелевой салфетки с включенными протеолитическими ферментами позволяет обеспечить диффузию биологически активных веществ из лечебной биополимерной композиции в область раны по всему ее объему (за счет гидрогеля). Данный подход является концептуальным, поскольку в ране создаются условия для одновременного воздействия на различные патогенетические составляющие раневого процесса. В результате происходит более качественное очищение раны за счет уменьшения степени ее контаминации, объема нежизнеспособных тканей благодаря ферментативному компоненту, уменьшения выраженности отека, а также дренирующего эффекта, обусловленного сорбционной способностью текстильной основы и наличием гидрогелевой формы биополисахаридов [8].

В ходе разработки полимерной композиции, применяемой для глубоких ран, а так же наносимой на текстильную основу в случае создания салфетки, в качестве биополимеров были рассмотрены несколько полисахаридов, наносимых в виде гидрогеля, в который вводятся лекарственные вещества. Для нанесения лечебной композиции был использован метод текстильной печати через шаблон, для чего гидрогель должен обладать свойствами загустки, применяемой в текстильном производстве при узорчатой расцветке тканей. В настоящий момент благодаря своим гемостатическим и регенеративным свойствам в медицине широкое применение получили альгинаты – соли альгиновых кислот природного полисахарида, содержащегося в бурых водорослях. Благодаря своей химической природе, физико-химическим и реологическим свойствам, альгинат натрия применяется в медицине как биологически активное вещество, и одновременно в качестве загустителя для печати тканей в текстильных технологиях.

По литературным данным при радиационном воздействии во время γ -стерилизации изделий на гидрогелевую композицию происходит радиолиз воды, вследствие чего образуются свободные радикалы, которые ведут к деструкции альгината натрия, и как следствие, снижению его вязкости [9]. Гамма-стерилизация является одним из обязательных (заключительных) этапов в технологической схеме получения готовых медицинских изделий. Поэтому, в ходе разработки было решено включить вторым полимерным компонентом композиции гидроксипропилметилцеллюлозу (ГПМЦ) в качестве стабилизатора вязкости. ГПМЦ – это универсальная гидрофильная матрица для фармакологически активных веществ, которая помогает поддерживать необходимые реологические параметры. В предварительных экспериментах мы подтвердили ее стабилизирующие свойства.

При создании аппликационного медицинского изделия, которое может быть использовано для лечения как глубоких, так и поверхностных ран, крайне важен этап выбора текстильного материала. Это основа, являющаяся матрицей для гидрогелевой композиции и адсорбентом раневого отделяемого.

К текстильному материалу, для применения в рассматриваемой форме в виде аппликации, предъявляется ряд требований, таких как: гипоаллергенность, воздухопроницаемость, высокая атравматичность, устойчивость к стерилизации (это один из основных обязательных параметров, которому должен соответствовать разрабатываемый продукт согласно отечественным и международным стандартам), а так же наличие разрешения на применение в медицине [10].

Учитывая требования к текстильной основе, было выбрано несколько видов текстильного материала (ТМ) для оценки возможности их применения в производстве медицинского изделия. Для дальнейшего анализа были рассмотрены:

-полотно трикотажное ПФ-2 (ТУ 17-09-14-375-91),

-полотно нетканое холстопршивное безниточное (ТУ 17-14-283-87), особенностью которого является наличие трикотажного переплетения с одной стороны и ворсового застила с другой стороны; полотно вискозное, полученное гидроструйным способом крепления,

-полотно нетканое льносодержащее.

Все материалы (кроме льносодержащего) имеют разрешение на применение в медицине.

Характер плетения волокон, химический состав оказывают большое влияние на ключевые параметры текстильного материала, которые проанализированы в данной работе. Эти параметры необходимо учитывать, принимая во внимание область применения, для которой разрабатываются данные медицинские изделия.

Поскольку данное изделие должно обеспечивать длительное поступление биологически активных веществ в рану, одним из определяющих параметров полотна является внутренний объем и влагоемкость.

Область применения изделия выдвигает и другие специфические требования. Например, во избежание вторичного инфицирования полотно не должно оставлять в ране частицы волокон. На данный параметр влияет характер и плотность плетения волокна, а так же степень ворсистости, с увеличением которой растет и влагоемкость. Выбранные нами полотна имеют следующий сырьевой состав: ПФ-2 включает 65% хлопко-вискозной пряжи и 35% полиэфирных волокон, полотно нетканое состоит из 100% вискозного волокна, полотно нетканое холстопршивное на 100% из хлопковискозной пряжи, и полотно льносодержащее имеет в составе 50% льна и 50% полиэфирного волокна. Если оценивать химический состав полотен, то основной вклад (кроме способа получения) вносит присутствие вискозных волокон.

Большое значение при выборе материала для создания раневого покрытия имеет показатель рН водной вытяжки полотна и наносимой композиции [11]. Повышенная кислотность в ране формируется довольно быстро вследствие травмы сосудов, уменьшения притока кислорода и изменения тканевого обмена. При создании лечебного материала важно учесть как параметры кислотности самой матрицы, так и матрицы с нанесенной композицией. Это необходимо для исключения дополнительного травмирующего фактора, сопряженного как с повышением кислотности, так и с резким смещением реакции среды в ране в щелочную сторону. Анализ рН проводили в соответствии с ГОСТ 9412-93.

В данном случае рН водной вытяжки текстильного материала связан в основном с его предварительной подготовкой (беление, отварка и т.д.) в ходе производства самого полотна и должен соответствовать нормативам производства. Проанализировав полученные параметры рН водной вытяжки как текстильного материала, так и материала с нанесенной биополимерной лечебной композицией, можно сделать вывод об отсутствии негативного воздействия рН водной вытяжки материала на состояние раны. Полученные данные представлены в таблице 1.

Характеристики текстильных материалов

Текстильный материал	Поверхностная плотность, г/м ²	Смачиваемость, сек	Влагоемкость, %	рН водной вытяжки из полотна	рН вод.вытяжки текстильного изделия с композицией из альгината натрия и гпмц
1.Трикотажное полотно полифункциональное ПФ-2	200	15,0	411	7,5	7,8
2.Полотно нетканое холстопрошивное безниточное	150	7,0	1510	7,1	7,5
3.Полотно нетканое из вискозного волокна	90	4,0	1248	7,0	7,3
4.Полотно нетканое льносодержащее	50	50,0	1200	7,6	7,8

Анализ рассматриваемых материалов показывает, что трикотажное полотно, имеющее поверхностный застил, включает вискозные волокна, что позволяет надежно удерживать в его структуре лечебную композицию, равномерно высвобождать включенные активные компоненты, а так же увеличивает сорбцию экссудата раны. Полотно холстопрошивное имеет с одной стороны трикотажный застил, который препятствует прилипанию материала к раневой поверхности, однако, хаотично сформированная волокнистая структура изнаночной стороны создает необходимый объем и высокую влагоемкость, что является важным параметром при использовании в лечении гнойных ран с большим количеством экссудата. Следует отметить, что полотно нетканое из вискозного волокна, ввиду особенностей строения способно оставлять части волокон в ране, что негативно влияет на процесс заживления.

Для выбора текстильной основы был так же изучен привес при нанесении биополимерной композиции на разные виды материала. Были использованы экспериментальные образцы текстильных материалов размером 10 x10 см. При нанесении выполнено шесть проходов ракля через шаблон. Данные представлены в таблице 2.

Привес биополимерных композиций на текстильном материале

Текстильный материал (ТМ)		Трикотажное полотно ПФ-2	Полотно нетканое холстопршивное безниточное	Полотно нетканое вискозное	Полотно нетканое льносодержащее
Состав полимерной композиции					
без полимерной композиции, масса ТМ, г		1,613	1,933	1,826	0,282
альгинат натрия, 7%	Масса, г	1,833	2,208	2,100	0,301
	привес, %	13,600	14,200	15,00	7,09
альгинат натрия 7% и гидроксипропилметилцеллюлоза 5% (20:80)	Масса г	1,940	2,445	2,230	0,310
	привес, %	20,200	26,400	22,120	9,900

Из данных табл. 2 следует, что наибольший привес композиции отмечается при использовании полотна холстопршивного. Его структура и наличие плетения с одной стороны формируют больший объем по сравнению с остальными материалами. Привес композиции и, следовательно, возможность введения в изделие большой концентрации протеолитического фермента и биологически активного вещества на вискозосодержащем и трикотажном полотнах меньше. Это связано со структурой полотна и характером плетения. Полотно льносодержащее имеет меньшую плотность, в результате чего мы получили наименьший показатель привеса композиции.

Анализируя изучаемые в работе полотна с точки зрения возможности их применения при получении перевязочных материалов для лечения гнойных ран, предпочтение следует отдать трикотажному полотну. Его структура позволяет располагаться гидрогелевой композиции как в «депо», что обеспечит в ходе применения необходимое высвобождение действующих веществ. Вторым полотном выбрано нетканое холстопршивное, которое благодаря своим свойствам и структуре удерживает достаточное количество композиции и будет обеспечивать необходимую сорбцию раневого отделяемого. Данные виды полотен мы будем продолжать детально изучать на следующих этапах работы.

Важный параметр - прилегаемость лечебного изделия (салфетки) к ране и неповрежденной коже. Кроме того, параметр важен для технологического этапа упаковки салфеток в сухом виде. Не имея методики для количественного определения параметра прилегаемости к месту наложения у пациентов, мы используем параметр драпируемости как относительную характеристику для ранжирования исследуемых материалов. Измерения производились по методу Евдокимова В.Я. и Бухаровой А.К. Результаты представлены в таблице 3.

Драпируемость текстильных материалов

Текстильные полотна	Полотно трикотажное		Полотно нетканое холстопрощивное безниточное	
	сухое	влажное	сухое	влажное
Драпируемость,%				
Полотно без полимерной композиции, %	29,0	74,3	16,0	75,0
Полотно с композицией из альгината натрия, %	9,1	68,2	2,9	71,3
Полотно с композицией из альгината натрия (20%) и гипромелозы (80%)	8,9	78,2	2,1	77,0

Анализ данных показал, что нанесение композиции значительно снижает показатель драпируемости в сухом состоянии. Во влажном состоянии этот показатель естественно увеличивается (в 7-8 раз). Влияние состава наносимой композиции на параметр драпируемости практически отсутствует.

Таким образом, на данном этапе разработки лечебного материала для использования в течении I-II фаз раневого процесса были проанализированы несколько видов текстильных материалов. С учетом полученных экспериментальных данных предпочтение было отдано полотну трикотажному и полотну нетканому холстопрощивному. Именно эти текстильные материалы обладают важными свойствами, которые должны быть учтены для материала с целью его применения на рассматриваемых фазах раневого процесса: иметь структуру, обеспечивающую введение оптимального объема полимерной композиции, необходимую влагоемкость, смачиваемость, что важно, как с точки зрения равномерного нанесения биополимерной композиции, так и с позиции применения готового изделия для сорбции раневого экссудата. Введение в указанные материалы протеолитических ферментов и антимикробного препарата должно обеспечить эффективность создаваемых материалов в терапии раневого процесса.

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Судаков Д.В, Стародубцева Е.В., Судаков О.В., Снопков В.Н.. «Оценка информативности показателей клинического обследования пациентов с сахарным диабетом 2 типа и гнойными ранами». Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2013. Т.12. №4. С. 1163-1165.
2. Кузин М.И. Костюченко Б.М., Раны и раневая инфекция: Учебное пособие 1990г.
- 3.Толстых П.И., Клебанов Г.Н., Шехтер А.Б., Толстых М.П. Антиоксиданты и аспекты их применения в лечении ран и трофических язв. М. 2009; 237.
- 4.Толстых М.П. Проблема комплексного лечения гнойных ран различного генеза и трофических язв: Автореф. дис. д-ра мед. наук. М. 2002.
- 5.Олтаржевская Н.Д., Кричевский Г.Е., Коровина М.А., Гусев И.В. Биополимеры в медицине. Лечебные депо-материалы на основе альгината натрия. Биофармацевтический журнал 2017г.
- 6.Ефименко Н.А., Лысенко М.В. ,Стернин Ю.И., Новожилов А.А.,Кнорринг Г.Ю. Протеолитические энзимы в хирургии: исторические аспекты и современные представления о применении. «Русский медицинский журнал» №5 2011г.
- 7.Кричевский Г.Е. Зеленые и природоподобные технологии – основа устойчивого развития цивилизации для будущих поколений. Том 3, 2020г.

- 8.Олтаржевская Н.Д., Коровина М.А., Кричевский Г.Е., Хлыстова Т.С. «Умные» композиционные лечебные депо-материалы./Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы.2015г.№1 С.44-48
- 9.Быркина Т.С. Разработка технологии получения лечебной композиции на основе альгината натрия с увеличенным сроком годности. Диссертация, 2018г.
- 10.Кирюхин С.М., Шустов Ю.С. Текстильное материаловедение, 2011г.
- 11.Андреев А.А., Глухов А.А., Остроушко А.П., Карапатьян А.Р., Чуян А.О. «Влияние кислотности на динамику репаративных процессов в мягких тканях». Вестник экспериментальной и клинической хирургии.2017 №1 С.64-71.

СОЗДАНИЕ ЛЕЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРОТЕИНАЗ

CREATION OF MEDICINAL MATERIALS BASED ON NATURAL POLYMERS USING PLANT PROTEASE

Ю.С. Фидоровская¹, Д.А. Швыдкова², Е.О. Медушева¹
Y.S. Fidorovskaya¹, D.A. Shvydkova², E.O. Medusheva¹

¹ООО «Колетекс», (Москва)

²Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, (Москва)

¹ООО «KOLETEX», (Moscow)

²D.Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, (Moscow)

E-mail: koletex@list.ru

Публикация посвящена разработке лечебного покрытия для гнойных ран на полимерной основе в двух вариантах исполнения: гидрогеля для очищения глубоких ран от гноя и улучшения регенерации тканей и салфетки для заживления поверхностных ран. Предложена композиция с полимерами-полисахаридами, представляющая собой «депо» для ферментного препарата. Выбор фермента произведен путем сравнительного анализа препаратов животного происхождения (химопсин) и растительного происхождения (бромелайн, папаин). В качестве полимера-загустителя выбрана гидроксипропилметилцеллюлоза. Физические и реологические характеристики данного полимера позволяют получить лечебную композицию, которая сохраняет свои свойства после этапа стерилизации и помогают ускорить заживление ран.

Ключевые слова: полисахариды, альгинат натрия, гидроксипропилметилцеллюлоза, папаин, ферменты.

The publication is describing the development of a polymer-based therapeutic coating in two versions which aims for treatment of purulent wounds: a hydrogel for cleansing deep wounds from pus and improving tissue regeneration and textile bandage for healing superficial wounds. The proposed composition with polymers-polysaccharides is a "depot" for an enzyme. The choice of the enzyme was made by comparative analysis of medicines of animal origin (chymopsin) and of plant origin (bromelain, papain). Hydroxypropyl methylcellulose was chosen as the thickening polymer. The physical and rheological characteristics of this polymer make it possible to obtain a therapeutic composition that maintains its properties after the sterilization and helps to accelerate wound healing.

Key words: biopolymers, polysaccharides, sodium alginate, hydroxypropylmethylcellulose, enzyme

На сегодняшний день лечение гнойно-некротических ран является одной из наиболее актуальных проблем современной медицины и хирургии в частности. Исходя из того, что раневой процесс имеет совершенно определенное стадийное течение (3 стадии), лечение ран необходимо проводить с учетом стадии их заживления. Развитие гнойно-воспалительного процесса в ране происходит в результате травмирующего воздействия и нарушения иммунолейкоцитарного барьера, что способствует проникновению возбудителей инфекции вглубь раны и повреждению тканей с образованием первичных некрозов [1]. Основными задачами лечения в I фазе раневого процесса, определяющими требования к лечебным материалам, являются достижение отторжения некроза, эвакуация раневого отделяемого, улучшение трофики и регенерация тканей [2]. В связи с этим, наиболее перспективным вариантом повышения эффективности терапии инфицированных ран является разработка многокомпонентных раневых покрытий на основе природных полимеров с включением в их структуру протеолитических ферментов.

В данном исследовании с целью разработки лечебного покрытия для очищения гнойных ран рассмотрено создание полимерной композиции на основе альгината натрия и гидроксипропилметилцеллюлозы (ГПМЦ) с введением в нее протеолитического фермента [3]. Это предполагает два варианта технологического решения, а именно получения

лечебного покрытия в двух формах – гидрогеля и текстильной салфетки с нанесенной на нее гидрогелевой композицией. Выпускная форма геля хорошо подходит для лечения глубоких сложных ран и повреждений, тогда как салфетка с полимерной композицией лучше апплицируется на плоские поверхностные раны. В обоих случаях это позволяет расщеплять и сорбировать гнойное отделяемое.

Особенность создания материалов для медицины включает в себя решение в двух направлениях: технологическом и медицинском. В технологическом аспекте было важно подобрать и оценить реологические свойства гидрогелевой композиции, которые, с одной стороны, позволили бы получить гель, с помощью которого, можно осуществить равномерное распределение введенных в требуемой концентрации веществ в рану, а также добиться нанесения композиции на текстильный материал равномерно и на необходимую глубину по технологии текстильной печати [4]. Медицинский аспект создания материалов будет рассмотрен с точки зрения сохранения активности введенных в композицию ферментов при их физической иммобилизации в гидрогелевой композиции, а так же после стадии стерилизации.

Ниже представлена схема получения медицинских изделий в двух выпускных формах – гель и текстильная салфетка с ферментами (рис.1).

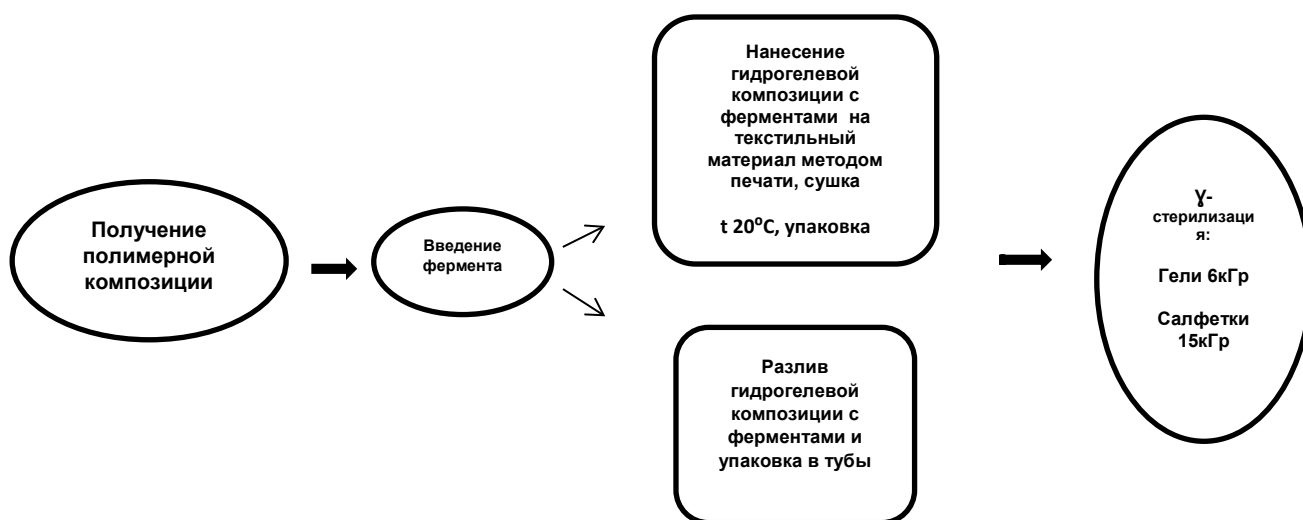


Рис. 1. Технологическая схема получения раневого покрытия в форме геля и текстильной салфетки.

Природные полимеры в виде различных полисахаридов часто используются при лечении гнойных ран за счет их биосовместимости, биodeградируемости и низкой токсичности. Выбор в качестве основы композиции природного биополимера альгината натрия обусловлен его активными свойствами: способностью к набуханию и гелеобразованию, что благоприятствует созданию гидрофильного слоя, контактирующего с раневой поверхностью с целью обеспечения защитного действия, необходимого для заживления влажной среды на ране и способствующего уменьшению воспаления и ускорению регенерации поврежденных тканей [5]. Также альгинат натрия обладает гемостатическим эффектом, антиаллергенностью и биосовместимостью. Альгинатная гидрогелевая основа способствует охлаждению поврежденной поверхности, что создает косвенный обезболивающий эффект. Однако монокомпонентная основа только из альгината натрия имеет негативную сторону в виде резкого снижения вязкости после гамма-облучения [6]. Мы проанализировали реологическую стабильность гелей на основе альгината натрия в различных концентрациях до и после стерилизации. Доза γ -облучения при стерилизации соответствовала 6 кГр, что обеспечивало стерильность материала. Данные представлены в таблице 1.

Влияние радиационной стерилизации на вязкость гелей на основе альгината натрия в различных концентрациях

Показатели вязкости альгината натрия, сПа	Концентрация			
	альгината натрия, %	6	7	8
Вязкость до стерилизации		2500	3600	5000
Вязкость после стерилизации		500	1200	1900

По результатам определений можно видеть существенное падение вязкости после стерилизации гелей на основе альгината натрия (в 3-5 раз по сравнению с исходными показателями). Альгинатный гель 7% подвергся менее существенному влиянию гамма-облучения, в связи с чем, было решено использовать его в дальнейшем эксперименте.

Для оптимизации реологических свойств композиции и сохранения их после гамма-облучения был выбран второй компонент основы – гидроксипропилметилцеллюлоза (ГПМЦ). ГПМЦ - универсальная гидрофильная матрица для фармакологически активных веществ, которая широко используется в фармацевтической промышленности. Хорошие гелеобразующие свойства и отсутствие токсичности позволяют ее выбрать в качестве стабилизатора и загустителя композиции. Экспериментальным путем для исследования была выбрана ГПМЦ в концентрации 5%. Далее были проанализированы рассматриваемые полимеры на предмет их оптимального соотношения в композиции. Изменение реологических показателей (вязкости) композиций полимеров до и после радиационной стерилизации в дозе 6 кГр приведены в таблице 2.

Таблица 2

Влияние радиационной стерилизации на вязкость композиций альгинат натрия – ГПМЦ

Соотношения полимеров	Вязкость до стерилизации, сПа	Вязкость после стерилизации, сПа
Альгинат натрия/гпмц 20:80	6300	5200
Альгинат натрия/гпмц 30:70	4850	3200

Альгинат натрия/гпмц 40:60	4300	900
Альгинат натрия/гпмц 50:50	1200	710

Исходя из приведенных данных можно заключить, что включение в основу гидрогелевой композиции гидроксипропилметилцеллюлозы способствует увеличению вязкости композиции и, самое главное, сохранению ее на достаточном уровне после гамма-облучения. Предлагаемая схема (рис.1) включает получение лечебного гидрогеля с ферментами и текстильной салфетки. Показатели вязкости до/после стерилизации играют ключевую роль в разработке непосредственно гидрогеля, и на этом этапе наиболее оптимальным выбрано соотношение альгината натрия и гидроксипропилметилцеллюлозы 30/70.

В ходе разработки лечебных материалов текстильной салфетки и гидрогеля, было решено проверить, сохраняются ли гемостатические свойства альгината натрия при добавлении в гидрогелевую композицию гидроксипропилметилцеллюлозы. Гемостатические исследования *in vivo* проводили на экспериментальных животных, кроликах породы Шиншилла, которые являются стандартными объектами для доклинических испытаний.

Основным критерием эффективности исследуемых покрытий являлась гемостатическая активность (ГА) как среднее арифметическое двух показателей: ГА по времени остановки кровотечения (ВОК) и ГА по объёму кровопотери. Исследовались: салфетка текстильная с нанесенной гидрогелевой композицией на основе альгината натрия; салфетка текстильная с нанесенной гидрогелевой композицией на основе гидроксипропилметилцеллюлозы; салфетка текстильная с нанесенной гидрогелевой композицией на основе альгината натрия и гидроксипропилметилцеллюлозы. Контроль – марлевый тампон. Гемостатическая активность по объёму кровопотери и по ВОК для марлевого тампона составляла 0 %.

Результаты исследования показали, что текстильная салфетка с нанесенной гидрогелевой композицией на основе альгината натрия с добавлением ГПМЦ сохраняет гемостатические свойства.

Следующим этапом был выбор для включения в гидрогелевую основу протеолитических ферментов, так как именно протеолитики осуществляют очищение раны, действуя по типу «биохимического скальпеля».

К сожалению, использование нативных ферментов, имеет ряд существенных недостатков: ферменты быстро инактивируются ингибиторами крови и тканей, подвергаются автолизу, чувствительны к действию рН среды, ионизирующей радиации, обладают аллергенными свойствами. Кроме того, ферменты являются дорогостоящими препаратами. Действие энзимов в нативном состоянии кратковременно (десятки минут) и потому малоэффективно, так как требует частого повтора лечебных процедур, что травмирует раневую поверхность, увеличивает трудозатраты среднего персонала и ведет к большому расходу препарата, поэтому целесообразно использовать иммобилизованные ферменты. Существуют различные способы соединения ферментов с полимерными носителями (химический, физический), в данном случае был выбран способ иммобилизации за счет сил физического взаимодействия, что достигалось введением ферментов в вязкую гидрогелевую композицию на основе полисахаридов.

Самыми распространёнными иммобилизованными ферментами, применяемыми в лечении первой стадии раневого процесса, являются трипсин, химопсин, коллагеназа, однако, ряд факторов, таких как вероятность аллергических реакций, риск распространения некоторых

заболеваний ввиду специфики происхождения ферментов (а именно, животного), кратковременность действия в нативной форме (в среднем, 2 часа) и высокая стоимость позволяет сделать выбор в пользу ферментов растительного происхождения.

В связи с этим далее в эксперименте были использованы протеолитические ферменты растительного происхождения папаин и бромелаин, а также их сочетание с целью повышения эффективности терапии. Папаин по характеру ферментативного действия называют «растительным пепсином»[7]. Но в отличие от пепсина, папаин активен не только в кислых, но и в нейтральных и щелочных средах, что имеет место при использовании выбранных нами полимеров. Бромелаин принимает участие в регуляции многих функций организма, в частности, воспаления, иммунного ответа, свертывания крови и оказывает влияние на молекулы клеточной поверхности. Он способен изменять метаболизм арахидоновой кислоты, что обуславливает его противовоспалительное и антиагрегантное действие.

Выше отмечалось, этап стерилизации является обязательным и заключительным в технологической цепи и одним из ключевых, оказывающих влияние как на реологические свойства полимерной композиции при выпуске гидрогеля, так и на активность фермента в гидрогеле и текстильной салфетке после сушки и стерилизации. С этих позиций нами также проводился выбор фермента.

Мы провели сравнительный анализ активности растительных ферментов папаина и бромелаина, а также их сочетания в гидрогелевой композиции [8]. В ходе эксперимента путем варьирования концентраций фермента в композиции был выбран 4% папаин. Влияние гамма-облучения на протеолитическую активность композиций разного состава представлено в таблице 3.

Таблица 3

Влияние радиационной стерилизации на протеолитическую активность гидрогелевой композиции

Состав геля	ПА до стерилизации, ПЕ/г	ПА после стерилизации, ПЕ/г
Альгинат натрия, ГПМЦ, папаин 4%	3,81±0,18	2,94±0,18
Альгинат натрия, ГПМЦ, бромелаин 4%	1,03±0,08	0,85±0,08
Альгинат натрия, ГПМЦ, бромелаин + папаин 4%	2,81±0,18	1,35±0,28

Результаты эксперимента показывают, что наибольшей протеолитической активностью до гамма-облучения обладает фермент папаин, падение протеолитической активности композиции после стерилизации с этим ферментом составляет 23%, в то время как сочетание в одной полимерной композиции папаина и бромелаина не привело к желаемому результату и показало значительное уменьшение активности после гамма-облучения (48%). Использование только бромелаина для включения в гель нецелесообразно из-за низкой исходной активности.

Таким образом, предлагаемая полимерная композиция для разработки лечебных ранозаживляющих материалов в различных формах (гель, салфетка) должна обладать оптимальными реологическими характеристиками и достаточной после гамма-облучения ферментативной активностью для оказания терапевтического эффекта в первой фазе раневого процесса.

Для достижения этих целей предложена композиция, содержащая полимеры-полисахариды альгинат натрия, гидроксипропилметилцеллюлоза и протеолитический фермент растительного происхождения папаин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абаев Ю.К. Медикаментозное лечение гнойных ран // «Здравоохранение» – 2007. – № 8. – С. 28 – 33.
2. Привольнов В.В. Основные принципы местного лечения ран и раневой инфекции // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. – 2011. – Т. 13. – с. 214-223.
3. Медушева Е.О., Филатов В.Н., Рыльцев В.В., Кулагина А.С., Белов А.А., Рудакова И.П., Пятигорская Н.В., Гончарова В.С. Производные диальдегидцеллюлозы, модифицированные биологически активными веществами // Фармация. – 2016. - №1. - с. 52-56.
4. Хлыстова Т.С. Технология получения лечебных депо-материалов на текстильной и гидрогелевой основе с использованием печатных композиций из смеси биополимеров-полисахаридов. – дис. кандидата техн.наук . – М., 2015. – 177с.
5. Хотимченко Ю.С. Физико-химические свойства, физиологическая активность и применение альгинатов. полисахаридов бурых водорослей / Ю. С. Хотимченко, В. Ковалев, О. Савченко, О. Зиганшина // Биология моря. – 2001. – Т. 27, № 3. – С. 151-162.
6. Хлыстова Т. С. Изучение реологических свойств полимерных композиций на основе биополимеров / Т. С. Хлыстова, В. Н. Никитенкова // Международная научно–практическая конференция, г. Иваново, 21–23 сентября 2011 г. : тез.докл. – Иваново, 2011. – С. 65–66.
- 7.Тризна Е.Ю., Байдамшина Т.Р. Растворимые и иммобилизованные папаин и трипсин-деструкторы бактериальных биопленок// Гены и клетки.-2015-Т.Х, №3. – с.106.
8. Белов А.А. Методы определения протеолитической активности в промышленных образцах иммобилизованных протеиназ // Хим.- фарм. журн. - 1992. – №11-12. - с. 101

**СВОЙСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ НИТИ С ПОКРЫТИЕМ НА ОСНОВЕ
ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА, ДОПИРОВАННЫМ МАГНЕТИТОМ**

**PROPERTIES OF POLYPROPYLENE YARN COATED WITH
POLYTETRAFLUOROETHYLENE DOPED WITH MAGNETITE**

В.Р. Шишина¹, С.Ю. Вавилова², Н.П. Пророкова^{1,2}
V.R. Shihina¹, S.Yu. Vavilova², N.P. Prorokova^{1,2}

¹Ивановский государственный политехнический университет

²Институт химии растворов имени Г.А. Крестова
Российской академии наук (г. Иваново)

¹Ivanovo State Polytechnic University

²G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of Russian Academy of Science (Ivanovo)

E-mail: lera-simona@mail.ru; npp@isc-ras.ru

Исследованы свойства полипропиленовой нити с покрытием из политетрафторэтилена, допированного стабилизированными частицами магнетита. Покрытие сформировано на поверхности каждого филамента, составляющего нить. Оценена устойчивость покрытия к истирающим воздействиям.

Ключевые слова: полипропиленовая нить, покрытие, политетрафторэтилен, магнетит

The properties of polypropylene yarn coated with polytetrafluoroethylene doped with stabilized magnetite particles have been investigated. A coating is formed on the surface of each filament making up the yarn. The resistance of the coating to abrasion is evaluated.

Keywords: polypropylene yarn, coating, polytetrafluoroethylene, magnetite

Фторсодержащие волокнистые материалы, особенно волокна из политетрафторэтилена (Фторопласт-4, Teflon®, Toyoflon®, Polifen®), отличаются высочайшей химической стойкостью и очень низким коэффициентом трения. Они используются в различных областях экономики в качестве материала для сальниковых набивок для подвижных и неподвижных соединений, намоточных изделий (труб, профилей, сосудов и т.д.), нетканых материалов специального назначения, крученых нитей и веревок и т.д. Однако эти волокнистые материалы получают по сложным, энергоемким и экологически опасным технологиям. Кроме того, они имеют очень высокую стоимость.

Значительно более экономичным является предложенный в Институте химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук [1-3] способ получения нитей со свойствами, близкими к фторполимерным, сердцевина которых состоит из полипропилена (ПП), а поверхность представляет собой устойчивое покрытие из политетрафторэтилена ПТФЭ. Такие нити можно получить по технологии формования термопластичных нитей из расплава, отличающейся от стандартной тем, что на стадии замасливания на нить наносится композиция на основе высокодисперсной суспензии фторопласта марки СФ-4Д. Нанесение суспензии ПТФЭ на поверхность полутвержденной нити обеспечивает адгезию ПТФЭ к поверхности ПП нити. В дальнейшем, на стадии ориентационного вытягивания, толщина покрытия, за счет способности ПТФЭ к хладотекучести и высокого коэффициента теплового расширения, значительно уменьшается, покрытие приобретает равномерность и становится ориентированным. Стоимость нити с покрытием на основе ПТФЭ значительно ниже, чем у нити, полностью состоящей из этого полимера, а их основные характеристики очень близки. В частности, коэффициент трения и той, и другой нити составляет приблизительно 0,04, т.е. практически равен значению коэффициента трения ПТФЭ. У этих нитей есть также и общий недостаток – они сильно электризуются в процессе переработки. Для временного снижения

электризуемости нити из ПТФЭ на неё наносят поверхностно-активные вещества (ПАВ) с антистатическими свойствами. Долгосрочного существенного уменьшения электризуемости нити с ПТФЭ покрытием можно добиться за счет введения в структуру покрытия добавок, снижающих электрическое сопротивление. Для этого в работах [4-6] предложено использовать ультрадисперсные частицы магнетита ($\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$) в стабилизированном состоянии. Поскольку ориентационное вытягивание нити осуществляется при температурах до 250 °С, в качестве стабилизатора магнетита рекомендовано применять термостойкое ПАВ. На основании предварительных исследований выбран стеарат натрия ($\text{NaC}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2$). Установлено, что внедрение в структуру покрытия на основе ПТФЭ незначительного количества стабилизированных стеаратом натрия ультрадисперсных частиц магнетита обеспечивает существенное снижение поверхностного электрического сопротивления нити – с 10^{15} до 10^9 Ом. Однако ясно, что изменение структуры покрытия не может не повлиять и на другие важные эксплуатационные свойства нити.

Настоящая работа посвящена оценке механических характеристик ПП нитей с ПТФЭ покрытием, допированным ультрадисперсными частицами магнетита, стабилизированными стеаратом натрия.

Ультрадисперсные частицы магнетита получали методом соосаждения. Для этого готовили раствор двух солей, содержащий 7,08 г $\text{FeSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ($C = 0,5$ М) и 3,75 г $\text{FeCl}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ($C = 0,3$ М), в который после нагрева до 80 °С медленно и при перемешивании добавляли избыток аммиачного раствора NH_4OH - 15 мл ($C = 1,5$ М). Стабилизацию осуществляли за счет введения 0,1 - 1,0 % $\text{NaC}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2$. После перемешивания наблюдали появление ультрадисперсных частиц черного цвета. Промывали многократно дистиллированной водой до исчезновения запаха аммиака. Суспензию стабилизированного магнетита высушивали на воздухе до получения порошка. Порошок просеивали через фильтренное сито и высушивали 1 сутки при температуре 60 °С под вакуумом. Для получения композиции использовали полученные агрегаты ультрадисперсных частиц размером 15-25 мкм.

Композицию для формирования покрытий на ПП нитях получали из суспензии ПТФЭ СФ-4Д перемешиванием компонентов при температуре 80 - 90 °С. Композиция имела следующий состав: суспензионный ПТФЭ – 10 %; стеарат натрия – 0,1 - 1,0 %; магнетит – 1 %; вода – до 100 %. Для уменьшения размера агрегатов частиц стабилизированного магнетита композицию подвергали обработке в низкочастотном ультразвуковом диспергаторе типа УЗДН-2Т в термостатируемом сосуде при частоте $f = 22$ кГц. Экспозиция составляла 2 минуты.

ПП нити получали из гранулята изотактического полипропилена с использованием комплекса уникальных установок для формования и ориентационного вытягивания синтетических нитей (стенды СФПВ-1 и ОСВ-1), имитирующих производственные условия получения синтетических нитей. Фотографии и схемы стендов, а также подробное описание режимов получения ПП нитей представлены в работах [7,8].

Покрытие на основе ПТФЭ на поверхности нитей формировали по оригинальной методике, разработанной в ИХР РАН и защищенной патентами РФ на изобретение [1,2]. Структура и свойства таких покрытий подробно описаны в работе [3]. Нанесение формовочной препаарации, содержащей суспензию ПТФЭ СФ-4Д и стабилизированные термоустойчивыми ПАВ наночастицы магнетита ($\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$), на поверхность ПП нити осуществляли с помощью специального устройства оригинальной конструкции, схема и описание работы которого приведены в [3].

Основные физико-механические характеристики ПП нитей определяли при однократном растяжении их до разрыва на модернизированной разрывной машине 2099-Р-5 (ОАО «Точприбор», Россия) в соответствии с ГОСТ 6611.2-73.

В водную суспензию магнетита, синтезированного с использованием в качестве стабилизатора стеарата натрия и подвергнутого УЗ обработке, вводили определенное количество суспензии ПТФЭ СФ-4Д и замасливатель. Полученную формовочную препаарацию наносили на полужесткие (горячие) нити на стадии замасливания при

формовании нитей на стенде СФПМ -1. Были получены ПП нити со сформированным на поверхности каждого филамента покрытием на основе суспензии ПТФЭ 4Д, содержащим магнетит.

После формования и нанесения суспензии ПТФЭ нити подвергали ориентационному вытягиванию и термостабилизации с использованием стенда ОСВ-1. Основные физико-механические характеристики модифицированных нитей приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные физико-механические характеристики ПП нитей с покрытием на основе ПТФЭ, содержащим магнетит

Содержание основных компонентов формовочной препарации				Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Относи- тельное разрывное удлинение, %
Магнетит, %	Стеарат натрия, %	Суспензия ПТФЭ СФ 4Д, %	Замасливатель, %		
Немодифицированная ПП нить					
-	-	-	-	51,1 ± 2,3	40,0 ± 1,9
ПП нить с ПТФЭ покрытием, содержащим нестабилизированные частицы магнетита					
1,0	-	10,0	10,0	53,5 ± 2,0	52,4 ± 1,3
ПП нить с ПТФЭ покрытием, содержащим стабилизированные стеаратом натрия и подвергнутые УЗ обработке частицы магнетита					
0,4	0,5	3,0	-	60,6 ± 2,7	43,4 ± 2,4
1,5	1,4	7,5	10,0	62,6 ± 2,1	41,0 ± 3,0
3,0	7,0	9,6	25,0	59,9 ± 2,5	41,6 ± 2,7
7,5	1,0	6,0	-	55,4 ± 0,9	50,1 ± 2,5

Из табл. 1 следует, что внедрение в структуру покрытия нестабилизированных частиц магнетита мало влияет на разрывную нагрузку нити, но приводит к заметному увеличению её разрывного удлинения. Попытки снижения разрывного удлинения за счет дополнительного ориентационного вытягивания успеха не имели в связи с повышением обрывности нитей. Указанные закономерности могут быть связаны со значительными размерами агрегатов магнетита, внедряемых в покрытие на основе ПТФЭ СФ 4Д, в результате чего покрытие приобретает высокую неравномерность.

Разрывная нагрузка ПП нитей с ПТФЭ покрытием, содержащим стабилизированные стеаратом натрия и подвергнутые УЗ обработке частицы магнетита, возрастает при возрастании содержания магнетита до 1,5 %. При дальнейшем увеличении его содержания разрывная нагрузка начинает уменьшаться, что, по-видимому, связано с неравномерным распределением магнетита в структуре покрытия.

С целью разрушения образовавшихся агрегатов и повышения равномерности структуры покрытия формовочную подготовку также подвергали УЗ обработке. Экспериментально установлено, что предварительная УЗ обработка формовочной подготовки позволяет значительно улучшить протекание процесса ориентации нитей и снизить их обрывность. Основные физико-механические характеристики нитей с покрытиями, сформированными с использованием формовочной подготовки, подвергнутой УЗ обработке, приведены в табл. 2.

Анализ данных, приведенных в табл. 2, позволяет сделать вывод, что обработка ультразвуком подготовки, содержащей суспензию фторопласта, магнетит и замасливатель, позволяет получить высокопрочную нить (до 76.9 сН/текс).

Основные физико-механические характеристики ПП нитей с содержащим магнетит покрытием на основе ПТФЭ, сформированным из подвергнутой УЗ обработке препаарации

Содержание основных компонентов формовочной препаарации				Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Относительное разрывное удлинение, %
Магнетит, %	Стеарат натрия, %	Суспензия ПТФЭ СФ 4Д, %	Замасливатель, %		
Немодифицированная ПП нить					
-	-	-	-	51,1 ± 2,3	40,0 ± 1,9
ПП нить с ПТФЭ покрытием, содержащим нестабилизированные частицы магнетита					
0,5	-	7,5	-	51,1 ± 1,9	40,1 ± 1,9
0,7	-	7,5	-	52,7 ± 2,0	35,0 ± 1,7
ПП нить с ПТФЭ покрытием, содержащим стабилизированные стеаратом натрия и подвергнутые УЗ обработке частицы магнетита					
1,0	1,0	7,5	-	57,7 ± 2,0	32,0 ± 1,7
1,5	1,4	7,5	10,0	76,9 ± 4,0	32,5 ± 2,0
1,5	2,0	12,0	10,0	69,9 ± 1,0	40,3 ± 1,4
3,0	7,0	9,6	25,0	69,0 ± 3,0	26,9 ± 1,7

Следует отметить, что ПП нити с содержащим магнетит покрытием на основе ПТФЭ, сформированным из подвергнутой УЗ обработке препаарации, характеризуются высокими разрывными нагрузками даже при включении в структуру покрытия большого количества магнетита (до 3 %), что свидетельствует о высокой равномерности покрытия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методом формования из расплава получены ПП нити с покрытием на основе ПТФЭ, допированным стабилизированными стеаратом натрия частицами магнетита. По своим качественным характеристикам нити сравнимы со значительно более дорогостоящими нитями, целиком состоящими из фторполимеров, и могут их заменить практически во всех областях применения.

Показано, что использование в качестве добавки к ПТФЭ 0.5-1 % магнетита, стабилизированного стеаратом натрия, приводит к возрастанию прочности нити до 24 %. Применение только стеарата натрия также способствует повышению прочности нити с покрытием на основе ПТФЭ.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. 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.
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.Yu. 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. Вавилова С.Ю., Пророкова Н.П. Влияние малых количеств магнетита, внедренных в политетрафторэтиленовое покрытие, на физико-механические свойства полипропиленовой нити // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). - 2019. - № 1-1. – С. 231-235.

6. Таланов А.А., Вавилова С.Ю., Пророкова Н.П. Свойства покрытия на основе политетрафторэтилена с внедренными наночастицами магнетита, сформированного на полипропиленовой нити в процессе формования её из расплава // Молодые ученые – развитию национальной технологической инициативы (ПОИСК). – 2019. - № 1-1. – С. 109-111.
7. Prorokova N.P., Vavilova S.Yu., Buznik V.M., Zavadskii A.E. Modification of polypropylene fibrous materials with ultradispersed polytetrafluoroethylene // Polymer Science, Ser. A. - 2013. - V. 55, № 11. - P. 643- 651.
8. 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 // Nanotechnologies in Russia. 2014. V. 9. № 9–10. P. 533 - 540.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ НИЗА ОБУВИ НА ОСНОВЕ ГРАНУЛЯТА ВТОРИЧНОГО ПОЛИУРЕТАНА

MATERIALS FOR BOTTOM SHOES BASED ON SECONDARY POLYURETHANE GRANULATE

А.Н. Радюк, А.Н. Буркин
A.N. Radyuk, A.N. Burkin

Витебский государственный технологический университет, (Республика Беларусь)
Vitebsk State Technological University, (Republic of Belarus)
E-mail: ana.r.13@mail.ru, a.burkin@tut.by

Рассмотрен вариант использования отходов обувных полиуретанов. Проанализированы способы получения гранулята из отходов полиуретанов. Разработан состав для получения гранулята из отходов пенополиуретанов. Разработана принципиальная технологическая схема получения гранулята. Получены пробные отливки образцов материалов с целью подтверждения возможности изготовления из него материалов для подошв обуви. Разработана технологическая схема получения материалов для подошв обуви из гранулята отходов пенополиуретанов. Получены образцы подошв по разработанной схеме. Проведены исследования их свойств, анализ которых позволил выявить их соответствие требованиям нормативно-технической документации, и то, что их значения близки к используемым в настоящее время материалам в обувной промышленности – монолитной резине и полиуретанам.

Ключевые слова: отходы, пенополиуретан, гранулят, технология, состав, подошвы обуви, свойства

The variant of using waste of shoe polyurethanes is considered. Methods for producing granules from polyurethane waste are analyzed. A composition has been developed for obtaining granules from polyurethane foam waste. A process flow diagram for granulate production has been developed. Trial castings of samples of materials were obtained in order to confirm the possibility of manufacturing materials from it for shoe soles. A technological scheme has been developed for obtaining materials for shoe soles from polyurethane foam waste granulate. Samples of soles were obtained according to the developed scheme. Studies of their properties have been carried out. The analysis of the properties made it possible to identify their compliance with the requirements of the normative and technical documentation. The property values are close to the materials currently used in the footwear industry.

Keywords: waste, polyurethane foam, granulate, technology, composition, shoe soles, properties

Проблема переработки полимерных отходов является обязательным сопровождающим фактором развития химии высокомолекулярных соединений и промышленности пластических масс. В мире для производства пластмасс используется порядка 4% нефтепродуктов, при этом на уровень производства оказывает огромное влияние любое изменение стоимости энергоносителей на мировом рынке, что, в свою очередь, может создать для Республики Беларусь трудности в импорте полимерной продукции. Поэтому задача снижения ресурсо- и энергоемкости производств позволит существенно увеличивать жизненный цикл полимеров, многие из которых в стране не производятся.

На сегодняшний день общий объем производства различных полимерных материалов в Республике Беларусь составляет около 500 тыс. т., при этом образуется порядка 50 тыс. т. промышленных полимерных отходов, однако только не более 20% перерабатывается и применяется на предприятиях в конечные продукты [1].

В настоящее время производство любой продукции сопровождается образованием отходов, при этом одной из основных его задач является обеспечение непрерывного технологического процесса необходимыми сырьевыми ресурсами. Особенно важно это для предприятий, занимающихся производством обуви [2]. Специфика данной отрасли промышленности заключается в больших объемах перерабатываемых материалов и

полуфабрикатов с целью получения конечного товарного продукта – обуви. На сегодняшний день Республика Беларусь не располагает многими сырьевыми и материальными ресурсами для производства обуви, поэтому предприятия обувной промышленности вынуждены закупать сырье, материалы и комплектующие в странах ближнего и дальнего зарубежья, что является одной из основных статей затрат. Поэтому дефицит и высокая стоимость сырья для производства деталей обуви наряду с необходимостью постоянного обновления ассортимента изготавливаемой продукции способствуют поиску альтернативных сырьевых источников, одним из вариантов которых может быть использование отходов производства для изготовления новых материалов или так называемая переработка вторичного сырья в исходный продукт. Данное обстоятельство является одной из целей программы Постановления Совета Министров Республики Беларусь № 567 «Об утверждении Национальной стратегии по обращению с твердыми коммунальными отходами и вторичными материальными ресурсами в Республике Беларусь на период до 2035 года» [3].

На предприятиях концерна «Беллепром» в среднем образуется 20–23 тыс. т. отходов, около 70 % из которых составляют отходы кожевенно-обувной отрасли [4]. Из них одним из самых трудно-утилизируемых отходов являются отходы пенополиуретанов (ППУ). Эти отходы запрещено вывозить на полигоны для захоронения, поэтому до сих пор не удается полностью решить проблему использования отходов ППУ, которых в год на обувных предприятиях Республики Беларусь образуется около 50 тонн.

Проведенные ранее исследования и работы касались возможности и целесообразности переработки отходов ППУ в материалы и изделия для обувной промышленности, однако их физико-механические и эксплуатационные свойства имели большой размах варьирования при одних и тех же режимах, и условиях изготовления.

В связи с вышесказанным данная работа направлена на получение более однородного по свойствам гранулята и изделий с заданным комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств.

Гранулят из отходов – это сырье, которое позволяет существенно снизить себестоимость товаров без ущерба их качеству. Эксплуатационные свойства этого сырья не отличаются от характеристик первичного пластика, поэтому его можно считать универсальным. Использование такого материала позволяет не только удешевить затраты на изготовление товаров, но и решить вопрос по утилизации полимерной продукции, способной навредить экологии. Одним из вариантов для получения гранулята могут быть отходы пенополиуретанов (ППУ).

В Республике Беларусь на сегодняшний день отсутствуют нормативные документы (ГОСТы), регламентирующие свойства вторичного полимерного сырья. До 1990 г. существовал отраслевой стандарт «Сырье вторичное, полимерное», сейчас существуют различные Технические условия на вторичные гранулы из полимеров как общие – сырье полимерное вторичное или отходы полимерные, так и специализированные [5, 6]. Однако полиуретан как вторичное сырье не выделяется, это связано с тем, что данный полимер не имеет однозначного класса опасности и является токсичным полимером.

В данной работе основным компонентом является вторичное полимерное сырьё в виде отходов производства обувных предприятий г. Витебска – литники, облой, бракованные подошвы и прочее.

В настоящее время известны несколько способов производства гранулята из полиуретана – способ, предусматривающий дробление уретанового эластомера ножами, способ экструзии расплава эластомера и непрерывной резки в воде с последующим разделением гранул и воды и способ изготовления гранул из полиуретана путем совмещения реакционной композиции с инертной по отношению к композиции жидкостью. Остальные способы касаются производства гранулята из термопластичного полиуретана путем экструдирования расплава полиуретана. Основываясь на операциях способов производства гранулята из полиуретана и термопластичного полиуретана, была разработана принципиальная технологическая схема получения гранулята, которая включает

нижеследующие стадии: измельчение отходов пенополиуретанов (ППУ), сушку, гранулирование, контроль качества и упаковку [7]. Первые 3 стадии относят к основным операциям технологического процесса, их основные аспекты отражены на рисунке 1.

С целью повышения технологичности переработки материала применяли технический вазелин, благодаря которому обеспечивается функция пластификации полимерной матрицы с целью регулирования течения расплава, а также смазывание компонентов композита с целью облегчения их взаимного агломерирования.



Рис. 1. Технологическая схема основных операций получения гранулята

По представленной технологии на рисунке 1 получали гранулят из отходов обувного ППУ. Далее из гранулята изготавливали пробные отливки образцов материалов (при температурах 160–190 °C) с целью подтверждения возможности изготовления из него материалов для подошв обуви. Исследование физико-механических характеристик при растяжении литых образцов на основе полученного гранулята проводили по ГОСТ 11262-80 [8]. Средние значения свойств образцов из гранулята составляют: ϵ – 260 %, σ – 8 МПа, E – 20 МПа.

На основе имеющихся способов переработки отходов обувных полимерных материалов и применяемого для этого оборудования была разработана технологическая схема получения подошв обуви из гранулята отходов ППУ, которая представлена на рисунке 2 и включает в себя следующие этапы: подготовку ингредиентов, смешивание, гранулирование и литье.

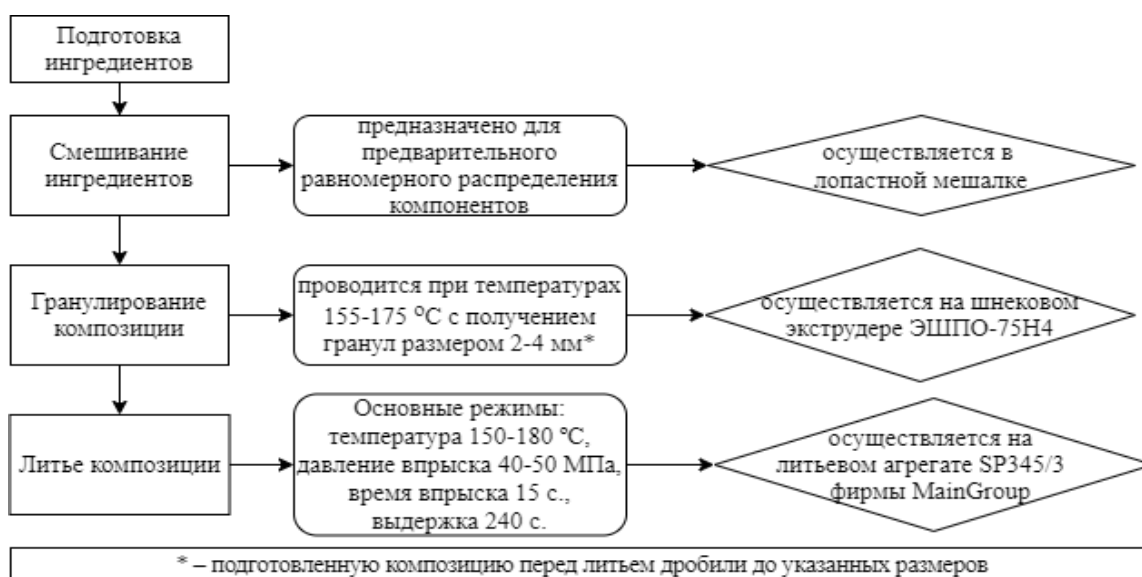


Рис. 2. Технологическая схема получения подошв обуви из гранулята отходов ППУ

Подготовка ингредиентов включает в себя подготовку гранулята (перед использованием подвергают сушке), пластификатора и стабилизатора, а также взвешивание ингредиентов согласно рецептурному составу.

Далее измельченные отходы смешивают в лопастной мешалке с другими ингредиентами. Рецептурный состав композиции включал несколько вариантов:

- гранулят на основе отходов ППУ (100 мас.ч.) + масло индустриальное (пластификатор композиции) 1 мас.ч. + стеарат кальция (стабилизатор композиции) 1 мас.ч.;
- гранулят на основе отходов ППУ (50 мас.ч.) + первичный ППУ (50 мас.ч.) + масло индустриальное (пластификатор композиции) 1 мас.ч. + стеарат кальция (стабилизатор композиции) 1 мас.ч.

Гранулированию подвергали высушенный дробленый материал с размером частиц менее 15 мм в любом направлении, при отсутствии видимых следов загрязнений, без инородных включений. Переработку полимерного термопластичного материала осуществляли с помощью шнекового экструдера ЭШПО-75Н4 с 4 зонами терморегуляции, механическим приводом с мощностью 5,0 кВт. Гранулирование по данной технологии для получения подошв осуществляется при температурах от 155°C до 175°C.

Непосредственно перед литьем полуфабрикат дробили до размеров гранул 2-4 мм. Высушенные гранулы упаковали в герметичную приемную тару.

Заключительным этапом технологического процесса использования отходов является переработка гранулята в изделия. Для литья изделий использовали трехпозиционный статический литьевой агрегат SP 345-3 фирмы Main Group, подошвы получали при следующих режимах: температура 150-180 °С, давление впрыска 40-50 МПа; время впрыска 15 с.; выдержка 240 с.

В результате проведенной апробации были получены образцы подошв и проведены испытания по определению их физико-механических и эксплуатационных свойств. Для этого были определены твердость (ГОСТ 263-75 «Резина. Метод определения твердости по Шору А»), плотность (ГОСТ 267-73 «Резина. Методы определения плотности»), условная прочность и удлинение (ГОСТ 270-75 «Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении»), сопротивление истиранию (ГОСТ 426-77 «Резина. Метод определения сопротивления истиранию при скольжении»), сопротивление многократному изгибу (ГОСТ ISO 17707-2015 «Обувь. Методы испытаний подошв. Сопротивление многократному изгибу»). Объем выборки составлял не менее 5 образцов.

Таблица 1

Физико-механические и эксплуатационные свойства подошв обуви

Показатель	Подошва			Полиуретановые подошвы из первичного сырья	Монолитные резины
	Гранулят на основе отходов ППУ	Гранулят на основе отходов ППУ + первичный ППУ			
ρ , г/см ³	≈1,10	≈1,05		0,8–1,0	не >1,3
H, усл. ед.	45–50	55–60		40–60	75,0–85,0
f_p , МПа	3,7–4,5	4,1–5,0		>3,0	не <2,5
ϵ_p , %	160–200	180–220		>200	не <160
Θ , %	9	12		не >15	не >20
β , Дж/мм ³	3,0–3,6	4,0–4,8		не <3,0	не <2,5
N, тыс. циклов	>30	>30		>30	не <30

ρ – плотность, H – твердость, f_p – условная прочность при разрыве, ϵ_p – относительное удлинение при разрыве, Θ – остаточное удлинение после разрыва, β – сопротивление истиранию, N – сопротивление многократному изгибу

Из данных таблицы 1 видно, что физико-механические и эксплуатационные свойства подошв с использованием отходов ППУ имеют достаточно близкие значения к материалам, применяемым в обувном производстве, а именно к монолитной резине и первичному полиуретану. Поэтому полученные материалы могут быть использованы для изготовления материалов и деталей для низа обуви, а именно для производства подошв, каблуков и набоек для мужской и женской повседневной обуви весенне-осеннего периода носки.

Научная значимость работы заключается в разработке новых материалов и деталей для низа обуви с использованием отходов производства, а также в возможности прогнозирования их физико-механических и эксплуатационных свойств.

Практическая значимость исследования заключается в:

- получении стабильного по свойствам гранулята и изделий с заданным комплексом свойств;
- снижении себестоимости обуви (социальный эффект);
- снижении количества ввозимого из-за рубежа полиуретана (импортозамещение);
- частичной утилизации отходов полиуретанов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пшебельская, Л. Ю. Инновационный потенциал производства изделий из полимерных материалов / Л. Ю. Пшебельская // Управление в социальных и экономических системах : материалы XXI международной научно-практической конференции, г. Минск, 15 мая 2012 г. / Минский ин-т управления ; редкол.: Н.В. Суша [и др.]. – Минск, 2012. [Электрон. ресурс] – Режим доступа: <http://elibrary.miu.by/conferences/item.uses/issue.xxi/article.21.html>. – Дата доступа: 02.02.2020.
2. Обувные материалы из отходов пенополиуретанов / А. Н. Буркин [и др.]; – Витебск: УО "ВГТУ", 2001. – 173 с.
3. Национальная стратегия по обращению с твердыми коммунальными отходами и вторичными материальными ресурсами в Республике Беларусь на период до 2035 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.government.by/upload/docs/filea1a9a20a06fc7fe5.PDF>. – Дата доступа: 20.02.2020.
4. Концерн «Беллепром» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bellegprom.by/>. – Дата доступа: 21.10.2017.
5. Перечень нормативно-технических документов на отходы [электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=329> – дата доступа 20.02.2020.
6. Нормативные документы [электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://vtoroperator.by/content/normativnye-dokumenty> – дата доступа 20.02.2020.
7. Радюк А.Н. Получение гранулята из отходов пенополиуретанов / А.Н. Радюк, М.А. Козлова, А.Н. Буркин // Якість та товарознавча характеристика товарів різного функціонального призначення»: матеріали Всеукр. наук.-практ. Інтернетконф. студентів і молодих учених, 26-27 травня 2020 р., м. Херсон / Під ред. Л.А. Чурсіної. – Херсон: Видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2020. – С. 49–52.
8. ГОСТ 11262-80 Пластмассы. Метод испытания на растяжение. – Введ. 01.12.1980. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 16 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН ПРЕДСТАВИТЕЛЬСКОГО ОБЪЕМА В СТРУКТУРЕ СТРОЕНИЯ 3D-ТКАНОГО ИЗДЕЛИЯ А.Б. Балашов, М.В. Киселев, П.А. Хилов	5
2.	ЛУБЯНЫЕ ВОЛОКНА (НА ПРИМЕРЕ КОНОПЛИ) В МИРЕ И РОССИИ: ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ Т.В. Смирнова, И.С. Барабанщикова	10
3.	АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНЫХ СВОЙСТВ МНОГОСЛОЙНЫХ ТРИКОТАЖНЫХ СТРУКТУР А.П. Башков, Е.А. Шайхутдинова, Г.В. Башкова	15
4.	ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ МАРКИРОВКА ТОВАРОВ – ТЯЖЁЛАЯ НОША ДЛЯ ЛЁГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И.Ю Белова, Ю.А. Шаммут	20
5.	ОСОБЕННОСТИ ФОРМЫ БАЛЛОНА НИТИ НАТУРАЛЬНОГО ШЁЛКА ПРИ СМАТЫВАНИИ С НЕПОДВИЖНОЙ ПАКОВКИ Г.Н. Валиев, В.О. Хомидов, М. Турдиев	24
6.	ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СПОСОБОВ ПЕЧАТИ ПО ТКАНЯМ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ Т.А. Федорова, Р.А. Газизов	30
7.	ЭКСПРЕСС-МЕТОД АНАЛИЗА ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ПОЛИМЕРНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ С УЧЁТОМ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В.А. Годлевский, В.Б. Кузнецов, О.В. Блинов, Е.Н. Калинин	35
8.	ЦИФРОВИЗАЦИЯ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ В 3D ПРОЕКТИРОВАНИИ ОДЕЖДЫ В.С. Белгородский, М.А. Гусева, Е.Г. Андреева, Н.А. Смирнова	41
9.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ РАЗНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО НАПОЛНЕНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ДВОЙНИКОВ ФИГУР: НОВЫЙ ТРЕНД ПОСЛЕ FNUB IVANOVO I И.В. Жукова, В.Е. Кузьмичев	46
10.	СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ОТХОДОВ ШЕЛКОМОТАНИЯ А.А. Ишматов, А.Ф. Плеханов, А.Б. Ишматов.	50
11.	О ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С БИОАКТИВНЫМИ СВОЙСТВАМИ Д.Ю. Кабанцев, А.Ю. Матрохин, Н.Э. Чистякова, В.Н. Коротких	53
12.	ЦИФРОВОЕ ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ВИРТУАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОСЛЕ FNUB CONGRESS IVANOVO I В.Е. Кузьмичев, Янь Цзяци, Ся Пэн, Ван Сида	56

13.	ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ ПРЯЖИ НА ВАЛУ В ПАРТИОННОМ СНОВАНИИ Н.А. Кулида, Е.С. Волков, Е.А. Бебин	64
14.	ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ ВОЛОКНИСТО-ПОРИСТОГО МАТЕРИАЛА В СРАВНЕНИИ С НЕТКАНЫМИ ФИЛЬТРОЭЛЕМЕНТАМИ В.В. Куликовский, М.В. Киселев	67
15.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЛОКНИСТОЙ ТЕРМОГЕНЕРАЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ ИННОВАЦИОННЫХ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ Е.В. Мезенцева, В.Ю. Мишаков	73
16.	СТРУКТУРИЗАЦИЯ СЛОЕВ КЛЕЕВОГО ПЛЕНОЧНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЗАЩИТНЫХ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ Л.И. Бондаренко, О.В. Метелева	79
17.	ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ШЁЛКА–СЫРЦА МЕХАНИЧЕСКОГО И АВТОМАТИЧЕСКОГО КОКОНОМОТАНИЯ Ж.И. Орипов, Г.Н. Валиев	84
18.	ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОБАВКИ ГЛИЦЕРИНА В ПРЯДИЛЬНЫЙ РАСТВОР НА СТРУКТУРУ ЭЛЕКТРОФОРМОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ Д.Б. Рыклин, Н.Н. Ясинская, М.А. Демидова, В.М. Азарченко	88
19.	МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЦИФРОВИЗАЦИИ И ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ Н.А. Смирнова, В.В. Лапшин, В.В. Замышляева	94
20.	СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ М.А. Сташева, Б.Н. Гусев	100
21.	РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ТКАНЫХ СТРУКТУР В MATLAB И.А. Суворов, С.В. Ершов, В.Б. Кузнецов, Е.Н. Калинин	105
22.	ПРЕДПОСЫЛКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОДЕЖДЫ О.В. Сурикова	109
23.	ПОВЫШЕНИЕ АДАПТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БЫТОВОГО САМОСПАСАТЕЛЯ М.В. Сурикова, Г.С. Переславцева	112
24.	РАЗРАБОТКА ПЕРЕЧНЯ ЕДИНИЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА (ЕПК) ДЛЯ ТКАНОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СЕТКИ М.Е. Сучкова, А.А. Тувин	116
25.	РАЗРАБОТКА ОЧИСТИТЕЛЬНОЙ КОЛОСНИКОВОЙ РЕШЕТКИ ИЗ МНОГОГРАННЫХ КОЛОСНИКОВ ДЛЯ АГРЕГАТА УХК ПО ОЧИСТКЕ ХЛОПКА-СЫРЦА ОТ КРУПНОГО СОРА Д.С. Ташпулатов, А.Ф. Плеханов, И.Д. Мадумаров	120

26.	ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МНОГОСЛОЙНЫХ КОМПОЗИТОВ Ю.М. Трещалин	124
27.	АДГЕЗИОННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И СВЯЗУЮЩЕГО В ПРОЦЕССЕ ЕГО ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КОМПОЗИТОВ Ю.М. Трещалин, М.Ю. Трещалин	132
28.	ВЛИЯНИЕ ВИДА ПРЯЖИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЖИНСОВЫХ ТКАНЕЙ А.В. Умарова, А.А. Ишматов, А.Б. Ишматов	139
29.	РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ШУМОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ А.Г. Хосровян, Г.А. Хосровян	142
30.	НОВЫЙ ВЕКТОР В ДИЗАЙНЕ КОЛЛЕКЦИЙ МОДЕЛЕЙ ОДЕЖДЫ: ТРЕНДЫ FASHION HUB RUSSIA А.Н. Малинская	145
31.	ТЕХНОЛОГИЯ ЛОКАЛЬНОЙ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ШВОВ НА ИЗДЕЛИИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ИЗ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА Э.А. Хамматова	149
32.	ТЕХНОЛОГИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЯ ПОЛУЛЬНЯНОЙ ПАРУСИНЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ СПЕЦОДЕЖДЫ В.В. Хамматова, Р.Ф.Гайнутдинов	153
33.	МОДИФИКАЦИЯ ВОЛОКНИСТЫХ ХИРУРГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В.А. Жуковский, Т.Ю. Анущенко, Т.С. Филипенко, А.В. Гриднева	159
34.	ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НАТУРАЛЬНОГО ШЕЛКА АППРЕТИРОВАННОГО ГИДРОЛИЗОВАННЫМ ПРОДУКТОМ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛА М.Ш. Ахмедова, Д.Б. Худайбердиева, Г.К.Содикова	165
35.	ЛЁД – ПЛАНЕТАРНОЕ И ЧЕЛОВЕЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ В.М. Бузник, Н.П. Пророкова	171
36.	ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ЛИГНО-ЦЕЛЛЮЛОЗНОЙ МАССЫ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО А.Г. Захаров, М.И. Воронова, О.В. Суров, Н.В. Рублева, Е.О. Лебедева	177
37.	К ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОЙ СРЕДЫ В АППАРАТЕ С МЕШАЛКОЙ С.О. Кожевников, В.Б. Кузнецов, Л.В. Кожевникова	182
38.	РАЗРАБОТКА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПИГМЕНТНОЙ ПЕЧАТИ ПО ТЕКСТИЛЮ О.В. Козлова, А.Р. Зимнуров, Ю.Е. Карцева	188

39. ГИДРОФОБИЗАЦИЯ ПОЛИЭФИРНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ФТОРСОДЕРЖАЩИМИ ПОЛИМЕРАМИ И ОЛИГОМЕРАМИ М.В. Комаров, Н.О. Потемин, Т.Ю. Кумеева, Н.П. Пророкова	192
40. К ВОПРОСУ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВ ФТОРПОЛИМЕРОВ В ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЯХ В.Е. Румянцева, И.Н. Гоглев, С.А. Логинова	198
41. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ С.Н. Малахов, С.Н. Чвалун	204
42. НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ПОЛУЧЕНИИ АНТИМИКРОБНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ А.П. Морыганов, Н.С. Дымникова, Е.В. Ерохина	209
43. НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ ПРОИЗВОДСТВА И МОДИФИЦИРОВАНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН И НИТЕЙ В РОССИИ Н.П. Пророкова	211
44. ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА РАСТВОРА КОЛЛАГЕНА А.Ф. Рейимов, А.С. Рафиков, Д.О. Абдусаматова	217
45. ПОЛУЧЕНИЕ И МИКРОСТРУКТУРА КОМПЛЕКСА КОЛЛАГЕНА С $CrCl_3$ Д.Б. Садикова, А.С. Рафиков, С.Х. Каримов	222
46. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИМЕРБЕТОНА А.М. Шаравара, И.А. Христофорова	228
47. ПОЛИАМИДНОЕ ВОЛОКНО КАК АРМИРУЮЩИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ Ю.А. Щепочкина	231
48. ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РАСТВОРИТЕЛЯ В ВОЛОКНЕ АРСЕЛОН НА ЕГО ПРОЧНОСТЬ ПРИ ТЕРМООБРАБОТКЕ Б.П. Макаров	235
49. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ SMM ДЛЯ ПРОДВИЖЕНИЯ АВТОРСКОГО БРЕНДА В FASHION ИНДУСТРИИ ПО ИТОГАМ ПЕРВОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОНГРЕССА FNHUB CONGRESS IVANOVO С.О. Абилова, Н.А. Сахарова	237
50. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЕРХНИХ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ С.Е. Аладьина, Е.С. Куклина, Е.Н. Власова	240
51. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОДОШВЫ УТЕПЛЕННОЙ СПЕЦОБУВИ Х.Р. Амалыев Р.Р. Фаткуллина, Р.Ш. Хусаинов	245
52. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА ВЫРАБОТАННОГО ИЗ КОМПЛЕКСНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НИТЕЙ Е.С. Бабкова	248

53. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НИТЕЙ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ НА ВЯЗАЛЬНОМ ОБОРУДОВАНИИ Е.С. Бабкова	252
54. ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА В ЭЛАСТИЧНОМ ЗАЖИМЕ ВЫТЯЖНОГО ПРИБОРА ЛЕНТОЧНОЙ ДВУХПОЛЬНОЙ МАШИНЫ Е.Ю. Башта, Ю.Е. Копытова, Н.Е. Федорова	255
55. ОТДЕЛКА ШЕРСТЯНОГО ВОЛОКНА МОДИФИЦИРОВАННЫМИ АЛЮМОСИЛИКАТАМИ Ф.А. Быков, Е.Л. Владимирцева, Н.Л. Овчинников	259
56. МОДИФИКАЦИЯ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ П.Г. Быстрова, М.С. Лисаневич	262
57. ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗЪЕМНЫЕ КАРКАСНЫЕ СИСТЕМЫ В РЕАБИЛИТАЦИОННЫЕ ШВЕЙНЫЕ ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ НОГ И.Д. Гусев, И.Б. Разин	264
58. ОГНЕЗАЩИТНАЯ ОТДЕЛКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ Р.Н. Демидов, А.С. Федоринов, Е.П. Сидоренкова, Е.Л. Владимирцева	268
59. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕЛОМЕРОВ ТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА ДЛЯ ПРИДАНИЯ ПОВЫШЕННОЙ ГИДРОФОБНОСТИ ВОЛОКНИСТЫМ МАТЕРИАЛАМ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА К.А. Ерзунов, О.И. Одинцова, Н.П. Пророкова	272
60. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТЖИМА ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ В ВАЛКОВОЙ ПАРЕ С ДИНАМИЧЕСКИМ РЕЖИМОМ НАГРУЖЕНИЯ С.В. Ершов, Е.Н. Калинин	277
61. РАСШИРЕНИЕ АССОРТИМЕНТА ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИОННОГО ПОЛИМЕРНОГО EVA МАТЕРИАЛА А.Д. Зотова, Л.Г. Хисамиева	282
62. ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ В КАЧЕСТВЕ СВЯЗУЮЩЕГО ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТАФТИНГОВЫХ КОВРОВ Т.О. Имбировский	285
63. ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПИГМЕНТНОЙ ПЕЧАТИ Ю.Е. Карцева, А.Р. Зимнуров, О.В. Козлова	291
64. МОЛОДЫЕ FASHION БРЕНДЫ: ОБЗОР ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО ОПЫТА ПО ИТОГАМ FNHUB CONGRESS IVANOVO I А.С. Китаева	294
65. К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ МАТЛАВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ К.С. Клетиков, Т.Ю. Карева, Е.А. Варганова	299

66. ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ ТЕКСТИЛЬНОГО РИСУНКА ПОСТЕЛЬНОЙ ГРУППЫ	303
Е.В. Ковалевич, А.К. Арапова, Е.К. Торопова	
67. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ВЫПУСКЕ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ	307
В.Н. Коротких, Б.Н. Гусев	
68. ПРОБЛЕМА ПЕРЕРАБОТКИ ОДНОРАЗОВЫХ МЕДИЦИНСКИХ МАСОК ИЗ НЕТКАНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ – ОДИН ИЗ ВЫЗОВОВ ПАНДЕМИИ COVID-19 СОВРЕМЕННОМУ ОБЩЕСТВУ	312
Д.М. Кузнецова, О.Н. Сони́на, А.М. Котова, А.Д. Титова	
69. ОТРАЖЕНИЕ ТРАДИЦИЙ ИВАНОВСКОГО КРАЯ В СОВРЕМЕННЫХ МОДЕЛЯХ ОДЕЖДЫ	317
А.Г. Левченко, Д.Г. Левченко, О.В. Сурикова, К.М. Демьяненко	
70. ДИЗАЙН ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ В СТИЛЕ ОП-АРТ	321
Д.Г. Левченко, А.Г. Левченко	
71. ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ УМЯГЧЕНИЯ ЛЬНЯНЫХ МАТЕРИАЛОВ	324
К.А. Ленъко, Н.Н. Ясинская, Н.В. Скобова	
72. ВЫБОР СПОСОБА ПОДГОТОВКИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ТКАНИ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ РУЧНОЙ РОСПИСИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ОДЕЖДЫ	329
К.Г. Лысова, Е.А. Павлычева, О.Н. Сони́на	
73. ФОРМИРОВАНИЕ ЗАДАННЫХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ	333
Г.Л. Машина, О.В. Метелева, Л.И. Бондаренко	
74. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОДВИЖЕНИЯ В ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВЫПУСКАЕМЫХ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ: НОВЫЙ ТРЕНД ПОСЛЕ FNHUB IVANOVO I	337
А.Х. Маянцева, И.В. Жукова	
75. ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА КРАШЕНИЯ ЧУЛОЧНО-НОСОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИАМИДА	340
А.А. Миронова, З.А. Асхабова, А.Э. Джумаева, С.В. Смирнова, Е.Л. Владимирцева	
76. ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ОБРАЗЦОВ ТКАНЕЙ XIX-XX ВВ.	344
Д.А. Мирошниченко, И.С. Барабанщикова	
77. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УЗ СВАРКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КУПОЛА ПАРАШЮТА	348
Р.А. Нуртдинова, А.А. Азанова, В.П. Бабушкин	
78. ПОЛИЭФИРНАЯ ТКАНЬ С ПОКРЫТИЕМ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ТИТАНА, СФОРМИРОВАННОГО МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО НАПЫЛЕНИЯ	352
И.С. Оборотистов, Б.Л. Горберг, Т.Ю. Кумеева, Н.П. Пророкова	

79.	ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ ИЗДЕЛИЙ ПЛАТЬЕВО-БЛУЗОЧНОГО АССОРТИМЕНТА П.А. Овсянникова О.В. Радченко, Ю.А. Шаммут, Е.А. Шолохова	355
80.	ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВОЙСТВ ТКАНЕЙ НА КАЧЕСТВО КОМПЛЕКТОВ ПОСТЕЛЬНОГО БЕЛЬЯ М.С. Овчинникова Е.Н. Власова, Н.В. Казимирская	361
81.	РОСПИСЬ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТЕХНИКЕ ХОЛОДНЫЙ БАТИК А.Е. Отменина, Н.В. Шитова, Ю.А. Новичкова	366
82.	АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОДЕЖДЫ ПУТЕМ ЦИФРОВИЗАЦИИ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДЕФЕКТОВ Ю.В. Рогожина, М.А. Гусева, В.С. Белгородский, Е.Г. Андреева	373
83.	РАЗРАБОТКА СПЕЦОДЕЖДЫ СО ВСТРОЕННЫМИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ ЭЛЕКТРОННЫМИ СИСТЕМАМИ Т.С. Руппель, И.С. Руппель, И.А. Петросова	378
84.	ПОЛУЧЕНИЕ ДУБЛИРОВАННЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ С МЕМБРАННЫМИ СВОЙСТВАМИ А.Н. Русакова, Е.Г. Полушин, О.В. Козлова	381
85.	ИССЛЕДОВАНИЕ НАТУРАЛЬНОЙ ОКРАСКИ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ А.В. Склейнова, В.В. Гетманцева, Е.Г. Андреева	385
86.	ТЕХНОЛОГИЯ БАВ-ОТДЕЛКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ А.С. Смирнова, А.А. Шибаева, А.А. Липина, О.И. Одинцова	389
87.	ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН ИЗ ПОЛИЭФИРНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НИТЕЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЕРХА СПОРТИВНОЙ ОБУВИ Т.С. Столярова, Н.Н. Ясинская	394
88.	ОЦЕНКА АДЕКВАТНОСТИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ИСТОРИЧЕСКОГО КОСТЮМНОГО КОМПЛЕКСА КОНЦА XIX ВЕКА ИЗ ГАВРИЛОВО-ПОСАДСКОГО КРАЕВЕДЧЕСКОГО МУЗЕЯ М.А. Суровова, В.Е. Кузьмичев	400
89.	СОЗДАНИЕ КАТАЛОГА ОБРАЗЦОВ В РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНИКАХ РОСПИСИ С ЦЕЛЬЮ ОБЛАГОРАЖИВАНИЯ ТКАНЕЙ Е.Е. Сычева, А.С. Борискина, А.С. Баданова	406
90.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССАХ РУЧНОГО КОЛОРИРОВАНИЯ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЦЕЛЬЮ ИХ ОБЛАГОРАЖИВАНИЯ В.Р. Тесленко, Ю.А. Глотова, П.А. Пугачева, О.Н. Сони́на	409
91.	РАЗРАБОТКА МЕДИЦИНСКОГО ИЗДЕЛИЯ НА ТЕКСТИЛЬНОЙ ОСНОВЕ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ГНОЙНЫХ РАН Ю.С. Фидоровская, Е.О. Медушева, М.А. Щедрина	413

92. **СОЗДАНИЕ ЛЕЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРОТЕИНАЗ** 421
Ю.С. Фидоровская, Д.А. Швыдкова, Е.О. Медушева
93. **СВОЙСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ НИТИ С ПОКРЫТИЕМ НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА, ДОПИРОВАННЫМ МАГНЕТИТОМ** 427
В.Р. Шишина, С.Ю. Вавилова, Н.П. Пророкова
94. **МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ НИЗА ОБУВИ НА ОСНОВЕ ГРАНУЛЯТА ВТОРИЧНОГО ПОЛИУРЕТАНА** 432
А.Н. Радюк, А.Н. Буркин

Научное издание

**ФИЗИКА ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ:
СТРУКТУРА, СВОЙСТВА, НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
И МАТЕРИАЛЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XXIII Международного научно-практического форума
«SMARTEX – 2020»**

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. 51,73. Уч. - изд. л. 40,0

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»
153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 21
Адрес в Интернете: www.ivgpu.com