

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
XXII Международного
научно-практического форума
«SMARTEX – 2019»

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

Часть 2

Доклады участников II Всероссийского конкурса
на лучшую научно-исследовательскую работу
среди молодых учёных и специалистов
«ЛЕГПРОМНАУКА»

25 – 27 сентября 2019 года

Иваново 2019

УДК 677.1/.5:5

Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы [Текст]: сб. материалов XXII Междунар. науч.-практ. форума «SMARTEX-2019», 25–27 сентября 2019 года. – Иваново: ИВГПУ, 2019.– 254 с.

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. А.П. Морыганов (Институт химии растворов имени Г.А. Крестова РАН), д-р техн. наук, гл. науч. сотр. Н.П. Пророкова (Институт химии растворов имени Г.А. Крестова РАН), д-р техн. наук, вед. науч. сотр. С.В. Алеева (Институт химии растворов имени Г.А. Крестова РАН), д-р техн. наук, проф. Н.А. Кулида (Ивановский государственный политехнический университет), д-р техн. наук, проф. А.Ю. Матрохин (Ивановский государственный политехнический университет), д-р тех. наук, проф. А.М. Киселёв (Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна)

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 Российской академии наук (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, проректор по научной работе Российского государственного университета имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) (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 Российской академии наук (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)
- Богаделина А.В. ген. директор ОАО ХБК «Шуйские ситцы» (г. Шуя, Ивановская область)
- Бузник В.М. акад. РАН, д-р хим. наук, профессор, начальник лаборатории Всероссийского научно-исследовательского института авиационных материалов (Москва)
- 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 Российской академии наук (г. Иваново)
- Корнилова Н.Л. д-р техн. наук, профессор, начальник Инжинирингового центра 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 имени 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 Российской академии наук (г. Иваново)
Алеева С.В.	д-р хим. наук, директор Института химии растворов имени Г.А. Крестова Российской академии наук (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 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
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 (Москва)



15 лет на рынке

**Российский лидер
по производству
нетканых материалов**

ХОЛЛОФАЙБЕР®

**Участникам II Всероссийского конкурса ЛЕГПРОМНАУКА
и Школы молодых ученых**



Сердечно приветствую участников Международного научно-практического форума «SMARTEX» - представителей молодого поколения ведущих отечественных университетов и научных школ!

Сегодня вы - самая активная, яркая и энергичная аудитория Форума. От профессиональных знаний и активной жизненной позиции каждого из вас во многом зависит решение проблем российской экономики и текстильной промышленности, в частности.

Уверен, что участие в работе Форума и обсуждении широкого круга вопросов, касающихся развития отрасли, позволит вам проявить свою зрелость, ощутить сопричастность и новые мощные стимулы для раскрытия творческого, образовательного и социального потенциала в диалоге с представителями старшего поколения ученых, успешными предпринимателями и экспертами.

Именно так сохраняются и приумножаются традиции российской высшей школы, именно на таких дискуссионных площадках рождаются новые проекты и полезные инициативы. Желаю вам успешной работы, новых идей и конструктивных решений, интересных встреч и плодотворного общения.

**Заместитель генерального директора
ООО «Термопол»
В.В. Иванов**



МИРТекс

Текстильная компания ООО "МИРТекс" работает на российском рынке уже 14 лет. Производственная политика ООО "МИРТекс" отличается оптимальным сочетанием цены и качества, широким ассортиментом трикотажного полотна, постоянным обновлением дизайна.



TDL

TEXTILE



НАШИ ПАРТНЕРЫ

ЗАВОД НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ «ТЕРМОПОЛ» (г. Москва) – крупнейшее в России предприятие по выпуску высококачественных нетканых материалов под общеизвестным товарным знаком «Холлофайбер».

Лидирующие в инновационных технологиях и по технической оснащенности предприятие не имеет аналогов не только в России, но и в Западной Европе, а его производственные возможности позволяют выпускать широчайший спектр продукции. Сегодня это более 1000 артикулов нетканых полотен, пластов (матов), волоконных «шариков», дублированных материалов, уникальные свойства и высокие эксплуатационные показатели которых позволяют применять их, практически, во всех отраслях промышленности.

КОМПАНИЯ «ТДЛ ТЕКСТИЛЬ» - ведущий российский производитель натуральных хлопчатобумажных тканей, домашнего текстиля, швейных и медицинских изделий. Сегодня это:

- 5500 сотрудников в Ивановской, Костромской и Московской областях;
- собственные производственные площадки - льняные комбинаты (Кострома, Приволжск), ткацкое производство (Наволоки), отделочное производство (Иваново), швейные фабрики (Пучеж, Савино).

КОМПАНИЯ «МИРТЕКС» (г. Фурманов Ивановской области) является одним из признанных лидеров по производству трикотажного полотна, которое особенно ценится на российском рынке. Предприятие имеет многолетний опыт работы и отличную репутацию. Оптимальное соотношение цены и качества, широкая ассортиментная линейка, постоянное обновление дизайна трикотажного полотна, позволило компании занять прочное место в списке ведущих производителей текстильной продукции.

Производственная политика компании МИРтекс направлена на то, чтобы максимально полно, качественно и в кратчайшие сроки удовлетворить потребности клиентов. Современное европейское оборудование и технологии, высококачественное сырье и новейшие красители, контроль качества на выходе и входе готовой продукции - руководители российских предприятий могут быть уверены, выпускаемая продукция полностью соответствует самым строгим стандартам.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3D МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТРИКОТАЖА С ЗАДАНЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

USING 3D MODELS FOR KNITWEAR WITH ASSIGNED FUNCTIONAL PROPERTIES DESIGN

Д.И. Быковский¹, А.А. Кузнецов¹, А.В. Чарковский¹, В.А. Гончаров², В.И. Береснев³
D.I. Bykouski¹, A.A. Kuznetsov¹, A.V. Charkovskij¹, V.A. Goncharov², V.I. Beresnev³

¹Витебский государственный технологический университет (Беларусь)

²ОАО «Алеся» (г. Минск, Беларусь)

³ОАО «Світанак» (г. Жодино, Беларусь)

¹Vitebsk state technological university (Republic of Belarus)

²OISC "Alessia" (Minsk, Republic of Belarus)

³OISC "Svitanak" (Zhodino, Republic of Belarus)

E-mail: johnycroden@gmail.com, rector@vstu.by, acharkovsky@mail.ru

Целью работы является проектирование структуры трикотажа с заданными функциональными свойствами, применяя 3D моделирование трикотажа. В качестве объекта исследования выбран трикотаж, предназначенный для изготовления термобелья. На примере двухслойного трикотажа описан процесс проектирования трикотажа с заданными функциональными свойствами. Созданы трехмерные модели структуры двухслойного трикотажа и их анимированные презентации.

Ключевые слова: термобельё, двухслойный трикотаж, мультифиламентные нити, 3D моделирование, структура трикотажа, графические записи кулирного трикотажа, свойства трикотажа.

The aim of the work is to design the structure of knitwear with given functional properties using 3D modeling of knitwear. The object of the research is the knitwear for the manufacture of thermal underwear. Using the example of double-layer knitwear, the process of designing a knitwear with specified functional properties is described. Created three-dimensional models of the structure of a two-layer knitwear and their animated presentation.

Keywords: thermal underwear, double-layer knitwear, multifilament yarns, 3D modeling, knitwear structure, graphic records of knitwear, knitwear properties.

Целью работы является использование 3D-моделирования для проектирования трикотажа с заданными функциональными свойствами.

Функциональность трикотажного термобелья состоит в способности его бороться с дискомфортом, вызываемым избыточным потовыделением. Способность белья эффективно отводить пот в основном обеспечивается строением трикотажа, из которого изготовлено бельё. Рассмотрим особенности проектирования структуры трикотажа для термобелья.

В свете современных воззрений на строение термобелья трикотаж должен иметь двухслойную структуру. Свойства двухслойного трикотажа определяются подбором переплетений для слоев элементов соединения, порядка их чередования, вида линейной плотности и цвета пряжи, нитей [1].

В нашем случае первый слой, влагоотводящий, должен обеспечивать отвод пота с поверхности кожи во второй слой, влагопринимаящий, с которого осуществляется испарение пота в окружающую среду.

На рис.1 представлена графическая запись кладки нитей по системам вязальной машины для получения двухслойного трикотажа прессового способа соединения слоев [2].

Петли одной из сторон трикотажа вяжутся на иглах только передней игольницы И1, из хлопчатобумажной пряжи (системы 1, 3). Петли другой стороны трикотажа образуются из полиэфирных текстурированных нитей на иглах только второй игольницы И2 (системы 2, 4). Соединение слоев осуществляется набросками (незамкнутыми петлями), образуемыми в шахматном порядке в системах 1, 3.

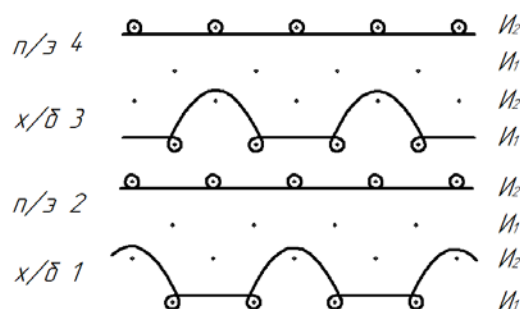


Рис.1 - Графическая запись на 4 системы

По графической записи (рис.1) составляем схему структуры трикотажа (геометрическую модель двухслойного переплетения). На рис.2 показана схема структуры двухслойного трикотажа прессового способа соединения.

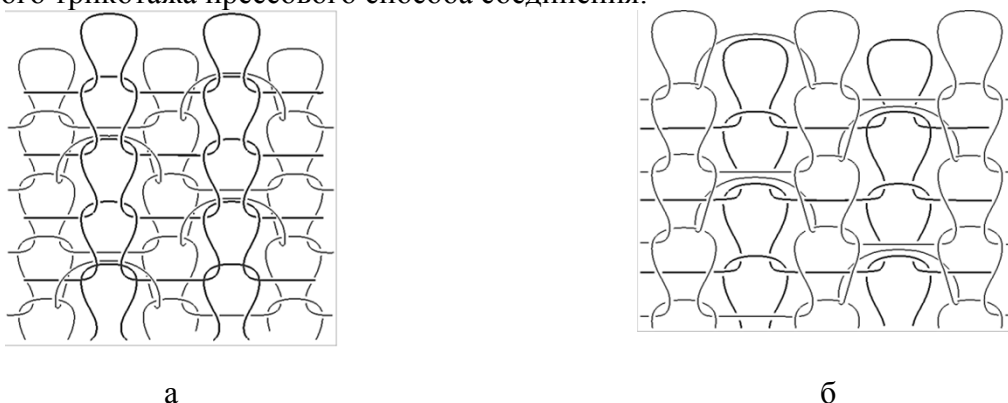


Рис.2 – Схема структуры двухслойного трикотажа:
а – прессовая сторона, б – непрессовая сторона

Все петли прессовой стороны (рис.2а) образованы из полиэфирных гидрофобных нитей. Эта сторона трикотажа является влагоотводящей так как влага (пот) не впитывается нитью, а концентрируется на поверхности филаментов нити и передается на другой, влагопринимающий слой. Петли непрессовой стороны (рис.2б) образованы из хлопчатобумажной пряжи и образуют влагопринимающий слой. С этого слоя влага испаряется в окружающее пространство.

Схема структуры трикотажа (рис.2) является исходной для построения 3D модели двухслойного трикотажа.

Для создания 3D модели применялась полнофункциональная профессиональная программная система для создания и редактирования трёхмерной графики и анимации - Autodesk 3ds Max [3, 4].

На рис.3 представлена полученная трехмерная модель структуры трикотажа. На рис.3а показана прессовая сторона, на рис.3б – непрессовая [5].



Рис.3 – 3D модель двухслойного трикотажа:
а – прессовая сторона; б – непрессовая сторона

Полученная 3D модель позволяет наглядно представить особенности строения функциональных слоев трикотажа и их взаимодействие. Влагодотводящий слой 1 (рис.4), опирающийся на кожу имеет гладкую равномерную поверхность. Влагодпринимающий слой 2, соединённый набросками 3 с влагодотводящим слоем 1, имеет неравномерную поверхность с углублениями. Углубления 4 (заштриховано) открывают отдельные петли 5 влагодотводящего слоя 1.

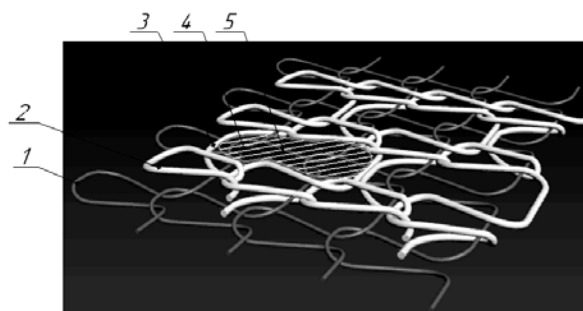
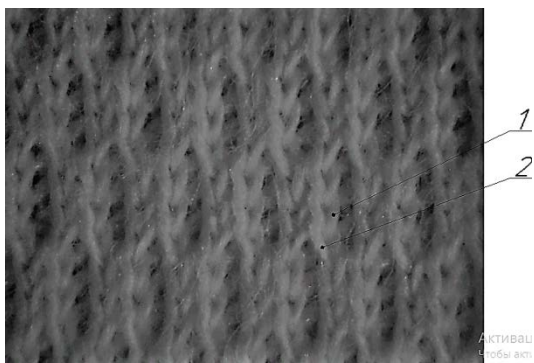


Рис.4 – 3D модель двухслойного трикотажа

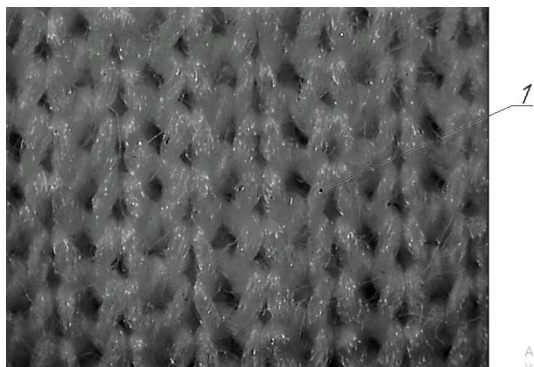
Изготовление экспериментального образца трикотажа осуществлялось на предприятии ОАО «Світанак». Перед вязанием графическую запись трансформировали с учетом имеющегося на предприятии оборудования.

На рис.5в изображена, скорректированная графическая запись кладки нитей по 12 системам для 60-системной вязальной машины. Петлеобразующие системы 1, 3, 5, 7, 9, 11 образуют петли влагодпринимающего слоя. Системы 2, 4, 6, 8, 10, 12 образуют петли влагодотводящего слоя.

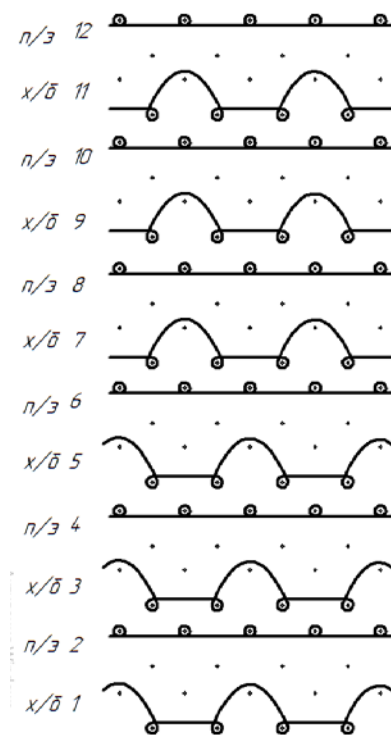
Изготовление экспериментального образца осуществлялось в соответствии с технологическими режимами предприятия ОАО «Світанак». С целью визуального анализа экспериментального образца получены увеличенные изображения поверхностей трикотажа (рис.5а, рис.5б).



а



б



в

Рис.5 – Двухслойный трикотаж:

а – изображение непрессовой (влагопринимающей) стороны; б – изображение прессовой (влагоотводящей) стороны; в – графическая запись для вязания на 60-системной вязальной машине

Как следует из полученных изображений поверхностей трикотажа (рис.5а, рис.5б), влагоотводящий слой (рис.5б) имеет гладкую поверхность с одинаковыми петлями 1. На влагопринимающей стороне (рис.5а) имеются прямые петли 1 и наклоненные петли 2, в совокупности образующие рельефный рисунок на поверхности трикотажа.

В соответствии с реальным расположением петель, вносим корректировки в ранее созданную 3D модель двухслойного трикотажа (рис.6). Наброски 1, 2 силу упругости нитей, из которых они образованы, распрямляясь, смещают игольные дуги петель: набросок 1 игольную дугу петли 3 – влево, а игольную дугу петли 4 – вправо. Из-за шахматного расположения набросков в трикотаже образуются несквозные отверстия (обозначены окружностью 5), расположенные также в шахматном порядке.

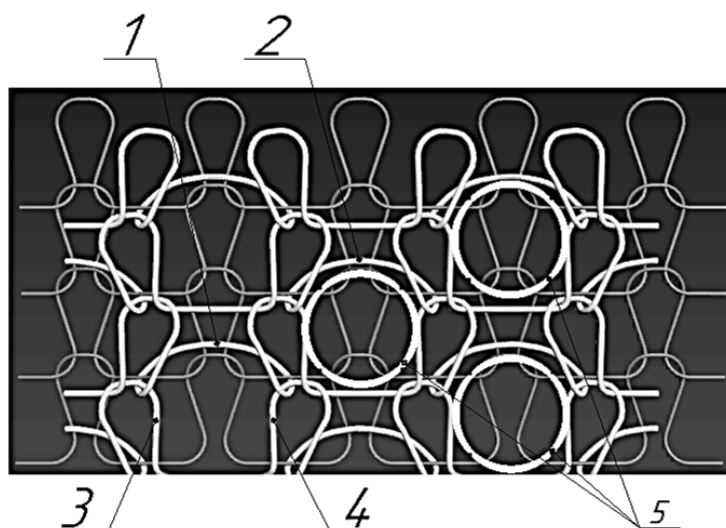
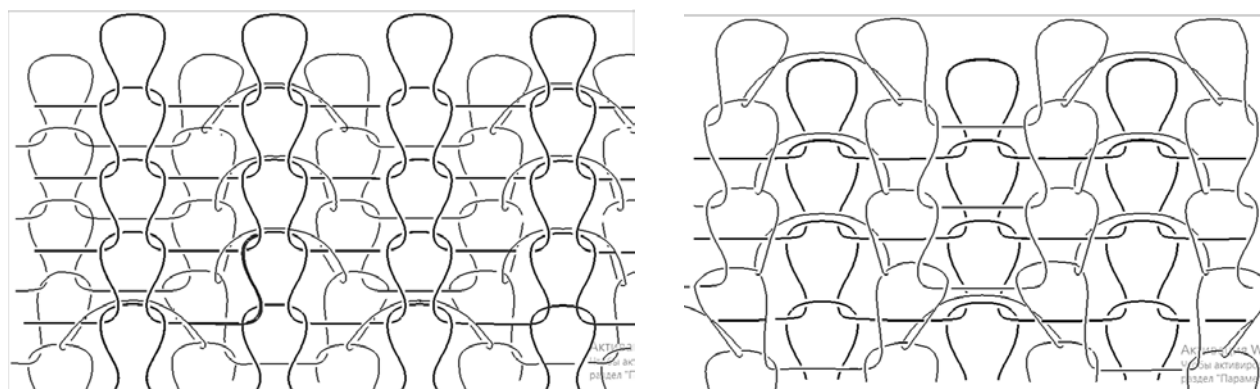


Рис.6 – 3D модель трикотажа с наклонными петлями

Используя графическую запись кладки нитей по системам (рис.5в) и визуальные изображения сторон (рис.5а, рис.5б) составляем схемы структуры экспериментального образца трикотажа (рис.7).

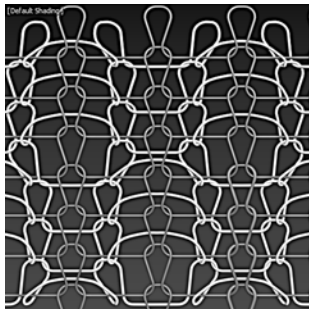


а

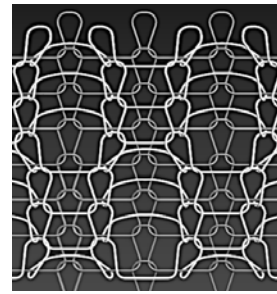
б

Рис.7 – Схема структуры экспериментального образца трикотажа:
а – прессовая сторона; б – непрессовая сторона

По полученным структурным схемам (рис.7) осуществляем создание трехмерной модели экспериментального образца трикотажа. Полученная 3D модель структуры экспериментального образца трикотажа представлена на рис.8.



а



б

Рис.8 – 3D модель экспериментального образца трикотажа:
а – прессовая сторона; б – непрессовая сторона

Анализ полученной 3D модели экспериментального образца двухслойного трикотажа показывает, что для наилучшего достижения поставленных функциональных свойств целесообразно:

1. Влагодотводящий слой вязать из полиэфирных мультифиламентных нитей, создающих наибольшую суммарную собирающую поверхность [6, 7]. На рис.9 можно наглядно увидеть разницу между обычной нитью и мультифиламентной: где 1 – увеличенная протяжка петли из мультифиламентной нити, 2 – протяжка (платинная дуга) петли из грунтовой обычной нити. Линейная плотность мультифиламентной нити в данном случае в два раза больше обычной филаментной нити, но при этом объемность протяжки 1 в несколько раз больше чем протяжки 2, из-за того, что количество филаментов мультифиламентной нити в 6 раз больше чем у обычной филаментной нити (протяжка 2).

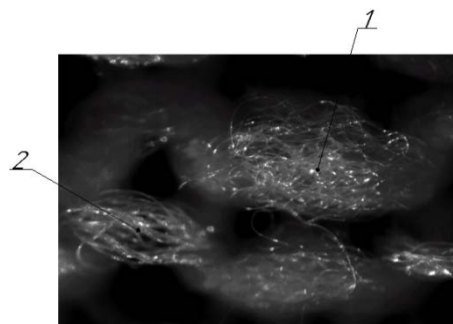


Рис.9 – Фрагмент структуры трикотажа из обычных и мультифиламентных полиэфирных нитей

2. Формировать неровную влагопринимающую (испаряющую) поверхность с целью увеличения суммарной площади испарения с единицы площади трикотажа.

Неровнота поверхности влагопринимающего слоя обусловлена наличием наклоненных петель в структуре трикотажа. Чередование наклоненных и прямых петель позволяет создавать на поверхности влагопринимающего слоя несквозные отверстия (углубления). На рис.10а изображен патрон рисунка влагопринимающего слоя экспериментального образца трикотажа. Несквозные отверстия (обозначены вертикальными линиями) расположены в шахматном порядке. Размер их в направлении петельных столбиков определяется количеством прямых петель в раппорте переплетения. Несквозные отверстия рис.10б (заштрихованы) открывают прямой выход к петлям влагодотводящего слоя и свободный отвод влаги (пота) в окружающую среду (показано стрелками).

ВЫВОДЫ

Предложено процесс проектирования трикотажа с заданными функциональными свойствами разделить на следующие этапы: изучение требований к разрабатываемому трикотажу

- построение графической записи кладки нитей по вязальным системам трикотажной машины
- составление схемы структуры трикотажа (геометрической модели)
- построение 3D модели структуры трикотажа по составленной схеме структуры трикотажа
 - изготовление экспериментального образца трикотажа
 - визуальный анализ экспериментального образца трикотажа
 - составление схемы структуры экспериментального образца трикотажа
 - построение 3D модели экспериментального образца трикотажа
 - анализ полученной 3D модели с точки зрения достижения поставленной цели.

Созданы трехмерные модели структуры двухслойного трикотажа и их анимационные презентации.

Анализ 3D модели спроектированного трикотажа показывает возможности и пути достижения поставленных, конкретных, функциональных свойств.

Результаты, полученные в данной работе использованы на предприятии ОАО «Світанак» для производства термобелья и могут быть рекомендованы для применения в процессе разработки трикотажа с другими заданными функциональными свойствами, а также при создании рекламных материалов.

Полученные 3D модели двухслойного трикотажа использованы в учебном процессе на кафедре ТТМ УО «ВГТУ».

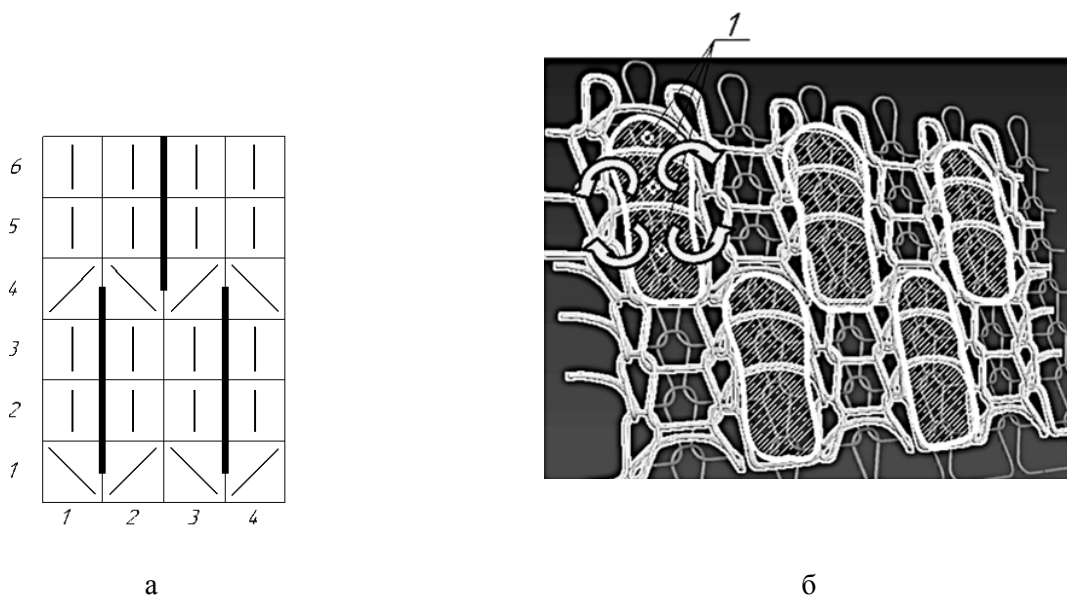


Рис.10 – Экспериментальный образец трикотажа:
а – патрон рисунка; б – непрессовая сторона 3D-модели экспериментального образца трикотажа

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Поспелов, Е.П. (1982), Двухслойный трикотаж, Москва, «Легкая и пищевая промышленность», 208с.
2. Чарковский, А.В. (2006), Строение и производство трикотажа рисунчатых и комбинированных переплетений: учебно-методический комплекс, Витебск, УО «ВГТУ», 416с.
3. Дизайн интерьера в 3d-max, 2009, [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://geum.ru/next/art-55553.php> - Дата доступа 01.07.2019
4. Чарковский, А.В., Алексеев, Д.А. (2018), Создание 3D – моделей базовых структур трикотажа, Вестник ВГТУ, №2 (35), 2018, С.62-73

5. Чарковский, А.В., Шелепова, В.П. (2017), Анализ кулирного трикотажа рисунчатых переплетений с использованием визуальных изображений структуры: учебно-методическое пособие, Витебск, УО «ВГТУ», 139с.
6. Чарковский, А.В., Гончаров, В.А. (2017), Использование мультифиламентных нитей в чулочно-носочном производстве, Вестник ВГТУ, №2 (33), 2017, С.78-85
7. Чарковский, А.В., Гончаров, В.А. (2018), Разработка высокообъемного трикотажа с использованием мультифиламентных нитей, Вестник ВГТУ, №1 (34), 2018, С.79-87

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОЛУЧЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНОГО ПАСПОРТА
ВЕЩЕСТВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ВОЛОКНИСТОЙ СИСТЕМЫ
ИННОВАЦИОННОГО СЫРЬЕВОГО СОСТАВА**

**THE DEVELOPMENT OF A METHOD FOR OBTAINING A MOLECULAR PASSPORT
OF A MATERIAL OF AN INTELLECTUAL FIBER SYSTEM OF INNOVATIVE RAW
MATERIAL COMPOSITION**

Е. В. Мезенцева
E.V. Mezentseva

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство), (Москва)
The Kosygin State University of Russia, (Moscow)
E-mail: yelena_ev@mail.ru

В исследовании предлагается методика, позволяющая провести достоверную оценку волокнистого состава саморегулируемых нетканых материалов. Представлены результаты, полученные в ходе исследования нетканых материалов методом инфракрасной спектроскопии и термоанализа. Получен молекулярный отпечаток вещества исследуемого объекта.

Ключевые слова: ТГ, ДТГ, ДСК, ИК-спектроскопия, термоанализ, молекулярный отпечаток, интеллектуальная волокнистая система, теплоизоляция, нетканые материалы, утеплитель, полиакрилатные волокна, термоскрепленные нетканые материалы.

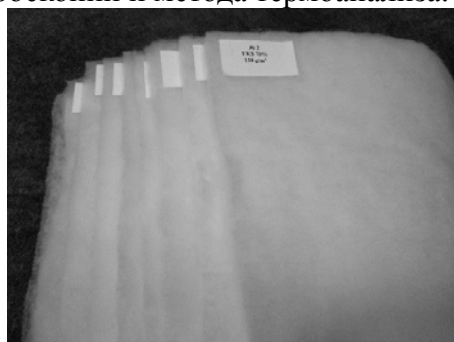
The study proposes a method that allows for a reliable assessment of the fibrous composition of self-regulating nonwoven materials. The results obtained during the study of nonwoven materials by the method of infrared spectroscopy and thermal analysis are presented. The obtained molecular imprint of the substance of the object under study.

Keywords: TG, DTG, DSC, IR-spectroscopy, thermal analysis, molecular imprint, intelligent fiber system, IFS, thermal insulation, nonwoven materials, polyacrylate fibers, thermally bonded nonwovens.

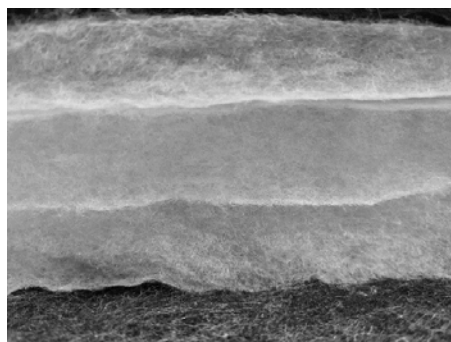
Целью настоящего исследования является поиск оптимального метода анализа волокнистого состава нетканых материалов Холлофайбер®, обладающих способностью к само- и терморегуляции, из инновационных видов сырья, произведенных на площадке индустриального партнера ООО «Термопол».

Объектом исследования являются нетканые теплоизоляционные материалы, содержащие смесь синтетических волокон, произведенные термоскрепленным методом аэродинамическим способом формирования холста (рис. 1).

Предметом исследования является использование сочетания методов инфракрасной спектроскопии и метода термоанализа.



а

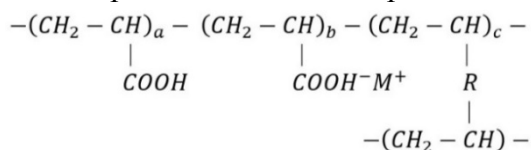


б

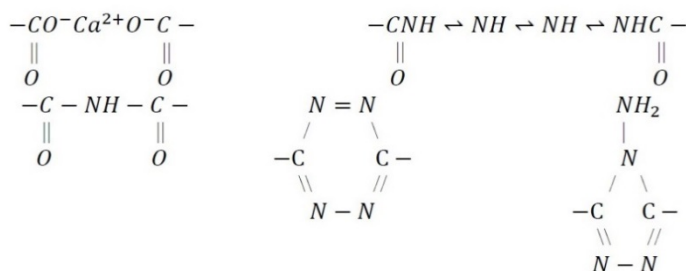
Рис. 1 – Нетканые термоскрепленные материалы

В современной нормативно-технической документации отсутствуют разделы, регламентирующие способ определения ряда инновационных волокон, в том числе полиакрилатных волокон, в составе многокомпонентной смеси [1].

Химическая формула полиакрилатных волокон представлена ниже:



M^+ - ионы металлов, таких как Na^+, Ca^+, K^+, Mg^+ и т.д.; «R» - группы, примеры которых, представлены ниже:



Высокая устойчивость к кислотам полиакрилатных волокон [2; 3, р. 64] делает невозможным применение методик ГОСТ [4] для достоверного определения волокнистого состава.

Для оценки волокнистого состава нетканых материалов, содержащих полиакрилатные волокна предлагается совместить методы термического анализа[5, 6] и инфракрасной (ИК) спектроскопии.

Термический анализ проводился на термоанализаторе Q 600 (рис.2) фирмы TAINstruments (США).



Рис. 2 – Общий вид термоанализатора «Q 600»: а – вид сбоку; б – вид сверху

Условия проведения испытаний:

- скорость нагревания – 20 °С/мин;
- атмосфера азот – воздух (800 °С).

На рис.3 представлены ТГ, ДТГ, ДСК кривые, полученные для нетканого термоскрепленного материала, содержащего смесь полиэфирных, полиакрилатных и легкоплавких волокон типа ядро-оболочка.

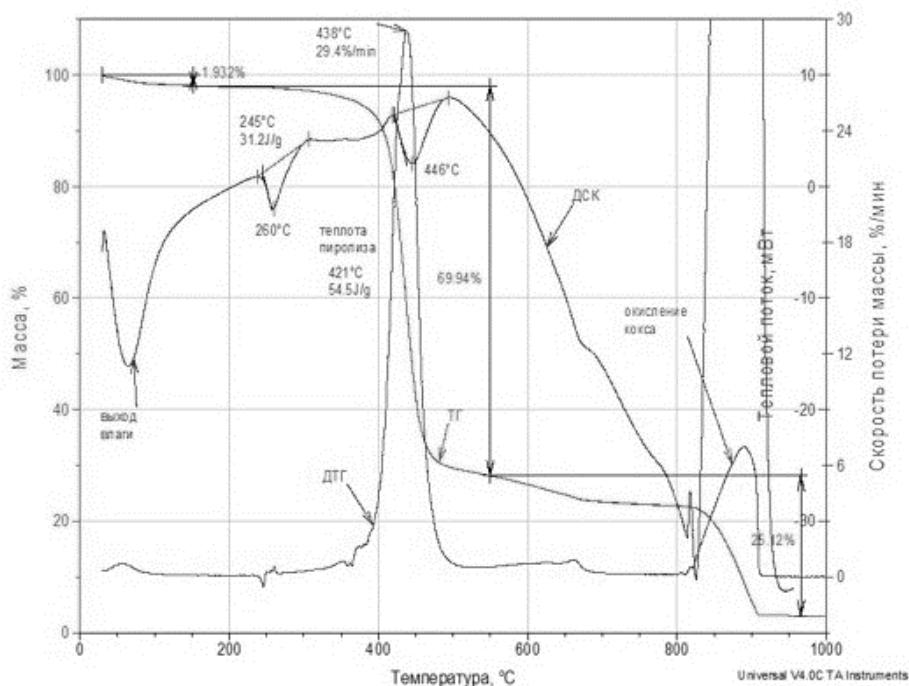


Рис. 3 – ТГ, ДТГ и ДСК кривые нетканого термоскрепленного материала, содержащего смесь полиэфирных, полиакрилатных и легкоплавких волокон типа ядро-оболочка

В ходе исследования был проведен термический анализ полиакрилатных волокон (рис.4).

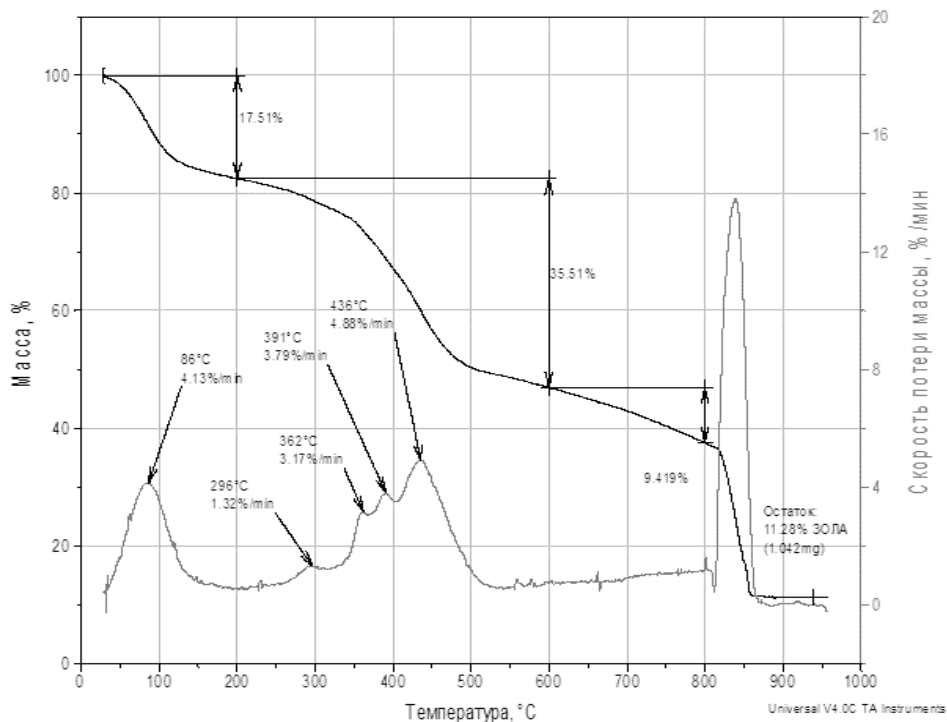


Рис. 4 – ТГ, ДТГ кривые полиакрилатных волокон

При сопоставлении кривых (рис.3, 4) отмечается, что присутствие в нетканом материале полиэфирных волокон положительно влияет на свойства.

Смесь полиэфирных и полиакрилатных волокон позволяет сместить начало деструкции (пироллиза) нетканого материала после 200 °С (экстраполированная точка – 411 °С (рис. 3)), относительно полиакрилатных волокон в чистом виде, где деструкция наступает после 50 °С (рис. 4), что существенно сказывается на эксплуатационных характеристиках изделий, подвергающихся многократным стиркам при высоких температурах.

ИК-спектроскопия производилась с использованием инфракрасного спектрометра с Фурье-преобразованием Nicolet iS5 (рис.5а) с приставкой неполного внутреннего отражения (рис.5б), США. Схема работы приставки, работающей по принципу неполного внутреннего отражения представлена на рис.6. В работе для обработки ИК-спектров использовалось программное обеспечение «Omnic».



Рисунок 5: а – внешний вид ИК-Фурье спектрометра Nicolet iS5; б – приставка неполного внутреннего отражения

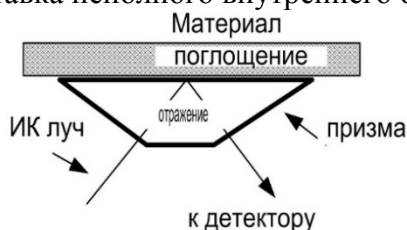


Рис. 6 – Схема работы приставки iD5 работающей по принципу неполного внутреннего отражения

Условия проведения испытаний:

- число сканов пробы – 16;
- число сканов сравнения – 16;
- разрешение - 4,000;
- усиление - 1,0;
- скорость зеркала - 0,4747;
- диафрагма - 100,00;
- детектор - DTGS KBr;
- светоделитель – KBr;
- источник – ИК.

Графический вид полученных спектров и их сопоставление представлен на рис.7.

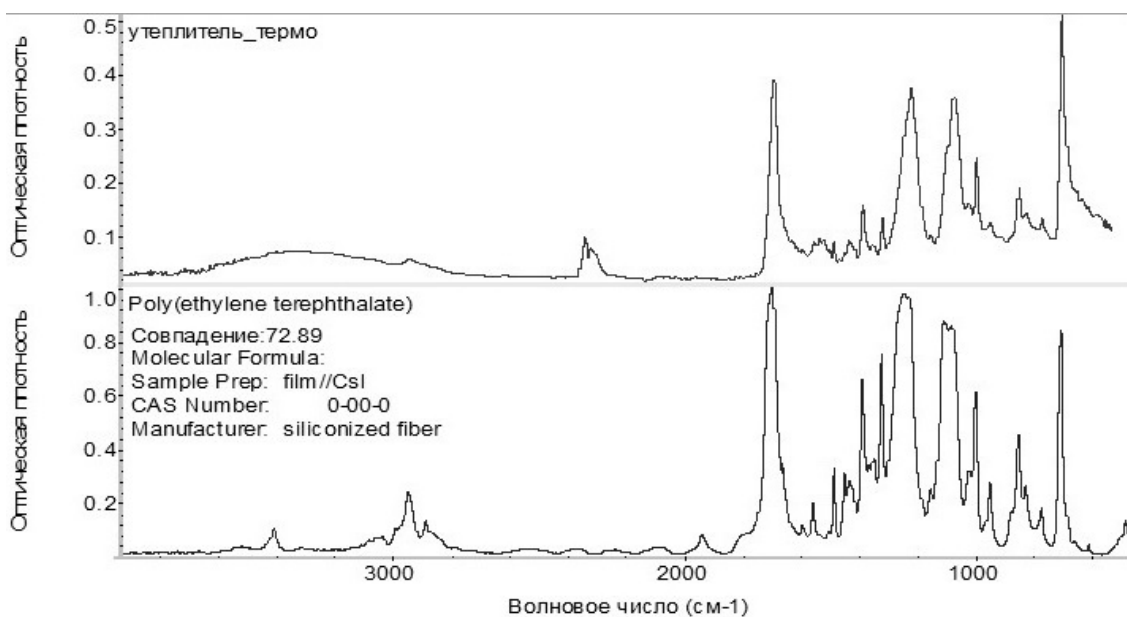


Рис. 7 – ИК-спектр нетканого термоскрепленного материала, содержащего смесь полиэфирных, полиакрилатных и легкоплавких волокон типа ядро-оболочка, а также ИК-спектр полиэтилентерефталата

В ходе выполнения работы был осуществлен поиск по библиотекам спектров, который выявил, что спектр исследуемого объекта не известен, вследствие присутствия неустановленного вещества. Т.к. исследуемый нетканый материал на 45% состоит из полиэтилентерефталата, то наиболее близким, с вероятностью 72,89% спектр приближен к полиэтилентерефталату, что и показано на рис. 7. Различие заключается в присутствии влаги в области $4000-3000\text{ см}^{-1}$, что характеризуется пиками на представленных кривых (рис. 7).

Проведенное исследование позволяет сделать ряд выводов.

Инновационные материалы зачастую требуют особого подхода к оценке их показателей и свойств. Для материалов, способных к терморегуляции и саморегуляции, необходимы новые, не стандартные методики исследования.

Для анализа природы вещества материалов, при отсутствии регламентированных методик оценки, наиболее информативным является сочетание методов ИК-спектроскопии и термического анализа, которые позволяют оценить свойства объектов исследования, процессы, протекающие в них, а также дают возможность получить паспорт вещества и молекулярный отпечаток.

Исследования волокнистого состава нетканого термоскрепленного материала, состоящего из смеси полиэфирных, полиакрилатных и легкоплавких волокон, сочетанием методов термического анализа и ИК-спектроскопии позволило получить идентификационные характеристики объекта исследования, которые отображены на кривых ТГ, ДТГ, ДСК, ИК-спектре.

В ходе анализа было выявлено положительное воздействие на эксплуатационные показатели присутствие в смеси сочетания полиэфирных, полиакрилатных и легкоплавких волокон в объекте исследования, которая расширяет возможности применения таких материалов, а также упрощает условия ухода за готовыми изделиями в сравнении с неткаными термоскрепленными материалами, состоящими из 100% полиэфирных или 100 % полиакрилатных волокон.

Использование сочетания методов ИК-спектроскопии и термического анализа позволили получить набор данных в виде характера кривых, которые могут быть добавлены в библиотеки спектров и использованы в дальнейшем для анализа материалов, в состав, которых входят инновационные полиакрилатные волокна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мезенцева, Е.В. Выбор определяющих показателей качества теплоизоляционных нетканых материалов эвристическим методом / Е.В. Мезенцева, Ю.В. Мишаков // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности, № 1. Санкт-Петербург:

- Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна. – 2019.
2. PyroTex® Flame and heat resistant fiber (2019). *PyroTex Industries GmbH* [Brochure]. Hamburg.
 3. ScheppersWercinski, S. (1999). *Solid phase microextraction*. NewYork: CRC Press.
 4. ГОСТ ИСО 1833-2001 Материалы текстильные. Методы количественного химического анализа двухкомпонентных смесей волокон – Введ. 2006-06-01. – М.: Госстандарт РФ, 2001.
 5. Onofrei, Elena & Rocha, A & Catarino, André. (2010). Textiles integrating PCMs – A review. *BuletinulInstitutuluiPolitehnic din Iasi*. Volume LVI (LX), pp. 99-110.
 6. Беззапонная, О.В. Применение метода термического анализа для комплексного исследования и совершенствования вспучивающихся огнезащитных составов / О.В. Беззапонная, Е.В. Головина, Т.Х. Мансуров, А.Ю. Акулов // *Техносферная безопасность*. – 2017 г. – Вып. 2 (15). – С. 3 – 7.

ОТ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ К НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ
FROM MICROELECTRONICS TO NANOELECTRONICS

А.Х. Ибрагим
А.Н. Ebrahim

Тюменский государственный университет
Tyumen State University.
E-mail: abdulla.ybragim@mail.ru

Аннотация: Нанотехнологии привлекают много внимания в наши дни и поэтому создают большие надежды не только в академическом сообществе, но также среди инвесторов, правительств и промышленности. По размерам, физическим, химическим и биологическим свойствам наноматериалы отличаются фундаментальными и ценными свойствами отдельных атомов и многих веществ. Свойства в нано, мы можем создать широкий спектр потенциальных приложений для открытия наноматериалов. По мере развития нанотехнологий, в таких дисциплинах как физика, химия, биологию и материаловедение, ученые-программисты должны быть готовыми к появлению новых разработок в технологии. Целью данной обзорной статьи является представление значительного вклада многих исследовательских групп, которые в основном не связаны между собой и работают с разных точек зрения, чтобы найти решения одной из важнейших задач нашего времени.

Ключевые слова: нанотехнологии, материаловедение, электронике.

Abstract: Nanotechnology has attracted a lot of attention these days and therefore creates great expectations not only in the academic community, but also among investors, governments and industry. In terms of size, physical, chemical and biological properties, nanomaterials differ in the fundamental and valuable properties of individual atoms and many substances. Properties in nano, we can create a wide range of potential applications for the discovery of nanomaterials. As nanotechnology develops, in such disciplines as physics, chemistry, biology and materials science, computer scientists should be prepared for new developments in technology. The purpose of this review article is to present the significant contribution of many research groups, which are mostly unrelated and work from different points of view to find solutions to one of the most important tasks of our time.

Keywords: Nanotechnology, materials science, electronics.

Полупроводниковая промышленность является основной движущей силой современной экономики США, и на ее долю приходится значительная часть прироста производительности, характерного для мировой экономики с 1990-х годов. Последние достижения в этой области были вызваны так называемым масштабированием по закону Мура, которое успешно предсказывало экспоненциальный рост производительности вычислительных устройств за последние 40 лет. Этот выигрыш был достигнут благодаря все возрастающей миниатюризации полупроводниковых устройств обработки и памяти (меньшие и более быстрые коммутаторы и транзисторы). Важно продолжать уменьшать размеры электронных устройств, чтобы еще больше увеличить скорость процессора, снизить энергию переключения устройств, повысить функциональность системы и снизить стоимость производства на бит. Однако по мере того, как размеры критических элементов устройств приближаются к размеру атома, квантовое туннелирование и другие квантовые эффекты ухудшаются и в конечном итоге запрещают работу обычных устройств. Поэтому исследователи ищут более радикальные подходы для преодоления этих фундаментальных физических ограничений.

Электронных и фотонных информационных технологий, и возобновляемой альтернативы энергии, таких как солнечная энергия, топливные элементы и батареи, теперь достигли стадии, продвинутой в их развитии. Экономически эффективное улучшение подходов современных технологических добились значительного прогресса, но и определенные проблемы остаются. Как характеристика размеров последних поколений

электронных устройств приближаются к атомным размерам, скоростей, цепи в настоящее время общества "узких мест" межсоединение. Это побудило такие инновации, как развитие новых материалов в производство микроэлектроники на беспрецедентный курс и альтернативные технологии для архитектур кремниевых КМОП. Несмотря на влияние окружающей среды обычных потребления ископаемого топлива, низкая стоимость этих источников энергии имеет давнюю экономических барьеров для развития альтернативных и более эффективных возобновляемых источников энергии, клетки и топлива батареи. В условиях нарастания экологических проблем, интерес к такой альтернативе источников энергии выросло. В настоящее время широко признано, что нанотехнологии предлагает возможные решения для обеспечения будущего прогресса информацию и энергетических технологий. Канадской технологии полупроводниковых конференции форума (сил) заложена 25 лет назад в Оттаве как важный символ внутренней силы канадской полупроводниковых исследований и развития община также Канадская полупроводниковой промышленности в целом. В 2007 году, 13-го CSTCwas провел в Монреале, двигаясь впервые за пределами столицы региона. Первые три встречи в серии 'нано и Гига проблемы в электронике и фотоника' — NGCM2002 в Москве, NGCM2004 в Кракове, andNGC2007 в Феникс — были ориентированы на междисциплинарные исследование основ материаловедения для разработки новые системные архитектуры. В 2009 году NGC2009 и 14-й Канадской конференции Semiconductor Technology (CSTC2009) было проведено совместное мероприятие, размещенных университет МакМастер (10-14 августа, Гамильтон, Онтарио, Канада) и сфера применения и включить в исследования возобновляемых источников энергии и развития. В статье разработка отчетов стенда из нескольких кубитов для общих задач обработки квантовой информации [1]. Снижение стоимости и повышение энергетическая конверсионная эффективность по сравнению с пленочных аппаратов привело к высокому уровню в нанопроводной активности исследований в области фотоэлектрических приложений. Этот специальный выпуск также.

содержит результаты исследования импеданс спектроскопия ядро– оболочка GaAs нанопроволоки, чтобы пролить свет на транспорт и механизмы рекомбинации, имеющие отношение к исследования солнечных элементов [2]. Информационных технологий научные исследования и возобновляемые источники области исследований энергии огромный общественный интерес. Этот спецвыпуск адресован как теоретический экспериментальных достижений и оказывает стимулирующее изменения мировоззрения для технологических в этих актуальнейших областях исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Caram J, Sandoval C, Tirado M, Comedi D, Czaban J, Thompson D A and LaPierre R R 2010 Electrical characteristics of core-shell p-n GaAs nanowire structures with Te as the n-dopant Nanotechnology 21 134007
2. Baugh J, Fung J S and LaPierre R R 2010 Building a spin quantum bit register using semiconductor nanowires Nanotechnology 21 134018

ДУБЛИРОВАННЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

DUPLICATED TEXTILE MATERIALS WITH FUNCTIONAL PROPERTIES

Е. Г. Полушин, О. В. Козлова, О.И. Одинцова
E.G. Polyshin, O.V. Kozlova, O.I. Odintsova

Ивановский государственный химико-технологический университет
Ivanovo State University of Chemistry and Technology
E-mail: egpolushin@yandex.ru, ovk-56@mail.ru

В статье раскрыта актуальность создания дублированных материалов. Показана возможность использования отечественных акриловых сополимеров для прочного склеивания текстильных материалов и получения новых дублированных материалов с улучшенными потребительскими свойствами. Оценено влияние композиционного состава полимерного слоя на паропроницаемые свойства дублированных материалов. Показано, что введение минеральных наполнителей в полимерную матрицу изменяет ее паропроницаемые свойства.

Ключевые слова: дублированные текстильные материалы; мембранные технологии; минеральные наполнители; оксид графена; паропроницаемость.

The article discloses the relevance of creating duplicate materials. The possibility of using domestic acrylic copolymers for durable bonding of textile materials and obtaining new duplicated materials with improved consumer properties is shown. The influence of the composition of the polymer layer on the vapor-permeable properties of duplicated materials is estimated. It is shown that the introduction of mineral fillers into the polymer matrix changes its vapor-permeable properties. The most effective additives are kaolin and graphene oxide.

Keywords: duplicated textile materials; membrane technologies; mineral fillers; kaolin; graphene oxide; vapor permeability indicator.

Дублированные ткани получили свое признание в различных областях применения. Невозможно создать ткани с таким многообразием и универсальностью свойств, которые при этом были бы удобны и комфортны при эксплуатации. Так, например, свойства, необходимые современной одежде: спортивной, оздоровительной, для охотников, рыболовов, которая при небольшой своей массе хорошо держит тепло, выводит из ткани влагу в виде пара и при этом не пропускает ветер и влагу снаружи. А ткани для портьер типа Blackout должны обладать практически полной светонепроницаемостью, звуко- и теплоизоляцией и несминаемостью. Специальный состав дублированного материала позволяет ему впитывать запахи и не собирать пыль, благодаря чему Blackout можно применять в любых помещениях - домах, в офисах и др. Дизайн интерьера во многом зависит от отделки стен. Многие столетия текстильные обои являются одним из самых элитных материалов для декорирования помещений. При их выборе большое внимание обращают не только на цвет, рисунок и совместимость с общим колоритом комнаты, но и на структуру, износостойкость и экологичность используемого сырья. Кроме того, при определенных технологиях их создания (применение для колорирования и отделки тканей в основном полимерных пигментированных систем) они могут обладать прекрасными звуко- и запахопоглощающими свойствами и отлично сохранять тепло.

Перечисленные виды текстиля возможно произвести, используя приемы дублирования различных по природе и свойствам волокнистых материалов. Для этой цели используют ткани различного волокнистого состава и фактуры, трикотажные полотна или искусственный мех и др.

Целью настоящей работы является создание дублированных текстильных материалов с функциональными свойствами при использовании отечественных полимерных препаратов и технологий получения композитов, близких по свойствам к мембранным.

При этом, в зависимости от способов получения дублированных тканей результаты обеспечивают либо полное соединение поверхности между тканями, либо приобретают «дышащий» эффект мембранных тканей. Последняя технология наиболее сложная, применяется в изготовлении одежды с избирательной проницаемостью. Это детская, спортивная одежда, экипировка приверженцев активного зимнего отдыха, представителей экстремальных профессий. Введение мембран в состав защитных тканей позволяет выводить пары воды, не допуская при этом попадание внутрь влаги, ветра, дождя, снега.

Для дублирования текстильных материалов применяют полимерные препараты - клеи, удовлетворяющие определенным требованиям. Прежде всего они должны характеризоваться хорошей адгезией к текстильным материалам и образовывать достаточно эластичные пленки с высокой когезией, устойчивостью к влаге, светопогоде, к химической чистке и старению. Полимерные клеи, применяемые для склеивания материалов одежды, не должны также содержать веществ, вредно действующих на организм человека.

Много работ по изысканию и исследованию клеев, пригодных для склеивания текстильных материалов, проведено авторами [1,2]. Ими показано, что склеивание материалов путем сплошного клеевого покрытия приводит к повышенной жесткости материала, уменьшению паро- и воздухопроницаемости изделия и что для изготовления материалов для одежды правильнее применять клееные материалы, полученные мокрым склеиванием и представляющие собой волокнистый слой из натуральных и искусственных волокон, пропитанных растворами, эмульсиями, дисперсиями, латексами водорастворимых или органических вяжущих веществ, которые склеивают волокна без изменения их химического состава. Волокнистый слой или нити затем подвергают термообработке.

Установлена зависимость указанных выше свойств от природы и характеристик применяемого полимера для дублирования материалов (флизелина с хлопчатобумажной тканью, флиса с полиэфирной тканью и др.). При этом наибольшее предпочтение нами отдано акриловым сополимерам, как наиболее доступным, экологически безопасным и способствующим получению прочных, формоустойчивых и мягких, легко драпируемых материалов.

Исследования показали, что испытанные препараты серии акриловых сополимеров с различным соотношением известных мономеров в полимере таких, как метилметакрилат, акрилонитрил, стирол, бутилакрилат, акриламид и др. дают результаты по склеиванию материалов совершенно различные – от материалов с низкой адгезией, до прочно склеенных, устойчивых к мокрым обработкам, от материалов с жестким грифом до мягких, эластичных и легко драпирующихся.

При выборе полимеров для склеивания флизелина с хлопчатобумажной тканью (для обоев) предварительно проведена оценка полученного грифа модифицированной полимерами ткани, которая показала, что мягкий гриф текстильного материала (рисунок 1, где 1 – Рузин-33; 2 – Рузин-14и; 3 – Биндер-83; 4 – Гелизарин ЕТ; 5 – Рузин-14а; 6 - Ларус-33; 7 - ПВА), можно получить при использовании препаратов 1 и 2. Эти препараты относятся к акриловым сополимерам; водные тонкодисперсные эмульсии в процессе пропитки глубоко проникают в структуру волокна, где после сушки и фиксации завершается процесс пленкообразования. А наличие в структуре полимеров таких мономеров, как бутилакрилат, эфиры акриловой кислоты, обуславливают получение мягких и эластичных текстильных материалов. Кроме отечественных полимеров на диаграмме присутствуют данные при использовании зарубежных полимерных препаратов – Биндера-83 и Гелизарина ЕТ, которые широко используются в отечественной текстильной промышленности как связующие полимеры для пигментной печати.

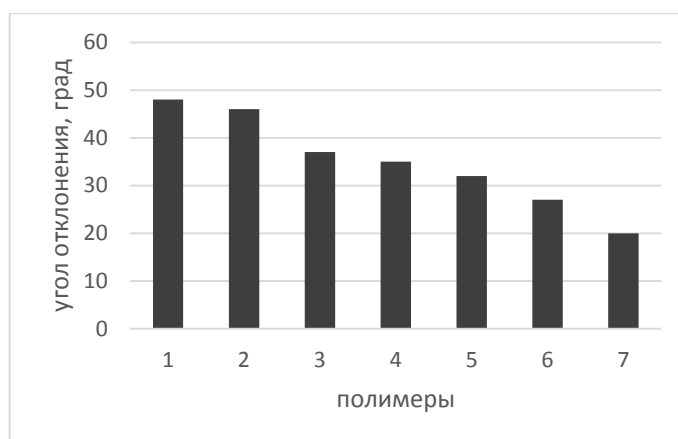


Рис. 1 Показатели жесткости тканей, модифицированных различными полимерами:
 1 - Рузин-33; 2 - Рузин-14и; 3 – Биндер-83; 4 – Ларус-33; 5 – Аквапол-11;
 6 -Аквапол-12; 7 – ПВА

В то же время наличие в акриловом полимере винилацетатных фрагментов, как у Ларуса-33 и ПВА (соответственно 6 и 7 на диаграмме), значительно повышает жесткость ткани. Наиболее эффективным полимером для получения декоративных текстильных обоев на флизелиновой основе является Рузин-14и, как обеспечивающий наиболее прочную склейку натуральных (хлопчатобумажных, льняных, полульняных и др.) тканей с флизелином и мягкий гриф получаемых дублированных материалов.

Дублированные материалы, предназначенные для использования в одежде спортсменов, охотников, рыболовов и др. должны обладать комплексом других свойств: влаго- ветронепроницаемыми, паропроницаемыми.

В работе выбраны методы оценки этих показателей и определены основные технологические параметры дублирования (концентрации реагентов, температурно-временные регламенты технологии склеивания, природа полимера, минеральные наполнители и др.), обеспечивающие получение прочных материалов с паропроницаемыми и водонепроницаемыми свойствами

Оценено влияние природы полимера на качество приклея текстильного материала к флизелиновой основе. Используя ракельный метод нанесения клеевого состава на основе различных по природе акриловых и уретановых полимеров и фиксацию путем термопресса при температуре 150°C оценено качество склеивания материалов. Показано, что полиуретановые препараты серии Акваполов придают тканям значительное пожелтение, жесткий гриф и неровную фактуру, что отрицательно сказывается на качестве получаемого дублированного текстильного материала. Аквапол-21 не обладает свойством приклеивания, очевидно связанное с его высокой гидрофобной природой. Перечисленные недостатки устраняются при использовании акриловых препаратов серии Рузинов.

Коэффициент паропроницаемости дублированных материалов определяли по количеству водяного пара, которое пройдет через квадратный метр образца за сутки (показатель MVTR) [3]. На примере оксида графена показано влияние концентраций наполнителя на показатель паропроницаемости волокнисто-полимерного композита. Так увеличение минерального компонента с 10 до 30% от массы полимера приводит к повышению показателя MVTR со 191 г/м² до 1125 г/м², что соответствует требованиям для паропроницаемых тканей.

Таким образом используя различное количество вводимого сорбента в полимерную матрицу, можно изменять в сторону увеличения показатель паропроницаемости, что позволит прогнозировать заранее требуемые свойства дублированных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Притыкин, Л. М. Мономерные клеи / Л. М. Притыкин, Д. А. Кардашов, В. Л. Вакула. - М. : Химия, 1988. - 176 с.
2. Кардашов, Д. А. Конструкционные клеи / Д. А. Кардашов. - М. : Химия, 1980. - 288 с.
3. <https://sport-marafon.ru/article/odezhda/paropronitsaemost-i-vozdukhopronitsa-emost-v-chem-raznitsa>. Обзор мембранной куртки Marmot Pre Cip.09.04.2019.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ БИОПОЛИМЕРНЫХ ХИТОЗАНОВЫХ МАТРИЦ И ВОЛОКОН МЕТОДОМ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ ЛАЗЕРНОЙ МИКРОСКОПИИ

RESEARCH OF THE SURFACE OF BIOPOLYMERIC CHITOSAN MATRICES AND FIBERS BY THE METHOD OF INTERFERENCE LASER MICROSCOPY

В.А. Захарова¹, И.А. Василенко^{1,2}, В.Б. Метелин^{1,2}, Н.А. Сажнев Н.А., Н.Р Кильдеева¹
V.A. Zaharova¹, I.A. Vasilenko^{1,2}, V.B. Metelin^{1,2}, N.A. Sazhnev, N.R Kil'deeva¹

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

²Московский областной научно-исследовательский и клинический институт
имени М. Ф. Владимирского «МОНИКИ»

¹ Kosygin Russian State University (Technologies. Design. Art), (Moscow)

²M.F.Vladimirsky Moscow Regional Clinical and Research Institute «MONIKI» (Moscow)
E-mail: vasilinaqss@gmail.com

В данной работе проведена неинвазивная оценка структуры поверхности биodeградируемых полимерных матриц, созданных на основе хитозана, представляющих собой перспективные материалы биомедицинского назначения. Показана перспективность метода интерференционной лазерной микроскопии для исследования структуры поверхности как гладких, так и пористых биополимерных гидрогелевых покрытий как точного и неинвазивного количественного метода. Обнаружены определенные ограничения метода для изучения морфологии тонковолокнистых нетканых материалов, полученных методом электроформования, но показана возможность определения толщины отдельных наноразмерных волокон.

Ключевые слова: лазерная интерференционная микроскопия; морфология поверхности; неинвазивная оценка; хитозан.

In this work, a non-invasive assessment of the surface structure of biodegradable polymer matrices based on chitosan, which are promising biomedical materials, is carried out. The prospects of the interference laser microscopy method for studying the surface structure of both smooth and porous biopolymer hydrogel coatings as an accurate and non-invasive quantitative method are shown. Certain limitations of the method for studying the morphology of thin-fiber nonwoven materials obtained by the method of electrospinning have been found, but the possibility of determining the thickness of individual nanoscale fibers has been shown.

Keywords: laser interference microscop; surface morphology; non-invasive assessment; chitosan.

Изготовление биополимерных матриц и волокон, с заданными на молекулярном уровне характеристиками, определяемыми толщиной и ориентацией молекулярных слоев, актуально и перспективно для многих практических покрытий, применяемых на различных стадиях изготовления изделий медико-биологического назначения [1]. Для решения фундаментальных задач создания композиций и систем на основе природных полимеров, с исключительными химическими, физическими, регенеративными, оптическими свойствами, применяют направленную модификацию полипептидам и белками, полученными из стволовых клеток [2]. Биосовместимые материалы, на основе природных биоинертных, биodeградируемых полимеров с программируемой биореакционной способностью, являются перспективными для использования в биотехнологии, фармакологии, медицине, экологии, и, в особенности, тканевой инженерии [3]. Введение в состав саморассасывающегося материала биомедицинского назначения молекул, обладающих противовоспалительным, и антибактериальным эффектом, препятствует развитию в разной степени выраженной местной воспалительной реакции, которая способствует развитию фиброзной ткани, грубых рубцов, рассматриваемых как осложнение и косметический дефект.

Применение традиционных оптических методов исследования поверхности полимерных пленочных материалов не позволяет достигнуть требуемой точности измерений, а использование зондовых датчиков в большинстве случаев приводит к необратимому повреждению и отрицательному влиянию на структуру поверхности. При изучении материалов биомедицинского назначения важна неинвазивность метода. Интерференционная лазерная микроскопия является достаточно простым в использовании, неинвазивным, высокотехнологичным и информативным методом для изучения и регулирования не только клеточных адгезионных свойств на полимерной матрице, но и исследования поверхности самой матрицы. Этот процесс основан на селективной лазерной абляции, дублирующей в специальную программу, преобразующую цифровые входные данные в визуальную модель двух или более когерентных лазерных лучей на поверхности полимера, с целью исследования особенностей структуры и биологических свойств полученных материалов.

Целью данной работы являлось изучение возможностей метода интерференционная лазерной микроскопии для исследования морфологии поверхности биополимерных покрытий и тонковолокнистых материалов и установление влияния параметров их получения на морфологию поверхности, для дальнейшей целенаправленной инкорпорации в их структуру живых клеток крови (нейтрофилов, лимфоцитов, тромбоцитов).

В качестве полимера для получения биополимерной сшитой матрицы являющейся основой создания пленочных покрытий и волокон, использовали природный линейный аминополисахарид хитозан. С учетом влияния молекулярной массы на поверхностное давление и потенциал, а также зависимости механических свойств полученной пленочной матрицы от размеров макромолекулы, нами был выбран хитозан с ММ 190 кДа и степенью деацетилирования аминогрупп исходного хитина 0.87. Для создания пространственно-сшитых структур в качестве сшивающего реагента, введенного в стехиометрическом соотношении к содержанию аминогрупп групп полисахарида использовали дженипин (Sigma-Aldrich, США) (полученный путем ферментативного гидролиза дженипозида β -глюкозидазой).

Биополимерные матрицы были получены методом полива 2% раствора хитозана в 2% уксуснокислом растворе, сшитого дженнипином, на окисленную кремний-алюминиевую подложку. Для варьирования толщины покрытий, использовались различные объемы наносимого на подложку раствора, а так же учитывалось влияние температурных условий.

Определение основных параметров полученных матриц – толщины и морфологии поверхности, проводили с использованием интерференционного лазерного микроскопа ММ-340, по разности высот между границами матрица-подложка и матрица-поверхность. Особенность ММ заключается в измерении локальных фаз промодулированного объектом световой волны [4-5]. С помощью данного метода можно исследовать прозрачные и непрозрачные объекты с отражающей способностью, прозрачность которых $\tau(x, y) e^{i\beta}$ изменяется за счёт изменений показателя преломления или толщины объекта. Необходимо учитывать зеркальность поверхности подложки:

$$T = T_0 \tau^2(x, y), \quad (1)$$

где T_0 - эффективная прозрачность покрытия в отсутствии на нем объекта исследования.

Зеркальная поверхность подложки важна в изучении неровностей микрорельефа поверхности, т.к. фазовая модуляция эквивалентна регулированию оптической толщины интерферометра. Следует учитывать, что степень непараллельности светового пучка и размеры источника света, ограничены размерами объекта. Данный метод используется при неинвазивной оценке фазовой морфологии клеток, а также их пролиферации на поверхности матрицы, за счет регистрации малейших изменений показателя преломления внутри клеток крови [6].

Полученные на интерференционном лазерном микроскопе снимки поверхности преобразовывали в цифровые данные для создания, с помощью программы Matrix Laboratory-

2017, которая представляет собой высокоуровневый язык технических расчетов, 3D модели поверхности, а также количественного определения значения шероховатости(Ra) поверхности и толщины полученного образца в нм.

По данным на рис. 1, представляющего собой снимки поверхности края сшитого дженнипином хитозанового матрикса, представляющего собой пленку, полученную с использованием разного объема раствора, можно видеть, что для образца А, визуализированная математическая модель которого, полученная в программе Matrix Laboratory-2017, представлена под буквой С, толщина от края, граничащего с подложкой, до наиболее высокой точки матрикса, составляет 200 нм. Шероховатость поверхности Ra = 30 нм. Для образца В, визуализированная математическая модель которого представлена под буквой D, толщина от края, граничащего с подложкой, до наиболее высокой точки матрикса, составляет 400 нм. Шероховатость поверхности Ra = 20 нм.

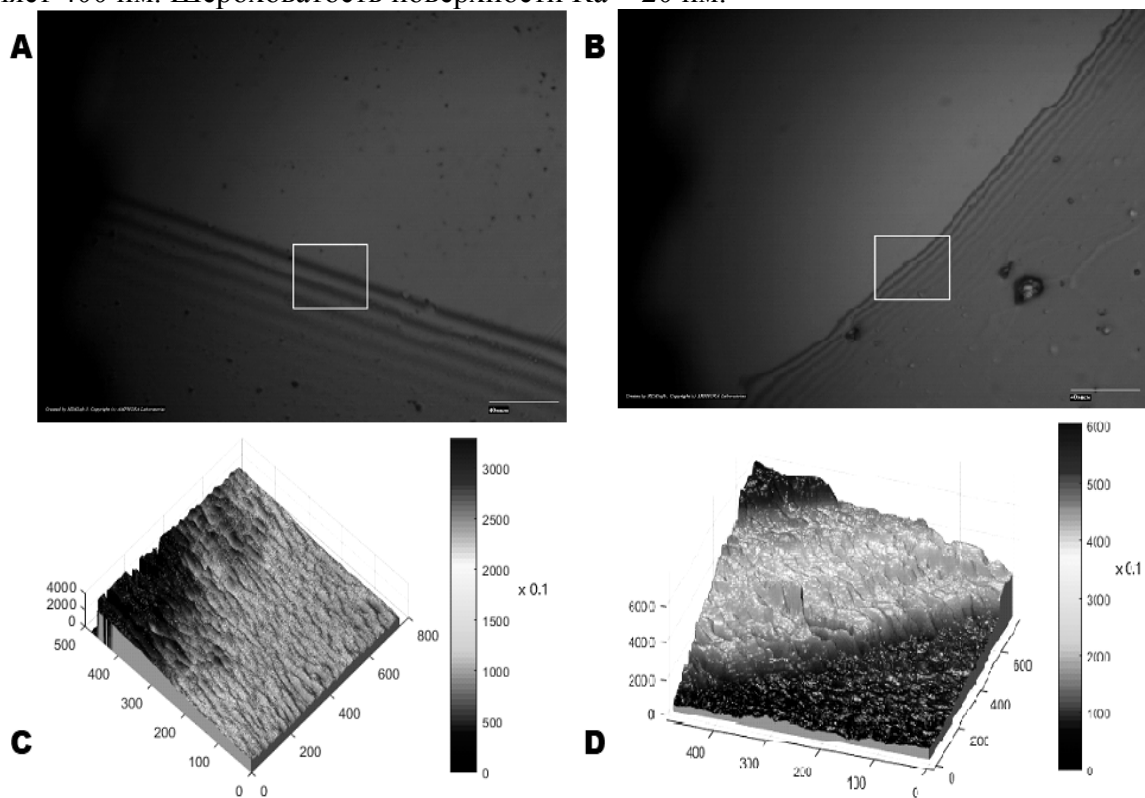


Рис.1 Изучение формирования края матрицы, измерение толщины края. А, В – снимки поверхности сшитой матрицы на основе хитозана. В, D – фазовые портреты, полученные в программе Matrix Laboratory-2017.

Интерференционный лазерный микроскоп позволяет с высокой точностью исследовать поверхность пористых образцов, количественно оценить структурные параметры поверхности. На рис.2 буквой А обозначена матрица, полученная путем замораживания-оттаивания гидрогеля сшитого хитозана. Порообразователями являлись поликристаллы замороженного растворителя. Визуально оказалось возможным оценить гетерофазную и гетеропористую морфологию полученного образца. Для количественной оценки использовали Matrix Laboratory-2017. Определим, что для образца А, визуализированная математическая модель которого представлена под буквой С, толщина от края, граничащего с подложкой, до наиболее высокой точки матрикса, составляет 200 нм. Средняя глубина пор составляет около 170 нм.

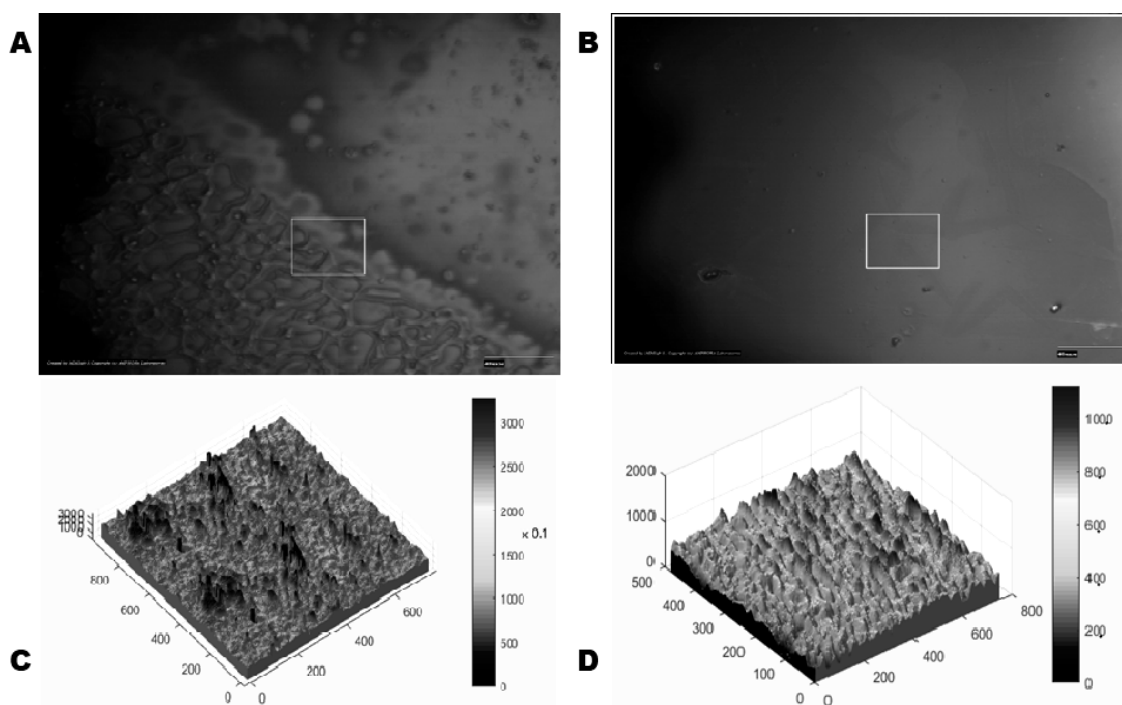


Рис.2 Изучение гетеропористой и гладкой поверхности хитозановых матриц. А, В – снимки поверхности сшитой матрицы на основе хитозана. В, D – фазовые портреты, полученные в Matrix Laboratory-2017.

Для образца В, полученного при комнатной температуре, визуально можно наблюдать гладкую поверхность матрицы, а из визуализированной математической модели, которая представлена под буквой D, видно, что толщина от края, граничащего с подложкой, до наиболее высокой точки матрицы, составляет 100 нм. Шероховатость поверхности $R_a = 60$ нм.

На следующем этапе работы была изучена возможность использования метода интерференционной лазерной микроскопии для оценки структуры тонковолокнистого материала, полученного методом электроформования из раствора хитозана, содержащего дженнипин. В интерференционном микроскопе были получены изображения поверхности сшитого дженнипином одиночного хитозанового волокна и волокнистого нетканого материала, который был сформирован на приемном электроде на установке Nanospider (Чехия). Полученные данные были математически обработаны аналогично описанному способу и получены 3D-модели. Результаты представлены на рис.3.

По данным рис. 3А, представляющего собой снимок поверхности сшитого дженнипином одиночного хитозанового волокна, видно, что для образца А, визуализированная математическая модель которого представлена под буквой С, высота составляет 45 нм. Шероховатость поверхности колеблется в пределах $R_a = 2-15$ нм.

Многослойность, случайный характер распределения волокон в нетканом нановолокнистом материале не позволяет в полной мере оценить его морфологию. Для образца В, визуализированная математическая модель которого представлена под буквой D, высота составляет 150 нм. Это значение выше полученной из рис. 3С толщины одиночного волокна и может быть характеристикой толщины нетканого материала в выбранном для анализа месте образца.

Неинвазивная оценка структурных особенностей (топография поверхности, характер микрорельефа, неоднородность структуры полимера) и биологических свойств (биосовместимость, адгезивность, иммуногенность, тромбогенность и т. д.), которые потенциально могут влиять на пролиферативную активность клеток, при использовании биополимерных матриц для выращивания клеток, позволяет судить о возможности применения матриц и волокнистых материалов, на основе сшитого дженнипином хитозана в

тканевой инженерии. Полученные фазовые изображения образцов биополимеров, можно интерпретировать как двумерную проекцию их трехмерной структуры.

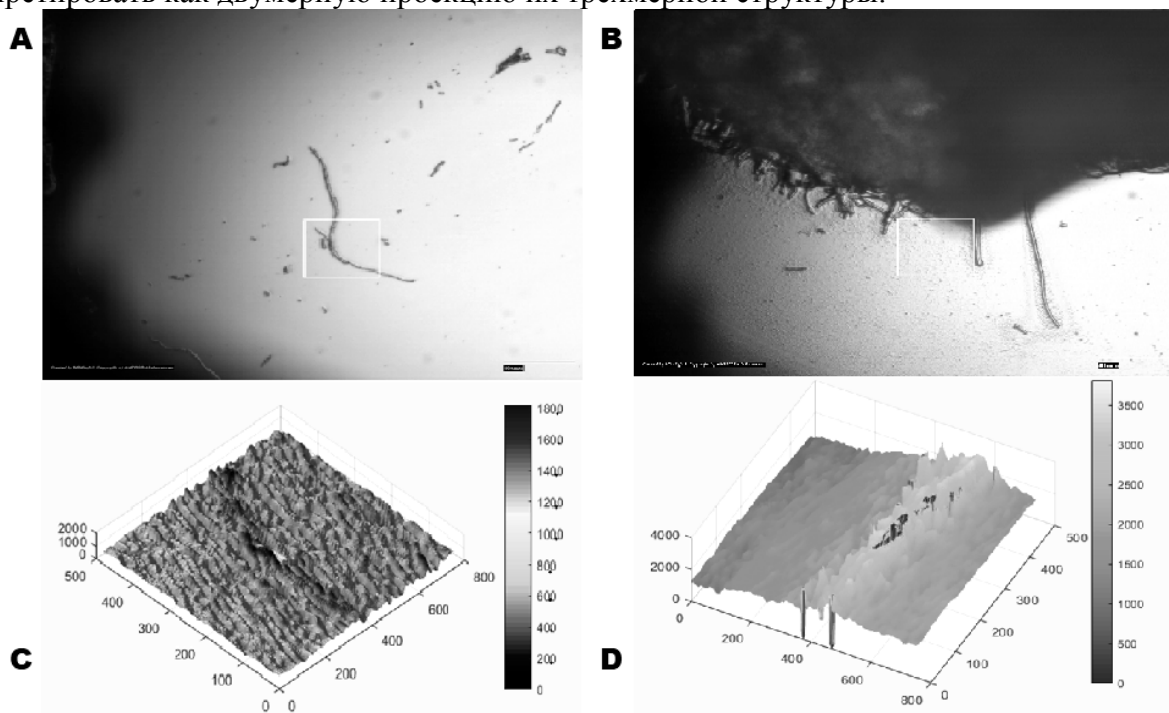


Рис.3 Изучение высоты и шероховатости волокнистого материала на основе сшитого дженнипином хитозана. А, В – снимки поверхности волокна и волокнистого материала. В, D – их фазовые портреты, полученные в программе Matrix Laboratory-2017.

Таким образом, проведенные исследования показали перспективность использования метода интерференционной лазерной микроскопии для исследования структуры поверхности как гладких, так и пористых биополимерных гидрогелевых покрытий как точного и неинвазивного количественного метода. Обнаружены определенные ограничения метода для изучения морфологии тонковолокнистых нетканых материалов, полученных методом электроформования, но показана возможность определения толщины отдельных наноразмерных волокон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Irina Vasilenko M.D., Nataliya Kil'deeva, Vladislav Metelin, Nikita Sazhnev, Vasilina Zakharova, and Nina Shikhina "The potential of laser interferometry for a non-invasive assessment of biopolymer film structure and biological properties", Proc. SPIE 11076, Advances in Microscopic Imaging II, 110761R (22 July 2019)
2. Shishatskaya E.I., Goreva A.V., Kalacheva G.S. et al. Bio-compatibility and resorption of intravenously administered polymer microparticles in tissue of internal organs of laboratory animals. J. Biomater. Sci. Polym. Ed. 2011; 22: 2185-203.
3. Панарин Е.Ф., Нудьга Л.А., Петрова В.А. и др. Матрицы для культивирования клеток кожи человека на основе природных полисахаридов — хитина и хитозана. Клеточная трансплантология и тканевая инженерия 2009; IV (3): 42—6.
4. European Patent Application № 01922153.0-2217. 2001.
5. US Patent Application № 10/466,351. 200
6. Игнатъев П.С., Индукаев К.В., Осипов П.А., Сергеев И.К. Лазерная интерференционная микроскопия для нанобиотехнологий. Медицинская техника, 2013, 1: 277.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУВИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕУТИЛИЗИРУЕМЫХ ОТХОДОВ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

COMPOSITE MATERIALS FOR FOOTWEAR WITH USE OF UNUTILIZED WASTE OF THE TEXTILE INDUSTRY

А.Н. Радюк, А.Н. Буркин
A.N. Radyuk, A.N. Burkin

Витебский государственный технологический университет, (Беларусь)
Vitebsk State Technological University, (Belarus)
E-mail: ana.r.13@mail.ru, a.burkin@tut.by

Рассмотрен вариант использования не утилизируемых волокнистых отходов текстильной промышленности в качестве наполнителя для получения композиционных материалов для обуви. Проведены исследования свойств полученных материалов, 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 – кожволону. Представлен расчет экономической эффективности производства подошв с использованием отходов производств и их конкурентоспособности. Дана характеристика результатов работы с позиции различных эффектов – экономического, экологического, технологического и социального.

Ключевые слова: отходы, кноп стригальный, пенополиуретан, технология, материалы, свойства, эффективность

The option of using non-recyclable fibrous waste of the textile industry as a filler to obtain composite materials for shoes is considered. Research of properties of the received materials is carried out. The analysis of materials allowed to reveal their compliance with the requirements of normative and technical documentation. The obtained values of the properties are close to the materials currently used in the shoe industry. The calculation of the economic efficiency of the production of soles using industrial wastes is presented. The calculation of their competitiveness is presented. The article describes the results of the work from the position of various effects of both economic and environmental, technological and social.

Keywords: waste, knop shearing, polyurethane foam, technology, materials, properties

Одним из важнейших направлений повышения эффективности работы промышленных предприятий является возможность использования вторичных материальных ресурсов (ВМР) в производстве материалов, так как ВМР являются значительной сырьевой базой.

На предприятиях текстильной промышленности Республики Беларусь в процессе производства образуются различные виды отходов, составляющие примерно 20-25% от используемого сырья.

Все текстильные отходы распределены на 4 группы.

К первой группе относятся волокнистые отходы производства, характеризующиеся высоким качеством, которые подлежат переработке на предприятии, где они образуются в основную или дополнительную продукцию без применения специального оборудования.

Ко второй группе относят текстильные отходы производства, которые не могут быть переработаны на тех предприятиях, где они образуются, только на предприятиях по переработке вторичного сырья.

Третья группа представлена текстильными отходами производства и потребления, состоящие из химических, хлопковых и смешанных волокон, которые не перерабатываются в продукцию соответственного назначения, а используются как обтирочный материал или выбрасываются на свалки.

К четвертой группе текстильных материалов относятся низкосортные отходы производства, которые практически непригодны для производства текстильной продукции,

то есть не утилизируемые отходы. К этой же группе, например, могут быть отнесены отслужившие свой срок промышленные фильтры, очистка и восстановление которых экономически нецелесообразны, подметь и пух из пыльных камер и т.п. [1].

Отходы чаще всего подвергаются термическому обезвреживанию или захоронению на полигонах. При наличии измельчающего оборудования частично они могут быть использованы, например, для получения композиционных материалов.

Актуальной проблемой для большинства предприятий текстильной и легкой промышленности является переработка и применение волокнистых отходов, к которым относятся отходы производства отраслей легкой промышленности, отходы производства химических волокон и отходы потребления. Волокнистые отходы легкой промышленности классифицируют в зависимости от источника их образования. По подотраслям текстильной промышленности отходы классифицируют на хлопчатобумажные, льняные, пенько-джутовые, шерстяные, шелковые. По подотраслям легкой промышленности на трикотажные и швейные. По виду сырья, волокнистые отходы подразделяют на три группы: из натурального сырья, из химического сырья и из смешанного сырья, т.е. из смеси натурального и химического сырья.

В настоящее время экономически целесообразным представляется разработка ресурсосберегающих технологий переработки волокнистых отходов текстильной промышленности. Причем не только на текстильных предприятиях, но и в отраслях промышленности, где они ранее не применялись. Кроме того, перед многими текстильными предприятиями стоит задача утилизации волокнистых отходов, которые невозможно перерабатывать на собственных производствах в виду отсутствия необходимых технологий.

В частности, при анализе волокнистых отходов, образующихся в ковровом производстве, было установлено, что на сегодняшний день отсутствуют технологии вторичного использования отходов от стрижки ковров, длина волокон которых 0,5-25 мм и применения в своём производстве не находят, при этом коротковолокнистые материалы обладают достаточно ценными свойствами. Этот вид отходов складывается и вывозится на полигон, что требует дополнительных затрат и не лучшим образом влияет на экологию.

Кноп стригальный представляет собой волокнистые отходы коврового производства (ТУ ВУ 300082076.003-2013 «Отходы коврового производства и производства нетканых материалов»), то есть не утилизируемые в настоящее время короткомерные обрезки волокон и пряжи различного химического состава и происхождения (натуральные и химические волокна) в зависимости от ассортимента продукции предприятия [2].

Физическое состояние кноп (размеры волокон, постоянная влажность, отсутствие инородных включений), а также регламентированный химический состав позволяет использовать его в производстве композиционных материалов без проведения каких-либо дополнительных предварительных операций. При получении композиционных материалов кноп выполняет роль связующего, гидрофобизатора и наполнителя.

В данной работе использовали кноп стригальный, состоящий из 100 % полипропиленового волокна. Это связано с тем, что качество получаемых композиционных материалов зависит от свойств используемого волокнистого наполнителя, определяющим свойством которого является длина волокон, которая в нашем случае не превышает 2-4 мм. Использование данных волокон обусловлено их низкой плотностью, позволяющей при небольшом их количестве в композиции достигнуть достаточного армирующего действия. Известно, что использование органических волокон в составах резин для внутренних деталей обуви придает им повышенную прочность и жесткость при изгибе [3].

Главным фактором, влияющим на дальнейшие свойства материала, является процесс смешивания и приготовления композиции. Для приготовления композиции предварительно подготавливают ее компоненты.

В качестве основного компонента материалов использовали вторичное полимерное сырьё в виде отходов пенополиуретана (ППУ) производства обувных предприятий г. Витебска. Использование данного компонента в качестве основного обусловлено тем, что большинство обуви изготавливается на подошвах из полиуретанов, значительный объем которого закупается в странах ближнего и дальнего зарубежья, так как Республика Беларусь

не обладает достаточным сырьевым ресурсом. При этом получаемые материалы имеют высокую себестоимость, что соответственно сказывается и на себестоимости и цене готовой продукции – обуви, так как основная статья затрат при ее производстве – сырье и материалы. Немаловажным аспектом является то, что при производстве образуются отходы ППУ в виде литников, облоя, бракованных подошв и подобного им, которые могут при соответствующей подготовке и обработке вновь стать исходным сырьем для производства соответствующих материалов.

Подготовка основного компонента заключается в его дроблении, сушке и гранулировании. Отходы пенополиуретана путем дробления [4] доводят до равномерной размерности частиц – 5-7 мм. Сушку осуществляют в сушильной камере или термошкафу с принудительных конвекций воздуха. Гранулированию подвергают высушенный дробленый материал при отсутствии видимых следов загрязнений, без инородных включений.

Также одними из компонентов композиции являлись стабилизатор и пластификатор. В качестве стабилизатора использовали стеарат кальция (ТУ У 24.1-34767516-003:2008, ТУ 2232-002-57149839-07), представляющий собой не токсичный, гелеобразующий стабилизатор со свойствами лубриканта и позволяющий замедлить термическое разрушение и нагреть материал до 170-190 °С на некоторое время, необходимое для литья изделий. В качестве пластификатора использовали масло индустриальное, вариант масло трансмиссионное ТМ 5-18 (TAD-17) (ТУ 0253-003-71148628-2005) для пластификации и смазывание компонентов композиции.


Приготовление композиции осуществляют следующим образом. Для увеличения адгезии между полимерной матрицей и волокном, облегчения введения волокна, улучшения и достижения равномерного распределения волокнистого наполнителя в объеме полимерной композиции предварительно получают гель путем механического смешивания масла индустриального и кнопа стригального полипропиленового. Далее гель смешивается с другими компонентами: стеаратом кальция и отходами пенополиуретана. После чего для лучшей гомогенности композиции и стабильности физико-механических свойств компоненты композиции пропускают через экструдер ЭШ-80Н4 [5] при температурах по зонам ± 5 °С: 150-155-160-165. Далее идет охлаждение композита.

Перед литьем полуфабрикат предварительно еще раз измельчается до размеров гранул 2–4 мм с целью последующей переработки в готовое изделие. Переработку в изделие осуществляли на литьевом агрегате статического типа [6], позволяющим получить готовую продукцию при температурах от 140 до 160 °С, давление впрыска 40-60 МПа, время впрыска 15-20 с.; выдержка 240 с.

Для оценки качества полученных материалов обоснованы методы испытаний, проанализированы стандарты, распространяющиеся на материалы для низа обуви [7]. Выявлено, что в настоящий момент отсутствуют ТНПА, позволяющие оценивать свойства подошв из синтетических и искусственных материалов, кроме резины [8] и отсутствуют ТНПА, устанавливающие требования к подобным материалам из отходов. Проведены исследования физико-механических и эксплуатационных свойств полученных материалов в соответствии с ГОСТ на методы испытания. 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 материалов для подошв

Показатель	Подошва		Обувной материал типа «кожволон»
Плотность, г/см ³	1,01±0,01		0,90–1,10
Твердость, усл. ед.	82±2		80–95
Условная прочность, МПа	4,2–4,8		6,0–6,5
Относительное удлинение, %	200–250		180–300
Относительное остаточное удлинение, %	18		20 (не более)
Сопротивление истиранию, Дж/мм ³	6,3±0,2		5,0–5,9
Сопротивление многократному изгибу, тыс. циклов	>20		>20

Сравнительный анализ показывает, что полученные методом литья под давлением:

- 1) соизмеримы с «кожволон» по показателю наименьшей плотности, желательной для подошвенных материалов;
- 2) соизмеримы с «кожволон» по показателю твердости, что обеспечивает требуемую формоустойчивость подошвы и сопротивляемость внешним механическим факторам;
- 3) не достигают уровня «кожволон» по показателю условной прочности, что не является критичным для подошвы, комплексно соединенной с другими деталями обуви в составе конечного изделия;
- 4) соизмеримы с «кожволон» по показателю относительного удлинения, что обеспечивает требуемую эластичность;
- 5) существенно превосходят «кожволон» по показателю сопротивления истиранию, что обеспечивает повышенную долговечность изделия;
- 6) соизмеримы с «кожволон» по показателю сопротивления многократному изгибу, что также обеспечивает повышенную долговечность.

Использование в качестве основного компонента отходов ППУ, в качестве наполнителя волокнистых отходов текстильной промышленности – кноп стригальный полипропиленовый позволяет экономить первичное сырье, решать вопросы экологического характера, связанные со сложностью утилизации полиуретанов, расширить ассортимент материалов для деталей низа обуви, снизить себестоимость данного вида продукции вследствие замены дорогостоящих полиуретанов дешевыми текстильными отходами и отходами ППУ и значительно повысить физико-механические и эксплуатационные свойства материалов и подошв.

Научная новизна работы заключается в разработке и получении новых композиционных материалов для деталей низа обуви с заданными свойствами с добавлением в их состав отходов производства.

Практическая значимость заключается в:

- получении материалов на основе вторичного полиуретана на основе волокнистых наполнителей с физико-механическими и эксплуатационными свойствами, соответствующим подобным материалам;
- снижении себестоимости обуви (социальный эффект);
- снижении количества ввозимого из-за рубежа полиуретана (импортозамещение);
- частичной утилизации отходов производства.

Экономическая целесообразность производства подошв с использованием отходов производств подтверждается расчетом экономического эффекта от замены подошв из кожволон на подошвы из отходов полиуретана с волокнистым наполнителем, полученных методом литья на машине MainGroup SP 345-3 на 100 пар и составляет 205,0 руб. (≈100 \$).

Помимо расчета эффективности немаловажным является обеспечение конкурентоспособности выпускаемой продукции. В работе [9] приведена методика оценки уровня конкурентоспособности продукции, согласно которой интегральный показатель конкурентоспособности рассчитывают, как отношение комплексного показателя качества к цене потребления, то есть затратам на его приобретение и использование. Согласно методике, был произведен расчет интегрального показателя конкурентоспособности полученного материала и кожволонана. В знаменателе была использована стоимость материала, используемая до этого при расчете экономической эффективности производства подошв с использованием отходов производства. Интегральный показатель конкурентоспособности полученного материала составил 1,07; кожволонана – 0,90. Относительный уровень конкурентоспособности составил 1,2, что свидетельствует о превосходстве полученного материала по конкурентоспособности.

Результаты работы имеют экономический, экологический, технологический и социальный эффект. Экологический эффект заключается в сохранении первичных ресурсов, высвобождению земельных ресурсов, а для предприятий – снижению объемов вывозимых отходов на полигоны ТБО, и как следствие и затрат на захоронение отходов в виду их повторного использования. Экономический и социальный эффекты проявляются в снижении себестоимости произведенной продукции. Так экономический эффект заключается в уменьшении объемов импортных поставок полимерных материалов, а социальный – в повышении степени удовлетворенности потребителей относительно недорогой обувью. Технологический эффект определяется технологической ценностью ресурсов и является основой ценообразования любых вторичных материальных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никитин Г.Н., Пентелькин А.А., Тряпицин М.З. Отходы производства легкой промышленности. М: Легкопробытгиздат, 1973, 256 с.
2. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://vitcarpet.com/catalogue/othody/>
3. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология / под ред. А.А. Берлина. – СПб.: Профессия, 2009, 560 с.
4. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://technopark-vitebsk.by/working/services/waste-resucl#измельчительное-оборудование>
5. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://technopark-vitebsk.by/working/services/waste-resucl#экструзионное-оборудование>
6. Static machines for the production of one-colour soles in compact and expanded thermoplastic materials for any type of footwear, with or without inserts (leather insoles, welts and heel bands, etc.). Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.maingroup.com/eng/index.php?p=sp-45-termo>
7. ГОСТ 4.387-85. Система показателей качества продукции. Материалы синтетические для низа обуви. Номенклатура показателей. – Введен 01.01.1987. – Минск: Министерство легкой промышленности СССР, 1985. – 12 с.
8. ГОСТ 7926-75. Резина для низа обуви. Методы испытаний. – Введен 01.07.1976. – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 1992. – 8 с.
9. Сыцко В.Е. Методика оценки конкурентоспособности швейных изделий / В.Е. Сыцко // Швейная промышленность. – 1996. – №2. – С. 20–29.

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СУХО-МОКРОГО ФОРМОВАНИЯ ПОЛИОКСАДИАЗОЛЬНОГО ВОЛОКНА НА ОПЫТНОЙ УСТАНОВКЕ

STUDYING THE POSSIBILITY OF APPLYING DRY-WET FORMATION OF POLYOXADIAZOL FIBER AT A TEST INSTALLATION

Б.П. Макаров¹, М.В. Шаблыгин¹, А.Ю. Матрохин², М.П. Михайлова³
B.P. Makarov¹, M.V. Shablygin¹, A.Yu. Matrohin², M.P. Mikhailova³

¹ООО "Научно-производственная фирма "Термостойкие изделия", (г. Мытищи)

²Ивановский государственный политехнический университет

³ОАО Инновационный научно-производственный центр текстильной и легкой промышленности, (Москва)

¹LLC Research and production firm heat-Resistant products, (Mytisch)

²Ivanovo State Polytechnic University

³JSC Innovative Research and Production Center for Textile and Light Industry, (Moscow)

E-mail: termiz@mail.ru, makarov.termiz@ya.ru

В данной работе рассмотрены способы получения полиоксадиазольных волокон по мокрому и сухо-мокрому способу. Показаны возможности опытной установки для проведения экспериментальных наработок полиоксадиазольной нити сухо-мокрым способом. Приведены сравнительные характеристики полученных нитей 25 Текса.

Ключевые слова: волокна, мокрый и сухо-мокрый способ формования, полиоксадиазол, пилотная установка, фильера, осадительная ванна.

This paper describes methods for producing polyoxadiazole fibers by wet and dry-wet methods. The capabilities of a pilot plant for carrying out experimental developments of a polyoxadiazole thread by a dry-wet method are shown. The comparative characteristics of the obtained threads 25 Tex.

Key words: fibers, wet and dry-wet molding, polyoxadiazole, pilot plant, die, precipitation bath.

В сложившейся обстановке геополитической ситуации на фоне экономических санкций со стороны западных стран в отношении России вопросы импортозамещения становятся очень актуальными.

Российский рынок технических тканей и нетканых полотен полностью зависит от западных стран. Почти полное отсутствие в России очень важного сектора термостойких и термостойких волокон технического назначения требует новых разработок в этом направлении и сопровождение их аппаратурным оформлением.

Процесс формования химических волокон происходит по образованию твердой полимерной фазы в струйке расплава или раствора полимера вследствие сдвига фазового равновесия и вызывается протеканием процессов тепло- или массообмена между этой струйкой и окружающей средой в зоне формования (шахте, ванне, трубке). Формование химических волокон включает целый комплекс физико-механических, реологических, гидравлических, механических и других явлений.

При мокром методе формования из растворов полимеров происходит диффузия компонентов осадительной ванны в волокно и растворителя из волокна.

В результате протекания процессов переноса и сдвига фазового равновесия полимер осаждается в форме волокна.

Волокна, формируемые по мокрому методу, подвергаются обычно пластификационному вытягиванию на воздухе или в среде жидкости. В процессе пластификационного вытягивания волокна ориентируются и их прочность значительно возрастает.

В случае формования раствора поли-п-фенилен-1,3,4-оксадиазола (Арселон) осадителем является вода, а растворителем концентрированная серная кислота.

При формировании по мокрому методу есть ограничения по максимальной скорости, связанные как со скоростью осаждения, так и с гидродинамическими особенностями процесса. У процесса мокрого формирования есть свои ограничения по линейной плотности и числу формируемых нитей. Наименьшая линейная плотность формируемых нитей составляет приблизительно 0,1 текс, максимальная не более 1-2 текс. Формирование более тонких нитей крайне затруднительно из-за резкого снижения стабильности процесса, формирование более толстых нитей ограничено скоростью процессов диффузии. Однако, ограничения по числу формируемых нитей в пучке гораздо менее жесткие – от 10 до 100000. Следует указать, что чем больше число нитей в пучке, тем меньше должна быть скорость формирования. Так, скорости формирования штапельных волокон обычно в 1,5-2 раза меньше, чем скорости формирования тонких нитей [1].

Целью данной работы было изучить возможность формирования полиоксадиазольного (поли-п-фенилен-1,3,4-оксадиазола) волокна сухо-мокрым способом в отличие от используемого на данный момент в промышленном производстве мокрым способом формирования.

В мировой практике сухо-мокрый способ формирования получил широкое распространение при получении жесткоцепных, высокопрочных, высокомодульных полимерных волокон, такие как «Кевлар», «Тварон», формируемых из сернокислотных растворов с концентрацией полимера до 18% и скоростью формирования до 200 м/мин.

Формирование полиоксадиазолов по мокрому способу осуществляется из низкоконцентрированных растворов с концентрацией полимера 5-6% и скоростью формирования 30-32 м/мин, что связано с небольшой скоростью диффузионных процессов, проходящих при высаживании полимера, в корыте осадительной ванны.

Для изучения возможности применения сухо-мокрого способа формирования в процессе получения волокон и нитей на основе полиоксадиазолов, была использована ранее разработанная пилотная установка [2], предназначенная для формирования мокрым способом, для чего в конструкцию узла формирования были внесены некоторые изменения. Была изменена форма червяка подачи раствора полимера с креплением фильерного комплекта, позволяющего устанавливать его над корытом осадительной ванны, дающим возможность регулировать возможную прослойку между фильерой и зеркалом осадительной ванны в корыте.

При формировании через воздушную прослойку студнеобразное волокно в осадительной ванне способно вытягиваться в несколько раз, позволяя тем самым еще больше увеличивать скорость формирования. Однако существует оптимальная степень вытягивания волокна в осадительной ванне (около 1,5 раз) при которой свойства волокна после последующих операций будут оптимальными. Важным параметром формирования волокон через воздушную прослойку является также расстояние от фильеры до осадительной ванны, которое должно быть не менее 10-30 мм.

Также в корыте был установлен дополнительное направляющее устройство (нитепроводник) рисунок 1.

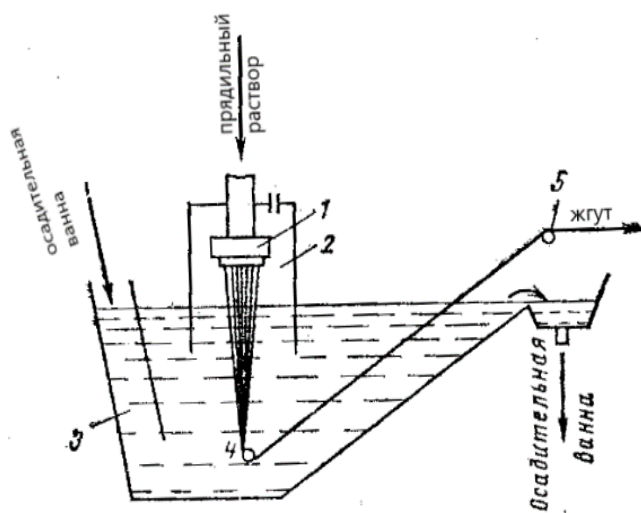


Рис. 1. Схема формования через воздушную прослойку.

- 1 – фильера
- 2 - воздушная прослойка
- 3 – осадительная ванна
- 4 и 5 – направляющие устройства (ните-проводник)

В процессе изучения возможности формования сухо-мокрым способом было решено использовать стандартные растворы полимера, применяемые при мокром способе формования.

Таблица 1.

Параметры раствора полимера

Массовая доля полимера в растворе	5,4%
Динамическая вязкость	4800 Пуаз
Удельная вязкость	2,3
Концентрация H_2SO_4	98,7%
Параметры осадительной ванны	
Концентрация H_2SO_4	680г/л
Температура	60 ⁰ С

Для формования использовались фильеры на 200 отверстий с диаметром доньшка 12,5 мм и диаметром 1-го отверстия 0,08 мм.

Скорость формования – 30 м/мин.

Кратность вытяжки – 3 раза.

В ходе эксперимента нарабатывалась нить линейной плотностью 25 Текс.

Раствор готового полимерного раствора с температурой 20-25⁰С проходил через воздушную прослойку в 1 см и опускался в нижнюю часть корыта, где заправлялся через дополнительно установленный ните-проводник, после чего принимался на 1-ый вытяжной диск [3].

В результате изменения схемы формования увеличилась длина пути нити в осадительной ванне с 50 см при мокром способе до 85 см при сухо-мокрым способе формования, время высаживания также увеличилось т.е. процесс диффузии в элементарных волокнах должен пройти более равномерно.

В ходе эксперимента было наработано 200 гр нити линейной плотностью 25 Текс.

Сравнительные результаты нитей, полученных мокрым и сухо-мокрым способом приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Основные показатели нити 25 Текс полученных мокрым и сухо-мокрым способом

Способ формования	Мокрый	Сухо-мокрый
Прочность, сН/текс	28-35	38-52
Удлинение при разрыве, %	6-10	4-7
Модуль деформации, ГПа	8-11	12-16

При изучении были получены результаты, из таблицы 2 мы видим, что при формовании волокон по сухо-мокрому способу увеличение прочности нити порядка 20%.

Выводы:

В результате проделанной работы было установлено:

- возможность получения сухо-мокрым способом волокон и нитей на основе полиоксадиазола;
- необходимость совершенствования конструкции узла формования опытной установки;
- проведение дальнейших работ по совершенствованию технологии получения полиоксадиазольных волокон сухо-мокрым способом с целью увеличения скорости процесса производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г.И. Кудрявцев, В.Я. Варшавский, А.М. Щетинин, М.Е. Казаков. Армирующие химические волокна для композиционных материалов. М.: Химия, 1992. С 53-66.
2. Б.П. Макаров, А.Ю. Матрохин. Создание лабораторной установки для получения арселоновых волокон нового поколения. ПОИСК 2019. Г. Иваново. ИВГПУ. Часть 2. С 7-9.
3. А. Зябицкий. Теоретические основы формования волокон. Перевод: О.К. Перепелкиной, К.Е. Перепелкина. М.: Химия. 1979 г.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МНОГОВАРИАНТНОГО АНАЛИЗА ДИНАМИКИ БАТАННЫХ МЕХАНИЗМОВ ТКАЦКИХ СТАНКОВ СТБ

SOFTWARE DEVELOPMENT FOR MULTIVARIATE ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF THE WINDING MECHANISMS OF STB LOOMS

Р.Р. Аллямов, А.А. Максимов, И.А. Суворов
R.R. Allyamov, A.A. Maksimov, I.A. Suvorov

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnical University
E-mail: harley-davison47@mail.ru

Авторами разработан программный комплекс, который позволяет проводить многовариантный анализ динамики батанных механизмов ткацких станков типа СТБ с учетом количества упругих опор и характеристик вырабатываемой ткани. Использование разработанного программного обеспечения позволяет путем виртуального эксперимента спрогнозировать вероятность повреждения конструкции батанного механизма в процессе выработки на ткацком станке типа СТБ ткани с заданными параметрами.

Ключевые слова: батанный механизм, динамические нагрузки, выработка ткани, колебания.

The authors have developed a software package that allows a multivariate analysis of the dynamics of a winding mechanisms type looms, taking into account the number of elastic supports and the characteristics of the fabric produced. Using the developed software allows a virtual experiment to predict the likelihood of damage to the design of the batan mechanism in the process of producing fabric with the specified parameters on a loom.

Keywords: batan mechanism, dynamic loads, tissue production, fluctuations.

По данным статистики текстильных предприятий, помимо дефектов вырабатываемой продукции 28 % простоев ткацких станков типа СТБ вызывают колебательные процессы в исполнительных механизмах станка (Рис. 1), следствием которых является преждевременный износ обозначенного оборудования. Решение задач минимизации деформационных и колебательных процессов можно получить при наличии динамических и математических моделей, учитывающих взаимосвязи между технологическими объектами (нити основы и утка) и исполнительными механизмами.

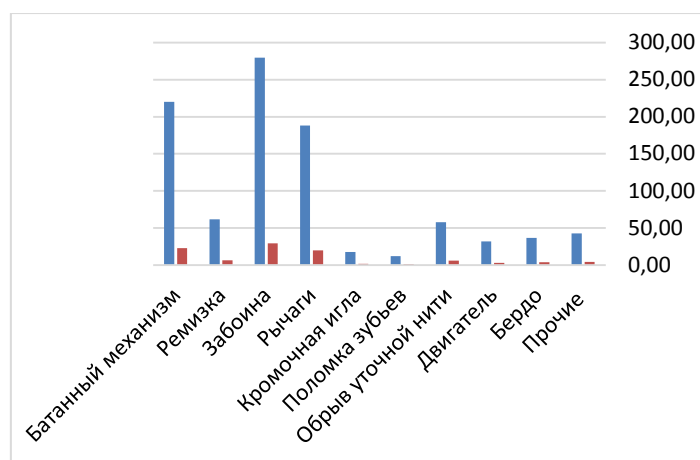


Рисунок 1. Диаграмма причин простоев ткацких станков типа СТБ выражающихся в количестве часов простоя и процентном соотношении

В процессе экспериментальной оптимизации работы батанных механизмов ткацких станков типа СТБ, возникают практические вопросы об учете податливости лопастей, влиянии дополнительных опор подбатанного вала, влиянии прибора на напряжения в элементах конструкции и т.п. Научно обосновано, что брус батана теряет свою прямолинейную форму еще до стадии подхода берда к опушке ткани[1]. Изгиб бруса вследствие чисто вынужденных колебаний может стать причиной искажений параметров ячейки вырабатываемой ткани. Свободные сопровождающие колебания так же могут привести к отклонению от допускаемых значений размеров сторон ячеек вырабатываемой ткани.

В этой связи, можно сделать вывод, что задачи динамики должны решаться не только с позиций определения долговечности работы механизма, но и с позиций надежного выполнения им заданных функций т.к. неизбежно возникающие вибрации не должны оказывать влияния на качество вырабатываемой продукции [2].

Разработка программного обеспечения для многовариантного анализа динамики батанных механизмов ткацких станков СТБ при помощи ЭВМ, заключается создании прикладной программы для решения задач технических вычислений показателей динамических нагрузок, воздействующих на конструкцию батанного вала в процессе выработки ткани заданного ассортимента, при определенном количестве батанных коробок, в данном случае, предназначенных для уменьшения динамических нагрузок, вызванных возникающими колебаниями.

В качестве языка программирования использован алгоритмический язык MATLAB, работающий под управлением операционной системы Windows. Приложение программной системы занимает 289 Кбайт памяти на жестком диске. К достоинствам программы относятся не только точность результатов многовариантного анализа динамики батанных механизмов ткацких станков СТБ, обеспечиваемая за счет использования наиболее эффективных методов решения задачи о колебаниях батана, сводящихся к решению простейших дифференциальных уравнений первого порядка[3], но и удобство использования в совокупности с доступностью результатов выводимых на экран в виде графика числовой функции (Рис. 2).

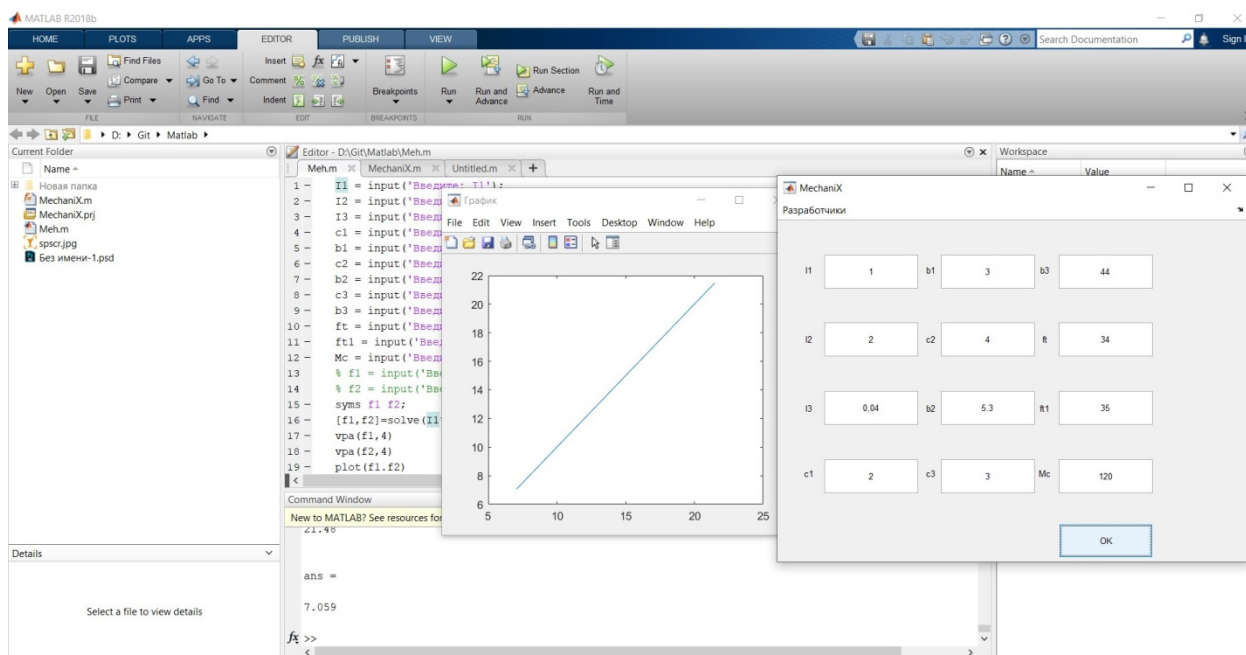


Рисунок 2. Главная форма программы динамического анализа

Таким образом, использование разработанного программного обеспечения позволяет путем виртуального эксперимента определить возможность выработки на ткацком станке типа СТБ ткани с заданными параметрами. Это становится возможным за счет

прогнозирования деформации бруса батана при различных вариантах количества и расположения батанных коробок, а, следовательно, и производстве тканей заданного ассортимента.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. Аллямов, Р.Р. Исследование влияния батанных механизмов на ассортиментные возможности ткацких машин назначения / Аллямов Р.Р., Максимов А.А. : Молодые ученые - развитию национальной технологической инициативы (ПОИСК 2018): сборник материалов межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов с межд.участием. - Иваново: ИВГПУ, 2018. -С. 266-267.
3. Суров, В.А. Кинематический анализ батанного механизма с двухкулачковым приводом / В.А. Суров, В.М. Андриянов, В.А. Шмелёв // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 1989. - N 3. - С. 89-91.

**КОМПОЗИЦИОННЫЙ ПОЛИМЕРНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ БОЕВОЙ ОДЕЖДЫ
ПОЖАРНОГО С УЛУЧШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ
ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

**COMPOSITE POLYMER MATERIAL FOR FIREFIGHTER COMBAT CLOTHING
WITH IMPROVED PERFORMANCE**

Д.В. Сорокин, А.Л. Никифоров, О.Г. Циркина, С.Н. Ульева
D.V. Sorokin, A.L. Nikiforov, O.G. Tsirkina, S.N. Ulieva

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России
The Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of EMERCOM of Russia
E-mail: element_37@mail.ru, anikiforoff@list.ru, ogtsirkina@mail.ru, jivotyagina@mail.ru

Рассмотрена структура пакета материалов боевой одежды пожарного. Определены основные причины снижения теплозащитных свойств материалов боевой одежды. Представлен новый композиционный полимерный материал для боевой одежды пожарного с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

Ключевые слова: боевая одежда пожарного, теплозащитные свойства, композиционный материал, текстильная 3D матрица, теплоизоляционная подкладка.

The structure of package materials of firefighter's personal protective equipment is described. The main reasons for reducing the heat-shielding properties of clothing materials of personal protective equipment are identified. A new advanced composite polymer material for firefighter's personal protective equipment is suggested.

Keywords: fireman wear, thermal insulation properties, composite material, textile 3D matrix, thermal insulation lining.

Работа пожарного зачастую связана с выполнением задач в экстремальных условиях, таких как высокая температура окружающей среды, воздействие открытого пламени, контакт с раскаленными предметами, различные механические нагрузки, воздействие огнетушащих веществ. Вследствие этого, боевая одежда пожарного (БОП) должна обеспечивать максимальную защиту от негативного воздействия вышеуказанных факторов.

Защитные, эргономические и физиолого-гигиенические характеристики любой спецодежды на 70% зависят от используемых материалов и на 30% от ее конструктивного исполнения [1, с.17].

Для обеспечения необходимого уровня защиты пожарного в условиях широкого диапазона тепловых и механических воздействий, а также агрессивных сред, БОП выполняется из многослойного пакета материалов и тканей, в котором каждый слой имеет функциональное назначение.

Пакет материалов и тканей БОП структурно состоит из 4 основных слоёв:

- материала верха, выполненного из негорючих материалов для защиты от кратковременного воздействия открытого пламени, а также механических воздействий;
- водонепроницаемого слоя, выполненного из различных полимерных материалов для защиты от негативных воздействий влаги, ветра;
- теплоизоляционной подкладки, выполненной из материалов с низкой теплопроводностью, предназначенной для защиты от повышенных тепловых воздействий окружающей среды
- гигиенического слоя, выполненного из хлопчатобумажной ткани [2, с. 6].

Для изготовления наружного слоя боевой одежды используются ткани из пара- и метаарамидных волокон с полимерным покрытием и без него, а также их смесовые композиции с различным содержанием шерсти или других вложений, обладающие высокой

прочностью. Наиболее известными зарубежными материалами из амидных волокон являются Конекс, Кевлар и Номекс. Отличительной особенностью волокон Кевлар и Номекс, разработкой которых занимается фирма DuPont, является их структура. Волокна Кевлар состоят из линейных жёстких цепных макромолекул, образованных из регулярно чередующихся звеньев парафенилентерефталимида. Макромолекулы полимера имеют упорядоченное расположение, позволяющее образовывать более крупные высокоориентированные структурные элементы с межмолекулярными водородными связями. Однако Номекс не имеет высокой прочности по сравнению с Кевларом, но имеет большую степень огнестойчивости. Существенным недостатком данных материалов является высокая стоимость [3, с. 18].

Отечественными термостойкими нитями являются Русар, СВМ, Арселон и Армос. Нити Русар имеют самые высокие физико-механические характеристики. Существенным отличием технологии их производства является сухо-мокрое формование, которое включает в себя множество сложных стадий. Необходимо отметить, что нити Арселон обладают высокими показателями термостойкости, превосходя известный мировой бренд Номекс [4, с. 102].

В качестве полимерных покрытий используют резинотехнические композиции на основе силиконовых эластомеров, а также другие многослойные каучуковые композиции.

Основную теплозащитную функцию в комплекте БОП выполняет теплоизоляционная подкладка, выполненная из обладающих низкой теплопроводностью материалов.

В качестве теплоизоляционных материалов для различных видов СЗО пожарных традиционно использовались шерстяные войлоки, а также шерстяные и полшерстяные ватины. Имея ряд важных преимуществ, эти материалы обладают невысокой огнестойкостью. Обработка антипиренами повышает огнестойкость, но при этом снижаются эргономические и физиолого-гигиенические показатели. Все ватины, особенно отечественного производства, характеризуются неравномерной плотностью распределения волокон по площади полотна, поэтому уменьшать поверхностную плотность таких материалов нельзя, поскольку, это снизит их защитные свойства к действию теплового потока. Использование ватина в два, а то и в три слоя, увеличивает массу изделия, снижает эргономические и физиолого-гигиенические показатели, повышает его стоимость. Широко применяются варианты пакетов, где в качестве второго слоя теплоизолятора использованы комбинированные нетканые полотна на основе смесовой композиции метаарамидов и шерсти, что позволяет снизить массу теплоизоляционного многослойного пакета.

Кроме того, теплоизоляционные материалы должны обладать низкой деформацией в результате многократного сжатия за время эксплуатации. Данный показатель является основополагающим, поскольку именно от него зависит сохранение теплозащитных функций на весь срок эксплуатации комплекта БОП. Низкая теплопроводность материалов теплоизоляционного слоя обусловлена пористой структурой с высоким содержанием воздуха. Однако в процессе эксплуатации теплофизические свойства теплоизоляционного материала значительно снижаются за счет его сжатия и, как следствие, снижения пористости, а также намокания материала.

Теплоизоляционная подкладка, как правило, выполняется одной толщины и структуры по всей площади комплекта БОП. В местах сжатия пакета материалов (в области коленных и локтевых суставов) устанавливаются дополнительные слои, выполненные из материала верха или материала с полимерным пленочным покрытием. Однако данное техническое решение направлено, в основном, на защиту от негативных механических воздействий и в полной мере не компенсирует снижение теплозащитных показателей, связанное с уменьшением толщины теплозащитной подкладки.

Резюмируя вышесказанное, можно отметить, что пакет материалов БОП представляет собой набор слоев разнородных материалов с наличием воздушных прослоек, каждый слой которого имеет свое функциональное назначение. Конструкция пакета материалов БОП была разработана еще в начале XX века и применяется в настоящее время. Уровень воздействия

слоев пакета друг на друга в процессе эксплуатации является малоизученным. Именно по этой причине значения защитных показателей пакета материалов при испытаниях и эксплуатации могут значительно отличаться. Влияющими факторами являются следующие: наличие воздушных прослоек между слоями пакета материалов, наличие механических воздействий, например, сжатие пакета материалов, уровень влажности материалов и другие. Одной из основных проблем обеспечения тепловой защиты является сложность применения объемно-пористых текстильных материалов в качестве теплоизоляционного слоя, потому как такие материалы подвержены быстрому механическому (физическому) износу в процессе эксплуатации и снижению защитных свойств. Таким образом, применяемая конструкция пакета материалов БОП является несовершенной и не позволяет обеспечить необходимый уровень защиты пожарного на весь срок эксплуатации одежды. Следовательно, возникает необходимость применения новых технологий, позволяющих получить объемный огне-теплозащитный материал с заданными регулируемыми свойствами.

В рамках выполнения научно-исследовательской работы в Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России был разработан композиционный полимерный материал для боевой одежды пожарного с улучшенными эксплуатационными характеристиками на основе 3D текстильной матрицы.

Разработанный композиционный полимерный материал предназначен для изготовления специальной защитной одежды пожарного, требующей повышенной стойкости к воздействию интенсивного теплового излучения, высокой температуры окружающей среды, кратковременного контакта с открытым пламенем и нагретыми предметами, других опасных факторов, возникающих при тушении пожаров, а также эксплуатационных нагрузок.

Технический результат разработки заключается в создании композиционного полимерного водонепроницаемого материала с требуемыми тепло- и огнезащитными показателями и высокой устойчивостью к механическим деформациям.

Композиционный полимерный материал получают способом объемного (3D) ткачества, позволяющим изготавливать материалы элементов костюма БОП с различными физико-механическими показателями на основании вероятности поражения частей тела пожарного.

Структура разработанного композиционного полимерного материала представлена на рис. 1.

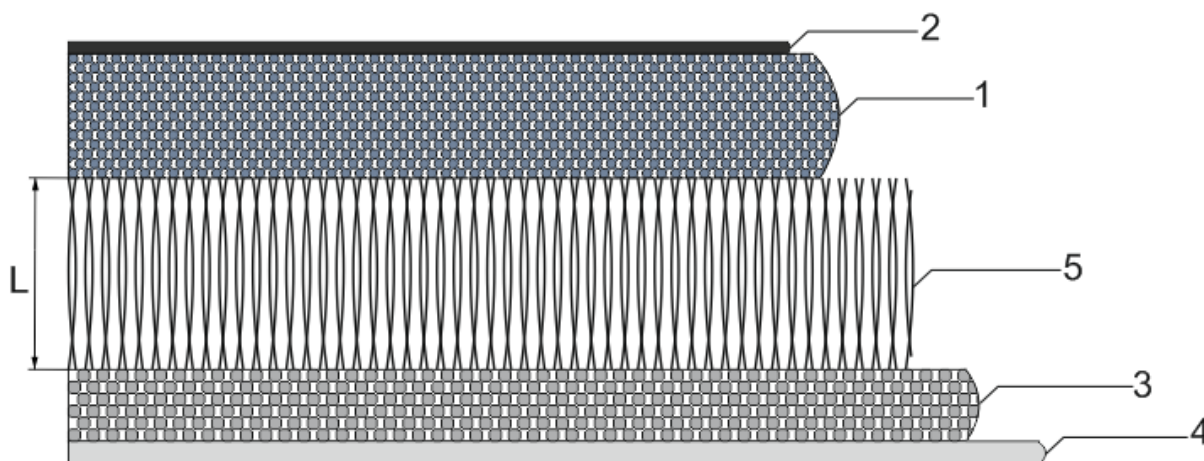


Рис. 1 Структура композиционного полимерного материала

Композиционный полимерный материал состоит из объединенных слоев: огнезащитного слоя 1, на который с фронтальной стороны нанесено пленочное покрытие 2, и теплоизолирующего слоя 3, с тыльной стороны соединенного с гигиеническим слоем 4. Пленочное покрытие 2 выполнено из кремнийорганического полимера с наполнителем из

вакуумированных микросфер и отражающим инфракрасное излучение пигментом. Теплоизолирующий слой 3 выполнен из термостойких синтетических волокон. Огнезащитный слой 1 и теплоизолирующий слой 3 соединены друг с другом посредством перемычек и располагаются на расстоянии $L=5\div 12$ мм друг от друга. Перемычки 5 выполнены из армированных нитей толщиной $0,1\div 1$ мм из негорючего материала. Армированные нити перемычек 5 могут выполняться из арамидных, кремнеземных или базальтовых волокон. Теплоизолирующий слой 3 с тыльной стороны соединен с гигиеническим слоем 4, выполненным из хлопчатобумажных нитей, пропитанных биоцидным раствором, что позволяет обеспечить дополнительную тепловую защиту и комфортные условия при контакте материала с телом человека.

Выполнение огнезащитного слоя из негорючих арамидных нитей позволяет обеспечить необходимые показатели защиты от кратковременного воздействия открытого пламени и контакта с нагретыми предметами, а также от механических воздействий. Для обеспечения защиты от влаги и ветра на огнезащитный слой нанесено полимерное пленочное покрытие. Огнезащитный и теплоизолирующий слои соединены перемычками, тем самым образуя дополнительный теплоизолирующий межслойный зазор, обеспечивающий защиту от повышенных тепловых воздействий окружающей среды. За счет упругости перемычек, выполненных из армированных нитей, обеспечивается высокая межслойная прочность и быстрое восстановление формы материала после механического воздействия, например, сдавливания. Физико-механические показатели композиционного полимерного материала можно регулировать за счет изменения толщины армированных нитей перемычек, их плотности и вида ткачества.

На рис. 2 представлены возможные виды ткачества армирующих нитей перемычек.

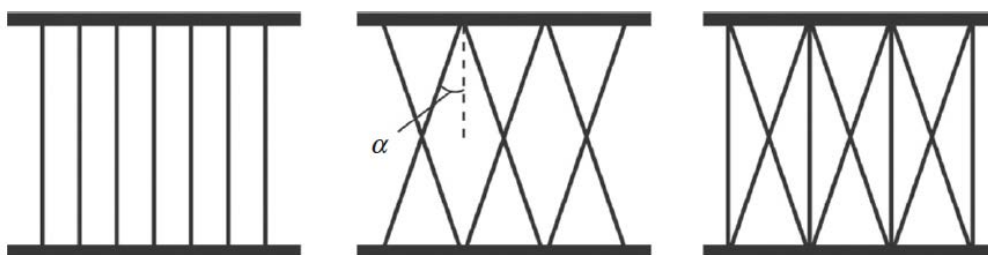


Рис. 2 Виды исполнения армирующих нитей: α – угол наклона нитей относительно поверхности огнезащитного слоя

Гигиенический слой из хлопчатобумажных нитей, пропитанных биоцидным раствором, обеспечивает оптимальные условия работы в одежде, выполненной из заявляемого материала.

На рис. 3 представлен опытный образец разработанного материала.



Рис. 3 Опытный образец композиционного полимерного материала

Таким образом, конструктивное исполнение разработанного материала позволяет на стадии производства регулировать его физико-механические показатели для конкретного элемента БОП без применения дополнительных технических решений. Технологические возможности объемного (3D) ткачества позволяют изменять толщину, плотность, и угол наклона армирующих нитей, что дает возможность минимизировать количество шовных соединений на готовом комплекте БОП.

Применение разработанного композиционного материала для изготовления элементов специальной защитной одежды пожарного позволит обеспечить равномерность

распределения температур во внутреннем пространстве одежды и снизить уровень риска получения тепловых травм и производственного травматизма пожарных в целом, а также повысить эффективность выполнения задач по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Таласпаева, А. А. Анализ существующих разработок в области проектирования спецодежды пожарных / А. А. Таласпаева, Р. О. Жилисбаева // Вестник Алматинского технологического университета. – 2013. – №4. – С. 16-21.
2. ГОСТ Р 53264-2009. Техника пожарная. Специальная защитная одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний. Национальный стандарт Российской Федерации. Стандратинформ. – 2009. – С. 37.
3. Логинов, В. И. Результаты исследований и перспективы развития материалов для специальной защитной одежды пожарных / В. И. Логинов, И. Д. Игнатова, Е. С. Михайлов // Пожарная безопасность. – 2012. – №3. – С. 100-106.
4. Файззулина, Р.Н. Ассортимент и область применения огнестойких текстильных материалов / Р.Н. Файззулина, И. В. Красина // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – №22. – С. 101-105

**ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ УСЛОВИЙ ФОРМОВАНИЯ
ПОЛИОКСАДИАЗОЛЬНЫХ ВОЛОКОН, ПУТЕМ ПОДБОРА ФИЛЬЕР**

**STUDYING THE POSSIBILITY OF IMPROVING THE CONDITIONS OF FORMATION
OF POLYOXADIAZOLE FIBERS, BY SELECTING A FILLER**

Б.П.Макаров

B.P. Makarov

ООО "Научно-производственная фирма "Термостойкие изделия", (г. Мытищи)

LLC Research and production firm heat-Resistant products, (Mytisch)

E-mail: termiz@mail.ru, makarov.termiz@ya.ru

В данной работе был изучен вопрос влияния конструкции фильеры на устойчивость процесса формования полиоксадиазольных волокон. Были проведены испытания фильер различной технологической конструкцией, подобран оптимальный вариант для производства волокон по сухо-мокрому методу.

In this paper, the effect of the design of the die on the stability of the process of forming polyoxadiazole fibers was studied. Tests of dies with various technological designs were carried out, the best option for the production of fibers by the dry-wet method was selected.

Ключевые слова: формование, волокна, фильера, раствор полимера, сухо-мокрый метод.

Key words: molding, fibers, die, polymer solution, dry-wet method.

Процессы формования химических волокон, их непрерывное вытягивание, промывка и другие обработки проходят в гидродинамическом поле окружающей волокно среды (осадительной ванны, воздуха), которое создается как движущимися волнами, так и путем принудительного перемещения окружающей среды. Необходимого для протекания тепло – и массообменных процессов. Гидродинамическое поле оказывает большое влияние на физико-механические процессы при получении химических волокон, в частности, на реологию процесса их деформирования [1].

При формировании волокон по мокрому методу имеют место две группы гидродинамических явлений, протекающих вблизи фильеры:

1. Обтекание фильерного комплекта осадительной ванной;
2. Формование потока осадительной ванны вблизи доньшка фильеры.

Из-за наличия фильерного комплекта, обтекаемого осадительной ванной, в ней создаются возмущения, влияющие на установление равномерного течения.

Известно, что при обтекании любого тела за ним образуется след, т.е. область, течение в которой резко отличается от основного потока.

Формирование потока осадительной ванны, движущейся с пучком формируемых волокон, происходит в первую очередь вблизи фильеры. Завершение развития пограничного слоя наблюдается на расстоянии 8-10 мм от фильеры. Линии формирования пограничного слоя имеют параболическую форму. Толщина пограничного слоя вокруг одиночного формируемого волокна достигает 0,8-1,2 мм [2, 3, 4].

Для обычно применяемых фильер при формировании вязкозных волокон слияние пограничных слоев происходит на расстоянии от 0,2 до 5,0 мм от поверхности фильеры.

Нормальный к направлению формируемых волокон поток осадительной ванны создает гидродинамический напор на вытекающие из отверстий фильеры струйки прядильного раствора, вызывая возможность их прилипания к фильере и друг к другу (особенно при медленном процессе осаждения).

Подсос ванны в нить (жгут) в зоне непосредственно вблизи фильеры вызывает увеличение сопротивления трения в 2-2,5 раза в той зоне, что неблагоприятно сказывается на

стабильности формования. В то же время под влиянием диффузии и синерезиса растворителя из формуемых волокон появляется «поперечный поток», который в условиях мокрого метода формования вызывает снижение сил трения на 2-5% [5].

Данные положения, а также недостатки мокрого формования полиоксидазольных волокон были учтены при проведении экспериментальных работах по созданию (разработке) фильеры для сухо-мокрого способа получения полиоксидазольных волокон.

Работа по подбору оптимальных параметров (конструкции) фильеры проводилась на пилотной установке [6]. Для проведения работы использовались фильеры с диаметром доньшка 12,5 мм с диаметром отверстий 80 мкр., количеством отверстий 200 и 300 шт., отверстия расположены по концентрическим окружностям. Расстояние между отверстиями соответственно 0,55 и 0,40 мм. Для проведения работы использовался стандартный раствор полимера, таблица 1.

Таблица 1.

Состав раствора полимера

Массовая доля полимера, %	5,5
Концентрация H ₂ SO ₄ , %	98
Температура раствора, С ⁰	25
Состав осадительной ванны	
Массовая доля H ₂ SO ₄ , %	50
Температура, С ⁰	70

Раствор полимера из реактора подавался через фильтр-палец на фильеру, затем через воздушную прослойку от 10 до 30 мм в корыто осадительной ванны на формование.

Количество подаваемого раствора обеспечивало получение элементарного волокна с линейной плотностью 0,17 текс при скорости формования 30 м/мин.

Свежесформованное волокно принималось через жгутопроводник на приемную галету, затем на вытяжную, где осуществлялась пластификационная вытяжка. Скорость вытяжной галеты – 30 м/мин. Затем нить подавалась на промывные ролики, промывалась водой, нейтрализовалась раствором бикарбоната натрия, затем снова водой, сушилась на сушильных роликах и принималась на паковку, установленную на электроверетене.

Первым вариантом испытывалась фильера с диаметром доньшка 40 мм и числом отверстий 4800, расположенных по окружностям отдельными сегментами, шаг отверстий по диаметру отверстий составлял 0,37 мм, шаг по радиусу составлял 0,40 мм. Диаметр отверстия 0,08 мм. Сегментарное расположение отверстий фильеры предполагало улучшение притока осадительной ванны к центру фильеры. Однако при применении данной фильеры получить устойчивое формование не удалось. Заправить рабочее место при применении данной фильеры не получилось.

Были изготовлены фильеры с такими же параметрами: диаметром доньшка 40 мм и числом отверстий 4800, диаметром отверстия 0,08 мм, в отличии от первого варианта у данной фильеры отверстия располагались по концентрическим окружностям, где шаг отверстий по диаметру окружности составляет 0,48 мм, а по радиусу 0,40 мм. На данной фильере удалось заправить рабочее место модуля формования полиоксидазольных волокон и получить продукцию соответствующего качества, но при длительной работе устойчивость формования была нарушена – появились слипшиеся участки, «плевки».

В дальнейшем исследования проводились на фильерах с диаметром доньшка 12,5 мм и числом отверстий 200 и 300, т.к. фильеры данной конструкции являются математическим подобием фильер с диаметром доньшка 40 мм и числом отверстий 3500 и 4800 отверстий.

Сравнительные физико-механические показатели нити, полученные при использовании фильер с количеством отверстий 200 и 300 шт. представлены в таблицах 2,3,4,5,6.

Таблица 2.

Фильера 300 отверстий. Пластификационная вытяжка $\lambda = 3$

Номер образца	Линейная плотность элементарного волокна, текс	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Удельное разрывное удлинение, %
1	0,170	28,3	19,4
2	0,171	31,8	17,4
3	0,169	30,5	17,1
4	0,170	29,8	18,9

Таблица 3.

Фильера 300 отверстий. Пластификационная вытяжка $\lambda = 4$

Номер образца	Линейная плотность элементарного волокна, текс	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Удельное разрывное удлинение, %
1	0,170	45,2	11,5
2	0,173	44,9	12,5
3	0,169	45,5	11,5
4	0,172	45,2	13,2

Таблица 4.

Фильера 200 отверстий. Пластификационная вытяжка $\lambda = 3$

Номер образца	Линейная плотность элементарного волокна, текс	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Удельное разрывное удлинение, %
1	0,170	45,2	11,5
2	0,173	44,9	12,5
3	0,169	45,5	11,5
4	0,172	45,2	13,2

Таблица 5.

Фильера 200 отверстий. Пластификационная вытяжка $\lambda = 4$

Номер образца	Линейная плотность элементарного волокна, текс	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Удельное разрывное удлинение, %
1	0,168	47,5	11,2
2	0,172	48,3	10,8
3	0,171	47,9	12,0
4	0,173	46,9	11,0

Таблица 6.

Фильера 200 отверстий. Пластификационная вытяжка $\lambda = 5$

Номер образца	Линейная плотность элементарного волокна, текс	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Удельное разрывное удлинение, %
1	0,169	54,3	9,8
2	0,171	52,8	10,2
3	0,170	53,1	10,1
4	0,168	55,2	9,9

Как видно из таблицы, что при формировании с применением фильеры с количеством отверстий 200, т.е. с большим расстоянием между отверстиями (0,55 мм), физико-механические показатели выше, чем при формировании на фильере 300 отверстий с меньшим расстоянием между отверстиями (0,44 мм). Процесс формирования был более устойчив не наблюдалось обрыва элементарных волокон и заваров отверстий фильеры.

При использовании фильеры с 300 отверстиями не удалось поднять пластификационную вытяжку до 5-ти кратной из-за высокой обрывности.

Вывод:

Изучен процесс влияния конструкции фильеры на устойчивость процесса формирования полиоксадиазольного волокна сухо-мокрым способом.

Найдено, что при формировании с применением фильеры с большим расстоянием между отверстиями, физико-механические показатели выше, чем при формировании на фильере с меньшим расстоянием между отверстиями.

Для производства полиоксадиазольного волокна по сухо-мокрому способу, рекомендовано использовать фильеры с количеством отверстий 200 и 300, с тем же диаметром доньшка – 12,5 мм, необходимо увеличить расстояние между отверстиями с 0,48 мм до 0,65 мм, для обеспечения более устойчивого процесса формирования и повышения качества выпускаемых волокон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биркгоф Г., Сарантанелло Э. Струи, следы, каверны. М., «Мир», 1964, 466с.
2. Griffith R., Ing. Chem. Fund., 1964, v.3, №3, p. 245-250
3. Рябушкин А.В., Серков А.Т., Хим. волокна, 1969, №6, с. 33-35
4. Данилина Г.А., Рябушкин А.В., Серков А.Т., Хим. волокна, 1971, №6, с. 62-64
5. Данилина Г.А., Ковалев Г.Д., Серков А.Т., Хим. волокна, 1973, №2, с. 76
6. Макаров Б.П., Матрохин А.Ю., ПОИСК, Иваново 2019, с. 7-9

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ, СОЗДАНЫХ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ НАНО-МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЯ

THE PRACTICAL USE OF FUNCTIONAL TEXTILE MATERIALS AND PRODUCTS CREATED ON THE BASIS OF NANO - MICROENCAPSULATION TECHNOLOGY

Е.Н. Чернова¹, Д.С. Королев², Е.Л. Владимирцева³
E.N. Chernova¹, D.S. Korolev², E.L. Vladimirtseva³

¹Общество с ограниченной ответственностью «УМНЫЕ МАТЕРИАЛЫ», (г. Шуя)

²Общество с ограниченной ответственностью
«Объединение «Специальный Текстиль», (г. Иваново)

³Ивановский государственный химико-технологический университет

SMART MATERIALS, Ltd, (Shuya)
SPECIAL TEXTILES GROUP Co., Ltd, (Ivanovo)
Ivanovo State University of Chemistry and Technology

E-mail: chernova@smart-textile.ru, 9265575257@mail.ru, elvladimirtseva@mail.ru

Текстильная промышленность представляет собой одно из основных стратегических направлений развития легкой промышленности. Внедрение новых технологий и инновационных решений в текстильно-отделочное производство является одним из главных системных факторов экономического роста и повышения конкурентоспособности выпускаемой инновационной продукции. В статье рассматривается путь от идеи до реализации практического использования функциональных текстильных материалов и изделий, созданных на основе технологии нано- микрокапсулирования.

Ключевые слова: умный текстиль, инновационная продукция, функциональные свойства, микрокапсулирование.

The textile industry is one of the main strategic directions of light industry development. The introduction of new technologies and innovative solutions in textile and finishing production is one of the main systemic factors of economic growth and competitiveness of innovative products.

The article considers the way from the idea to the implementation of the practical use of functional textile materials and products created on the basis of nano - microencapsulation technology.

Keywords: smart textiles, innovative products, functional properties, microencapsulation.

Сегодня на современный рынок выпускается широкий ассортимент инновационных тканей и изделий, которые улучшают и облегчают нашу жизнь. Применение новых технологий позволяет получить функциональные материалы и изделия с улучшенными свойствами, такие, например, как акарицидно-репеллентные - для эффективной защиты от клещей, комаров, мошек и пр.

Такой «умный» текстиль, безвредный для человека, но смертельный для кровососущих насекомых используют для пошива профессиональной одежды людей, работающих в природных условиях (геологов, лесников, спасателей, пожарных и т.д.). Особенно это актуально в весенне-летний период, когда угроза клещевого энцефалита обостряется.

Идея закрепления на текстильном материале акарицидно-репеллентных веществ (АРВ) методом микрокапсулирования возникла при активном творческом взаимодействии с коллективом кафедры Химической технологии волокнистых материалов ФГБОУ ВПО «Ивановского государственного химико-технологического университета» (ХТВМ ИГХТУ). Отличительной особенностью разрабатываемых изделий является использование для защитной пропитки акарицидно-репеллентных веществ, заключенных в нанокapsулы, что позволяет наносить их не только на элементы складок-ловушек, но и на весь материал без ущерба для здоровья потребителя. При этом время действия репеллента увеличивается на 20 %, устойчивость к стиркам на 10 %.

Любая новаторская разработка от идеи до производства проходит ряд этапов. Благодаря интеграции производственного опыта сотрудников фабрики «Тезинка» и научно-технологических знаний исследовательского коллектива кафедры ХТВМ ИГХТУ на первом этапе проекта был разработан состав для придания текстильным материалам репеллентно-акарицидной отделки пролонгированного действия, необходимой для предотвращения заболеваний, переносимых клещами и другими летающими насекомыми (Рисунок).



Рис. 1 Алгоритм создания инновационных текстильных изделий защитного назначения с эффектами пролонгированного акарицидно-репеллентного действия

В результате выполнения проекта был реализован новый оригинальный подход к образованию полиэлектrolитных микрокапсул непосредственно в процессе эмульгирования АРВ, в котором сочетаются достоинства двух методов - коацервации и электростатической самосборки полиэлектrolитных нанослоев («Layer-by-Layer» синтез). Комплексное использование методов интеграции АРВ в структуру текстильных материалов и изделий позволяет получать продукцию, обладающую дополнительным воздействием на клещей и других кровососущих насекомых. Метод позволяет стабильно и безопасно для человека удерживать полученные микрокапсулы в материале одежды и начинать высвобождать действующее химическое вещество при эксплуатации защитного костюма в результате механической деформации и трения ткани костюма.

Цель второго этапа проекта, которая заключалась в разработке опытной технологии применения состава для акарицидно-репеллентной отделки целлюлозных и смешанных текстильных материалов и изготовлении опытных образцов защитных костюмов, оснащенных ловушками для клещей, была достигнута и полностью решена в ходе исследования.

Принципиально новым при создании костюмов для защиты человека от кровососущих клещей и летающих кровососущих насекомых является то, что активные АРВ формируются непосредственно в текстильном материале так называемых «ловушек»,

размещенных на внешней поверхности элементов костюма, каждая из которых выполнена в виде опоясывающей текстильной полоски с АРВ, закрепленной на штанинах брюк, рукавах и поясе куртки ниже или вокруг каждого места наиболее вероятного проникновения клещей и насекомых. При этом внутренняя подкладка ловушек исключает контакт с кожей в местах наибольшего соприкосновения изделия с телом человека.

Выполненная работа характеризуется социально-экономической эффективностью и направлена на сохранение здоровья людей, работающих непосредственно в зонах распространения клещевого энцефалита, в районах с экстремальными условиями работы и проживания.

Таким образом, можно констатировать, что в современных условиях инновационная деятельность является обязательной для успеха любого предприятия, повышения качества выпускаемой продукции и удовлетворения желаний потребителей. Вместе с тем, развитие производства невозможно без использования научно-технических разработок, базирующихся на результатах фундаментальных и прикладных исследований, что способствует коммерциализации прогрессивных идей и превращения их в конкурентные преимущества бизнеса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Солодовник, В.Д. Микрокапсулирование. - М.: Химия, 1980. -216 с
2. Одежда для защиты человека от кровососущих клещей и летающих кровососущих насекомых: пат. 2625432 Рос. Федерация. № 2016129496 / Королев Д.С., Королев С.В., Козлова О.В., Крутских Е.В., Муратова Н.Н., Одинцова О.И., Петрова Л.С., Прохорова А.А.; заявл. 19.07.16; опубл. 13.07.17, Бюл. № 20
3. Способ производства текстильного материала, содержащего нано- и микрокапсулированные биологически активные вещества с замедленным высвобождением: пат. 2596452 Рос. Федерация. № 2015122221/12 / Одинцова О.И., Королев С.В., Кузьменко В.А., Владимирцева Е.Л., Козлова О.В., Королев Д.С., Крутских Е.В., Муратова Н.Н., Одинцова Л.С., Прохорова А.А., Никифорова Т.Е.; заявл. 10.06.15; опубл. 10.09.16, Бюл. № 25
4. Экспресс-метод оценки миграционной способности выделения акарицидно-репеллентных веществ (АРВ), инкорпорированных в структуру микрокапсулы / А.А. Липина [и др.] // Российский химический журнал. 2018. № 3. С. 23-28.

**ВЫСОКОРАСТЯЖИМЫЕ ТРИКОТАЖНЫЕ ОСНОВОВЯЗАННЫЕ ПОЛОТНА НА
БАЗЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ НИТЕЙ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ СПОРТИВНОГО И
КУПАЛЬНОГО СЕКТОРОВ**

**HIGHLY ELASTIC KNITTED SYNTHETIC WARP FABRICS FOR PRODUCTS OF
SPORTS AND SWIMMING SECTORS**

Е.В. Жиганова¹, И.С. Шадрина¹, Л.М. Хозова¹,
Е.П. Лаврентьева¹, Е.В. Панова², Е.А. Кочнова²
E.V. Zhiganova¹, I.S. Shadrina¹, L.M. Khozova¹,
E.P. Lavrentyeva¹, E.V. Panova², E.A. Kochnova²

¹ОАО «Инновационный научно-производственный центр текстильной и легкой промышленности», (Москва)

²ООО «Вышневолоцкий комбинат «Парижская коммуна», (г. Вышний Волочек)

¹Innovative Research and Production Centre for Textile and Light Industry, OJSC, (Moscow)

²Vyshnevolotsky factory «Parizhskaya Communa», Ltd, (Vyshny Volochek)

E-mail: e.zhiganova@inpctlp.ru, i.shadrina@inpctlp.ru, l.hozova@inpctlp.ru,
e.lavrentyeva@inpctlp.ru, texotdelpk@rambler.ru

Статья знакомит с научно-исследовательской работой, целью которой являлась разработка технологии производства и изготовление опытных партий высокоэластичных трикотажных основовязанных полотен на базе синтетических нитей.

В ходе работы разработана технология производства высокоэластичных трикотажных основовязанных полотен на базе синтетических нитей и проведены исследования физико-механических, потребительских и специальных свойств разработанных полотен.

Ключевые слова: трикотажное высокоэластичное основовязанное полотно; синтетические нити; полиамидная нить; полиуретановая нить; одежда для спорта и фитнеса.

The article introduces a research project devoted to the development and production of highly elastic knitted synthetic warp fabrics for products of sports and swimming sectors.

During the work process, there has been developed new production technology of highly elastic knitted synthetic warp fabrics. Physical, mechanical, consumer and specific properties of the developed materials have been studied and assessed.

Keywords: knitted warp fabrics, elastic fabrics, synthetic yarn; polyurethane yarn; polyamide yarn; sportswear, swimwear.

Высокоэластичные трикотажные полотна, производимые на базе высокоэластичных синтетических нитей, с каждым годом находят все более широкое применение для изготовления изделий спортивного и купального секторов.

Спортивная одежда должна быть надежной и практичной, поэтому для ее изготовления используют материалы с соответствующими эксплуатационными характеристиками: материалы должны отличаться хорошими показателями растяжимости и остаточной деформации, устойчивости окраски к стирке, поту, трению, воздействию морской и хлорированной воды, формоустойчивостью, прочностью, легкостью и соответствовать современным требованиям моды.

Натуральные волокна не всегда могут обеспечить необходимые потребительские и специальные свойства трикотажных полотен для спортивной одежды, поэтому для производства таких полотен используются синтетические нити и реже - их сочетания с натуральными волокнами. Применение современных микрофиламентных синтетических нитей обеспечивает быстрое отведение влаги от тела и испарение с поверхности одежды во время тренировок.

Иностранные производители являются лидерами на российском рынке спортивной одежды: согласно исследованиям, около 80% рынка в денежном выражении приходится на долю азиатских производителей, еще 10 % - на долю европейских. Изделия отечественного производства составляют всего около 10% (рисунок 1).



Рис. 1 Долевое соотношение производителей спортивной одежды, представленной на российском рынке

Рынок спортивных товаров в России в последнее десятилетие стабильно растет в среднем на 15-17% в год, что объясняется ростом спроса населения на спортивно-оздоровительные услуги, а также увеличением популярности занятий спортом.

Рост спроса на одежду для фитнеса, вызванный увеличением популярности занятий спортом, ведет к возрастанию конкуренции на российском рынке спортивной одежды: потребителю предлагаются высококачественные товары из европейских материалов, отличающиеся высокой стоимостью и товары азиатского происхождения с более привлекательными ценами, но уступающие по качеству.

Высокорастяжимые трикотажные полотна на базе синтетических нитей предназначены для пошива одежды для фитнеса, купальных, спортивных, цирковых и танцевальных костюмов. В настоящий момент полотна для этих изделий в основном закупаются по импорту.

Анализ различных источников позволил выделить перечень ведущих зарубежных фирм, выпускающих высокоэластичные трикотажные полотна для производства купальников, гимнастических костюмов и спортивной одежды различного назначения.

Итальянская компания Carvico является мировым лидером в производстве эластичных трикотажных полотен. С 1960-х годов фирма выпускает эластичные трикотажные полотна для изготовления высокотехнологичной одежды для спорта, плавания и активного отдыха. В настоящее время компания Carvico SpA имеет два дочерних предприятия: Carvico специализируется на основовязаных трикотажных эластичных полотнах, а Jersey Lomellina, образованный как филиал Carvico, на кругловязаных трикотажных эластичных полотнах [1].

Выпускаемые ими полотна отличаются высокой цветоустойчивостью, эластичностью, воздухопроницаемостью, высокими коэффициентами защиты от ультрафиолета и устойчивости к хлору. Полотна представлены в широком цветном диапазоне, по запросу заказчика выпускаются с бактериостатической, гидрофильной или водоотталкивающей отделкой.

Вторая, не менее известная, итальянская компания Eurojersey известна на рынке с 1989 года, когда запустила проект Sensitive® Fabrics и стала специализироваться на трикотажных полотнах для купальников, нижнего белья и спортивной одежды [2].

Полотна, ориентированные на производство купальников, одежды для аквааэробики и спортивной одежды, характеризуются тонкостью и легкостью, приятными тактильными свойствами, позволяющими называть материал «второй кожей», высокой эластичностью и способностью моделировать силуэт, устойчивостью к истиранию и образованию пиллинга, устойчивостью к коррозионному воздействию хлора, соли и агрессивных веществ, содержащихся в солнцезащитных кремах.

На основании опубликованных технических паспортов к трикотажным высокоэластичным полотнам компаний Carvico и Eurojersey составлена таблица с показателями качества импортных высокоэластичных трикотажных основовязаных полотен на примере 7-ми популярных артикулов (таблица 1).

Таблица 1

Показатели качества высокоэластичных трикотажных основовязаных полотен компаний Carvico и Eurojersey

№ п/п	Наименование показателя	Полотна фирмы Carvico				Полотна фирмы Eurojersey		
		Арт. 814 Darwin	Арт. 616 Atlanta plus	Арт. 399 Gemma	Арт. 372 Morea	Sensitive® Classic	Sensitive® Life	Sensitive® Sulpt
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Состав сырья, %	ПЭ - 100	ПЭ - 80 ПУ - 20	ПА - 82 ПУ - 18	ПА - 80 ПУ - 20	ПА - 72 ПУ - 28	ПА - 71 ПУ - 29	ПА - 59 ПУ - 41
2	Поверхностная плотность, г/м ²	170 ± 5	225 ± 5	195 ± 5	170 ± 5	164 ± 5	185 ± 5	218 ± 5
3	Ширина полотна, см	150	150	150	150	140	150	140
4	Число на 10 см: - петельных рядов (P _в); - петельных столбиков (P _г).	260 210	420 230	420 270	420 260	- -	- -	- -
5	Изменение линейных размеров после мокрых обработок, % - по длине; - по ширине	- 4 - 4	- 3 - 3	- 3 - 3	- 4 - 4	± 5 ± 3	± 5 ± 3	± 5 ± 3
6	Устойчивость к образованию пиллинга по методу Мартиндейла (при 7000об.), балл, не менее	5	5	4-5	5	4-5	4-5	4-5
7	Устойчивость к истиранию по методу Мартиндейла, цикл, не менее	-	-	-	-	Более 20 000	Более 20 000	Более 20 000
8	Растяжимость при нагрузке 15Н/(35Н),%: - по длине - по ширине	-/(75) -/(105)	-/(165) -/(105)	-/(185) -/(135)	-/(170) -/(120)	90/(105) 125/(160)	65/(80) 110/(140)	85/(115) 115/(170)
9	Устойчивость к воздействию ультрафиолета, UPF	-	-	-	-	50+	50+	50+

10	Устойчивость к воздействию хлора	-	-	-	-	4.0 – 7.5	4.0 – 7.5	4.0 – 7.5
----	----------------------------------	---	---	---	---	-----------	-----------	-----------

Эти данные использовались при разработке технических требований к выпускаемому ассортименту полотен.

Развитие производства данного вида продукции в России решит задачу импортозамещения по обеспечению отечественными высокорастяжимыми основвязанными трикотажными полотнами на базе синтетических нитей и изделиями из них. С этой целью ОАО «ИНПЦ ТЛП» совместно с ООО «Вышневолоцкий трикотажный комбинат «Парижская коммуна» была проведена научно-исследовательская работа «Разработка высокорастяжимых трикотажных полотен на базе синтетических нитей».

Выбор ассортимента высокорастяжимых трикотажных полотен был произведен с учетом следующих факторов:

- технологических возможностей установленного на ООО «Вышневолоцкий трикотажный комбинат «Парижская коммуна» основвязального и отделочного оборудования;
- планируемых для освоения комбинатом видов синтетических нитей;
- анализа существующего спроса на высокорастяжимые основвязанные трикотажные полотна.

Был определен ассортиментный перечень, включающий 2 вида высокорастяжимых основвязанных синтетических полотен на базе переплетения трико-сукно:

- трикотажное полотно с мерцающим блеском;
- трикотажное матовое полотно.

Разработка технологии производства высокорастяжимых основвязанных полотен предусматривалась на базе применения комплексных полиамидных нитей и их сочетаний с полиуретановыми нитями:

- полиамидных комплексных блестящих нитей трилобального сечения линейной плотности 4,4 текс (f 12) для полотна с мерцающим блеском;
- полиамидных комплексных высокоматированных нитей круглого сечения линейной плотности 4,4 текс (f 28) для матового полотна;
- полиуретановых нитей линейной плотности 4,4 текс.

На основании анализа приведенных показателей качества полотен компаний Carvico и Eurojersey и с учетом требований безопасности к текстильным материалам по ТР ТС 017 [3] и требований к сырью и материалам по ГОСТ 28554 «Полотно трикотажное. Общие технические условия» [4] и ГОСТ 31406 «Изделия трикотажные купальные. Общие технические условия» [5] были разработаны технические требования к выпускаемым полотнам.

На основании экспериментальных исследований процессов вязания и отделки были разработаны технологические параметры вязания и отделки высокорастяжимых основвязанных полотен на базе применения комплексных полиамидных нитей и их сочетаний с полиуретановыми нитями.

Разработанные технологические параметры обеспечивают изготовление трикотажных полотен, соответствующих разработанным техническим требованиям.

В производственных условиях ООО «Вышневолоцкий трикотажный комбинат «Парижская коммуна» по разработанным технологическим параметрам изготовлены партии высокорастяжимых основвязанных полотен.

Вязание высокорастяжимых трикотажных основвязанных полотен проводилось на основвязальных машинах 32 класса фирмы Карл Майер.

Высокий усадочный потенциал основвязанных полотен из полиамидных нитей в сочетании с полиуретановыми приводит к повышенной технологической усадке их в процессе влажно-тепловой обработки, увеличению поверхностной плотности, снижению растяжимых и упругих свойств и уменьшению воздухопроницаемости полотен.

Поэтому отделка данных полотен предусматривает проведение процесса предстабилизации (термообработки) суровых полотен перед отваркой и крашением с целью снижения технологической усадки полотен в процессах мокрых отделочных операций.

Крашение полотен осуществлялось по типовым технологическим режимам:

- дисперсными красителями при крашении в светлые цвета;
- кислотными красителями при крашении в средние и темные цвета.

На основании проведенных исследований разработаны технологические параметры отделки и крашения высокорастяжимых основовязанных трикотажных полотен на базе синтетических нитей, обеспечивающих высокое качество и хорошее колористическое оформление полотен. Разработанные параметры отделки и крашения приняты за основу при отделке опытных партий высокорастяжимых полотен.

Была проведена оценка физико-механических и потребительских свойств высокорастяжимых трикотажных основовязанных полотен опытных партий. Показатели качества высокорастяжимых трикотажных полотен приведены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели качества разработанных высокорастяжимых трикотажных основовязанных полотен

№ п/п	Наименование показателя	Значения показателей	
		Полотно с мерцающим блеском	Матовое полотно
1	2	3	4
1	Массовая доля компонентов, %	ПА – 78,8 ПУ – 21,2	ПА – 82,5 ПУ – 17,5
2	Поверхностная плотность, г/м ²	178,1	196,5
3	Число на 10см - петельных рядов; - петельных столбиков	250 200	250 190
4	Растяжимость (при средней эксплуатационной нагрузке), % - по длине - по ширине	112 64	113 76
5	Эластичность (при средней эксплуатационной нагрузке), % - по длине - по ширине	88 89	88 86
6	Изменение линейных размеров после мокрых обработок, % - по длине - по ширине	- 0,6 - 1,6	- 1,7 - 0,8
7	Остаточная деформация, мм	8	10
8	Паропроницаемость, %	13,4	13,1
9	Влагоотдача, %	59,9	45,3
10	Воздухопроницаемость, дм ³ /м ² ·с	474	369
11	Гигроскопичность, %	7,1	5,6

12	Устойчивость окраски, балл, к воздействию:		
	- стирки	4/4	4/4
	- «пота»	4/4	4/4
	- сухого трения	4	5
	- сухого трения	4	5
	- мокрого трения	4	4
	- морской воды	4	5
	- хлорированной воды	4	5
	- света	6	5

Результаты испытаний подтвердили, что разработанные высокорастяжимые трикотажные основовязанные полотна из синтетических нитей соответствуют разработанным техническим требованиям.

Полотна характеризуются тониной, гладкостью, пластичностью, мягким шелковистым грифом, требуемыми показателями поверхностной плотности, высокими показателями устойчивости окраски к физико-химическим воздействиям, высокими растяжимыми и упругими свойствами (рисунок 2).

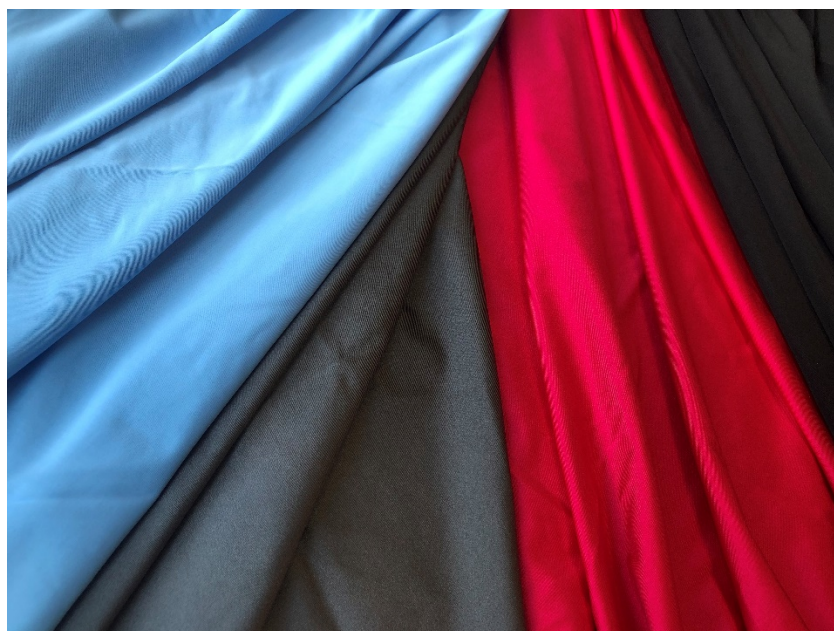


Рис. 2 Образцы разработанных высокорастяжимых трикотажных основовязанных полотен из синтетических нитей

По результатам проведенной НИОКР разработаны:

- Технологический режим производства высокорастяжимых трикотажных основовязанных полотен на базе синтетических нитей;
- Технические условия ТУ 13.91.19-002-00302178-2018 «Высокорастяжимые трикотажные основовязанные полотна на базе синтетических нитей».

Разработанный ассортимент полотен может быть использован для промышленного освоения широкого ассортимента купальных и спортивных изделий [6, 7].

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.carvico.com>
2. <http://www.sensitivefabrics.it>
3. Технический регламент Таможенного союза № 017/2011 «О безопасности продукции легкой промышленности» (ТР ТС 017/2011).

4. ГОСТ 28554-90 «Полотно трикотажное. Общие технические условия»
5. ГОСТ 31406-2009 «Изделия трикотажные купальные. Общие технические условия».
6. Лаврентьева Е.П., Шадрина И.С., Жиганова Е.В., Хозова Л.М. и др. Отчет о НИОКР ОАО «ИНПЦ ТЛП» «Разработка высокорастяжимых трикотажных полотен на базе синтетических нитей». Этап I», 2018. – 73 с.
7. Лаврентьева Е.П., Шадрина И.С., Жиганова Е.В., Хозова Л.М. и др. Отчет о НИОКР ОАО «ИНПЦ ТЛП» «Разработка высокорастяжимых трикотажных полотен на базе синтетических нитей». Этап II», 2018. – 145 с.

ВЫРАБОТКА ЛЬНОСМЕСОВОЙ ПРЯЖИ ДЛЯ ТКАНЕЙ БЫТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

PRODUCTION OF FLAX BLENDED YARN FOR HOUSEHOLD FABRICS

В.В. Малиновский, Е.П. Лаврентьева, В.В. Дьяченко, О.В. Чиж, В.А. Семенов
V.V. Malinovskiy, E.P. Lavrentyeva, V.V. Dyachenko, O.V. Chizh, V.A. Semenov

ОАО «Инновационный научно-производственный центр текстильной и легкой промышленности», (Москва)

Innovative Research and Production Centre for Textile and Light Industry, OJSC, (Moscow)

E-mail: v.malinovskiy@inpctlp.ru, e.lavrentyeva@inpctlp.ru,
v.dyachenko@inpctlp.ru, o.chiz@inpctlp.ru

Статья знакомит с научно-исследовательской работой, целью которой являлась разработка ассортимента льносмесовой пряжи, предназначенной для тканей бытового назначения.

Разработана технология выработки. Изготовлена опытная партия. Проведены исследования физико-механических характеристик.

Ключевые слова: льносмесовая пряжа, льносодержащие ткани.

The article introduces the research work, the purpose of which was to develop an assortment of flax yarn intended for household fabrics.

In the process of work the technology of development is made. Made an experimental batch. Investigations of physical and mechanical characteristics were carried out.

Key words: flax blended yarn, flax-containing fabrics.

Несмотря на широкий ассортимент и разнообразие видов химических волокон и нитей, в России ощущается недостаток в натуральных волокнах, таких как хлопок, лубяные и шерстяные волокна.

Самыми доступными и перспективными из них являются лубяные волокна, такие как лен и пенька.

Кроме того, в настоящее время ткани и трикотажные полотна из пряжи с использованием льняного волокна пользуются на мировом рынке повышенным спросом.

Благодаря уникальным экологическим, медицинским и гигиеническим свойствам льна, являющегося единственным натуральным целлюлозным текстильным сырьем, произрастающим в России, его использованию и совершенствованию переработки придаётся большое значение.

Ткани, вырабатываемые из смесовой пряжи, содержащей льняное волокно, отличаются хорошей пластичностью, меньшей сминаемостью (по сравнению с чистольняными тканями), а также красивым внешним видом, благодаря натуральному блеску льняных волокон. Кроме того, присутствие в тканях даже небольшого количества льняного волокна исключает ее электризуемость, при этом ткани с содержанием льняного волокна более дешевые, чем чистольняные.

Короткое льняное волокно (или отходы трепания), доля которого составляет 75% от общего объема производства льноволокна, после соответствующей подготовки (модификации) может использоваться в качестве сырья (котонина) для получения конкурентоспособных смесовых пряж в текстильной отрасли легкой промышленности [1].

ОАО «ИНПЦ ТЛП» на ООО «Мануфактура Балина» проведена работа по созданию ассортимента льносмесовой пряжи ткацкого назначения.

На ООО «Мануфактура Балина» установлена линия котонизации короткого льняного волокна. Разработка технологии котонизации на данной линии обеспечивает получение высококачественного котонина, приближенного по своим свойствам к хлопковому волокну,

а производство смесовой пряжи с использованием котонина на базе хлопкопрядильного оборудования снижает стоимость льносодержащих тканей.

После линии котонизации достигнуты следующие показатели льняного волокна:

- линейная плотность волокна – 0,8-0,98 текс;
- заостренность волокна – 0,4-1,6 %;
- средняя массодлина – 20,3-27,2 мм;
- штапельная массодлина – 30,8-39,9 мм;
- доля коротких волокон (0-15 мм) – 34,7-44,7 %;
- доля прядомых волокон (16-50 мм) – 52,7-58,6 %.

Такое льняное котонизированное волокно использовано для выработки льносмесовой пряжи, предназначенной для тканей бытового назначения. Для этого котонизированное льняное волокно смешивается с хлопковым, вискозным и полиэфирным волокнами.

На подготовительном оборудовании фирмы Trützschler, компоненты смешивались волокном. Кипы котонина и вискозного волокна или котонина и хлопка в заданном соотношении размещались на подготовленной площадке поочередно. Затем автоматическим разрыхлителем волокно отбиралось и через конденсор, интегрированный сепаратор тяжелых включений и отделитель посторонних частиц поступало в универсальный смеситель с встроенным очистителем, затем через загрузочную шахту распределялось на кардочесальные машины с бункерным питанием. Для добавления к смеси полиэфирных волокон использовался метод смешивания лентами на ленточных машинах [2].

Для выработки одиночной пряжи использовалась пневмомеханическая прядильная машина RFRS-30 (фирма RIFA, Китай). Данная машина предназначена для выработки пряжи из хлопка, льна, шелка, химических волокон хлопкового типа и смесей [3].

Для выработки крученой пряжи использовалась крутильная машина двойного кручения VTS-07/2, после предварительного трощения пряжи на тростильной машине RZ-16.

Льносмесовая пряжа из смеси льняного модифицированного волокна, полиэфирного и вискозного волокон и из смеси с хлопковым волокном имеет физико-механические показатели, представленные в таблицах 1 и 2 [2, 3].

Таблица 1

Физико-механические показатели одиночной льносмесовой пряжи

Фактическая линейная плотность, текс (Nm)	27,6 (36,2)	40,1 (24,9)	83,5 (12)	94,7 (10,6)
Коэффициент вариации по линейной плотности, %	4,4	0,7	6,2	2,7
Разрывная нагрузка, Н	2,6	3,5	6,7	6,8
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	9,4	8,7	8,0	7,2
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	11,2	7,6	13,7	14,7
Удлинение при разрыве, %	10,6	8,9	11,3	7,2
Коэффициент вариации по удлинению, %	8,5	6,8	12,9	11,0
Нормальная влажность, %	8,0	9,5	8,4	7,1
Крутка, кр/м	921	963	351	539
Коэффициент крутки α_T	48	61	31,9	52,5
Коэффициент вариации по крутке, %	5,4	3,1	18,2	6,4
Изгибоустойчивость, циклов	27394	6026	26877	4478

Физико-механические показатели крученой пряжи

Фактическая линейная плотность, текс	28,6 x2	93,35 x2	85 x2
Коэффициент вариации по линейной плотности, %	3,3	0,9	1,5
Разрывная нагрузка, Н	6,4	16,4	14,1
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	11,2	8,8	8,3
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	9,2	6,0	7,1
Удлинение при разрыве, %	10,4	8,9	9,0
Коэффициент вариации по удлинению, %	8,7	5,5	7,8
Нормальная влажность, %	8,3		6,9
Крутка, кр/м	348	186	292
Коэффициент крутки α_T	26,3	25,4	38,0
Коэффициент вариации по крутке, %	5,0	6,1	5,9
Изгибоустойчивость, циклов	18789	7129	11769

Анализ данных показывает, что полученная пряжа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к качеству пряжи, предназначенной для тканей бытового назначения и обладает высокими потребительскими свойствами.

С учетом проведенных работ разработан проект технических условий на выработку льносмесовой пряжи и ткани.

По завершению работы была подана заявка на получение патента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л.Б. Карякин, Л.Н. Гинзбург. «Прядение льна и химических волокон: Справочник» – М. Легпромбытиздат, 1991.
2. Е.П. Лаврентьева, В.В. Дьяченко и др. Отчет о НИОКР «Разработка технологии производства тканей с высокими потребительскими свойствами на основе модификации натуральных волокон», номер госрегистрации АААА-А18-118012590334-5, этап 2, Москва 2018
3. Е.П. Лаврентьева, В.В. Дьяченко и др. Отчет о НИОКР «Разработка технологии производства тканей с высокими потребительскими свойствами на основе модификации натуральных волокон», номер госрегистрации АААА-А18-118012590334-5, этап 3, Москва 2019

ПРОТИВОСПАЕЧНЫЕ МЕМБРАНЫ НА ОСНОВЕ ИНТЕРПОЛИМЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ

ANTI-ADHESIVE MEMBRANES BASED ON INTERPOLYMERIC COMPLEXES OF CARBOXYMETHYL CELLULOSE

Т.Ю. Анущенко, В.Е. Немилов, В.А. Жуковский
T.Yu. Anuschenko, V.E. Nemilov, V.A. Zhukovsky

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий
и дизайна

St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, Russia

E-mail: vyachnem@mail.ru, rdd.lintex@gmail.com, ATU0106@ya.ru

Разработана технология получения противоспаечных пленочных материалов на основе интерполимерных комплексов. Показано, что увеличение молекулярной массы одного из компонентов комплекса влияет на степень набухания полученного материала и, как следствие, на сроки рассасывания в организме.

Ключевые слова: карбоксиметилцеллюлоза, мембрана, противоспаечные свойства.

A technology has been developed for producing anti-adhesive film materials based on interpolymer complexes. It was shown that an increase in the molecular weight of one of the components of the interpolymer complex affects the degree of swelling of the obtained material and, as a result, the timing of resorption in the body.

Key words: carboxymethyl cellulose, membrane, anti-adhesion properties.

Разработка и создание новых типов барьерных противоспаечных средств для реконструктивно-восстановительной хирургии в настоящее время остается актуальной задачей полимерной химии и технологии. При получении пленочных мембран на основе натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (Na^+ -КМЦ) для варьирования сроков их рассасывания необходимо использование термообработки. Это приводит к термоокислительной деструкции Na^+ -КМЦ, вызванной присутствием органических соединений, используемых в качестве сшивающих агентов, и требует дополнительных технологических операций для удаления образовавшихся продуктов [1-4].

Целью данной работы является изучение возможности создания аналогичных противоспаечных материалов при условии исключения из технологического процесса стадии термообработки.

Возможно придание нерастворимости Na^+ -КМЦ путем перевода КМЦ из Na^+ -формы в нерастворимую в воде H^+ -форму перезарядкой кислотой. Однако пленки КМЦ в H^+ -форме (степень набухания которых составляет 3-4), выводятся из организма в течении 3-5 суток, что недостаточно для использования их в качестве противоспаечных барьеров. Использование для этой цели пленок на основе гидроксиэтилцеллюлозы (ГЭЦ) также невозможно из-за высокой растворимости ГЭЦ в воде. Использование сшивающих агентов, способных к взаимодействию с функциональными группами КМЦ и ГЭЦ при комнатной температуре, нежелательно по причине их высокой токсичности.

Известно [5], что карбоксильные группы способны образовывать ассоциаты с гидроксилами макроцепей, что позволяет предположить возможность получения устойчивых водных растворов КМЦ в H^+ -форме.

В качестве многоатомного спирта представляло интерес использовать ГЭЦ, содержащую гидроксильные группы не только целлюлозы, но и образовавшиеся при синтезе ГЭЦ. Получены растворы H^+ -КМЦ-ГЭЦ с разным соотношением компонентов. H^+ -форму КМЦ получали введением расчетного количества соляной кислоты, необходимой для

полного перевода Na^+ -формы в H^+ -форму, после совместного растворения полимеров. Пленки отливали в чашках Петри диаметром 110 мм и сушили на воздухе при комнатной температуре. Полученные образцы оценивали по степени набухания в течение одних суток. Результаты представлены на рис.1.

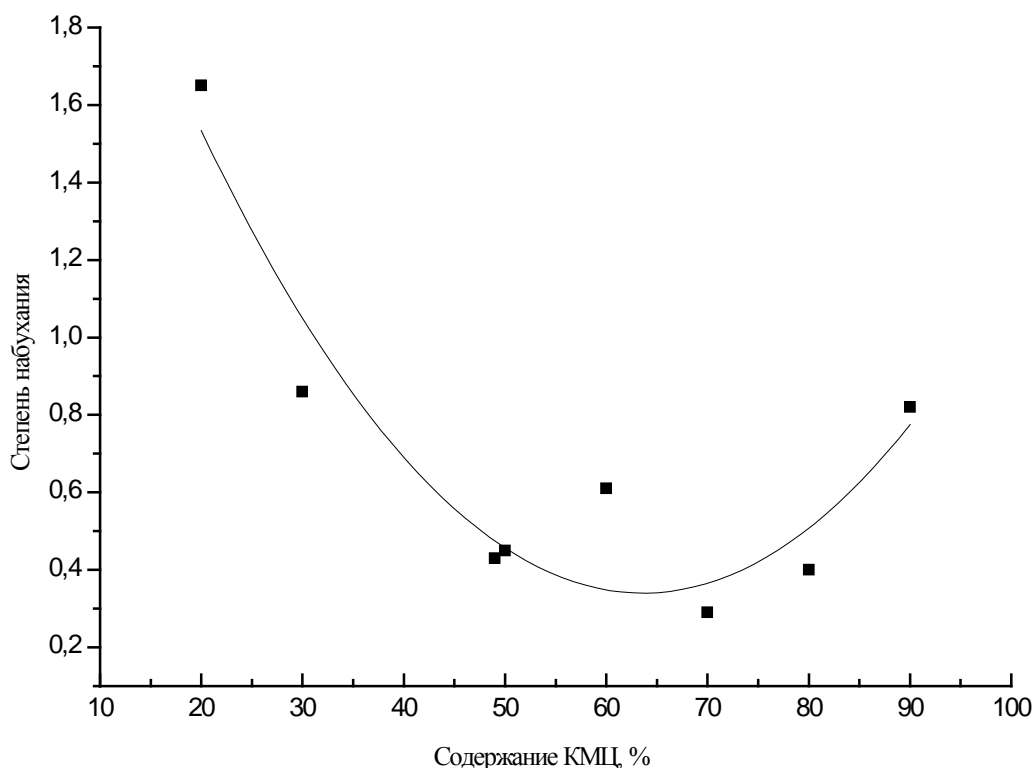


Рис. 1. Зависимость степени набухания от содержания КМЦ в смеси с ГЭЦ за 1 сутки

Как видно из рис. 1 минимальная степень набухания при концентрации КМЦ 50-80% в смеси полимеров. Можно предположить, что в этом диапазоне полимеры полностью участвуют в образовании комплекса между КМЦ и ГЭЦ. При других соотношениях присутствует избыток одного из компонентов, который и увеличивает степень набухания.

Испытания пленок на животных показали, что присутствие ГЭЦ отрицательно сказывается на противоспаечных свойствах полученных пленок.

В дальнейших исследованиях в качестве одного из источников гидроксильных групп для образования пространственной структуры, способной удержать в растворенном состоянии КМЦ в H^+ -форме, был использован 1,6-гександиол в диапазоне концентраций 5-40% от массы полимера. Растворы с концентрацией 5 % получали при одновременном растворении КМЦ и 1,6-гександиола с последующим введением расчетного количества концентрированной HCl . Минимальная степень набухания полученных пленок через сутки составила 0,50. Однако большое количество 1,6-гександиола в пленках негативно сказывалось на биосовместимости смеси.

Так же в качестве источника – ОН групп использовали 1,2-пропиленгликоль (ПГ) в количестве 10-40% от массы КМЦ. Полимер вместе с ПГ растворяли в воде, затем добавляли 0,1М HCl , до полного перевода в H^+ -форму и концентрации КМЦ 1,5%. Влияние степени набухания (за 1 сутки) от концентрации ПГ, представлено в табл. 1.

Таблица 1.

Влияние содержания 1,2-пропиленгликоля на степень набухания смеси КМЦ и ПГ

Содержание 1,2-пропиленгликоля, % от массы КМЦ	Степень набухания
10	0,30
20	0,37
30	0,27
40	0,30

Как видно из табл. 1 степень набухания практически не зависит от концентрации ПГ, что можно объяснить образованием комплекса за счет диполь-дипольного взаимодействия карбоксильных и гидроксильных групп, а избыток является пластификатором и не влияет на степень набухания.

Испытания на крысах линии Вистар показали наличие противоспаечного эффекта, но ПГ оказывал токсическое воздействие на животных.

Наиболее приемлемым, с точки зрения токсикологии, является полиэтиленгликоль (ПЭГ), разрешенный и широко используемый в медицинской практике. В качестве структурирующего агента использовали ПЭГ с молекулярной массой 200, 400, 1500 и 6000. Na⁺-КМЦ и ПЭГ одновременно растворяли в воде, после чего добавляли расчетное количество 0,1 М HCl, необходимое для полного перевода КМЦ в H⁺-форму. Концентрация полимера 1,5%, ПЭГ вводили в количестве 5-40% от массы полимера.

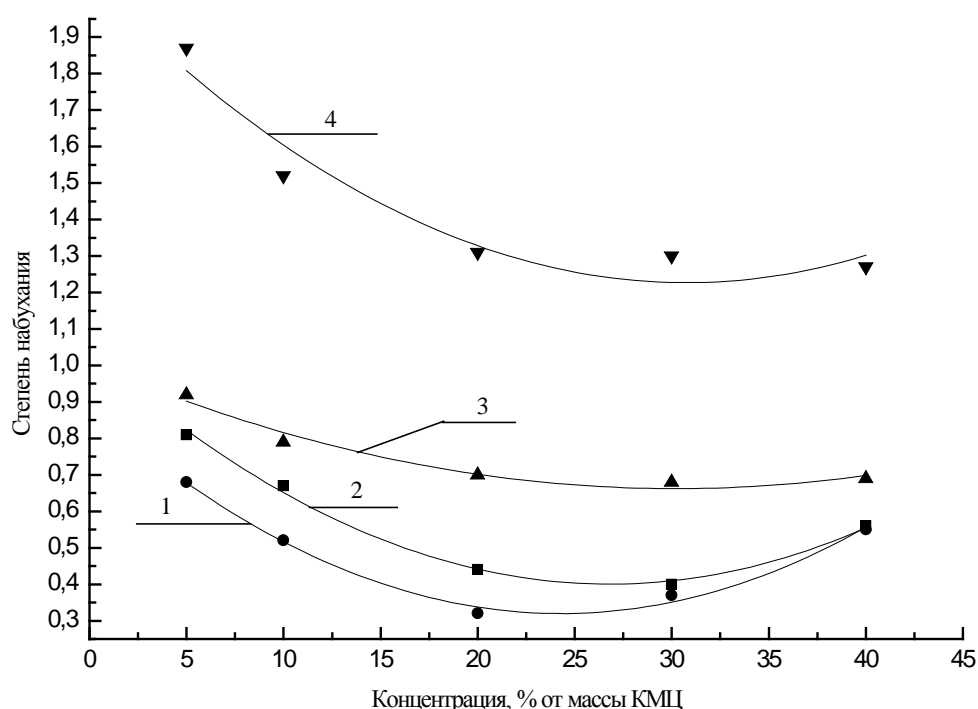


Рис. 2. Зависимость степени набухания (в течении 1 суток) от концентрации полиэтиленгликоля: 1 – 400, 2 – 200, 3 – 1500, 4 – 6000

Как видно из рис. 2, наибольший эффект достигается при молекулярной массе 400 и концентрации 20-30% от массы КМЦ. Увеличение молекулярной массы приводит к росту степени набухания. При значении молекулярной массы равной 200, минимальная степень набухания достигается при концентрации 25 – 35, но степень набухания выше чем у ПЭГ с молекулярной массой 400. Увеличение молекулярной массы ПЭГ уменьшает содержание

гидроксильных групп в системе КМЦ-ПЭГ, что сказывается на количестве диполь-дипольных комплексов и соответственно влияет на степень набухания.

Косвенным доказательством образования диполь-дипольных интерполимерных комплексов можно считать возможность получения пленок после высушивания. В тоже время получить растворы КМЦ в H^+ -форме при использовании одноосновных спиртов, а также этиленгликоля или глицерина не удастся. При переводе кислотой в H^+ -форму, происходит образование осадка КМЦ. Кроме того, растворение КМЦ в H^+ -форме не происходит в системе диол или ПЭГ, что также косвенно свидетельствует об образовании диполь-дипольных комплексов, способных удержать H^+ -КМЦ в растворе. Полученные пленки прозрачны, эластичны. Испытания на животных показали возможность использования их в качестве противоспаечного барьера.

Разработанный интерполимерный комплекс для получения пленочных материалов в форме H^+ -КМЦ из совместных растворов с ПЭГ позволяет упростить технологический процесс производства противоспаечных материалов при устранении стадий термообработки и перевода КМЦ из Na^+ -формы в H^+ -форму.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 2352584 Российская федерация, МПК C08B 15/04, A61L 15/60, C08B 15/00, C08B 37/00. Способ получения геля на основе карбоксиметилцеллюлозы [Текст] / В.Е. Немилов, Д.А. Вербицкий, В.А. Жуковский, И.В. Слепцов, И.И. Жуковская; патентообладатель ООО «Линтекс»; заявл. 06.09.2007; оп. 20.04.2009 – бюл. №11.

2. Немилов, В.Е. Структурирование пленочных материалов на основе карбоксиметилцеллюлозы [Текст] / В.Е. Немилов, О.З. Ахметшина, Л.В. Нижельская, В.А. Жуковский // Известия ВУЗов - Технология легкой промышленности. – 2013. – Т.21 - №3 – С. 32 – 35.

3. Немилов, В.Е. Изучение процесса получения противоспаечного средства на основе карбоксиметилцеллюлозы [Текст] / В.Е. Немилов, Е.Л. Илларионова, Л.М. Штягина, О.З. Ахметшина // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2011. - №1 - С. 33 – 36.

4. Пат. 2509784 Российская федерация, МПК C08J 5/18, B01D 71/02. Способ получения пористых пленочных материалов на основе карбоксиметилцеллюлозы. [Текст] / В.А. Жуковский, В.Е. Немилов, О.З. Ахметшина и др.; патентообладатель ООО «Линтекс»; заявл. 10.04.2012; оп. 20.03.2014 – бюл. №8.

5. Калинина, Л.С. Анализ конденсационных полимеров [Текст] / Л.С. Калинина, М.А. Моторина, Н.И. Никитина, Н.А. Хачапуридзе. – М.: Химия. – 1984. – 296 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИТОТОКСИЧНОСТИ ТКАНЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

THE STUDY OF CYTOTOXICITY OF FABRICS OF A SPECIAL PURPOSE

Н.В. Шампарова
N. V. Shamparova

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство), (Москва)
The Kosygin State University of Russia, (Moscow)
E-mail: niknatysik@yandex.ru

Аннотация. На основании проведенных испытаний дана оценка показателей степени цитотоксического действия тканей специального назначения.

Ключевые слова: цитотоксичность, ткани специального назначения, индекс токсичности.

Annotation. On the basis of the conducted tests the assessment of indicators of degree of cytotoxic action of tissues of special purpose is given.

Keywords: cytotoxicity, special-purpose tissues, toxicity index.

Экологические проблемы текстильной промышленности, как и глобальные экологические проблемы всегда взаимосвязаны. Это обусловлено воздействием человека на исходные данные при производстве готового материала, часто во вред своему здоровью и окружающей среде. Очевидно, что опасные для здоровья вредные вещества в той или иной степени остаются и в готовом изделии, поэтому возникает необходимость определения содержания экологически опасных веществ в изделиях.

Специальная одежда является последним рубежом защиты человека от негативных факторов производства, в связи с этим на первый план выступают проблемы обеспечения безопасности такой одежды. Данное обстоятельство связано в первую очередь с тем, что повышается уровень требований к товарам, выпускаемым текстильной промышленностью, в частности к средствам индивидуальной защиты (далее СИЗ). Необходимость постоянной эксплуатации СИЗ, увеличивает возможность воздействия вредных факторов на организм человека. Увеличение количества аллергических заболеваний, приводит к снижению иммунитета. Токсико-гигиенические показатели связаны с определением индекса токсичности, который характеризует воздействие токсических веществ на живую клетку. Токсичность текстильных материалов – свойство материалов полотна, одежды оказывать потенциально опасное (вредное) действие на организм пользователя. Токсико-гигиеническая оценка продукции проводится по индексу токсичности, определяющему уровень миграции химических веществ. Тканей, не выделяющих токсических, вредных веществ, не бывает.

Для 100% натуральных тканей растительного происхождения допустимо минимальное количество пестицидов, которое содержится в натуральных волокнах и формальдегида – применяемого при окрашивании тканей. Все многообразие химических веществ, используемых в промышленности для изготовления специальной одежды, можно разделить на 2 группы:

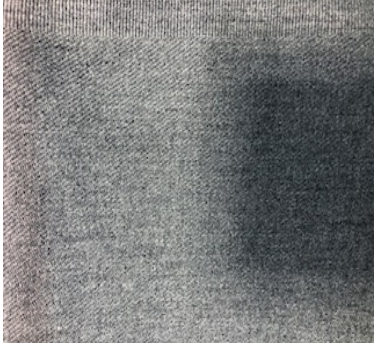
- к 1-й группе относятся вещества, с помощью которых, получают химические волокна. Природные волокна сами по себе не опасны для человека. Но на стадии выращивания натуральных волокон часто применяют различные химикаты – антимикробные вещества. Эти химикаты представляют огромную опасность для человека.

- ко 2-й группе относят красители, текстильно-вспомогательные вещества, аппреты, наносимые при отделке (аппретировании) на материалы для придания им требуемых свойств:




безусадочности, несминаемости, негорючести, стойкости против действия влаги и т.д. В XX в. синтетические красители вытеснили природные. Подавляющее большинство синтетических красителей не имеют аналогов в природе и уже только поэтому чужеродны природе и человеку. Основным компонентом второй группы также является формальдегид, который относится к классу высокоопасных веществ и обладает общетоксическим, раздражающим, аллергенным, канцерогенным действиями. При накоплении формальдегида в организме человека поражается центральная нервная система, легкие и печень. Содержание свободного формальдегида необходимо строго контролировать. По результатам исследований Всемирной организации здоровья, формальдегид вообще не может никак соприкоснуться с пищевыми продуктами, так как обладает сильным токсическим, аллергическим и онкогенным действием. Пары формальдегида влияют на слизистые носоглотки таким образом, что в них начинают образовываться злокачественные опухоли. Кроме того, формальдегид негативно воздействует на кровь, из-за чего может развиваться анемия и лейкозы. Смертельная доза формальдегида для человека – половина чайной ложки водного раствора. Кроме того, при постоянном вдыхании паров формальдегида из воздуха, например, при эксплуатации одежды, у человека могут развиваться симптомы отравления, которые имеют хронический характер: головная боль, тошнота, слабость, апатия, ухудшение зрения, тремор конечностей. Чтобы убедиться в безопасности тканей специального назначения, необходимо проверить их на токсичность. В качестве объектов исследования проверки на токсичность, были выбраны семь образцов технических тканей, разных производителей. Характеристика объектов исследования представлена в таблице 1.

Таблица 1



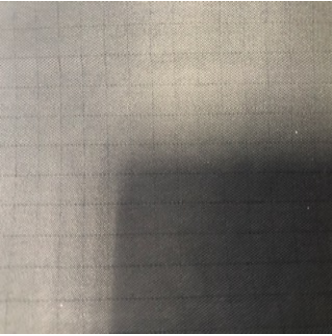
Характеристики объектов исследования

№ образца	Наименование объекта	Изготовитель	Назначение	Состав сырья
1	<p>Образец ткани Термошилд Арамид 180-19-3908, цвет: темно-серый, отделка: нефтемасловодоотталкивающая.</p> 	Текстайм, Германия	<p>Ткань огнестойкая антистатически е для облегченной спецодежды и курток- рубашек Защита от воздействия открытого пламени, статического электричества и атмосферных осадков Защита от термических рисков электрической дуги и пониженных температур Защита от термических рисков электрической дуги и атмосферных осадков.</p>	<p>Метаарамид-93%, параарамид- 5%, антистатические волокна -2%</p>

Продолжение таблицы 1

<p>2</p>	<p>Образец ткани Термошилд ПС, цвет: темно-зеленый</p> 	<p>Текстайм, Германия</p>	<p>Для защиты от брызг расплавленного металла рекомендуется использовать в качестве накладок вторым слоем на переднюю часть костюма.</p>	<p>Рапох-50%, параарамид- 50%,</p>
<p>3</p>	<p>Образец ткани ФЛЭЙМСТАТ ЛАЙТ (Flamestat Lite, Carrington), облегченная огнестойкая антистатичная ткань, цвет:серый.</p> 	<p>Текстайм, Англия</p>	<p>Для летней огнестойкой спецодежды. исключает малейшую возможность возникновения искры по причине скопления статики на костюме и надежную защиту от огня и высоких температур.</p>	<p>Хлопок- 100%</p>
<p>4</p>	<p>Образец ткани НАФТ 280 (NAFT 280) С нефте-масло-водотталкивающей отделкой на инновационной базе флюорокарбона (FC), цвет: темно-синий</p> 	<p>ООО «АЛЬТРАТЕКС», Россия</p>	<p>Защита от воздействия открытого пламени, атмосферных осадков.</p>	<p>Хлопок- 99%, антистатическая нить- 1%</p>

Продолжение таблицы 1

<p>5</p>	<p>Образец ткани Meteor FR. обработка Proban EN531, цвет: синий.</p> 	<p>Клорман, Италия</p>	<p>Для защиты от искр, брызг расплавленного металла, повышенных температур и открытого огня. Для изготовления спецодежды, используемой рабочими в отраслях, связанных с высокими температурами, газом, нефтью, электроэнергией.</p>	<p>Хлопок- 100%</p>
<p>6</p>	<p>Образец ткани Фореман, с масловодоотталкивающей отделкой Splashgard Chemo, цвет: оранжевый сигнальный флуоресцентный.</p> 	<p>Адвентум Технолоджис, Россия</p>	<p>Для верхней одежды специалистов сервисных служб, монтажников, промышленных альпинистов, строителей, заправщиков, каменщиков и персонала других профессий.</p>	<p>Полиэфир- 67%, Хлопок-33%</p>
<p>7</p>	<p>Образец ткани Премьер Protect 170, артикул 80016А, отделка: нефтемасловодоотталкиваю-щая, цвет:коричневый</p> 	<p>Чайковский текстиль, Россия</p>	<p>Антистатическая ткань для спецодежды (накладки) сотрудников нефтяных предприятий для защиты от сырой нефти. Защита от попадания на кожу человека воды (водоупорность 1000 мм вод. столба), масел (маслоотталкиван ие - 5 ед.), нефти (нефтеотталкиван ие - 5 ед.), статического электричества (УПЭС 10⁷ОМ)</p>	<p>ПЭ-100%, антистатическа я нить</p>

В качестве тест-объекта исследования используют сперму быка. Методика основана на определении токсического действия на клетки млекопитающего (на суспензионную

кратковременную культуру клеток млекопитающих - сперму быка) при воздействии токсических веществ водной вытяжки. Результат сравнивается с контрольной культурой в пробах, не содержащих токсических веществ. Приготовление водной вытяжки исследуемых тканей проводят следующим образом. Исследованию подвергают водные экстракты элементарных проб текстильного материала специального назначения.

В качестве экстрагента используют дистиллированную воду. Для приготовления экстракта используют одну из отобранных элементарных проб массой $(1,0 \pm 0,01)$ г. Элементарную пробу помещают в колбу с притертой пробкой, заливают дистиллированной водой, тщательно перемешивают, добиваясь полного смачивания текстильного материала водой. При плохом смачивании частей элементарной пробы материала водой допускается применение утяжелителей нейтрального состава (например, пластиковые или стеклянные шарики). Опытным раствором является экстракт с добавлением сухих реактивов глюкозы и цитрата натрия (в пропорции: на 10 мл испытуемого раствора - глюкозы - 0,4 г, цитрата натрия - 0,1 г). Экстракцию проводят в суховоздушном термостате при температуре (40 ± 2) °С в течение 24 ч. В качестве контрольного раствора используют глюкозно-цитратный раствор: из расчета на 10 мл. дистиллированной воды - глюкоза - 0,4 г, цитрат натрия - 0,1 г. Контрольный раствор одновременно является разбавителем для оттаивания замороженной спермы. Индекс токсичности определяют при сравнении экспериментальных данных опытного раствора с контрольным на Анализаторе изображений АТ-05 в комплекте с блоком подготовки проб. Текстильный материал считают нетоксичным, если значение индекса токсичности находится в пределах от 70 до 120%.

В ходе исследования тканей были получены результаты, которые представлены на рис. 1. Тестируемая водная вытяжка полотна № 6 – 68,9%, показала острое токсическое действие, кроме того, вытяжка дала ярко окрашенную воду. Образцу № 1 соответствует показатель 100,3% , образцу № 2 – 98,3%, образцу № 3 – 93,8% , №4 – 90,4%, №5 – 102,5%, № 7 – 96,0% это означает, что все эти образцы нетоксичны.

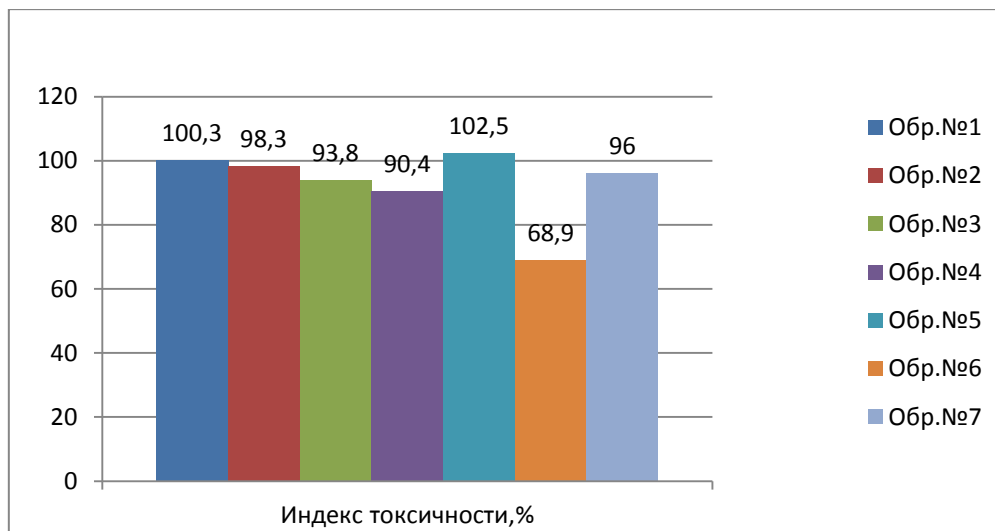


Рис. 1. Показатели острой токсичности исследуемых тканей специального назначения

Анализ результатов показал, что токсичность тканей специального назначения, как проблема, существует. Гарантией не токсичности полотен не является максимальное содержание натуральных волокон в нитях ткани и более светлые тона.

В данной работе проведена оценка токсичности текстильных материалов. Подобные исследования играют большую роль в модернизации производства и улучшении качества выпускаемой продукции, а также контроле готовой продукции. Полученные результаты свидетельствуют о том, что текстильное производство сопровождается использованием вредных веществ. Незначительное отклонение от предельно допустимых концентраций токсикантов может привести к серьезным, порой необратимым, последствиям.

- Рекомендации для производителей тканей специального назначения и производителей СИЗ:
1. необходимо соблюдать строгий контроль над обеспечением безопасности готовых текстильных изделий и непосредственно самим производственным процессом;
 2. проводить анализ токсичности каждой партии продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кричевский Г. Е. Опасность и безопасность изделий из текстиля // Текстильная промышленность. – 2006. – № 3
2. ГОСТ 32075-2013 Материалы текстильные. Метод определения токсичности (с Поправкой).
3. ТР ТС 019/2011 Технический регламент Таможенного союза "О безопасности средств индивидуальной защиты".

ЭКСТРУЗИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

EXTRUSION TECHNOLOGY FOR PRODUCING POWDERS OF CELLULOSE OF VARIOUS ORIGIN

К.С. Момзякова, Т.Р. Дебердеев, З.Т. Валишина, Р.Я. Дебердеев, А.В. Ибрагимов
K.S. Momzyakova, T.R. Deberdeev, Z.T. Valishina, R.Ya. Deberdeev, A.V. Ibragimov

Казанский национальный исследовательский технологический университет
Kazan National Research Technological University
E-mail: ksunya-fadeeva@yandex.ru, deberdeev@mail.ru,
rudeberdeev@rambler.ru, artyom0696@mail.ru

Исследован дисперсный состав образцов ПЦ, полученных с использованием модифицированного экструзионного агрегата на стадии дифибрилляции и измельчения исходного целлюлозосодержащего сырья – льна, овса, люцерны.

Ключевые слова: порошковая целлюлоза, лён, овёс, люцерна, дисперсный состав, экструдер.

The dispersed composition of PC samples obtained using a modified extrusion unit at the stage of diffibrillation and grinding of the initial cellulose-containing raw material - flax, oats, alfalfa was studied.

Key words: powder cellulose, flax, oats, alfalfa, dispersed composition, extruder.

Порошковой целлюлозой (ПЦ) называют материал, полученный деструкцией исходного волокнистого сырья[1]. На сегодняшний день известно большое число работ, посвящённых получению порошковой целлюлозы ПЦ[2-4]. Интерес к данному материалу обусловлен широким спектром его применений: медицинская, фармацевтическая, нефтяная, пищевая и др. области промышленности. Как правило, ПЦ получают путём механической или химической обработки технической хлопковой или древесной целлюлозы. Существующие технологии имеют множество недостатков, которые связаны в основном с необходимостью использования дорогостоящего сырья (хлопка), большим количеством технологических стадий и влиянием процесса получения ПЦ на производство полуфабриката [5].

В настоящей работе получение ПЦ осуществляется из недревесного растительного сырья (лён, люцерна, овёс) по энерго- и ресурсосберегающей технологии, основанной на последовательном выполнении следующих стадий: щелочная варка исходного сырья (люцерна, овёс, лён); отжим полученной целлюлозосодержащей массы до влажности 80-90%; обработка целлюлозы в модифицированном экструзионном агрегате, обеспечивающем непрерывные сдвиговые деформации; отмывка целлюлозной массы до pH=7; сушка до влажности 5-10%; размол на молотковой дробилке до порошкообразного состояния.

Учитывая, что дисперсный состав ПЦ является одним из основных факторов, влияющих на её физико-химические показатели (сыпучесть, водоудержание, насыпная плотность и др.) оценку качества полученной ПЦ осуществляли по кривым распределения её частиц по размерам.

Экспериментальная часть

В качестве исходного сырья была использована, как техническая льняная целлюлоза, так и природное растительное сырьё в виде соломы: люцерна, овёс. Получение ПЦ осуществлялось в несколько этапов:

- варка исходного сырья в щелочном растворе (3% NaOH и 0,1% H₂O₂) в течение 60 мин при T=90-95°C и гидромодуле 1:10;
- отжим целлюлозной массы до влажности 80-90%;

- экструзионная обработка целлюлозы;
- отмыв полученной суспензии до pH=7;
- сушка до влажности 80-90%;
- размол на молотковой дробилке MOLOT 200/400/800 до порошкообразного состояния.

Модифицированный экструзионный агрегат состоит из 8 зон. В основе его конструкции располагается центральный шнек, который находится в зацеплении с 7 сателлитами. Сателлиты, в свою очередь, находятся в зацеплении с внутренней поверхностью материального цилиндра. Такая конструкция экструзионного агрегата обеспечивает воздействие на целлюлозу высоких сдвиговых напряжений, что приводит к её интенсивному дроблению и дефибриляции. Стоит отметить, что стадия размола целлюлозы на дробилке используется лишь для разрушения агломератов частиц, образовавшихся при сушке целлюлозы, и не позволяет получать ПЦ без предварительной обработки исходного сырья на экструдере. Число оборотов центрального шнека - 25 об/мин, температура по зонам экструдера – 90 °С.

Дисперсный состав ПЦ исследовали на микроскопе МИКРОМЕД 1 (3 LED). Для этого готовили 0,06% суспензию ПЦ в дистиллированной воде, которую затем обрабатывали ультразвуком (частота 22 кГц, мощность 1 кВт) в течение 30 с. Полученную систему наносили на предметное стекло и исследовали при 4-х, кратном увеличении. В поле зрения микроскопа было измерено не менее 300 частиц [6].

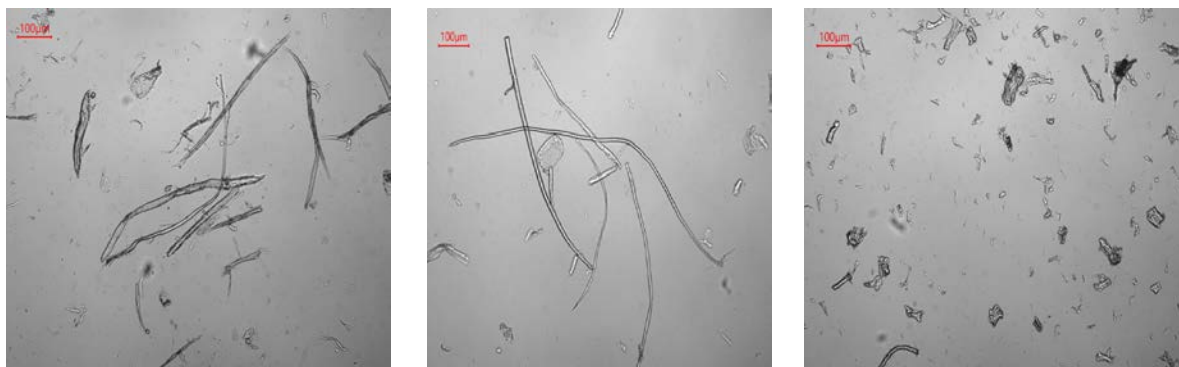
Обсуждение результатов

По результатам микроскопического анализа, табл. 1, рис. 1 а,б установлено, что ПЦ, полученные из люцерны, овса и льна имеют нитевидную форму частиц, однако данные образцы скорее можно отнести к порошкам, нежели к волокнам, из-за невысоких значений отношения их длины к ширине. Самые высокие значения l_{cp}/b_{cp} имеют люцерна и овёс – 5 и 6,4 соответственно, что можно объяснить получением данных ПЦ непосредственно из природного соломенного сырья, минуя стадию выделения технической целлюлозы. Кроме того, из табл. 1 видно, что распределения частиц ПЦ люцерны по размерам являются достаточно узкими. А именно, длина большинства частиц люцерны составляет менее 20 мкм, а ширина менее 10 мкм. В отличие от ПЦ из люцерны, ПЦ из овса характеризуется более широким распределением частиц по размерам, что можно объяснить различным происхождением исследуемых растительных материалов.

Таблица 1

Дисперсный состав ПЦ

Вид растительного сырья	Длина частиц по фракциям, мкм					Среднечисленная длина l_{cp} , мкм	Ширина частиц по фракциям, мкм					Среднечисленная ширина	l_{cp}/b_{cp}
	<20	20-40	40-60	60-80	80 <		<10	11-20	20-30	30-40	>40		
Лён	71,9	19,4	5,4	1	2,3	19,45	87,2	11	0,7	1	0	6,1	3,1
Люцерна	80,5	10	2,7	1	5,7	31,8	93,6	5,7	0,7	0	0	6,2	5
Овёс	47,8	26,9	9,6	2,3	13,3	71	62,7	27,5	6,7	1,7	1,3	11,15	6,4



а

б

в

а - люцерна; б - овёс; в – лён

Рис. 1. Фотографии ПЦ, полученных на микроскопе МИКРОМЕД 1 (3 LED)

Выводы

Исследован дисперсный состав ПЦ различного происхождения, полученной с использованием модифицированного экструзионного агрегата на стадии дефибриляции и дробления исходного растительного сырья. Установлено, что экструзионная обработка технической льняной целлюлозы, а также соломы люцерны и овса позволяет получать ПЦ с узким распределением частиц по размерам. Наименьшие размеры длины и ширины частиц имеет ПЦ из льна ($l_{\text{ср}}=19,45$, $b_{\text{ср}} = 6,1$), что объясняется её получением непосредственно из технической целлюлозы, в отличие от образцов ПЦ люцерны ($l_{\text{ср}}=31,8$, $b_{\text{ср}} = 6,2$) и овса ($l_{\text{ср}}=71$, $b_{\text{ср}} = 11,15$), которые выделяли из соломы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хакимова Ф.Х., Ковтун Т.Н., Носкова О.А. Получение целлюлозно-порошка из хлопковой и древесной целлюлозы // Известия высших учебных заведений «Лесной журнал». – 2001. – № 5-6. – С. 113-117.
2. Валишина З.Т. Методы модификации целлюлозосодержащего материала / З.Т. Валишина, А.В. Косточко, Е.Л. Матухин, А.А. Александров // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. - №16. – С.62-64.
3. Аутлов С.А. Микрористаллическая целлюлоза: структура, свойства и области применения (обзор) / С.А. Аутлов, Н.Г. Базарнова, Е.Ю. Кушнир // Химия растительного сырья - 2013. - № 3. - С. 33-41.
4. Гребенкин А.Н. Взаимосвязь структуры, свойств и технологии диспергирования лубоволокнистого сырья в ультразвуковых и гидродинамических полях: Дисс. д-ра техн. наук. - СПб, 2003. - 321 с.
5. Д.Б. Просвирников, Р.Г. Сафин, Д.Ш. Гайнуллина, Т.Д. Просвирникова, Вестник Казанского технологического университета, 17, 17, 109-112 (2014).
6. Н. Н. Гаврилова, Микроскопические методы определения размеров частиц дисперсных материалов, РХТУ, Москва, 2012. 52 с.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ, проект № 18-29-18077.

ПРИМЕНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПИГМЕНТНОЙ ПЕЧАТИ

USE OF RUSSIAN COMPOSITIONS FOR PIGMENT PRINTING

О.А. Маноли, В.В. Ширманова, О.В. Козлова
O.A. Manoli, V.V. Shirmanova, O.V. Kozlova

Ивановский государственный химико-технологический университет
Ivanovo State University of Chemical Technology
E-mail: man-ojka@yandex.ru, ovk-56@mail.ru

Работа посвящена обоснованию эффективности применения российских полимерных связующих 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 polymeric binders of the new generation 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 требований компании ИКЕЯ к текстильным материалам является отсутствие в них следующих веществ [46 - 48]: 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.

В связи с этим по рекомендации ученых ИГХТУ фирмой ООО «Сван» разработан новый препарат Ларус-21из, отвечающий требованиям безопасности. И дальнейшей целью нашего исследования явилась апробация связующего нового поколения фирмы ООО СВАН – Ларус-21 из и сравнение эффективности его использования в сравнении с отечественным связующим и импортным аналогом.

Критериями оценки качества напечатанных тканей служили основные показатели окрасок, которые требуется соблюдать согласно ГОСТам, приведённым в методиках исследований. Это показатели интенсивности – к/s (оцениваемые, как функция Кубелки-Гуревича-Мунка), прочность окрасок к сухому, мокрому трению, жестокость грифа.

Технология печати заключалась в следующем: хлопчатобумажную ткань печатали с помощью сетчатых шаблонов печатной композицией состава, включающего, в г/кг:

Связующее	40-100
Загуститель (Принтафикс фердикер CSFN)	12-15
Пигмент	20
Эмульгатор (тубигат А-60, ф. СНТ)	0-3

Далее напечатанные образцы сушили в термошкафу при T=80°C, после чего проводили процесс термофиксации горячим воздухом при T=140°C, τ=3 мин, или T=150°C, τ=2,5 мин, или T=160°C, τ=2 мин

Данные с его использованием представлены в таблице 1.

Таблица 1

Связующее	Наличие фиксатора, г/кг	Координаты цвета			HUE (тон)	Satur. (насыщ.)	Прочность к трению, балл
		R	G	B			
Биндер-83	-	177	66	77	236	164	3
	+	163	50	49	236	178	4
Рузин 14и	-	186	93	73	235	163	3
	+	192	78	64	235	170	4
Ларус-21 иэ	-	184	83	74	235	162	3
	+	183	75	66	235	176	4

Комплекс колористических показателей показал, что при использовании отечественного эко-связующего Ларус-21-иэ достигаются технические и колористические результаты печати, аналогичные импортному аналогу.

Проведен анализ колористических характеристик пигментной печати по хлопчатобумажным тканям при использовании проблемных цветов – бирюзового, бордо, синего, оливкового и розового, у которых могут смещаться оттенки в зависимости от природы связующего. Использовались пигменты как импортного, так и отечественного производства (бецапринты, принтексы).

Колористические показатели полученных окрасок сведены в табл. 2, а на графиках аб (рис. 1-4) наглядно показано местоположение полученных после выкраски цветов.

Таблица 2

Розовый											
	R	G	B	X	Y	Z	a	b	L	C	H
Биндер -83	126	61	98	100,2	72,9	97,08	59,4	-13,4	88,4	61,0	-12,7
Ларус-21-эи	153	67	141	123,9	83,0	139,6	76,9	-30,4	93,0	82,7	-21,6
Рузин-14и	133	60	122	108,1	73,6	120,8	71,1	-27,5	88,7	76,3	-21,2
Оливковый											
	R	G	B	X	Y	Z	a	b	L	C	H
Биндер -83	46	69	34	50,7	64,6	33,7	-26,2	36,9	84,3	45,2	-54,6
Ларус-21-эи	49	78	31	54,4	72,4	30,8	-33,4	47,7	88,1	58,2	-55,0
Рузин-14и	50	78	34	55,5	72,6	33,7	-31,1	43,7	88,2	53,6	-54,1
Синий											
	R	G	B	X	Y	Z	a	b	L	C	H
Биндер -83	22	45	132	51,1	41,9	130,7	33,0	-64,0	70,8	72,0	-62,7
Ларус-21-эи	37	63	149	67,5	59,3	147,6	26,3	-54,4	81,5	73,1	-64,2
Рузин-14и	24	42	126	50,0	39,7	124,8	36,5	-63,3	69,3	60,4	-60,1

Бирюзовый											
	R	G	B	X	Y	Z	a	b	L	C	H
Биндер -83	44	75	124	69,6	70,0	122,8	7,1	-31,6	87,0	32,4	-77,3
Ларус-21-эи	32	56	113	55,6	52,4	111,9	15,7	-41,6	77,5	44,5	-69,4
Рузин-14и	33	58	101	54,4	54,0	100,0	8,2	-32,5	78,5	33,5	-75,9
Бордо											
	R	G	B	X	Y	Z	a	b	L	C	H
Биндер -83	97	33	41	66,0	44,4	40,6	61,6	7,9	72,	82,1	0,3
Ларус-21-эи	86	18	28	53,3	30,1	27,7	77,5	6,7	61,8	77,8	4,9
Рузин-14и	78	18	37	51,2	28,8	36,6	76,9	-7,7	60,6	77,3	-5,7

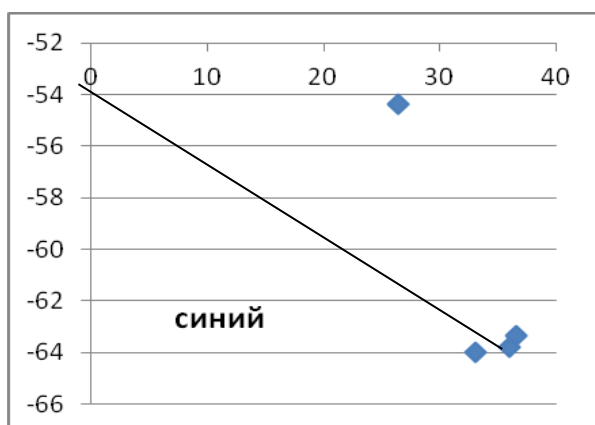


Рис.1

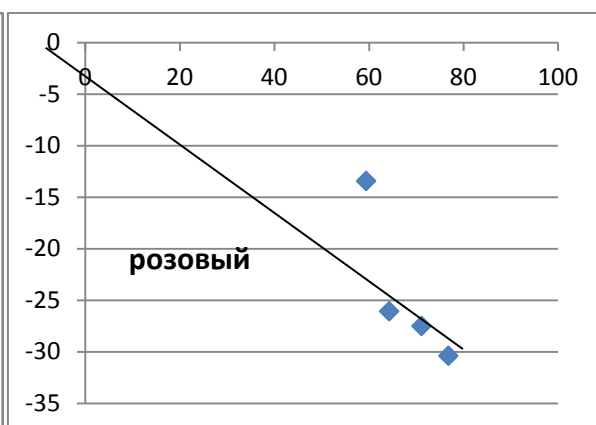


Рис.2

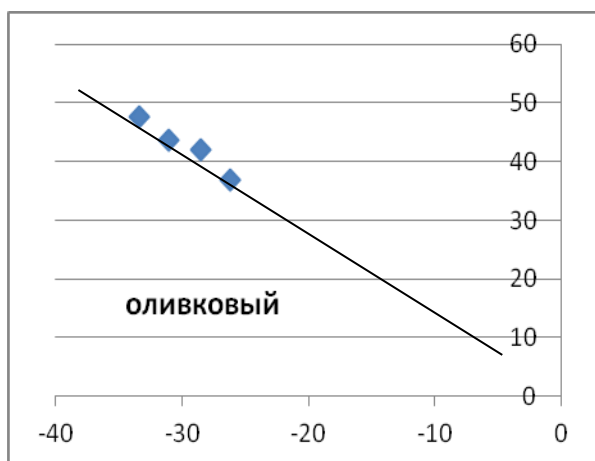


Рис.3

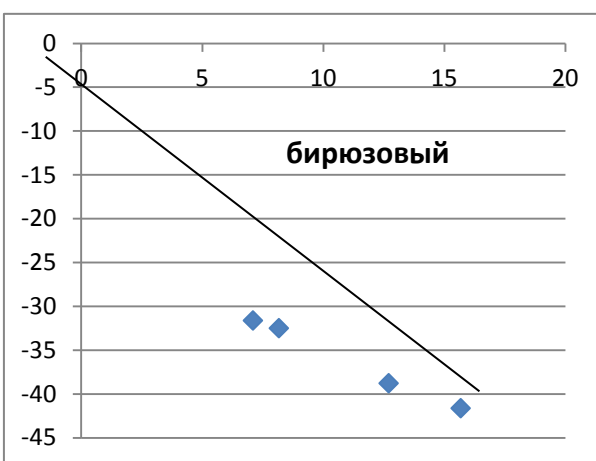


Рис.4

Результаты экспериментов свидетельствуют о том, что во многих случаях интенсивности окрасок (по показателю насыщенности C) даже выше, чем у импортной композиции. Показатели, характеризующие мягкость грифа и прочности окрасок к трению не уступают по величинам импортным. Гриф ткани хороший.

По цветовым характеристикам отмечена высокая чистота получаемых окрасок и незначительные изменения цветового тона (в пределах минимальных различий в цвете - ΔE не превышает 1,5 – 2 ед. LAB). Особенно хорошо укладываются на линию постоянного цветового тона цвета: розовый, оливковый и бирюзовый, несколько хуже – синий (см. рис.4.7 - 4.10). Это дополнительно свидетельствует о хорошей совместимости новых связующих как

с пигментами различных фирм, так и с другими компонентами композиции импортного производства.

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 аналогичные 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. Apeo-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).

ФОРМОЗАДАЮЩИЕ КАРКАСНЫЕ СИСТЕМЫ В ШВЕЙНЫЕ ИЗДЕЛИЯ С ФУНКЦИЕЙ ФИКСАЦИИ ПОЛОЖЕНИЯ НОГ

FORMABLE FRAME SYSTEMS IN SEWING WARE WITH FUNCTION OF FIXING FOOT POSITION

И.Д. Гусев, О.В. Кащеев, И.Б.Разин,
М.А. Гусева, Е.Г. Андреева, И.А. Петросова, Т.В.Докучаева
I.D. Gusev, O.V. Kashcheev, I.B. Razin,
M.A. Guseva, E.G. Andreeva, I.A. Petrosova, T.V. Dokuchaeva

Российский государственный университет имени А.Н.Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство), (Москва)
The Kosygin State University of Russia, (Moscow)
E-mail: gusev_ivan97@mail.ru

В статье рассмотрен ассортимент защитных швейных изделий для ног для людей с ограниченными двигательными возможностями. Проанализированы формозадающие средства в группе исследуемых реабилитационных изделий. Предложены инновационные каркасные системы, позволяющие сохранить первоначальную пространственную конфигурацию швейных изделий для ног за весь период эксплуатации.

Ключевые слова. реабилитационные изделия, каркасные системы, сканирующие устройства, имитационная модель, антропометрическая информация.

The article considers the assortment of protective clothing for legs for people with mobility impairments. Form-prescribing agents in the group of studied rehabilitation products were analyzed. Innovative frame systems have been proposed that allow you to maintain the original spatial configuration of the footwear for the entire period of operation

Keywords: rehabilitation products, frame systems, scanning devices, simulation model, anthropometric information.

Временные ограничения двигательной активности (ОДА), связанные с травмами конечностей, создают у потребителей проблемы антропометрического несоответствия предметов гардероба и формируют потребности в эргономичных персонифицированных швейных изделиях, способных на период реабилитации заменить привычные одежду и обувь. Реабилитационные изделия для травмированных ног должны не только защищать тело от негативного воздействия внешней среды, но и быть эргономичными, эстетичными, сохранять форму на протяжении всего периода эксплуатации.

В современные медицинские программы лечения различных травм (переломов, повреждений суставов, разрывов связок и др.) входит процедура иммобилизации – обездвиживания отдельных частей тела с целью создания идеальных условий для сращения поврежденных участков тела. В зависимости от заболевания иммобилизация проводится с помощью наложения гипсовой повязки, надкостных интрамедуллярных фиксаторов [1], специальных сборных внешних конструкций (аппарат Илизарова) [2], ортезов [3], туторов [4]. Одним из эффективных средств лечения переломов является аппарат Илизарова, представляющий собой систему из нескольких колец, стяжных стержней, гаек, контргаек [2]. Аппарат устанавливают пациенту в медицинской клинике, позиционируя вокруг поврежденной ноги, и по мере сращения костей постепенно демонтируют. Длительность эксплуатации 1,5-4 месяца [1, с. 16].

Ортезы, как более мягкие и гибкие конструкции, используют как в период лечения, так и для профилактики заболеваний суставов и связок. Основным назначением ортопедических ортезов является позиционирование участков тела в физиологически правильном положении, разгрузка суставов и позвоночника после травм и хирургических

вмешательств, а также при патологиях опорно-двигательного аппарата. Длительное использование ортезов способствует корректировке и стабилизации правильного взаимного положения участков тела человека, восстановлению опорно-двигательной функции мягких тканей после травм (переломов, растяжений, вывихов, ушибов), снятию болевого синдрома. Анализ ассортимента ортопедических ортезов показал, что эти внешние конструкции различаются конфигурацией, количеством составных частей с разной степенью жесткости (жесткие, полужесткие, мягкие) и пакетом материалов. Если пациенту показана длительная фиксация суставов, то используют ортезы с ребрами жесткости. Для ограничения нежелательных движений и предотвращения смещения частей тела, в ортезах предусмотрены шарнирные конструкции, выполненные из металла или пластика, защищающие поврежденный участок тела от внешних воздействий. Ортезы, в отличие от аппарата Илизарова, являются съемными фиксирующими системами. Пользователь может использовать ортез ежедневно, самостоятельно надевая и снимая изделие, размещая его как под одеждой, так и поверх нее.

Современные методики лечения травм нижних конечностей предусматривают раннюю динамическую нагрузку поврежденных ног с постепенной активацией мышц [1, с. 7]. Пациентам в период реабилитации рекомендуют прогулки при обязательном использовании средств иммобилизации и фиксации поврежденных конечностей. Передвижение при этом может быть с дополнительной опорой на костыли, трости или на маломобильных средствах (инвалидных колясках). Для иммобилизации ног используют внешние ортопедические фиксаторы, различающиеся формой и габаритами (рис. 1). Так диаметр колец аппарата Илизарова (рис. 1а, б) составляет 80-240 мм [5], кольца вокруг ноги могут быть позиционированы симметрично оси травмированного участка или со смещением. Ортопедические ортезы на голеностоп (рис. 1в) или коленный сустав (рис. 1г), рекомендуемые в период излечения травм суставов, сопровождающихся разрывом связочного аппарата, увеличивают окружности ног вдоль облегаемых участков в среднем на 15-20 см. Поэтому люди с ОДА испытывают дискомфорт и трудности в подборе одежды, способной обогнуть эти конструкции. В некоторых моделях фиксирующих устройств, например в ортезах-стоподержателях (рис. 1д) или таторах на голеностоп (рис. 1е), включены детали, прилегающие к стопе, что увеличивает габариты соответствующего участка ног и препятствует эксплуатации обуви из личного гардероба.



Рисунок 1 – Внешние фиксаторы для иммобилизации ног: а, б – аппарат Илизарова [2]; в – шарнирный иммобилизирующий голеностопный ортез высокий Malleo Immobil ROM Walker [3]; г – рамный коленный ортез Genu Arhexa [3]; д – динамический ортез-стоподержатель WalkOn Flex/Trimable [3]; е – татор на голеностоп [4]

Во время прогулок воздействия окружающей среды (пониженные температуры воздуха, влажность, пыль, дождь, грязь, ветер и т.п.) могут негативно повлиять на заживление не прикрытого одеждой или обувью травмированного участка ног. Поэтому, для защиты тела, потребителю с ОДА требуются дополнительные швейные изделия. Анализ рынка реабилитационных товаров показал, что такого рода швейные изделия не выпускаются в промышленных масштабах. Известны лишь опытные образцы, разработанные

в ходе научных исследований. Исследованием формообразования и в таких изделиях установлено полное или частичное отсутствие средств формозакрепления, что значительно снижает их эргономические характеристики. Так, для защиты от пыли и грязи ног человека с ОДА, использующего для ходьбы моторизированный экзоскелет разработчики предлагают чехол ножной опоры [6], состоящий из верхнего и нижнего трубчатых чулков и чехла на бедренную часть ноги, соединенных между собой застежками молниями. Чехол разъемный, имеющий множество отверстий для регулирования пользователем осей вращения суставов экзоскелета, и выполнен из водонепроницаемых материалов. Чехол эластичный, с пространственной формой, заданной конфигурацией ноги человека с ОДА. Для защиты от негативного воздействия окружающей среды на прооперированный участок ног (голени и стопы), находящийся в аппарате Илизарова, пациентам предлагают межсезонный разъемный чехол из двухслойной влагонепроницаемой и ветрозащитной ткани с эластичной подошвой [7]. Перечисленные модели чехлов – это мягкие оболочки из синтетических материалов без прокладочных деталей, отсутствие которых в пакете материалов снижает эргономичность и защитные возможности изделий.

Разработанные в РГУ им. А.Н.Косыгина мешки для ног [8-10] представляют собой эргономичные модели, имеющие прокладочные и каркасные элементы, позволяющие длительно сохранять эксплуатационные характеристики реабилитационного изделия. Пространственная форма каркасов проектируется с использованием виртуального аналога ног человека с ОДА (рис. 2а), полученного трехмерным сканированием [11]. Персонификация геометрической формы мешка достигается корректировкой объема изделия по основным горизонтальным уровням (рис. 2б) введением необходимых пространственных зазоров для формирования благоприятных условий для использования внешних фиксаторов. Если необходима жесткая форма в изделии или на отдельных участках, например в области подошвы, в носочной и пяточной зонах, то между подкладкой и верхом мешка располагают сетчатые каркасные элементы (рис. 2в). Сохранению формы и улучшению теплозащитных свойств изделия способствуют съемные подкладки из меха или шерстяных материалов [9]. Сохранению геометрии изделия способствуют размещенные в продольных швах (рис. 2 г) и швах подошвы [10] ребра жесткости заданной трехмерной конфигурации. В качестве способа изготовления каркасных деталей в реабилитационные мешки выбраны аддитивные технологии 3D печати. В современных 3D принтерах используют широкий ассортимент филаментов, обладающих необходимой гибкостью и прочностью. Эксперимент по исследованию свойств полимеров для 3D печати показал, что наиболее приемлемы для выбранной технологии филаменты SBS (стирол-бутадиен-стирол), PET (полиэтилен терефталата) и нейлон [12]. Исследование свойств опытного образца сетчатого каркаса в носочную часть реабилитационного мешка (рис. 2д), выполненного из полимера PET (полиэтилен терефталата) показало, что каркас достаточно прочен, легок и гибок.

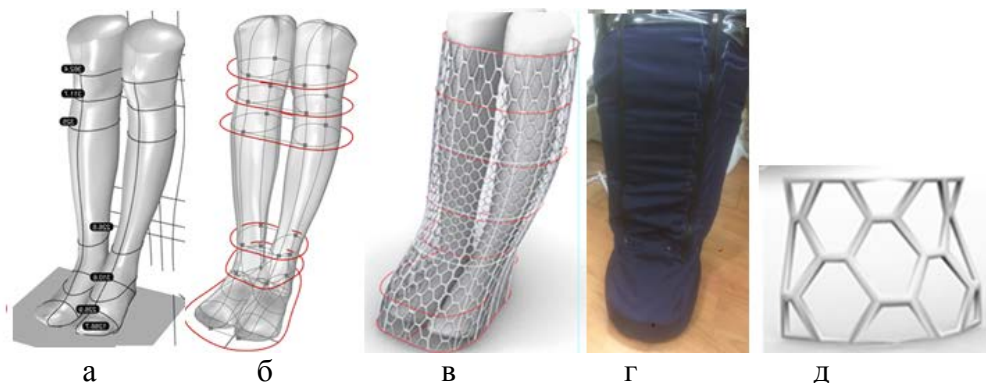


Рисунок 2 – Этапы проектирования каркасных систем в реабилитационные швейные изделия: а – виртуальный аналог ног; б – формирование габаритов изделия на основных горизонтальных уровнях; в – сетчатый каркас; г – реабилитационный мешок для ног со встроенной каркасной системой, д – фрагмент каркаса в носочную часть изделия

Перспективно использование полиамида (нейлон) для изготовления каркасных систем в реабилитационные мешки благодаря высокой термостойкости и прочности полимера, устойчивости к коррозии и воздействию агрессивных сред. К недостаткам полиамида можно отнести высокую влагопоглощение, которое можно несколько компенсировать за счет сетчатой структурой каркаса.

Заключение. Предлагаемые реабилитационные изделия со встроенными каркасными системами обладают высокими эргономичными и эксплуатационными показателями. Пространственная форма мешков и каркасов проектируется на основе антропометрических данных человека с ОДА. Конфекционирование реабилитационных изделий натуральными материалами, расположенными с внутренней стороны, способствует формированию благоприятного микроклимата между травмированной конечностью и реабилитационным изделием.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лечение больных с диафизарными переломами костей голени методом чрескостного остеокинеза: Метод. руководства. – Минздрав РФ. Ассоциация травматологов-ортопедов России (АТОР). 2013. - 19 с.
2. Илизаров Г.А. Способ сращения костей при переломах и аппарат для осуществления этого способа/ Авторское свидетельство на изобретение № 98471; заявл. 09.06.1952; опубл. 1954.
3. ОТТОВОСК. URL: <https://www.ottobock.ru/orthotics/solution-overview-joints-catalogue/> (дата обращения 28.08.2019)
4. GPC Medical LTD. Аппарат Илизарова. URL: <https://www.indianorthopedic.ru/apparat-ilizarova/apparat-ilizarova.html> (дата обращения 28.08.2019)
5. НПЦ Огонек. Каталог ортопедических изделий. URL: http://ogonek.org/ortopedicheskie-salony/category/splints_lower_limb/ (дата обращения 28.08.2019)
6. Березий Е.С., Иванов А.В. Чехол для ножной опоры экзоскелета/ Патент на полезную модель № 173287; заявл. 24.06.2016; опубл. 21.08.2017.
7. Леонтьева Л.В., Московенкова Е.Н., Леонтьев А.Н. Межсезонный чехол с подошвой на аппарат внешней фиксации// Патент на полезную модель № 188409 RU; заявл. 08.01.2019; опубл. 11.04.2019.
8. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Клочкова О.В., Гусев И.Д. Мешок для ног для людей с ограниченными двигательными возможностями/ Патент на полезную модель №166649 RU; заявл. 08.06.2016, опубл. 10.12.2016.
9. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Петросова И.А., Клочкова О.В., Гусев И.Д. Мешок для ног с меховой подкладкой для людей с ограниченными двигательными возможностями/ Патент на полезную модель №172655 RU; заявл. 05.04.2017; опубл. 18.07.2017.
10. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Клочкова О.В., Гусев И.Д., Кащеев О.В., Лобжанидзе С.К. Мешок для ног в инвалидную коляску/ Патент на полезную модель №185890 RU; заявл. 21.12.2018; опубл. 21.12.2018.
11. Гусева М.А., Костылева В.В., Петросова И.А., Андреева Е.Г., Литвин Е.В. Трехмерное сканирование как эрго-инструмент в инклюзивной антропометрии// В сб. науч. трудов «Эргодизайн как инновационная технология проектирования изделий и предметно-пространственной среды: инклюзивный аспект», Ч.1. – М.: РГУ им. А.Н.Косыгина, 2019. - С.6-8.
12. Гусева М.А., Гетманцева В.В., Андреева Е.Г., Шахматова Ю.Д., Гусев И.Д. Применение материалов для объемной печати в проектировании швейных изделий // В сб. мат. Четвертого междисциплинарного науч. форума «Новые материалы и перспективные технологии». Том II. – М.: Буки Веди, 2018. - С.362-365.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЛАГЕНОВЫХ БЕЛКОВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ В МЕДИЦИНЕ И КОСМЕТОЛОГИИ.

PROSPECTS FOR THE USE OF COLLAGEN PROTEINS EXTRACTED FROM HYDROBIONTS IN MEDICINE AND COSMETOLOGY.

Ю.С.Фидоровская Е.О. Медушева
Y.S. Fidorovskaya E.O. Medusheva

ООО «КОЛТЕТЕКС», (Москва)
LLC «COLETEX», (Moscow)
E-mail: koletex@list.ru

Публикация посвящена разработке новой бинарной гидрогелевой композиции с применением морского коллагена и альгината натрия, используемой для создания медицинских изделий. Изучена возможность разработки двух вариантов изделий: на текстильной основе и в виде гидрогеля. Особое внимание при разработке композиции было уделено реологическим свойствам и изменению pH в зависимости от соотношения компонентов. Применение указанных биополимеров делает возможным суммирование биологически активных свойств, присущих каждому компоненту, что в сочетании с инкорпорированным в композицию лекарственным средством, например, таким как нитрат серебра, позволяет достигать комплексного физиологического воздействия создаваемого медицинского изделия на пораженные ткани.

Ключевые слова: морской коллаген, субстанции, альгинат натрия, полисахариды, биополимеры.

The publication is dedicated to the development of a new binary hydrogel composition on the basis of marine collagen and sodium alginate, which are used to create some medical products.

The possibility for two product options was studied: products on a textile basis and in the form of a hydrogel. Particular attention in the development of the composition was paid to the rheological properties and pH changes depending on the ratio of components. The use of these biopolymers makes it possible to summarize the biologically active properties inherent in each component, which, in combination with a drug incorporated in the composition, for example, such as silver nitrate, allows to achieve the complex physiological effect of the created medical product on the affected tissues.

Keywords: collagen marine, substance, sodium alginate, polysaccharides, biopolymers.

Создание новых форм раневых покрытий на основе биополимеров остается актуальной задачей для исследований в области медицины, фармакологии и косметологии во всем мире.

Биополимеры, являясь в силу своей природы биологически активными веществами, обладают в большей или меньшей степени набором лечебных свойств (биоцидных, антиоксидантных, антиаллергических и др.). Основным преимуществом биополимеров перед синтетическими, кроме их способности к биодegradации, является отсутствие токсичности, а также доступность и воспроизводимость биоресурсов для их получения [1,2].

Коллективом ученых ООО «Колетекс» в содружестве с «ООО НПО Текстильпрогресс» создана линейка высокоэффективных медицинских изделий на основе природных полимеров-полисахаридов альгината натрия и гиалуроната натрия с включением в структуру композиции лекарственных веществ различных классов. Отличительной особенностью этих изделий является создание «депо», из которого лекарство или биологически активное вещество адресно доставляется к очагу поражения, выходя из матрицы постепенно в необходимой терапевтической концентрации, что обеспечивает пролонгированное действие [3].

Изделия выпускаются в различных формах – в виде салфеток на текстильной основе и в гелевой форме различной вязкости, что определяет их область применения. Салфетки «Колетекс®» и гели «Колегель®» успешно применяются в различных областях медицины – в хирургии, урологии, онкологии, проктологии, гинекологии [3].

Анализ принятых в настоящее время подходов к лечению показывает высокую эффективность использования при повреждении кожи и слизистых специальных покрытий и повязок,

непосредственно апплицированных на поврежденный участок. Установлено, что после хирургической обработки раневой поверхности, направленной на удаление некротических тканей, именно в закрытой ране создаются оптимальные условия, обеспечивающие наиболее эффективное лечение и регенерацию поврежденных тканей. Хирургическое и медикаментозное лечение раны, в том числе гнойной, - это не конкурирующие методы лечения, а взаимодополняющие компоненты комплексной терапии.

Важным моментом в лечении является сохранение влажной среды на поврежденной поверхности, так как высушивание играет отрицательную роль в процессе заживления и затрудняет высвобождение препарата к очагу поражения. Недостаток в использовании медицинских изделий на жировой основе заключается в высокой вероятности возникновения аллергической реакции, а так же снижение воздухообмена в ране, создании анаэробной среды, благоприятной для развития патогенных микроорганизмов.

Сегодня большое внимание врачи и фармацевтический рынок уделяют применению гелевых форм медицинских изделий. Водная основа, например, в гелях Колегель предпочтительна для ран различной этиологии по следующим критериям: щадящее воздействие на рану, отсутствие питательной среды для микроорганизмов, воздухопроницаемость, хорошая впитываемость. Степень прозрачности геля является показателем чистоты и стерильности, что очень удобно при визуальной оценке качества препарата. Гелевая форма легко наносится на кожу и слизистую.

Гель позволяет за счет варьирования своих вязкостных свойств и скорости набухания полимера и, соответственно, массопереноса введенного в него лекарства, регулировать экспозицию препарата, сохранять влажность в ране в течение необходимого времени. По своим свойствам в сравнении с мазями и линиментами гидрогель является более естественной средой. В случае его применения, в отличие от жировой основы типа ланолина или вазелина, возможна гамма-стерилизация изделий.

Очень важный вопрос – природа и свойства полимеров, являющихся основой гидрогеля. На сегодняшний день широкое применение в качестве защитного средства получил коллаген животного происхождения. Его используют в виде губок и листов для покрытия ран и ожогов, коллагеновых гелей, косметических масок. Важную роль коллаген играет в качестве биоконструктора для временной замены тканей и имплантата в косметологии и челюстно-лицевой хирургии. Применение коллагена в фармацевтической и медицинской промышленности обусловлено такими свойствами, как высокая прочность и эластичность, высокая степень набухания, способность усиливать репарацию ткани. Невысокая стоимость сырья является плюсом для медицинского производства. Однако широко распространенная заболеваемость среди животных, и, как следствие, риск заражения человека является важным аргументом для поиска альтернативных источников сырья. К значительным недостаткам коллагена животного (например, свиного) происхождения относится его аллергенность, а также негативное восприятие со стороны некоторых религиозных конфессий. На протяжении многих лет коллаген является объектом пристального изучения, но широкое применение он имеет в виде кислого гидролизата, что значительно снижает возможность и эффективность использования.

Отечественными исследователями разработана технология получения этого природного биополимера – именно морского коллагена. Особое внимание ему уделяется вследствие того, что молекула морского коллагена имеет практически идентичный человеческому аминокислотный состав (биосовместимость 96-98%). Это дает возможность морскому коллагену эффективно взаимодействовать с молекулами эпидермиса и соединительных тканей. Он активизирует продуцирование собственного коллагена, что значительно сокращает сроки заживления ран. Минимальный риск аллергических реакций так же является важным фактором [4].

Современные технологии и методы экстракции позволяют использовать уникальный морской коллаген в виде нативного раствора, т.е. сохранившего биологическую активность и белковую структуру в виде тройной спирали. Перепад температур и среда обитания рыб и

моллюсков, используемых в производстве морского коллагена, придает ему повышенную физическую и химическую устойчивость [5].

Богатый опыт компании «Колетекс» в создании медицинских изделий и косметических масок на текстильной основе с применением биополимеров, в частности альгината и гиалуроната натрия и коллагена животного происхождения, позволяет нам с уверенностью использовать морской коллаген для создания новой альгинат-коллагеновой композиции. Включение в состав композиции коллагена именно морского происхождения позволит придать ей новые свойства и сделать материал на гидрогелевой основе прочным и, в то же время эластичным, моделирующим раневую поверхность. Однако экономический фактор в виде высокой стоимости сырья затрудняет использование данного полимера в качестве базового для создания нового изделия. Вторым важным фактором является кислотность раствора, в форме которого морской коллаген может поступать в производство. Использование геля с рН ~3 в качестве раневого покрытия исключается.

Используемый в ООО «Колетекс» при получении лечебных изделий альгинат натрия с технологической точки зрения и из экономической целесообразности является прекрасной основой для создания многокомпонентных гидрогелевых композиций. Этот природный полисахарид обладает уникальным спектром свойств: антиаллергенностью и биосовместимостью, выраженным регенерирующим и гемостатическим действием, способностью к набуханию и гелеобразованию, что благоприятствует созданию гидрофильного слоя, контактирующего с поверхностью и обеспечивающего защитное воздействие на поврежденную поверхность [3]. Соли альгиновой кислоты имеют наибольшее распространение в терапии ран. Они способны самостоятельно стимулировать процесс регенерации ткани, эпителизацию. Водорастворимые альгинаты в присутствии сшивающих агентов, например, катионов кальция, способны к образованию стабильного гидрогеля, заполняющего рану [2,9]. Поэтому было решено использовать альгинат как основу при создании изделий с морским коллагеном.

Необходимо обратить внимание на тот факт, что предлагаемый лечебный материал можно производить в различных формах, что существенно дополнит арсенал используемых покрытий в медицинской практике. Например, из альгината и коллагена созданы губки, полученные лиофильной сушкой – Альгикол, Альгимаф, из хитозана и коллагена - Коллахит, но во всех случаях в производстве используется коллаген животного происхождения. Нами, исходя из имеющегося опыта, рассматривается возможность создания лечебных материалов на текстильной основе, а так же непосредственно гидрогелей, в том числе высокоструктурированных, имеющих вид пластин или дисков.

Приоритетной задачей работы является создание лечебной депо-системы, которая должна обеспечивать адресную пролонгированную доставку введенных в нее лекарственных препаратов к тканям в месте поражения. В этом случае широкий спектр терапевтического эффекта гидрогелевых композиций объясняется действием самих биополимеров, их биологической активностью, а так же включением в структуру полимерной основы лекарственных компонентов различных классов – антисептиков, анальгетиков и др.[8]. Минимальное содержание лекарственных средств (ЛС) в композиции, связанное с направленностью их доставки, позволит существенно снизить токсичность лечения, сократить время реабилитации пациентов.

При выборе состава композиции так же важно учесть ряд факторов, влияющих на эффективность ее применения (рН, набухание) и технологичность (стерилизация, вязкость) создания медицинских изделий

В качестве одной из готовых форм, содержащих альгинат морской коллаген, была рассмотрена маска на текстильной основе полученная по технологии текстильной печати. Для того чтобы сделать кожный барьер более проницаемым, в косметический гидрогель вводили специальные вещества, так называемые энхансеры, (проводники) в данном случае глицерин. Эти проводники помогают обеспечить проникновение в кожу активных ингредиентов, но при этом сами остаются на ее поверхности.

В результате исследований был предложен состав для создания печатных композиций и гидрогелевых материалов. Состав композиции: альгинат натрия, молочнокислый раствор морского коллагена, глицерин, вода дистиллированная и карбонат кальция. Глицерин участвует не только как энхансер, но и в качестве пластификатора и агента, увеличивающего вязкость, что важно при радиационной стерилизации продукции, после которой наблюдается падение вязкости и влияет на скорость сшивки компонентов солями кальция. Карбонат кальция и глицерин вводятся в композицию в соотношении 1:5.

За отведенное время в соответствии с технологией производства полученную композицию необходимо разлить в формовочную упаковку, поскольку далее падает ее текучесть, и получить изделие необходимой формы и толщины становится невозможным. На данном этапе показана возможность получения двух вариантов структурированного гидрогелевого изделия с разной толщиной, одно из которых ~6мм и второе ~3мм. Основной целью получения и положительным качеством такого изделия было моделирование поврежденной поверхности, что особенно актуально при наличии дефектов со сложным рельефом, например, пролежни. Пролежни бывают достаточно глубокими, некроз может охватывать подкожную клетчатку, мышцы, что исключает травмирование молодой грануляционной ткани. В этом случае наложение атравматичной гидрогелевой альгинат-коллагеновой пластины создает хорошие условия для эпителизации. Разная толщина и пластичность изделий позволяет использовать их при повреждениях разной локализации (например, на локтевом сгибе). Так же важным фактором является применение изделия на мокнущих ранах (с большим количеством экссудата) и возможность впитывать лишнюю жидкость, а содержащийся в нем морской коллаген одновременно с этим способен стимулировать фибробластогенез, лизироваться и замещаться соединительной тканью, ускоряя тем самым процессы регенерации.

Набухание полимерной композиции, является важным физическим свойством, и необходимость изучения набухания пластины из биополимеров связана как со спецификой десорбции импрегнированного в ней препарата, так и с определением области применения [9].

Исследование набухания проводили весовым методом. Образец биополимерной пластины взвешивали до погружения в дистиллированную воду, затем спустя 3, 12 и 24 часа. Визуально активное набухание наблюдалось сразу после погружения гидрогелевой пластины на основе альгината натрия и морского коллагена в воду и в начале постоянно возрастало. Измерение прироста массы изделия в процентах представлено ниже в таблице 1.

Таблица 1

Набухание альгинатно - коллагеновой пластины во времени

Этап набухания	Изменение массы (%)
1-й этап (до 3 часов)	28
2-й этап (от 3 до 12 часов)	15
3-й этап (от 12 до 24 часов)	0

В качестве образца сравнения была отлита аналогичной толщины пластина из альгината натрия и проведен опыт с набуханием. Отсутствие второго компонента, морского коллагена, существенно снизило сорбционную способность изделия на 22%. На основании полученных данных можно сделать вывод, что данная полимерная композиция с морским коллагеном относится к системе, которая способна эффективно применяться на мокнущих ранах и создавать пролонгированное выделение ЛП. Согласно данным таблицы 1 через 12 часов медицинское изделие надо менять.

В данной работе, как указывалось ранее, предусмотрена разработка двух гидрогелевых композиций в разных исполнениях: структурированной, предположительно в виде листа или диска, разработка которого описана выше, и менее вязкой в выпускной форме

как гидрогель, используемый самостоятельно или наносимый на текстильную основу по технологии текстильной печати через сетчатый шаблон.

В качестве действующего лекарственного вещества в первом случае предполагается использовать нитрат серебра, обладающий антибактериальными свойствами по отношению к очень широкому спектру возбудителей [10]. Для композиции используется оригинальная биотехнология - синтез наночастиц металлов, которые обладают уникальными биоцидными и лечебными свойствами. Используемый в очень малых количествах нитрат серебра при введении в биополимерную композицию меняет цвет, т.к. серебро переходит в активную наноформу под действием биополимеров - восстановителей. В результате образуется гидрогель биополимера, содержащий наночастицы металла, т.е. готовая форма лечебного наноматериала, которую можно использовать в разных областях медицины, в том числе в восстановительной терапии заживления ран и ожогов [11]. Лечебные текстильные материалы предполагается получать по технологии текстильной плоскошаблонной печати, гидрогелевые пластины – путем отлива специальных форм, но без сублимационной сушки. (В отличие от материалов типа Коллахит).

Основным параметром, технологически важным для получения гомогенной полимерной композиции с лекарственным препаратом или несколькими действующими веществами, является вязкость композиции, зависящая в том числе, от концентрации полимера - структурообразователя и сшивающего агента, который во многом определяет скорость структурирования гидрогеля. Реологические свойства полимерных композиций определяли с использованием ротационного вискозиметра Brookfield DV-II+PRO с программным обеспечением. Характеристикой реологических свойств такой системы можно считать эффективную вязкость. При любой скорости течения в структуре протекают два процесса - разрушение и восстановление. Равновесное состояние между этими процессами в установившемся потоке характеризуется выбранным нами для изучения параметром - эффективной вязкостью. Растворы использованных в данной работе полисахаридов по характеру течения относятся к аномально-вязким жидкостям. Внимание было уделено также выбору сшивающего агента, поскольку, как отмечалось выше, необходимо учитывать время желирования на различных технологических этапах. Полимерная композиция до и в процессе заливки в форму может быстро желироваться, что может усложнить производство. Для регулирования времени сшивки к композиции из альгината и морского коллагена добавляли либо соль CaCO_3 , либо CaSO_4 , и по истечению каждой минуты измеряли вязкость.

Таблица 2

Изменение показателей динамической вязкости гидрогелевой композиции при добавлении солей кальция.

	Время, мин					
	1'	2'	3'	4'	5'	6'
CaCO_3	2500	3400	4200	5100	5900	6300
CaSO_4	3000	4500	6000	7100	7300	7350

При добавлении сульфата кальция в начале идет резкий рост вязкости, что уже на данном этапе препятствует заполнению формы, по истечению 6 минут структурирование практически полностью завершается. В случае применения карбоната кальция падение вязкости происходит медленнее, таким образом выигрывается дополнительное время на отливку композиции и желирование.

Другим важным фактором является создание оптимальной pH - среды. Во-первых, этот фактор влияет на стабильность композиции, во-вторых он должен находиться в пределах оптимального показателя ~ 4-5.5 для безопасного применения при наложении на рану. С целью получения оптимального параметра pH выбирали необходимое соотношение

альгината и морского коллагена. При определении оптимального состава композиции варьировали как концентрацию каждого из полимеров в растворе (альгинат натрия от 3,0 до 7,0% по сухому веществу, коллаген от 0,5 до 2,0%) так и соотношение этих растворов в композиции (от 20 до 80% для каждого). Оптимальная вязкость композиции на этом этапе исследования выбиралась исходя из опыта создания альгинатных гидрогелей Колегель, специфики технологии их получения и нанесения на текстильную основу.

Для приготовления композиции был взят молочнокислый раствор морского коллагена. На первом этапе работу проводили на низких концентрациях альгината и коллагена. При смешивании равных объемов растворов альгината (рН 6,2) и коллагена (рН 3,8) получили смесь с рН 4,2, в которой сразу после смешения образуются хлопья в результате электростатического взаимодействия карбоксильных групп альгината с протонированными аминогруппами коллагена. Далее, когда смешение осуществляли после предварительной нейтрализации раствора коллагена до рН 6,8, получали прозрачные смеси. В результате, для приготовления композиции был взят 7,0% раствор альгината натрия, выбранный из опыта приготовления и технических возможностей уже выпускаемых изделий, и 0,8% раствор морского коллагена.

С учетом полученных данных по измерению рН можно сделать вывод, что соотношение альгината и морского коллагена для композиции в пропорции 80/20 является наилучшим и с точки зрения физико-химических свойств, и с экономической позиции. Таким образом, применение в производстве морского коллагена открывает перспективу для создания ряда новых уникальных изделий и средств медицинского и косметологического назначения с мощным регенеративным эффектом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения. / Ю.Д. Семчиков. – М.: ИЦ «Академия», 2003. – 368 с.
2. Корытова Л.И., Олтаржевская Н.Д., Сокурено В.П. и соавт. Эффективность применения нано-гидрогелевых материалов "Колетекс-гель-ДНК", "Колетекс-гель-ДНК-Л". // Росс. Биотерап. Журнал, 2009,8, №1 С. 20.
3. Олтаржевская Н.Д., Швец В.И., Коровина М.А., Липатова И.М., Хлыстова Т.С. Выбор состава биополимерной лечебной депо-композиции для использования в различных областях медицины / Биотехнология. 2016. № 1. С.43-52.
4. Вайнерман Е.С., Строщкова А.В. Биохимические основания создания защитных мембран/ Вестник науки и образования.2018 №2 С.1
5. Kim, J.-A.; Kim, S.-K. Bioactive peptides from marine sources as potential anti-inflammatory therapeutics. *Curr. Protein Pept. Sci.* 2013, 14, 177–182
6. Ngo, D.N.; Vo, T.S.; Ngo, D.N.; Wijesekara, I.; Kim, S.K. Biological activities and potential health benefits of bioactive peptides derived from marine organisms. *Int. J. Biol. Macromol.* 2012, 51, 378–383.
7. Оберюхтина И.А. и др. // II Всеросс. Конференция «Химия и технология растительных веществ», Казань. 2002. С.104.
8. Бойко, А.В. Направленная доставка лекарственных препаратов при лечении онкологических больных / А.В. Бойко, Л.И. Корытова, Н.Д. Олтаржевская. – М.: ИМК, 2013. – 194 с.
9. Юсова А.А. Свойства гидрогелей на основе смесей альгината натрия с другими полисахаридами природного происхождения / А.А. Юсова, И.В. Гусев, И.М. Липатова *Химия растительного сырья.* -2014. - № 4. - С. 59,66
10. Федотов Ю.Д., Калмыков Ю.М., Шоболов С.Л., Соснов А.В., Иванов Р.В., Балакин К.В. Разработка систем доставки лекарственных средств с применением микро - и наночастиц. 2008;
11. Кричевский Г.Е. Нано-, био-, химические технологии в производстве нового поколения волокон, текстиля и одежды. –М., 2011. - 507с

12. 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.

**РАЗРАБОТКА ВЫСОКОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПРЕССИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ
СПОРТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕНСЕГРИТИ СТРУКТУР ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ МЫШЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ**

**DEVELOPMENT OF HIGH-FUNCTIONAL COMPRESSION SPORTSWEAR BASED ON
TENSEGRITY STRUCTURES FOR INCREASING MUSCLE ACTIVITY**

И.Н. Тюрин, В.В. Гетманцева, Е.Г. Андреева, В.С. Белгородский
I.N. Tyurin, V.V. Getmantseva, E.G. Andreeva, V.S. Belgorodsky

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство), (Москва)
The Kosygin State University of Russia, (Moscow)
E-mail: iniruyt@gmail.com

В работе предложено использовать компрессионную способность эластичных трикотажных полотен с целью повышения мышечной активности спортсмена. Принцип действия «умных» изделий с функцией повышения мышечной активности основан на зонировании компрессионного воздействия трикотажной оболочки на тело спортсмена. Зональное распределение основано на изучении мышечной карты, механизмов действия мышечного аппарата, а также выявления наиболее активных в процессе физической нагрузки мышц.

Ключевые слова: компрессионная одежда, умная одежда, спортивные изделия, тенсегрители, электромиография, миофасциальные цепи, адгезионное взаимодействие.

It is proposed to use the compression ability of elastic knitted fabrics in order to increase the athlete's muscular activity. The principle of action of smart clothing with the function of increasing muscle activity is based on the zoning of the compression effect of the knitted shell on the athlete's body. Zonal distribution is based on the study of the muscle map, the mechanisms of action of the muscle apparatus, as well as the identification of the most active muscles in the process of physical activity.

Keywords: compression clothes, smart clothes, sports products, tensegrity structures, electromyography, myofascial chains, adhesive interaction.

В существующем состоянии процесса проектирования компрессионной одежды, давление трикотажной оболочки оказывается на все структурные элементы тела человека: кожу, жировую прослойку, связки и суставы, органы, мышцы, кости. При этом положительные эффекты от воздействия компрессионных изделий возможны только в процессе биохимических процессов в мышечных тканях спортсмена, а также биомеханического воздействия компрессионного давления на связки и суставы. В связи с этим возникает потребность изучения возможностей обеспечения изолированного воздействия компрессионного давления на мышечный и опорно-двигательный аппарат для повышения эффективности эксплуатируемых изделий и возможного обеспечения «высокими» функциями.

В процессе эксплуатации спортивные плотнооблегающие изделия испытывают кручение, изгиб, сдвиг, а также растяжение и сжатие. Первые три деформации оказывают наибольшее негативное влияние на стабильность изделия, под которым подразумевается соответствие зон изделия зонам поверхности тела спортсмена. Для обеспечения «стабильности» изделия в процессе эксплуатации предлагается обеспечить высокое адгезионное взаимодействие изделия из трикотажного полотна и поверхности тела по контурам зонального распределения компрессионного воздействия. В качестве адгезионного слоя предложено наносить силиконосодержащие вещества на внутренней поверхности изделия.

Расчет величин прикладываемого компрессионного давления произведен в соответствии с ранее приведенными в работе учеными – физиологами рекомендациями, но при этом с учетом кривизны поверхности в проектируемых зонах.

Проверка принципа повышения мышечной активности в процессе эксплуатации «умных» плотнооблегающих изделий спортивного назначения проведена с использованием электромиографии (ЭМГ/EMG).

Для выполнения поставленной цели решены следующие задачи:

1. получены образцы силиконосодержащего вещества, позволяющие получить трикотажные материалы с повышенными адгезионными свойствами и высокими показателями эстетических характеристик внешней поверхности материала;

2. получены образцы композитов «трикотаж – силикон» и изучить их физико-механические свойства;

3. исследовано адгезионное и фрикционное взаимодействие трикотажных материалов с повышенными адгезионными свойствами;

4. изучены механизмы взаимодействия мышечных тканей в процессе интенсивной физической нагрузки спортсмена;

5. разработана контурная карта зонального распределения мышц, наиболее восприимчивых к компрессионному воздействию с позиции возможного повышения мышечной активности посредством компрессионных изделий спортивного назначения;

6. произведен расчет величины компрессионного давления в соответствии с рекомендациями и переменной кривизной тела спортсмена;

7. разработан алгоритм построения конструкций плотнооблегающих спортивных изделий согласно разработанной контурной карте;

8. разработана система исследования мышечной активности на основе сенсора мышечной активности MyoWare и одноплатного компьютера;

9. проведены исследования мышечной активности в процессе эксплуатации «умной» компрессионной одежды спортивного назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tyurin I.N., Getmantseva V.V., Andreeva E.G. Analysis of innovative technologies of thermoregulating textile materials. *Fibre Chemistry*. -2018, Vol.50, No.1. -P.1-9.
2. Тюрин И.Н., Гетманцева В.В., Андреева Е.Г., Белгородский В.С. О влиянии компрессионных изделий спортивного назначения на организм человека // *Известия вузов. Технология текстильной промышленности*. №6 (367) с. 131 – 141.
3. Belgorodsky V.S., Tyurin I.N., Getmantseva V.V., Andreeva E.G. The development of requirements for clothing for sports training with various types of activities. *Design and technology*. -2018, No. 64. -P.48-54.
4. Kirsanova, E. A., Chalenko, E. A., Shustov, Y. S., Sanzhieva, G. V. Application of quality function deployment method for determining performance properties of sportswear. *Fibre Chemistry*. -2015. -Т. 47. -№ 2. -P. 130-132.
5. Tyurin I.N., Getmantseva V.V., Andreeva E.G., Belgorodskiy V.S. Research of design features of compression sportswear. *Proceedings of the 18th World Textile Conference "Autex 2018: Leading Edge Technologies and Trends in Textiles"*, Istanbul: ITU, 2018. -P.1019-1022.

**ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ ДЛЯ
ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ АКТИВАЦИИ ПОЛИЭФИРНОГО ВОЛОКНА**

**EVALUATION OF THE PERSPECTIVES OF USING GAMMA IRRADIATION FOR
PRELIMINARY ACTIVATION OF POLYESTER FIBER**

С.А. Логинова, И.Н. Гоглев, М.Н. Белоусов
S.A. Loginova, I.N. Goglev, M.N. Belousov

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
E-mail: misha.korchuganov.21@mail.ru, sl79066171227@yandex.ru,
azidplumbum00@mail.ru, myrtus7@gmail.com

Аннотация. Осуществлён анализ технических параметров материала на основе полиэфирного волокна после радиационного облучения. Рассмотрены перспективы применения гамма-излучения с целью предварительной активации ПЭФ волокнистого материала при сохранности основных потребительских свойств.

Ключевые слова: полиэфирное волокно, нанозоли, полиэтилентерефталат, гамма-излучение.

Annotation. The analysis of the technical parameters of the material based on polyester fiber after radiation exposure. The prospects of the use of gamma radiation for the preliminary activation of the PEF of fibrous material with the preservation of the main consumer properties are considered.

Keywords: polyester fiber, nanosols, polyethylene terephthalate, gamma radiation.

В настоящее время полиэфирные волокна (ПЭФ) занимают главенствующие позиции среди всех видов волокнистого сырья. Начиная с 2008 года, производство ПЭФ волокон увеличивается примерно на 10 % в год [1]. Полиэфирное волокно является неаллергенным материалом, эффективно используемым в качестве наполнителя и утеплителя в разных отраслях промышленности.

В связи с этим присутствует необходимость в придании ПЭФ волокнистым материалам улучшенных качественных характеристик и новых свойств. Наиболее эффективным путем расширения ассортимента волокнистым материалам является их модифицирование. Известно, что многие свойства волокнистых материалов (адгезионные, прочностные и фрикционные характеристики, смачиваемость и т.д.) определяются свойствами их поверхности. В связи с этим одним из основных подходов к направленному изменению свойств волокнистых материалов является модифицирование их поверхности, в частности, формирование на поверхности волокон различного рода покрытий.

Однако задача формирования на поверхности ПЭФ волокон долговечных покрытий является весьма сложной. Трудность достижения механической стабильности на ПЭФ волокнах связана, прежде всего, с тем, что полиэтилентерефталат содержит малое количество активных кислородсодержащих групп, которые могли бы обеспечить химическое связывание и фиксацию модифицирующего вещества на волокне. Также препятствием для высокой адгезии модифицирующего покрытия к волокнистой основе является высокая гладкость ПЭФ волокна.

Чтобы обеспечить формирование на основе нанозолей покрытий с нужными свойствами, в настоящее время используются химический [2-6] и плазменный [7-9] способы предварительной активации ПЭФ волокнистого материала, основанные на регулируемом гидролизе поверхностно локализованных макромолекул полиэтилентерефталата. Однако указанные способы имеют ряд недостатков, к наиболее серьезным из которых относятся существенная потеря массы волокнообразующего полимера, уменьшение прочности волокна, неравномерность активации волокнистого материала. Недостатки указанных

способов активации отрицательно влияют на свойства волокнистого материала и приводят к формированию недолговечных и некачественных покрытий.

Настоящая работа посвящена оценке возможности использования для предварительной активации ПЭФ волокнистого материала радиационного воздействия.

За рубежом был проведен ряд исследований [10], в результате которых были зафиксированы изменения на поверхности облученных полиэфирных волокон. Наблюдения с помощью сканирующей электронной микроскопии показали, что необлученные волокна имели гладкую и однородную поверхность, в то время как у облученных волокон отмечалось видоизменение поверхности. Радиационное воздействие вызвало образование «частиц» на поверхности волокон в результате деградации самого волокна. Оценка проводилась при различных мощностях гамма-излучения. При более высоких дозах радиационного воздействия зафиксировано большее образование таких «частиц». Все вышеизложенное позволило сделать вывод, что предварительное облучение ПЭФ волокнистого материала позволяет улучшить его адгезионные свойства.

В настоящее время остается неизученным влияние радиационного облучения на иные свойства ПЭФ волокнистых материалов, такие как прочностные и фрикционные характеристики, смачиваемость и т.д.

Актуальность дальнейших исследований в области возможности эффективного использования радиационных технологий в качестве альтернативы иным методам модификации поверхности ПЭФ волокон бесспорна в силу ряда преимуществ заявленного метода, таких как низкое энергопотребление, отсутствие химических веществ и высокую скорость обработки и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айзенштейн Э.М., Клепиков Д.Н. Полиэфирные волокна: сегодня и завтра // Технический текстиль. 2017. № 37. С. 26 – 34.
2. Пророкова Н.П., Вавилова С.Ю. Модифицирующее действие нитрата аммония и гидроксида натрия на полиэтилентерефталатные материалы // Химич.волокна. 2004. № 6. С. 19 – 21.
3. Пророкова Н.П., Хорев А.В., Вавилова С.Ю. Химический способ поверхностной активации волокнистых материалов на основе полиэтилентерефталата. Часть 1. Исследование действия растворов гидроксида натрия и препаратов на основе четвертичных аммониевых солей // Хим. волокна. 2009. №3. С. 11-16.
4. Hashemizad S., Montazer M., Rashidi A. Influence of the surface hydrolysis on the functionality of poly(ethylene terephthalate) fabric treated with nanotitanium dioxide // J. Appl. Polym. Sci. 2012. V. 125. P. 1176-1184.
5. Prorokova N.P., Chorev A.V., Kuzmin S.M., Vavilova S.Yu., Prorokov V.N. Surface Activation of Fibrous PET Materials // Advances in sustainable petroleum engineering science, 2013. V. 5. Is. 2. P. 105-121.
6. Prorokova N.P., Chorev A.V., Kuzmin S.M., Vavilova S.Yu., Prorokov V.N. Chemical Method of Fibrous Materials Surface Activation on the Basis of Polyethylene Terephthalate (PET) // Chemistry & Chemical Technology. V. 8, No. 3. 2014. P. 293 – 302.
7. Кузьмин С.М., Пророкова Н.П., Хорев А.В., Вавилова С.Ю. Плазменно-растворная модификация полиэтилентерефталатного волокнистого материала // Хим. волокна. 2010. №1. С. 26-30.
8. Kuzmin S.M., Prorokova N.P., Khorev A.V. 19. Plasma-Assisted Modification of Textile Yarns in Liquid Environment / In book: Textiles: Types, Uses and Production Methods / editor A.El Nemr/ New York: Nova Science Publishers, Inc. 2012. P. 557 – 578.
9. Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Кузьмин С.М., Холодков И.В. Модифицирование поверхностно-барьерным разрядом полиэфирных волокнистых материалов в целях улучшения их гидрофильности // Журнал прикладной химии. 2016. Т. 89, вып.1. С. 119-127.

10. E. A. Bobadilla-Sánchez, G. Martínez-Barrera, W. Brostow, T. Datashvili. Effects of polyester fibers and gamma irradiation on mechanical properties of polymer concrete containing CaCO₃ and silica sand / eXPRESS Polymer Letters Vol.3, No.10 (2009) 615–620. DOI: 10.3144/expresspolymlett.2009.77

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT FOR RATIONAL USE OF TEXTILE WASTE IN THE PRODUCTION OF NEW MATERIALS

А.М. Дрондина, А.Г. Хосровян, В.В. Папер, Г.А. Хосровян
A.M. Drondina A.G Khosrovyan, V.V. Paper, G.A Khosrovyan

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

Рассматриваются разработанные безотходные, ресурсосберегающие технологии и оборудование для изготовления геотекстильных полотен и гранул для производства новых видов текстильных и нетекстильных материалов. Разработанная технологическая линия предполагает использование в ней в качестве сырья отходы текстильной промышленности, состоящие из химических волокон и нитей. Разработанная технологическая линия разветвляется на две: линию по производству геотекстильных полотен и линию по производству гранул для последующего изготовления новых видов текстильных и нетекстильных материалов. В разработанную технологическую линию включено разработанное оборудование для получения многослойных волокнистых материалов, обеспечивающих одновременное образование нескольких волокнистых слоев. Представлены результаты совершенствования конструкции оборудования для производства гранул.

Ключевые слова: безотходные и ресурсосберегающие технологии, текстильные и нетекстильные материалы, технологическая линия, технологическое оборудование, многослойный волокнистый материал, химические волокна и нити, геотекстильное полотно, фильтрация расплава полимеров, агломерация, гранулы.

The developed waste-free, resource-saving technologies and equipment for the manufacture of geotextile fabrics and granules for the production of new types of textile and non-textile materials are considered. The developed technological line involves the use of textile waste consisting of chemical fibers and yarns as raw materials. The developed technological line is divided into two: a line for the production of geotextile fabrics and a line for the production of granules for the subsequent manufacture of new types of textile and non-textile materials. The developed technological line includes the developed equipment for the production of multilayer fibrous materials, providing the simultaneous formation of several fibrous layers. The results of improving the design of equipment for the production of pellets are presented.

Key words: non-waste and resource-saving technologies, textile and nontextile materials, production line, technological equipment, multilayer fibrous material with chemical fibers and yarns, geotextiles, filtration of molten polymers, agglomeration, granules.

На сегодняшний день особенно актуальными являются разработки безотходных, ресурсосберегающих технологий и оборудования для производства новых видов текстильных и нетекстильных материалов.

Разработанные нами технологические линии предполагают использование в них в качестве сырья, в том числе, отходов текстильной промышленности для получения новых видов текстильных и нетекстильных материалов с расширением области их применения.

Данная работа посвящена разработке и совершенствованию технологий и оборудования для производства геотекстильных полотен из отходов тканей, нитей, веревок, ковровых покрытий, мешков (биг-бэг) и т.д., состоящих из химических волокон, а также для получения гранул, которые в качестве сырья будут использованы в процессе производства текстильных и нетекстильных материалов.

Разработанная технологическая линия разветвляется на две: линию по производству геотекстильных полотен и линию по производству гранул для последующего изготовления новых видов текстильных и нетекстильных материалов.

Наиболее существенным отличием предложенной нами технологической линии является использование в ней разработанных нами способов и оборудования для получения многослойных волокнистых материалов, обеспечивающих одновременное образование нескольких волокнистых слоев [1].

Верхние волокнистые слои направляются на технологическую линию изготовления геотекстильных полотен с включением в них армирующего слоя.

Нижний волокнистый слой направляется на технологическую линию изготовления гранул.

Разработанные технология и оборудование для производства геотекстильных материалов позволили упростить и сократить технологический процесс (технологическую цепочку оборудования), снизить инвестиционные издержки на запуск производства, уменьшить время на изготовление продукции, повысить качество получаемой продукции, улучшить условия труда и сократить численность обслуживающего персонала.

Разработанная технология и совершенствование конструкции оборудования для производства гранул позволили оптимизировать процесс измельчения крупногабаритных отходов, повысить энергоэффективность аппаратного комплекса фильтрации расплава высокозагрязненных полимеров в процессе экструзии, оптимизировать и повысить энергоэффективность процесса агломерации.

При совершенствовании конструкции оборудования для изготовления гранул были изучены механическое воздействие быстро вращающихся ножей ротора на волокнистый материал, процессы фильтрации расплава полимеров и агломерации, разработана методика расчета параметров оборудования с целью повышения эффективности измельчения волокнистого материала.

Нами также разработаны математические модели процессов подготовки волокнистых материалов, их сортировки и формирования волокнистых слоев. На основе этих моделей нами была разработана программа для численного моделирования перечисленных процессов [2, 3].

Разработанные нами математические модели и программа для численного моделирования могут быть использованы как при оптимизации технологических параметров оборудования, так и при проектировании новых совершенных узлов, устройств и машин [4-7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент № 2595992 Российская Федерация. Способ получения многослойных волокнистых материалов и устройство для его осуществления / Хосровян Г.А., Хосровян А.Г., Красик Т.Я., М.А. Тувин, Хосровян И.Г. – Оpubл. 27.08.2016.
2. Красик, Т.Я. Методика определения линейной плотности настила на выходе из бункерного питателя, оснащенного системой обеспыливания / Т.Я. Красик, А.Г. Хосровян, Г.А. Хосровян // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5. С. 79...82.
3. Хосровян, И.Г. Общая теория динамики волокнистых комплексов в процессе их взаимодействия с рабочими органами разрыхлителя / И.Г. Хосровян, Т.Я. Красик, Г.А. Хосровян // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012. – № 6. – С. 194-97.
4. Хосровян, И.Г. Разработка теории выравнивающей способности устройства для получения многослойных волокнистых /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 сортировки волокон в устройстве для получения многослойных нетканых материалов/М.А. Тувин, И.Г. Хосровян, А.Г. Хосровян, Т.Я. Красик, Г.А. Хосровян // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 6, С. 71...76.
6. Хосровян, И.Г. Результаты математического моделирования процесса столкновения волокнистого комплекса с колком разрыхлителя-очистителя / И.Г. Хосровян, М.А. Тувин,

Г.А. Хосровян, А.А. Тувин, В.И. Роньжин// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 6. С. 136-140.

7. 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.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА СВОЙСТВ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ТРИКОТАЖНОГО СЕТЕПОЛОТНА

RESEARCH AND EVALUATION OF THE PROPERTIES OF METAL KNITTED MESH FABRIC

Е.С. Бабкова, Е.Н. Колесникова
E.S. Babkova, E.N. Kolesnikova

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, koles.el-nik@yandex.ru.ru

В работе проведено исследование влияния относительного удлинения при двухосном растяжении крупноячеистого сетематериала технического назначения, выработанного из тонких металлических нитей. Рассмотрены некоторые свойства металлотрикотажных сетеполотен.

Ключевые слова: металлический трикотаж, двухосное нагружение, сетеполотно.

In the work investigated the effect of elongation biaxial stretching of metamaterial with large cells for technical purposes, made of thin metal threads. Discusses some of the properties of metallic knit mesh fabrics.

Keywords: metal Jersey, biaxial loading, mesh fabric.

Трикотажные сетеполотна технического назначения, имеющие крупноячеистую структуру должны обладать высокой светопропускной способностью и достаточной прочностью [1, с. 92-105]. Такие свойства сетеполотен напрямую зависят от геометрических параметров трикотажа, а также вида и прочности используемой при выработке сетеполотна металлической нити.

Для традиционных трикотажных полотен такие показатели определяются в равновесном состоянии, то есть без нагрузки [4, с. 73 – 86]. Трикотажные сетеполотна имеющие увеличенный размер ячей, используются в состоянии двухосного нагружения, соответственно, все параметры должны быть определены при двухосном растяжении сетеполотна с усилием, которое обеспечивает получение четких квадратных ячей сетематериала и исключает его провисание. Необходимое удельное натяжение при двухосном нагружении является важным показателем для каждой петельной структуры, так как влияет на изменение параметров сетеполотен.

Для определения необходимого значения удельного усилия натяжения был проведен эксперимент, для которого из сетеполотна вырезался образец, имеющий 20×20 ячей. С каждой стороны образца вставлялись неподвижные спицы, к которым последовательно подвешивались грузы, создающие основную нагрузку. Для фиксации изменений длин сторон ячей при различных нагрузках, после каждого растягивания, накладывалась миллиметровая шкала, затем выполнялось фотографирование. Для испытаний использовались образцы трикотажного сетеполотна, выработанного на основязальной машине из молибденовых нитей диаметром $d_n=0,02$ мм.

По фотографиям, представленным на рисунке 1, с помощью линейки 2 определялись длины сторон 1 ячей на каждом образце, сторонки ячей полотна вырабатывались двумя петельными рядами переплетения цепочки 3, соединенными между собой связками 4, выполненными переплетением сукно.

Замеры сторон ячей при каждом нагружении производились по пяти образцам. По полученным значениям определялись средние значения длин сторон $l_{ст.нагр.}$ ячей для каждого нагружения и для разгружения $l_{ст.разгр.}$

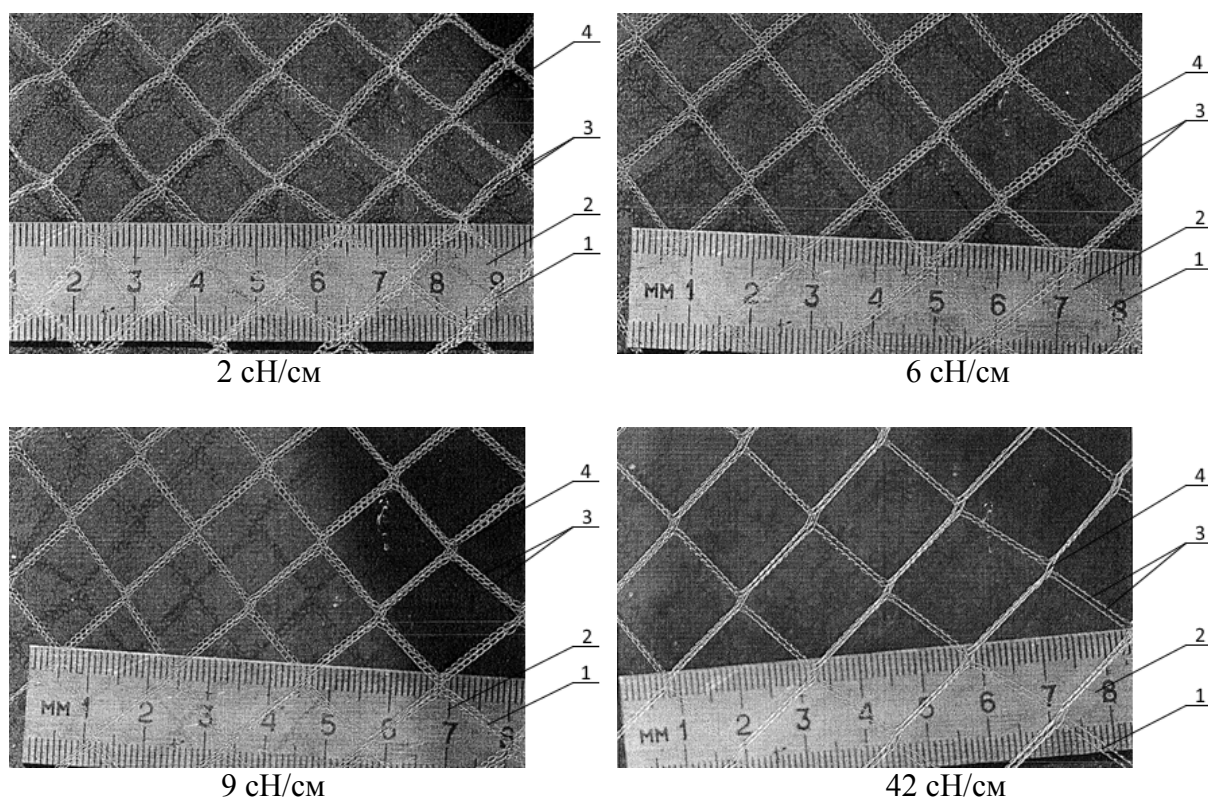


Рис. 1 – Фотографии образцов при различных значениях удельной нагрузки

Удельная нагрузка на сторону каждого образца менялась при нагружении в пределах от 2 сН до 450 сН, а при разгрузке от 450 сН до 2 сН. Данные замеров средних значений $l_{ст.нагр.}$ и $l_{ст.разгр.}$ занесены в таблицу 2.

На основании полученных данных были рассчитаны относительные удлинения сторонки ячеей $\delta_{ст.нагр.}$ при соответствующих усилиях нагружения и $\delta_{ст.разгр.}$ при соответствующих усилиях разгрузки.

Таблица 2

Удельная нагрузка, сН/см	Длина сторонки ячеей, мм				Относительное удлинение, %				Среднее значение, %	
	При нагрузке		При разгрузке		При нагрузке		При разгрузке		При нагрузке $\delta_{ст.нагр.}$	При разгрузке $\delta_{ст.разгр.}$
	l_{1}	l_{2}	l_{1}	l_{2}	l_{1}	l_{2}	l_{1}	l_{2}		
0	12,8	12,8	13,2	13,2	0	0	3,1	3,1	0	3,1
2	14	14,6	14,3	14,9	9,4	14	11,7	16,4	11,7	14,1
6	16	16,3	16,2	16,7	25	27	26,6	30,5	26	28,55
9	16	16,5	16,3	16,8	25	28,9	29,1	31,3	26,95	30,2
22	16,3	16,6	16,6	16,9	29,1	29,7	29,7	32,8	29,4	31,25
32	16,7	16,6	17	17,2	30,5	29,7	32,8	34,4	30,1	33,6
42	16,9	16,7	17,2	17,3	32,0	30,5	34,4	35,2	31,25	34,8
52	17	16,9	17,5	17,6	32,8	32	36,7	37,5	32,4	37,1
72	17,2	17,8	17,6	18,1	34,4	39,1	37,5	41,4	36,8	39,45
450	18,8	17,8	19	18,5	46,9	41,8	48,4	44,5	44,8	46,45

Графики изменения относительного удлинения при нагружении и разгрузки показаны на участке изменения удельных нагрузок в пределах от 0 до 72 сН/см на рисунке 3.

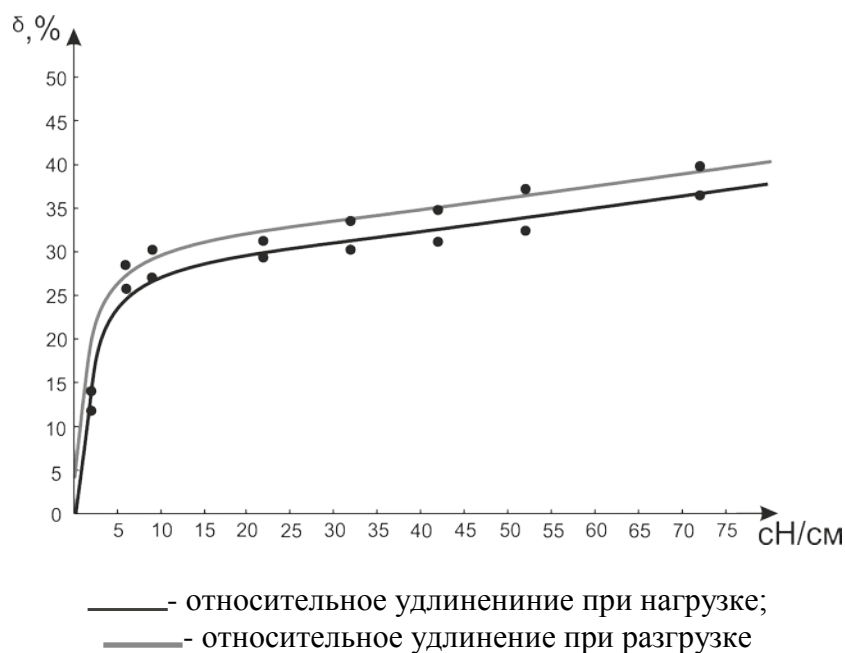


Рис. 3 – Зависимость относительного удлинения сторонек ячеек от удельной нагрузки

Испытания показали, что для растяжения данного сетеполотна рекомендуемая удельная нагрузка составляет 6 сН/см, при которой под действием упругих деформаций происходит распрямление сторонек ячеек. Ячейки принимают форму квадратов, а петли имеют округлую форму, практически сохраняя свою первоначальную форму.

При нагружении, равном 9 сН/см, ширина петли уменьшается, что может привести к пластическим деформациям в структуре петель. Пластическая деформация элементов петельной структуры препятствует перетягиванию участков нити, что затруднит процесс восстановления трикотажа после снятия нагрузки.

При удельной нагрузке образца равной 42 сН/см петли значительно изменяют свою форму, вытягиваются за счет пластической деформации структуры.

Зная необходимую удельную нагрузку - 6 сН/см, были определены параметры структуры сетеполотна, необходимые для определения поверхностной плотности и светопропускной способности.

Расчет поверхностной плотности ρ сетеполотна необходимо определять для трикотажа, находящегося в растянутом состоянии при удельном двухосном натяжении 6 сН/см [3, с. 139-142]. Зная массу нити, расходуемую на вязание одной ячейки $m_{я}$ и число ячеек в 1 м^2 , можно определить поверхностную плотность полотна.

В свою очередь масса ячейки $m_{я}$ будет равна:

$$m_{я} = 4(n_{ц}l_{ц} + n_{с}l_{с})\pi r^2 \times \gamma, \quad (1)$$

где $n_{ц}$ – число петель переплетения цепочка в одной сторонке ячейки сетеполотна;

$n_{с}$ – число петель переплетения сукно в одной сторонке ячейки сетеполотна;

$l_{ц}$ – длина нити в петле переплетения цепочка;

$l_{с}$ – длина нити в петле переплетения сукно;

γ – удельный вес молибдена.

Число ячеек $N_{я}$ в 1 м^2 растянутого сетеполотна, выражается как:

$$N_{я} = \frac{1000^2}{l_{д}^2} = \frac{10^6}{l_{д}^2}, \quad (2)$$

где $l_{д}$ – длина диагонали ячейки сетеполотна в растянутом состоянии при удельной нагрузке 6 сН/см, мм.

$$l_{д} = \sqrt{l_{ст.}^2 + l_{ст.}^2} = \sqrt{16,3^2 + 16,3^2} = 23 \text{ мм}$$

Зная число ячеек $N_{я}$ в 1 м^2 и массу одной ячейки, получим поверхностную плотность ρ :

$$\rho = m_{я} \times N_{я}, \quad (3)$$

Подставив известные значения параметров в формулу (3), получим:

$$\rho = \frac{4(20 \times 4,1 + 4 \times 5,8)3,14 \times 0,01^2 \times 10,2 \times 10^3}{23^2} = 2,55 \text{ г/м}^2$$

Светопропускная способность сетематериала зависит от: структуры полотна, диаметра используемой нити, длины нитей в петлях сетеполотна и длины перекрытий нитей в раппорте переплетения.

Светопропускная способность сетеполотна, состоящего из ячее, сторонки которых образованы двумя петельными столбиками переплетения цепочка, соединенных петлями сукна в участках связок, характеризуется площадью просвета $S_{пр.}$, которая определяется разностью площади ячее $S_{я}$ и площади проекций нитей $S_{ня}$, приходящихся на одну ячейю, то есть [2, с. 91-93]:

$$S_{пр.} = S_{я} - S_{ня} \quad (4)$$

Сумму проекций нитей $S_{ня}$, приходящихся на одну ячейю, с учетом перекрытий можно определить как:

$$S_{ня} = 4d_n(n_{ц}l_{ц} - 3n_{ц}d_n + n_{с}l_{с} - 3n_{с}d_n), \quad (5)$$

где $n_{ц}$ и $n_{с}$ – соответственно, количество петель переплетения цепочки и переплетения сукна в сторонках ячее;

$l_{ц}$ и $l_{с}$ – соответственно, длина петли переплетения цепочки и переплетения сукна, из которых выработаны сторонки ячее;

d_n – диаметр используемой нити для выработки сетеполотна.

Площадь ячее $S_{я}$ можно определить как произведение длин сторонки квадратных ячее, растянутых при нагрузке 6 сН/см:

$$S_{я} = l_{ст.}^2 \quad (6)$$

Соответственно:

$$S_{я} = 16,3^2 = 260,8 \text{ мм}^2$$

При определении длины нити для вязания одной ячей, используем особенности структуры трикотажа, в которой в каждой цепочке число петель $n_{ц} = 10$, а число петель сукна $n_{с} = 2$, в свою очередь длина нити в петле переплетения цепочки $l_{ц} = 4,1$ мм, а в переплетении сукна $l_{с} = 5,8$ мм. Подставив значения в формулу (5), получим:

$$S_{ня} = 4 \times 0,02(10 \times 4,1 - 3 \times 10 \times 0,02 + 2 \times 5,8 - 3 \times 2 \times 0,02) = 4,15 \text{ мм}^2$$

В соответствии с формулой (4), площадь просвета будет равна:

$$S_{пр.} = 260,8 - 4,15 = 256,65 \text{ мм}^2$$

В свою очередь светопропускная способность $K_{пр.}$ для разработанного сетеполотна, растянутого при двухосном растяжении и удельной нагрузке 6 сН/см, будет равна:

$$K_{пр.} = \frac{S_{пр.}}{S_{я}} 100\% \quad (7)$$

Подставив соответствующие значения $S_{пр.}$ и $S_{я}$ в формулу (7), получим:

$$K_{пр.} = \frac{256,65}{260,8} 100\% = 98,4\%$$

Интерес представляет посмотреть изменение светопропускной способности, а также поверхностной плотности сетематериала для структур сетеполотен с квадратной ячейкой, имеющих меньшее число петель цепочки в сторонках ячее. Полученные значения представлены на графиках рисунка 4.

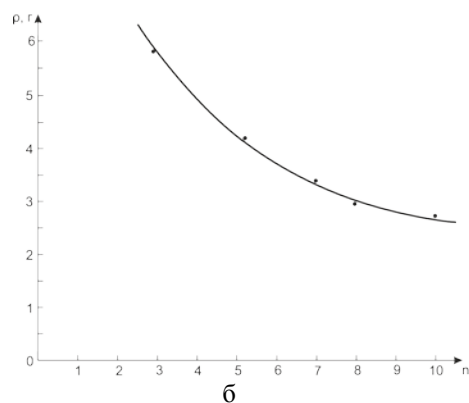
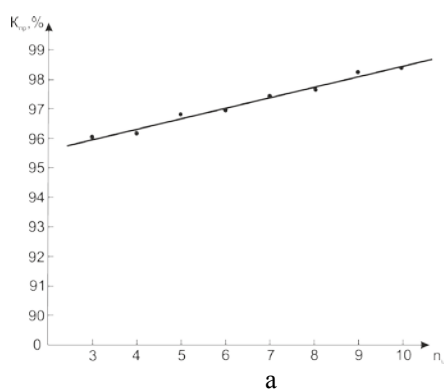


Рис. 4 – а) изменение светопропускной способности сетеполотна от числа петель в сторонках ячей;

б) график зависимости поверхностной плотности от количества петель в сторонке ячеи

В ходе работы установлено, что параметры трикотажного сетеполотна, структура которого состоит из ячеек увеличенных размеров, должны определяться только при двухосном рабочем удельном растяжении сетематериала. Экспериментальные исследования показали, что для обеспечения образования четких квадратов на сетчатом полотне, не искажая форму петли и исключая остаточные деформации при снятии нагрузки обеспечивает усилие удельного растяжения, равное 6 сН/см.

Расчеты поверхностной плотности для разработанного сетеполотна, с использованием экспериментальных значений длин петель и учетом особенностей структуры полотна, показали что она имеет относительно низкие значения: $\rho=2,55 \text{ г/м}^2$. Исследование изменений поверхностной плотности полотна в зависимости от числа петель переплетения цепочка в сторонках ячеек колеблется в пределах от 2,55 до 11,5 г/м^2 при варьировании числа петель в сторонке ячеек базового переплетения цепочка, соответственно, в пределах от 10 до 3. Расчетным способом установлено, что изменение числа петель в сторонках ячеек переплетения цепочка влияет на светопропускную способность незначительно, так при изменении петель переплетения цепочка в сторонке ячеек от 10 до 3, прозрачность $K_{пр}$ изменяется в пределах от 98,4% до 96%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Денисова Л. В., Калинин Д. Ю., Резник С. В. Теоретические и экспериментальные исследования режимов сетчатых рефлекторов космических антенн // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Машиностроение». 2011. № 1. С. 92-105.
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.

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ИММОБИЛИЗАЦИИ МИКРОКАПСУЛ НА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ

THE OPTIMIZATION OF THE MICROCAPSULES IMMOBILIZATION CONDITIONS ON TEXTILE MATERIALS

А.А. Липина, О.А. Есина, А.С. Смирнова, О.И. Одинцова
А.А. Lipina, O.A. Esina, A.S. Smirnova, O.I. Odintsova

Ивановский государственный химико-технологический университет
Ivanovo State University of Chemistry and Technology
E-mail: prohorova.a94@yandex.ru, odolga@yandex.ru

Разработаны составы для микрокапсулирования акарицидно-репеллентных веществ, включающие альфациперметрин (АЦП), масляной растворитель, полиэлектролиты и ПАВ. Оценено влияние температурно-временных параметров иммобилизации микрокапсул на остаточное количество АЦП на волокнистом материале и устойчивость полученного эффекта к мокрым обработкам.

Ключевые слова: альфациперметрин, полиэлектролиты, наноэмульсия, репелленты, микрокапсулы.

The compositions for microencapsulation of acaricidal-repellent substances, including alphacipermetrin (ACP), oil solvent, polyelectrolytes and surfactants were developed. The influence of the temperature-time parameters of microcapsules immobilization on the residual amount of ACP on the fibrous material and the resistance of the obtained effect to wet treatments were estimated.

Key words: alfacipermetrin, polyelectrolytes, nanoemulsion repellents, microcapsules.

В настоящее время в мировой практике перспективным направлением в создании защитных текстильных материалов является специальная высокотехнологичная обработка, позволяющая фиксировать на текстиле микрокапсулы с активным веществом [1, с. 86]. Микрокапсулирование это современный технологический процесс, который широко используется в различных промышленных и научных областях [2, с. 321]. Особую актуальность приобретает данный метод для репеллентной отделки текстильных материалов. Костюмы с такой отделкой являются необходимым средством защиты для геологов, спасателей, военнослужащих. При помощи метода микроэмульсионного капсулирования возможно получение «умного» текстильного материала с заданными свойствами для эффективной защиты от клещей и других кровососущих насекомых [3, с. 333].

В качестве репеллентного препарата для исследования был выбран альфациперметрин – синтетический пиретроид отечественного производства, который менее токсичен и более активен по сравнению с импортным препаратом на основе перметрина.

Альфациперметрин не растворим в воде, что предопределило выбор нетоксичного масляного растворителя, а также поиск эффективного эмульгатора для получения наноэмульсии, содержащей в своем составе репеллент. В качестве растворителя было выбрано оксиэтилированное рапсовое масло (ОРМ); в качестве эмульгатора опробованы неионогенные оксиэтилированные алкилфенолы, анионоактивные поверхностно-активные вещества (ПАВ), (Эмполы, Карбоксипав).

Одним из основных ограничений использования натуральных и синтетических препаратов для репеллентной отделки является низкая устойчивость эффекта к мокрым обработкам, а именно к стирке. Большинство применяемых репеллентов можно удалить во время стирки, поскольку они не зафиксированы на текстильном материале. Решить данную проблему возможно с применением метода микрокапсулирования с последующей иммобилизацией микрокапсул с АЦП на текстильном материале полиэлектролитами или

препаратами на их основе, содержащими интенсификатор, а также увеличением количества слоев микрокапсул и изменением температурно-временных условий иммобилизации капсул на текстильном материале.

Получены микрокапсулы с тетраслойной оболочкой в присутствии стабилизатора. Эмульсия содержала в своем составе (в порядке нанесения): ОРМ с АЦП, Карбоксипав, Неонол-АФ 9/10, ПДАДМАХ, Акремон ЛК-2, стабилизатор, ПДАДМАХ, Акремон ЛК-2, стабилизатор. В полученной эмульсии были пропитаны образцы различного волокнистого состава: бязь отбеленная, состав 100% хлопок, плотность 142 ± 7 г/м²; смесовая ткань «Грета», состав ХВ/ПЭ-35/65 % плотностью 200 ± 10 г/м²; микрофибра, состав 100% ПЭ, плотность 90 ± 5 г/м² и защитные детали одежды.

Технология отделки текстильных материалов осуществлялась по следующей схеме: нанесение капсулированного АЦП, сушка, пропитка интенсификатором, сушка. Данная схема предусматривала варьирование условий и параметров иммобилизации микрокапсул на текстильном материале: сушку осуществляли как контактным, так и конвективным способом при температурах от 100 до 140 °С. Часть образцов подвергалась промывке раствором Неонола-АФ 9/10. Схемы обработки образцов текстильных материалов со значениями остаточного количества АЦП на примере хлопчатобумажной ткани (бязь отбеленная) представлены в таблице 1.

Таблица 1

Схемы обработки текстильного материала

№ образца, п/п	Способ сушки и закрепления образцов после пропитки АРВ	Фактическое значение содержания АЦП по результатам испытаний проб	Степень закрепления АЦП, %
		г/кг	
1	2	3	4
1.	Сушка при 100 °С, пропитка в интенсификаторе, 1 мин, отжим 100%, сушка контактная 2 мин 30 с. при температуре 130 °С	0,65	-
1.1	Сушка при 100 °С, пропитка в интенсификаторе, 1 мин, отжим 100%, сушка контактная 2 мин 30 с. при температуре 130 °С, промывка в Неоноле-АФ 9/10 при 40°С, контактная сушка	0,65	100,0
1.2	Сушка при 100 °С, пропитка в интенсификаторе, 1 мин, отжим 100%, сушка контактная 2 мин 30 с. при температуре 130 °С, жесткая стирка в стиральной машине	0,62	95,4
2.	Сушка при 100 °С, пропитка в интенсификаторе, 15 с., отжим 100%, контактная сушка 2 мин 30 с. при температуре 130 °С	0,74	-
2.1	Сушка при 100 °С, пропитка в интенсификаторе, 15 с, отжим 100%, контактная сушка 2 мин 30 с. при температуре 130 °С, промывка в Неоноле-АФ 9/10 при 40°С, контактная сушка	0,57	77,0
2.2	Сушка при 100 °С, пропитка в интенсификаторе, 15 с, отжим 100%, контактная сушка 2 мин 30 с. при температуре 130 °С, жесткая стирка в стиральной машине	0,40	70,15
3.	Сушка при 140 °С, под натяжением, пропитка в интенсификаторе, 1 мин, отжим 100%, контактная сушка 2 мин 30 с, при температуре 130 °С.	0,74	-
3.1	Сушка при 140 °С, под натяжением, пропитка в интенсификаторе, 1 мин, отжим 100%, контактная сушка 2 мин 30 с. при температуре 130 °С, промывка в Неоноле-АФ 9/10 при 40°С, контактная сушка.	0,60	81,08
3.2	Сушка при 140 °С, под натяжением, пропитка в интенсификаторе, 1 мин, отжим 100%, контактная сушка 2 мин 30 с, при температуре 130 °С, жесткая стирка в стиральной машине	0,65	87,8

Продолжение таблицы 1

4	Сушка при 140 °С, под натяжением, пропитка в интенсификаторе, 1 мин, отжим 100%, контактная сушка 2 мин 30 с, при температуре 110 °С.	0,48	-
4.1	Сушка при 140 °С, под натяжением, пропитка в интенсификаторе, 1 мин, отжим 100%, контактная сушка 2 мин 30 с, при температуре 110 °С, промывка в Неоноле-АФ 9/10 при 40°С, контактная сушка	0,35	72,9
4.2	Сушка при 140 °С, под натяжением, пропитка в интенсификаторе, 1 мин, отжим 100%, контактная сушка 2 мин 30 с, при температуре 110 °С, жесткая стирка в стиральной машине	0,33	68,8

Как видно из таблицы 1 на количество зафиксированного АЦП оказывает влияние время пропитки в интенсификаторе: при 1-минутной обработке степень его иммобилизации составляет 100 %, в процессе мягкой стирки он не смывается. После жесткой стирки в стиральной машине при температуре 60°С остаточное количество альфациперметрина на текстильном материале составляет 95,4 % (образцы 1-1.2). Изменение времени пропитки в интенсификаторе до 15 секунд нецелесообразно, так как приводит к снижению степени иммобилизации АРВ на 29 %. На количество АЦП в ткани оказывает влияние способ и температура сушки после обработки ткани интенсификатором. Оптимальная температура сушки при которой достигается максимальное содержание АЦП на текстильном материале (образец 3.1-4.1 и образец 3.2-4.2) составляет 130 °С.

Показано, что для увеличения степени иммобилизации АЦП на текстильном материале и устойчивости отделки к мокрым обработкам, необходимы пропитка ткани в интенсификаторе в течение одной минуты и увеличение температуры последующей сушки до 130 °С. Разработанные технологические режимы пропитки и иммобилизации были опробованы в производственных условиях (таблица 2).

Таблица 2

Количество АЦП на текстильных материалах различного волокнистого состава

№ образца п/п	Название, состав, поверхностная плотность образца	Условия промывки	Фактическое значение содержания АЦП по результатам испытаний проб	Степень закрепления АЦП, %
			г/кг	
1	Бязь отбеленная (ГОСТ), состав 100% хлопок, плотность 142±7 г/м ²	Без промывки	5,82±0,29	95,7
		После промывки	5,57±0,28	
2	Грета (состав 35% хб / 65% ПЭ плотность 200±10 г/м ²	Без промывки	10,08±0,5	82,34
		После промывки	8,3±0,36	
3	Микрофибра, состав 100% ПЭ, плотность 90±5 г/м ²	Без промывки	4,64±0,23	72,41
		После промывки	3,36±0,14	

Наиболее эффективно АЦП зафиксировался на хлопчатобумажном текстильном материале, в качестве которого была опробована бязь отбеленная (таблица 2). Степень иммобилизации АЦП составила 95,7%. Высокие результаты степени иммобилизации АРВ получены также на хлопкополиэфирном материале Грета, волокнистый состав которого включает 35 % хлопка и 65 % полиэфира. При этом наибольшая степень сорбции АЦП

характерна для хлопкополиэфирной ткани Грета (10,08 г/кг): даже после промывки количество пиретроида остается максимальным - 7,11 г/кг, по сравнению с другими материалами. Для ткани, состоящей на 100 % из полиэфирных волокон наблюдается снижение степени иммобилизации АЦП.

Выявлена зависимость между поверхностной плотностью ткани и количеством сорбированного АЦП: на текстильном материале Грета с поверхностной плотностью 200 г/м² содержание АЦП максимально и составляет 10,08 г/кг (рис.1). Показано, что степень иммобилизации АЦП зависит от волокнистого состава, чем выше вложение полиэфирного волокна, тем меньше АЦП фиксируется на текстильном материале.

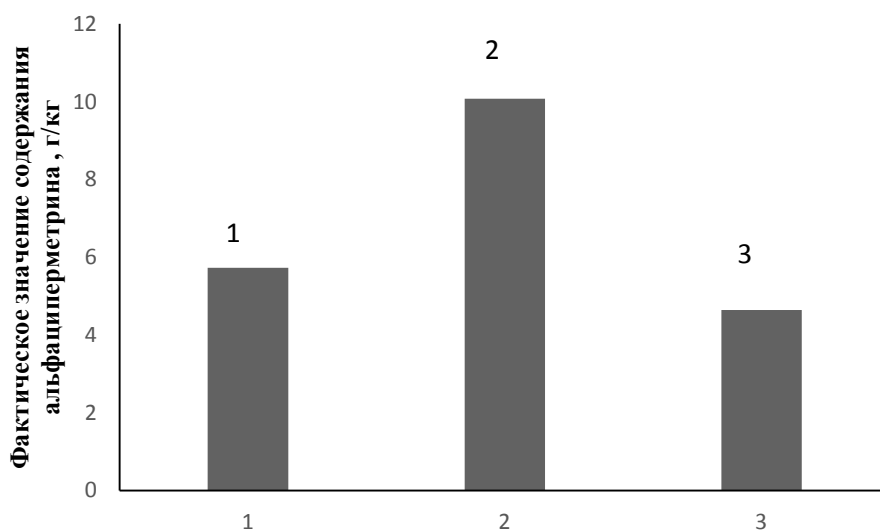


Рис. 1 Влияние поверхностной плотности текстильного материала на количество сорбированного АЦП:

- 1 – бязь отбеленная, поверхностная плотность 142 г/м²;
- 2 – хлопкополиэфирная ткань Грета, поверхностная плотность 200 г/м²;
- 3 – микрофибра, поверхностная плотность 90 г/м²

Разработанный технологический режим, включающий пропитку интенсификатором в течение одной минуты, последующую контактную сушку при 130 °С в течение 2 минут 30 секунд обеспечивает степень иммобилизации АЦП для тканей различного волокнистого состава в производственных условиях от 95,7 % до 72,41 %.

Показано, что для увеличения количества нанесенного АЦП и устойчивости отделки к циклам мокрых обработок, необходимо повышение температуры контактной сушки до 130 °С, а также увеличение времени пропитки в интенсификаторе до 1 минуты.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Schönhoff M. Self-assembled polyelectrolyte multilayers // *Curr. Opin. Colloid Interface Sci.* 2003. №8. P. 86–95.
2. Bertrand P., Jonas A., Laschewsky A. Ultrathin polymer coatings by complexation of polyelectrolytes at interfaces: suitable materials, structure and properties // *Journal Macromolecular rapid communications*. 2000. V. 21. N. 7. P. 319-348.
3. Одинцова О.И., Прохорова А.А., Владимирцева Е.Л., Петрова Л.С. Использование метода микроэмульсионного капсулирования для придания текстильным материалам акарицидных свойств // *Известия высших учебных заведений. Технология Текстильной промышленности*. 2017. № 1. С. 332-336.

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ФТОРИДА АЛЮМИНИЯ В ОТДЕЛКЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

APPLICATION OF ALUMINUM FLUORIDE PRODUCTION WASTES IN TEXTILE MATERIALS FINISHING

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

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

В статье представлены результаты исследований, направленных на поиск путей использования фторированного алюмосиликата в процессах заключительной отделки текстильных материалов. Качество отделки обусловлено сорбционной, ионообменной способностью и гидрофобностью мелкодисперсной фракции препарата в сочетании с каталитической активностью фторида алюминия.

Ключевые слова: текстильные материалы, фторированный алюмосиликат, заключительная отделка

The article presents the results of research aimed at finding ways of using fluorinated aluminum silicate in the finishing of textile materials. Sorption activity, ion exchange ability, hydrophobicity of the finely dispersed fraction, catalytic activity of aluminum fluoride determines the high quality of finishing.

Keywords: textile materials, fluorinated aluminum silicate, finishing

Задача замены композиций зарубежного производства для облагораживания текстильных материалов на российские аналоги в момент высокой импортозависимости национального рынка актуальна как никогда. При этом важно соблюдать жесткие нормативы по экологичности выпускаемых изделий, соответствие продукции стандартам ЭКОТЕКС и ИСО [1]. Отсюда следует необходимость поиска новых эффективных, недорогих и экологически безопасных препаратов, позволяющих повысить качество отделки тканей и конкурентоспособность отрасли в целом.

Хорошие перспективы представляет фторированный алюмосиликат (ФТАС), являющийся побочным продуктом в производстве фторида алюминия. Выход его составляет от 30 до 60 кг на тонну целевого продукта [2-4]. Кроме окислов алюминия и кремния, ФТАС содержит в своем составе 2-6 % фторида алюминия, имея брутто формулу $xAl_2O_3 \cdot ySiO_2 \cdot zAlF_3$. Уникальность этого препарата заключается в том, что в отличие от обычных нерастворимых алюмосиликатов ФТАС сочетает нерастворимую (оксиды кремния и алюминия) и растворимую (фторид алюминия) фракции. Известно, что, несмотря на ограниченную растворимость в воде (0,41% по массе при 25 °С), фторид алюминия каталитически активен и в этом качестве используется в ряде химических процессов [5]. Таким образом, имея в составе AlF_3 , ФТАС может быть использован в текстильной химии в процессах заключительной отделки, требующих наличия потенциально кислых солей [6].

Как правило, для придания текстильным материалам формоустойчивости, а также для закрепления на волокне гидрофобизаторов или антипиренов применяют предконденсаты термореактивных смол [6]. Жесткие нормативы по содержанию свободного формальдегида на ткани диктуют необходимость использования низко- или бесформальдегидных, а, следовательно, и низкорекреационноспособных препаратов. Это требует более сильного катализатора и его тщательного выбора, т.к. возникает проблема устойчивости аппрета при хранении. Фирмы производители, рекомендуя отделочные препараты, предлагают дополнительно катализатор и/или интенсификатор [7-9]. Назначение последнего сводится к улучшению качества отделки, или к снижению температурно-временных интервалов

процесса фиксации. Эти интенсифицирующие добавки обычно очень дороги и крайне редко приобретаются отделочными предприятиями.

Нами проведена серия оценочных исследований по использованию препаратов различной активности и катализаторов в процессах отделки хлопчатобумажных, вискозно-штапельных и льняных тканей (таблица)

Таблица

Химические и текстильные материалы, применяемые в исследовании

Вид отделки	Ткани	Препараты	Примечание
Малосминаемая отделка (МС)	Отбеленный миткаль арт.43 Отбеленный штапель арт.72–110 Отваренная льняная ткань арт. Z-113	Кабамол ЦЭМ	низкоформальдегидные препараты низкоформальдегидный препарат, имеет встроенный катализатор
		Карбамол ГЛ	
		Отексид Д-2	
		Отексид НФ	
Водоотталкивающая отделка ВО	Парусина полульняная, арт.8 Саржа, арт.3224 Молескин арт.3277	Перлит 40178	продукты на основе парафиновых восков
		Плувион	
		Байгард АFF	продукты конденсации метилолмеламина
		Фоборит М	
Огнестойкая отделка ОП	Парусина полульняная, арт.8 Саржа, арт.3224 Молескин арт.3277	Фогинол	водорастворимые фосфорсодержащие соединения
		Флир	низкоформальдегидный препарат
Катализаторы		Хлорид магния	
		Хлорид аммония+уксусная кислота	

Качество заключительной отделки определяли по основным техническим показателям аппретированных материалов [10]:

- по суммарному углу раскрытия складки, для МС;
- по водоупорности, определяемой методом Шоппера, для ВО;
- по времени остаточного горения и высоте обугленного участка при вертикальном поджоге для ПО.

На рисунке 1 представлены результаты несминаемой отделки с применением ФТАС в сравнении с традиционно используемыми катализаторами: хлоридом магния (участки диаграммы (а) и (б)) и хлоридом аммония с уксусной кислотой (участок диаграммы (в)) для тканей различного состава. Как видно из диаграмм, наибольшее увеличение суммарного угла раскрытия складки (прирост показателя) характерно для низкоформальдегидных Отексида НФ и Отексида Д-2 (до 40 %). А для высокоактивных Карбамолов коэффициент несминаемости увеличивается не более, чем на 7-10 %. Отмечено также, что для препарата Фортекс, в котором уже имеется встроенный катализатор, добавление ФТАС повышает его активность и заметно улучшает результаты отделки.

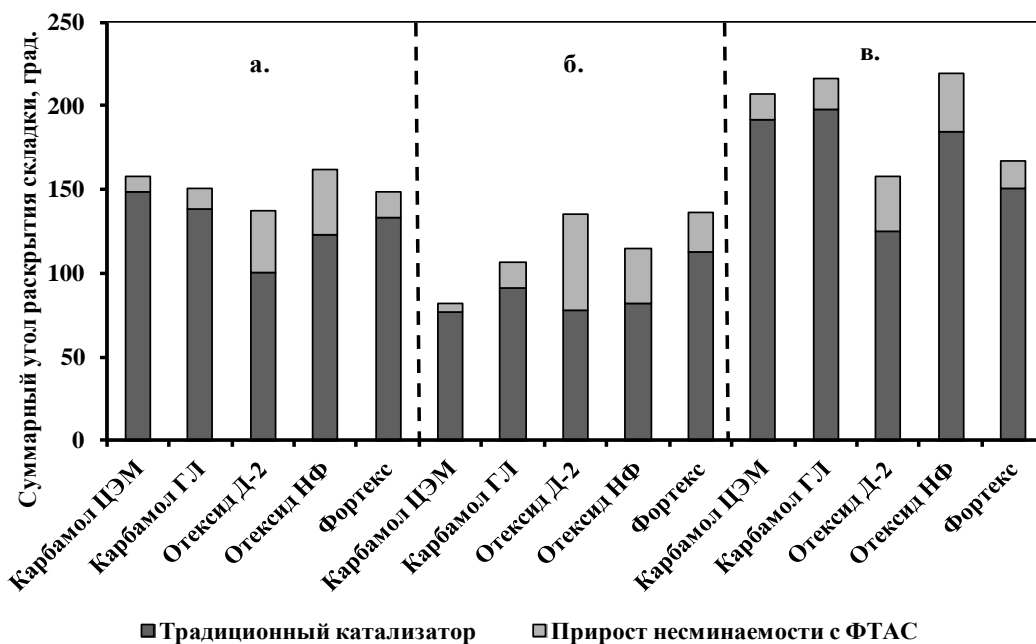


Рис. 1 Влияние природы катализатора на несминаемость тканей:
а – хлопчатобумажной; б – вискозно-штапельной; в – льняной

На основании полученных данных можно заключить, что применение ФТАС взамен традиционных катализаторов дает заметное повышение качества отделки. Причем наибольший эффект от этой замены проявляется в составах с низкорреакционноспособными препаратами.

Такая же тенденция прослеживается и для водоотталкивающей отделки. Бóльшее влияние ФТАС проявляет для препаратов Байгард АФФ и Фоборит М. (рисунок 2), которые имеют в своей основе метилольные производные различных соединений, содержащие длинные алкильные цепочки углеводородных групп. Сравнивая эффект от применения ФТАС в процессах малосминаемой и водоотталкивающей отделки, можно отметить, что в последнем случае он проявляется намного ярче: увеличение показателей достигают 2-3 раза. Это обусловлено тем, что здесь алюмосиликат проявляет свойства не только катализатора, но и гидрофобизатора: нерастворимая мелкодисперсная фракция оксидов кремния и алюминия фиксируются вместе с предкондесатами на волокне, что и усиливает водоотталкивающий эффект.

Еще одним примером положительного влияния ФТАС служат результаты огнезащитной отделки с применением антипирена «Фогинол» в сочетании с низкоформальдегидным «Флиром» фирмы «Траверс». Введение в отделочный состав алюмосиликата дает возможность улучшить технический результат отделки (время остаточного горения равно 0 сек., высота обугливания снижается на 10 %), либо снизить концентрацию антипирена в аппарете с 375 до 275 г/л без ухудшения показателей качества. В этом случае, подобно описанному выше, также проявляется двойная природа фторированного алюмосиликата. Наличие фторида алюминия, проявляющего свойства катализатора, и негорючих оксидов кремния и алюминия создает благоприятную основу для образования синергетической системы ФТАС с огнезащитными препаратами, что и обеспечивает достижение положительного эффекта.

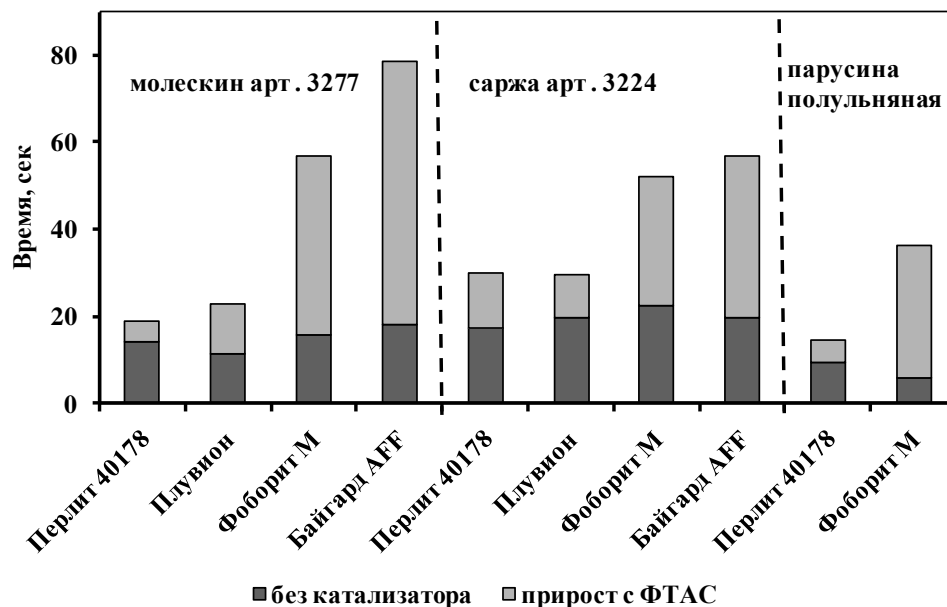


Рис. 2 Влияние ФТАС на увеличение показателя водостойкости текстильных материалов

Преимуществом от использования ФТАС в процессах заключительной отделки является интересный факт, отмеченный при оценке устойчивости рабочих составов при хранении. Как известно, приготовленные отделочные композиции на предприятиях обычно используются в течение одной – двух рабочих смен, т.к. сохраняют свои свойства не более суток [10]. Длительное хранение составов вызывает ухудшение результатов отделки, что связано с опасностью процессов самополиконденсации препаратов в присутствии водорастворимого катализатора [11].

Как показали наблюдения, составы с алюмосиликатами хранились и не теряли своих свойств в течение 7 суток и более. Причиной такой стабильности составов является особенность строения и свойств ФТАС. Ограниченная растворимость фторида алюминия, с одной стороны, и распределение его в структуре нерастворимых окислов алюминия и кремния, с другой, делает AlF_3 каталитически не активным при комнатной температуре. Поэтому ФТАС, фактически, является «депо» для хранения AlF_3 и высвобождает его только на стадии фиксации.

Таким образом, представленные в работе результаты исследований, позволяют говорить о технологических возможностях использования фторированного алюмосиликата в заключительной отделке текстильных материалов. Качество отделки обусловлено сорбционной, ионообменной способностью и гидрофобностью мелкодисперсной фракции порошков ФТАС в сочетании с каталитической активностью фторида алюминия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кричевский Г.Е. Текст. химия; спец. выпуск РСХТК, 1996, с.28-37.
2. ГОСТ 19181-78 Алюминий фтористый технический, Государственный комитет СССР по стандартам, Москва, 1989, с.3.
3. Хатьков В.Ю., Боярко Г.Ю. Добыча и потребления фтористого минерального сырья в России // Известия Томского политехнического университета. 2004. Т. 307. № 2. С. 165–169.
4. Петлин И.В., Дьяченко А.Н. Техничко-экономическая оценка эффективности производства фторида алюминия // Известия Томского политехнического университета, 2011, Т. 318, № 6, С. 36-39
5. Раков Э.Г. Химия и технология неорганических фторидов. М.: Изд-во МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1990, 162 с.

6. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов: Учеб. для вузов в 3-х т., Т. I, М., 2000, 436 с.
7. Электронный каталог продукции ОАО «ИВХИМПРОМ»
<http://www.ivchimprom.com/production/> (дата обращения 19.08.2019)
8. Электронный каталог продукции НПФ «Траверс» <http://www.travers.su/products/textile-auxiliaries/> (дата обращения 19.08.2019)
9. Электронный каталог продукции фирмы ПАО «Пигмент»
<http://krata.ru/index.php/ru/produksiya> (дата обращения 19.08.2019)
10. Справочник. Отделка хлопчатобумажных тканей; под ред. Б. Н. Мельникова. Иваново. : Издательство "Талка", 2003, 484 с.
11. Блиничева И.Б., Шарнина Л.В. Технология совмещенного крашения и заключительной отделки хлопчатобумажных тканей // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности 2010, № 1, С.72-76

ЭКСПРЕСС-МЕТОД ОЦЕНКИ ВЫДЕЛЕНИЯ КАПСУЛИРОВАННОГО АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА

EXPRESS METHOD FOR EVALUATING ISOLATION OF CAPSULATED ACTIVE SUBSTANCE

Ю.В. Носкова, А.С. Антонова, Л.С. Петрова, О.И. Одинцова
Y.V. Noskova, A.S. Antonova, L.S. Petrova, O.I. Odintsova

Ивановский государственный химико-технологический университет
Ivanovo State University of Chemistry and Technology
E-mail: odolga@yandex.ru,
yulino97@mail.ru, anastasiaantonova6814@gmail.com

Исследована кинетика выделения функционального вещества из полиэлектролитных микрокапсул, нанесенных на текстильный материал.

Ключевые слова: полиэлектролитные микрокапсулы, кинетика, наночастицы.

The kinetics of the release of a functional substance from polyelectrolyte microcapsules deposited on a textile material was studied.

Key words: polyelectrolyte microcapsules, kinetics, nanoparticles.

В настоящее время является актуальной разработка отечественной технологии получения бактерицидного текстиля с пролонгированным противомикробным, гемостатическим и иммуностимулирующим действием. Инновационный способ придания бактерицидности текстильным материалам состоит в иммобилизации микрокапсулированных препаратов. Наиболее перспективно синтезировать оболочку капсулы на основе полиэлектролитов, что обеспечивает ее полупроницаемость, т.е. способность пропускать небольшие молекулы и задерживать высокомолекулярные соединения.

На данный момент существуют различные методики определения наличия и выделения функционального вещества из микрокапсул. В работе [1, с. 348] описан метод просвечивающей электронной трансмиссионной микроскопии ультратонких срезов. Для данного метода необходимым условием является использование электронно – плотного объекта исследования. Метод конфокальной лазерной сканирующей микроскопии также можно использовать для определения наличия и выделения функционального веществ из микрокапсул [2, с. 703]. Данные методы сложны в эксплуатации, требуют прецизионного аппаратного оформления и в связи с этим трудно применимы. Для совершенствования процесса исследования кинетики выделения функционального вещества из микрокапсулы, был разработан спектрофотометрический экспресс - метод. В качестве функционального вещества был выбран активный краситель ярко – красный 5СХ. Для синтеза оболочки капсулы использовали хитозан и ксантановую камедь.

Анализ существующей литературы показал, что введение в раствор полых микрокапсул этилового спирта может способствовать раскрытию оболочки микрокапсулы и улучшать проникновение функционального вещества через слои полиэлектролитов вглубь микрокапсул [3, с. 929].

Исходя из этих данных, включение функционального вещества внутрь микрокапсул осуществляли в присутствии этилового спирта. Для этого к раствору полых полиэлектролитных микрокапсул добавляли раствор активного красителя ярко – красного 5СХ концентрации 2 г/л., далее приливали эквивалентное количество этилового спирта и перемешивали в течение 20 минут. На этой стадии происходит раскрытие оболочки и активный краситель проникает вглубь микрокапсул. После перемешивания, полученные

микрокапсулы промывали дистиллированной водой, что обеспечивало уплотнение и полное закрытие пор полиэлектролитной оболочки, а функциональное вещество запечатывалось внутри микрокапсул. Полученные микрокапсулы с включенным красителем наносили на текстильный материал, сушили на воздухе при температуре 20 °С [4, с. 85]. Образцы делили пополам и помещали, соответственно, в дистиллированную воду и в водно-органическую среду.

Изучена кинетика выделения функционального вещества в течение 72 часов. Растворы колориметрировали на фотоколориметре КФК-2 при длине волны - 560 нм. Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Кинетика высвобождения функционального вещества из микрокапсул, нанесенных на текстильный материал

Толщина капсулы/ Опытная среда, см	τ, мин							τ, час
	15	45	60	75	90	105	120	72
0,6	Оптическая плотность, А ед. 1 образец							
0,5	1'образец							
2 слоя, вода	0,301	0,311	0,319	0,320	0,311	0,308	0,304	0,304
2 слоя, вода/спирт	0,471	0,516	0,534	0,545	0,546	0,550	0,558	0,558
6 слоев, вода	0,167	0,176	0,183	0,189	0,188	0,190	0,190	0,190
6 слоев, вода/спирт	0,390	0,430	0,449	0,448	0,454	0,460	0,463	0,463

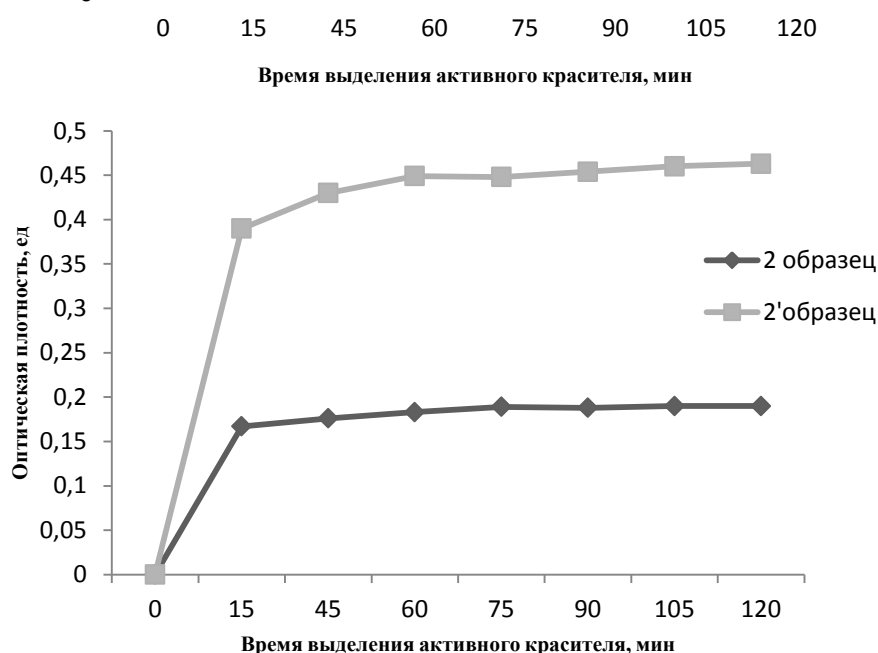


Рис.1 Кинетика выделения активного ярко-красного 5СХ из гексаслойных капсул в системах: вода (2) / вода-этиловый спирт (2')

Максимальное количество красящего вещества выделяется из образцов 1'- 2', что объясняется природой растворителя. Под действием водно-спиртового растворителя, активное вещество выделяется в большем количестве, чем в воде. Важным свойством, позволяющим регулировать скорость выделения активного вещества является толщина стенок микрокапсул, так как стенки бислойных капсул значительно тоньше гексаслойных капсул, активное вещество выделяется из бислойных микрокапсул с большей скоростью.

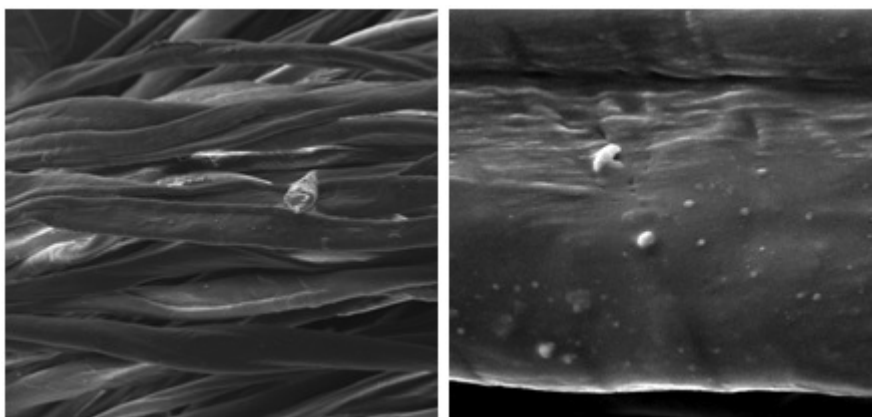


Рис. 2.,3 Электронные фотографии текстильных материалов, содержащих полиэлектролитные микрокапсулы

С помощью электронного сканирующего микроскопа получены фотографии микрокапсул, нанесенных на текстильный материал, которые представлены на рисунках 3,4.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Fultz В., Howe J.M. Transmission electron microscopy and diffractometry of materials // Springer-Verlag, Berlin, 3-ed ed. 2008. 764 p.
2. Хлусов И.А. Получение методом электрораспыления капсул из биосовместимого сополимера лактида и гликолида с включением интерферона // Химическая технология. Доклады академии наук. 2019. том 484. № 6. С.703-708.
3. Danielsen S., Varum K.M., Stokke B.T. Structural analysis of chitosan mediated DNA condensation by AFM: influence of chitosan molecular parameters // Biomacromolecules. 2004. v. 5. P. 928-936.
4. Одинцова О.И. Микрокапсулирование биологически активных веществ и их использование для функционализации текстильных материалов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2018. № 4. С. 85-89.

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ
ЗАПРАВОЧНОГО РАСЧЕТА МНОГОЭЛЕМЕНТНОЙ ПЕТЕЛЬНОЙ ТКАНИ**

**SOFTWARE DEVELOPMENT FOR THE CALCULATION OF THE MULTI-ELEMENT
LOOPING FABRIC**

К.С. Плис, Г.И. Толубеева
K.S. Plis, G.I. Tolubeeva

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnical University
E-mail: plis96@mail.ru, tolubeevi@yandex.ru

В статье рассматривается усовершенствованная методика расчета параметров ткани, необходимых для приготовления навоя в подготовительном отделе ткацкого производства и выработки ткани на ткацком станке. Учитывается способ образования кромок, количество одновременно вырабатываемых полотен, количество крючков на жаккардовой машине. Приведены интерфейсные экраны для диалога дессинатора с ЭВМ при вводе исходных данных и выводе результатов расчетов.

Ключевые слова: петельная ткань, линейная плотность пряжи, плотность ткани, переплетение ткани, жаккардовая машина, автоматизированный расчет, интерфейсные окна.

The article discusses an improved methodology for calculating the fabric parameters necessary for the preparation of warp beam in the preparatory department of weaving and the production of fabric on the loom. It takes into account the method of forming edges, the number of simultaneously produced cloth, the number of hooks on the jacquard machine. Given interface screens for dialogue between designer with a computer when inputting data and outputting results of the calculations.

Keywords: loop fabric, linear density of yarn, fabric density, fabric weaving, jacquard machine, automated calculation, interface windows.

В настоящее время все большим спросом пользуются сувенирные текстильные изделия, в том числе махровые полотенца и салфетки. В данной статье кратко рассматривается усовершенствованная методика заправочного расчета жаккардовых штучных изделий, учитывающая способ образования кромок, количество одновременно вырабатываемых полотен, количество крючков на жаккардовой машине. Выполнено проектирование и выработано сувенирное петельное тканое штучное изделия с логотипом ИВГПУ, состоящее из тринадцати участков с различной структурой.

Основу сувенирного тканого изделия составляет полутораслойная петельная ткань, полученная переплетением нитей коренной основы линейной плотности $T_{o,кор.}$, петельной основы $n_{цв.пет.о}$ различных цветов с соотношением k -го цвета $n_{o,пет.k}$ и линейной плотности $T_{o,пет.k}$ с нитями утка для петельной части линейной плотности $T_{y,м}$. Принимаем соотношение нитей коренной и петельной основ $n_{o,кор.}:n_{o,пет.}$

Петельная часть по длине изделия содержит $n_{уч.м}$ участков с различной высотой петли и уработкой петельной основы на i -ом участке $a_{o,пет.i}$. Принимаем длину каждого участка с петлями различной высоты $L_{тк.м.i}$, линейную плотность утка на всех участках петельной части принимаем одинаковой. Для подшивания полотенца принимаем участок однослойной гладкой ткани длиной $L_{тк.гл.}$ с линейной плотностью утка $T_{y,гл.}$

Оформление сувенирного петельного изделия выполнено с использованием $n_{уч.б}$ участков так называемого бордюра. Для каждого j -го участка бордюра принимаем длину $L_{тк.б.j}$ участка, переплетение ткани, например, двухслойная ткань с соединением слоев двумя прижимными утками, число утков $n_{y,б.j}$, соотношение утков $n_{y,б.j,s}$ (где s – текущий номер

утка на участке j) и линейную плотность $T_{y.б.j,s}$ каждого утка.

Принимаем число нитей на 10 см ткани по утку для петельной части $P_{у.м.}$, гладкой части $P_{у.гл.}$ и каждой части j бордюра $P_{у.б.j}$. По опыту выработки подобных тканей, принимаем уработку утка a_y . Уработка утка на петельной, бордюрной и гладкой частях изделия должна быть одинаковой, иначе будет стягивание отдельных участков по ширине, что недопустимо. Известными являются также число крючков жаккардовой машины для фона K_f , для кромок $K_{кр}$, число аркатных шнуров, подвязываемых к одному фоновому $n_{ф.шнур}$ и одному кромочному $n_{кр.шнур}$ крючкам, номер берда $N_б$, число нитей основы, пробираемых в зуб берда в фоне $m_{о.ф}$ и кромках $m_{о.кр}$ полотна, число одновременно вырабатываемых полотен $n_{пол.}$, число зубьев берда, пропускаемых после каждого полотна $Z_{пр.}$, длина выступающих кончиков утка слева первого полотна и справа последнего l_k , вытяжка основы по переходам приготовительного отдела v_o .

Станки для выработки полотнячной ткани оснащены механизмом перевивочной кромки. Для расчетов принимаем число перевивочных нитей $M_{о.пер.}$ их линейную плотность $T_{о.пер.}$ и уработку $a_{о.пер.}$. Перевивочные нити подаются с отдельных катушек. Принимаем число $M_{о.отр}$ и линейную плотность $T_{о.отр}$ нитей отрезной кромки, которые подаются с коренного навоя и урабатываются так же, как нити коренной основы с уработкой $a_{о.кор.}$. Принимаем усадку ткани после мокрой обработки в отделочном производстве по ширине $U_{ш}$ и длине $U_{дл.}$ изделия.

Разрабатывается программное обеспечение для интерактивного выполнения заправочного расчета многоэлементных петельных изделий, пользовательский интерфейс которого подобен выполненным ранее работам [1, 2, 3].

Главное меню комплекса представлено на рис. 1. Можно создать новый проект, просмотреть и при необходимости выполнить повторный расчет с корректировкой или без исходных данных, удалить устаревшие расчеты, посмотреть информацию о разработчиках и закончить работу. Главное меню – горизонтальное.

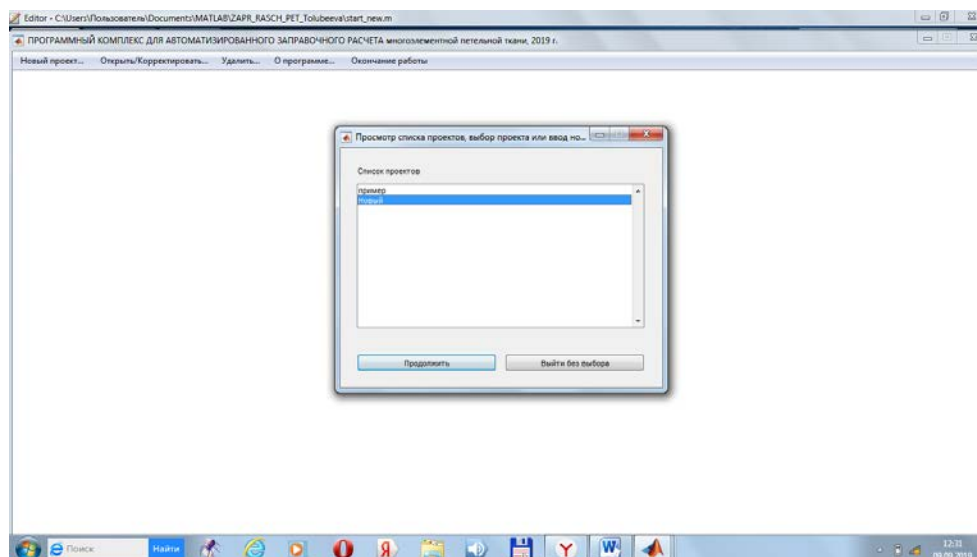


Рис. 1. Главное меню программного комплекса

По вкладке «Новый проект» появляется окно со списком имеющихся проектов и строчкой «Новый». Можно выбрать для работы любой проект или строку «Новый». В этом случае необходимо ввести имя проекта. По вкладке продолжить запрашиваются исходные данные для расчета. Интерфейсные экраны для ввода исходных данных и сообщения при их некорректном вводе представлены на рис. 2.

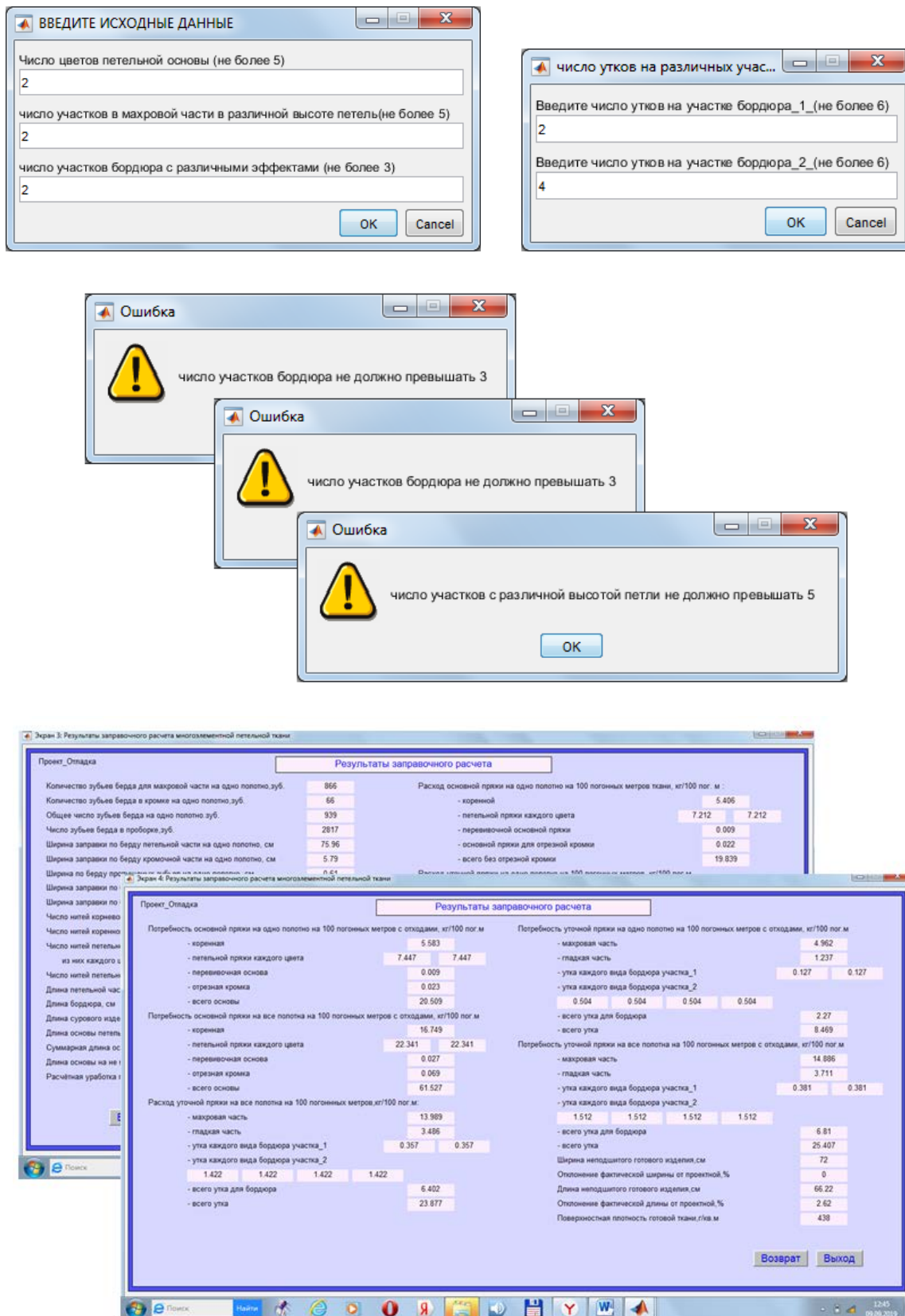


Рис. 2. Интерфейсные экраны для ввода исходных данных

На каждом экране предусмотрена возможность вернуться на предыдущий экран для уточнения или просмотра введенной информации. Просмотр предыдущих экранов производится по вкладке «Возврат» или по иконкам, находящимся внизу экрана.

В ходе заправочного расчета определяем необходимые данные для заправки ткани на станке и выработки суровой ткани с определенными свойствами и определенной структурой.

Определяем количество зубьев берда на одно полотно для махровой части $Z_{м.1}$, для кромки $Z_{кр.1}$, всего с учетом пропущенных зубьев Z_1 и общее количество зубьев берда в проборке Z_0 :

$$Z_{м.1} = \frac{K_{\phi} \cdot n_{\phi.шнур.}}{m_{о.ф.} \cdot n_{пол.}}; \quad Z_{кр.1} = \frac{K_{кр.} \cdot n_{кр.шнур.}}{m_{о.кр.} \cdot n_{пол.}}; \quad Z_1 = Z_{м.1} + Z_{кр.1} + Z_{пр.1}; \quad Z_0 = Z_1 \cdot n_{пол.}$$

Рассчитываем ширину заправки по берду на одно полотно петельной части $B_{б.м.1}$, кромочной части $B_{б.кр.1}$, приходящуюся на пропущенные зубья $B_{б.пр.1}$, суммарную $B_{б.1}$ и общую на всю заправку $B_б$:

$$B_{б.м.1} = \frac{10 \cdot Z_{м.1}}{N_б}; \quad B_{б.кр.1} = \frac{10 \cdot Z_{кр.1}}{N_б}; \quad B_{б.пр.1} = \frac{10 \cdot Z_{пр.1}}{N_б}; \quad B_{б.1} = B_{б.м.1} + B_{б.кр.1} + B_{б.пр.1}; \quad B_б = B_{б.1} \cdot n_{пол.}$$

Находим число нитей коренной основы на одно полотно $M_{о.кор.1}$ с учетом того, что кромочные нити по сырьевому составу такие же, как и коренные нити основы, и подаются с того же навоя, общее число нитей коренной основы с отрезными нитями $M_{о.кор.}$

Определяем число нитей петельной основы на одной полотно $M_{о.пет.1}$, нитей петельной основы каждого цвета k $M_{о.пет.1цв.k}$ и всего на навое $M_{о.пет.}$

$$M_{о.пет.1} = \frac{Z_{м.1} \cdot m_{о.ф.} \cdot n_{о.пет.}}{n_{о.кор.} + n_{о.пет.}}; \quad M_{о.пет.1цв.k} = \frac{M_{о.пет.1} \cdot n_{о.пет.цв.k}}{\sum_{k=1}^{n_{цв.пет.о.}} n_{о.пет.цв.k}}; \quad M_{о.пет.} = M_{о.пет.1} \cdot n_{пол.}$$

Рассчитываем длину петельной части $L_{тк.м.}$, длину бордюра $L_{тк.б.}$, общую длину сурового $L_{тк.с.}$ и готового $L_{тк.г.}$ изделия. Находим длину основы на махровую часть каждого участка с i -ой высотой петли $l_{о.м.i}$, суммарную длину основы петельной части изделия с различной высотой петель $l_{о.м}$ и длину основы, расходуемую на выработку немахровой части $l_{о.нм}$ (бордюра и гладкой части изделия), после чего определяем расчетную уработку петельной основы $a_{о.пет.р.}$

Определяем расход основной пряжи на один ручей на 100 погонных метров ткани: коренной $G_{о.кор.1}$, петельной для каждого цвета $G_{о.пет.1цв.k}$, перевивочной $G_{о.пер.1}$, отрезной кромки $G_{о.отр.1}$ и общий расход основы на одно полотно без отрезной кромки $G_{о.1}$. Определяем расход уточной пряжи на один ручей на 100 погонных метров ткани: на махровую часть $G_{у.м.1}$, на гладкую часть $G_{у.гл.1}$, на бордюр для каждого утка s в каждой части j — $G_{у.б.1.j.s}$, общий расход уточной пряжи для бордюра на один ручей $G_{у.б.1}$, общий расход утка на одно полотно без отрезной кромки на 100 погонных метров ткани $G_{у.1}$.

Рассчитываем расход основы и утка на один ручей без отрезной кромки на 100 погонных метров ткани G_1 , ширину сурового B_c и неподшитого готового B_r штучного изделия, поверхностную плотность суровой q'_c и готовой q'_r ткани.

$$G_1 = G_{о.1} + G_{у.1}; \quad B_c = B_{б.1}(1 - 0,01a_y); \quad B_r = B_c(1 - 0,01 \cdot Y_{ш});$$

$$q'_c = \frac{10^3 \cdot G_1}{B_c}; \quad q'_r = \frac{q'_c \cdot 10^4}{(100 - Y_{ш})(100 - Y_{дл.})}$$

Определяем расход на 100 погонных метров ткани на все полотна: коренной $G_{о.кор.}$, петельной каждого цвета $G_{о.пет.i}$, перевивочной $G_{о.пер.}$, отрезной кромки $G_{о.отр.}$ и всего $G_о$ основной пряжи. Определяем расход на 100 погонных метров ткани на все полотна уточной пряжи: на махровую часть $G_{у.м}$, на гладкую часть $G_{у.гл.}$, на бордюр $G_{у.б}$ и всего утка $G_{у.}$. Находим потребность основной пряжи на один ручей на 100 погонных метров ткани с отходами: коренной $G_{о.кор.1.уг}$, петельной каждого цвета $G_{о.пет.1цв.k.уг}$, перевивочной $G_{о.пер.1.уг}$, для отрезной кромки $G_{о.отр.1.уг}$.

Рассчитываем потребность утка на одно полотно с отходами на 100 погонных метров ткани: на махровую часть $G_{у.м.1.уг}$, на гладкую $G_{у.гл.1.уг}$ и бордюрную $G_{у.б.1.уг}$ части. Определяем потребность основы на 100 погонных метров ткани на три полотна с отходами: коренной $G_{о.кор.уг}$, петельной каждого цвета $G_{о.пет.цв.k.уг}$, перевивочной $G_{о.пер.уг}$ и для отрезной кромки $G_{о.отр.уг}$. Рассчитываем потребность утка на три полотна с отходами на 100 погонных метров ткани: для махровой $G_{у.м.уг}$ части, гладкой $G_{у.гл.уг}$ части и для бордюра $G_{у.б.уг}$.

На рис. 3 приведены экраны вывода результатов заправочного расчета.

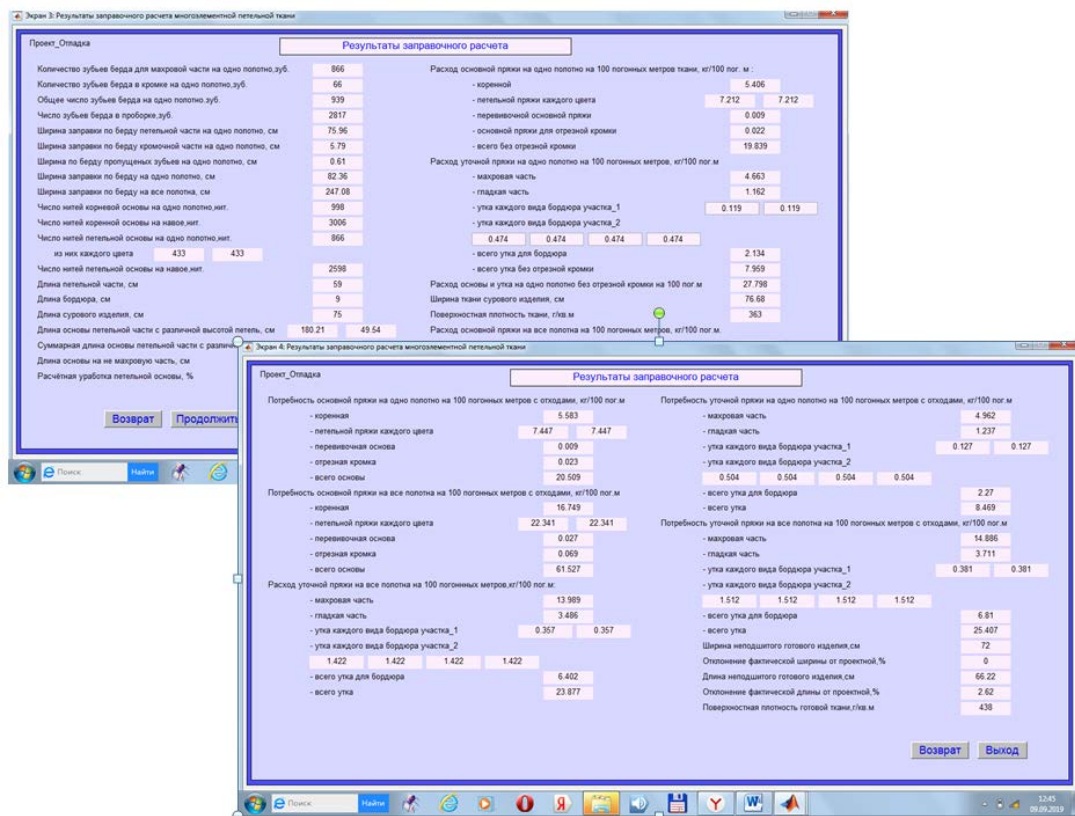


Рис. 3. Интерфейсные экраны для вывода результатов расчета

Пакет прикладных программ разрабатывается в среде программирования высокого уровня MATLAB.

Результаты выполненной работы внедряются в учебный процесс по направлению подготовки бакалавров 29.03.02 «Технологии и проектирование текстильных изделий».

ЛИТЕРАТУРА

1. Плис, К.С. Заправочный расчет многоэлементного тканого штучного изделия / К.С. Плис, 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. 26-28.
2. Мирошниченко Д.А., Толубеева Г.И. Расширение возможностей пакета прикладных программ для автоматизированного построения переплетений тканей с визуальным эффектом объемных геометрических фигур // Информационная среда вуза. – 2017. – С. 87-91.
3. Мирошниченко Д.А., Толубеева Г.И. Разработка пользовательского интерфейса для автоматизированного построения переплетений тканей с визуальным эффектом объемных геометрических фигур // Информационная среда вуза. – 2016. – С. 145-149.

РАЗРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ЛИЦА И ГОЛОВЫ

DEVELOPMENT OF PRACTICAL RECOMMENDATIONS FOR THE DESIGN OF PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT FOR THE FACE AND HEAD

Ю.В. Глухова, М.В. Сурикова
YU.V. Gluhova, M.V. Surikova

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo state polytechnical university
E-mail: surikovsm@mail.ru

Рассмотрена актуальность проектирования и совершенствования бытового фильтрующего самоспасателя. Разработаны практические рекомендации, которые могут быть учтены при проектировании элементов конструкции самоспасателя, обеспечивающие надежность посадки изделия, эффективность его защиты.

Ключевые слова: самоспасатель, базовая конструкция, система крепления

The urgency of design and improvement of household filter self-rescuer is considered. Developed practical recommendations that can be taken into account when designing the structural elements of the device, ensuring reliability of landing of the product, the efficiency of its protection.

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

Считается, что при пожаре люди гибнут главным образом от высоких температур или открытого огня. Но статистика пожаров в разных зданиях и помещениях показывает обратное: в 75-90% случаев смерть возникает в первые минуты пожара (1...5 мин.) от отравления угарным газом и другими ядовитыми продуктами горения, т.е. в условиях быстро развивающегося пожара [1].

Вдыхание дыма (угарного газа) оставляет человеку не более 28 сек. (время одного оборота крови) для осмысленных действий, так как через это время гемоглобин крови, связанный угарным газом, перестает подавать кислород головному мозгу. При горении и термическом разложении веществ и материалов могут выделяться десятки химических соединений, и в случае незащищённости органов дыхания иногда всего за несколько вдохов человек теряет сознание и отравляется продуктами горения [2].

Уровень фактической обеспеченности всеми видами существующих самоспасателей не превышает 1%. Создание портативных средств индивидуальной защиты является важной задачей, актуальность которой определена в документе, утвержденном Президентом Российской Федерации в ноябре 2013 г [3]. В нем указано, что одной из основных задач является «обеспечение населения портативными средствами индивидуальной защиты органов дыхания для снижения риска химических и биологических поражений при техногенных авариях, природных катастрофах, пожарах и террористических проявлениях».

Основная идея, которая должна быть реализована при разработке бытового самоспасателя – обеспечение универсальных защитных свойств при малой массе и габаритах. Промышленное проектирование любого изделия начинается с разработки конструкции и технологии его изготовления.

Цель исследования – определить, какие параметры должны быть учтены при разработке конструкции самоспасателя и оценить их по абсолютной величине; какие факторы необходимо учесть при проектировании технологии герметичного соединения разнородных по свойствам и структуре

Проведенный анализ существующих моделей показал необходимость их совершенствования в направлении улучшения конструкции капюшона в соответствии с размерами обхвата головы, обеспечения высокой степени защиты за счет герметизации швов, требуемой обтюрации изделия, обеспечения наименьшего расхода материалов за счет минимального количества деталей и минимального количества швов, удобства в использовании за счет трансформации всего изделия в удобную упаковку.

Поскольку самоспасатели разрабатывают одного универсального размера для всего взрослого населения, последний фактор осложняет их типизацию и возникает задача обеспечения для человека в надетом самоспасателе нормальных условий ориентации в пространстве.

В результате аналитических исследований определены величины размерных признаков и проекций.

Определены параметры иллюминатора самоспасателя [4]. В самоспасателе длина иллюминатора должна быть не менее 110 мм. В этом случае обеспечивается достаточный минимум обзора, соответствующий требованиям НТД, а именно 70% от поля зрения человека без самоспасателя. Проектирование длины иллюминатора менее 100 мм приведет к резкому ограничению поля зрения - до 80% и невозможности эвакуации. Учитывая возможность изготовления самоспасателей из различных материалов для обеспечения заданного уровня защиты от агрессивных факторов за счет комбинации материалов с разнородными характеристиками, в т. ч. непрозрачных, знания о минимальных параметрах иллюминатора создают условия для проектирования самоспасателей, способных не только создать необходимый уровень защитных свойств, но и гарантировать хорошую ориентацию в пространстве и возможность вовремя заметить опасность.

Защитные изделия изготавливают из различных материалов: тканей, нетканых материалов, пленок. Они имеют специальные отделки или специальные покрытия. Применение универсального клеевого пленочного материала позволяет получать клеевые соединения разнородных материалов и с разной адгезионной активностью [5]. Адгезионная прочность клеевого шва – это относительная величина, которая несет в себе проявление синергетического эффекта, зависящего от ряда факторов: времени существования клеевого соединения, исходной эластичности материалов, различия в адгезионной активности соединяемых материалов [6]. Получены характеристики адгезионной активности различных материалов, как индивидуальные, так и в разных вариантах клеевого соединения друг с другом.

В результате оценки физико-механических свойств материалов установлено, что для выполнения деталей основы капюшона наилучшие показатели прочности имеют клеевые швы материалов с пленочным покрытием и пленочные материалы, обеспечивая соответствие нормативным требованиям к соединениям самоспасателей.

Для хранения самоспасателя следует отдать предпочтение полиимидной пленке, быстро восстанавливающей форму изделия после длительного хранения, обеспечивающей ему компактные размеры в сложенном виде.

Разработан капюшон, отвечающий всем перечисленным требованиям [6]. Качество посадки изделия обеспечивается за счет надежности фиксации самоспасателя на голове пользователя. Разработана модель с усовершенствованной системой крепления. Самоспасатель 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.

Система крепления подмасочника в виде кулисы обеспечивает плотное прилегание подмасочника ко рту и носу пользователя, при этом ее легко надевать и фиксировать. Конструктивно кулиса располагается максимально близко (встык) к подмасочнику. Эластичная тесьма внутри кулисы имеет ширину порядка 3...5 см, что усиливает надежность и долговечность, устраняет давление на голову при ношении самоспасателя, минимизирует дискомфорт и перекручивание в процессе одевания, повышает удобство. Наружный эластичный элемент имеет ширину, достаточную для продевания в регулятор. Между собой два разных по ширине эластичных элемента кулисы соединены неразъемным швом.

Надежная посадка самоспасателя может мобильно регулироваться индивидуально в зависимости от размера головы, индивидуальной прически. Конструкция кулисы и наличие регулятора (фиксатора), расположенного сзади или сбоку 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.

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.).

Исследование разработанного варианта лабораторного образца СИЗ ЛиГ с целью оценки его функционального соответствия требованиям НТД в испытательной лаборатории «Средств индивидуальной защиты и экологического мониторинга» (г. Москва) показало, что самоспасатель удовлетворяет требованиям ГОСТ 12.4.294-2015 по следующим показателям: коэффициенту проникания масляного тумана через СИЗОД ЛиГ, проницаемости фильтрующего материала СИЗОД ЛиГ по масляному туману, начальному сопротивлению постоянному воздушному потоку.

Таким образом, разработана конструкция, обеспечивающая регулируемое антропометрическое соответствие с учетом особенностей габитуса головы индивидуального потребителя и мобильность самоспасателя, 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. Томаков М. В., Томаков В. И. Средства индивидуальной защиты и экстренной самозащиты людей при пожарах и техногенных чрезвычайных ситуациях: монография. – Курск, 2016. – 152 с.
2. Брушлинский Н. Н., Соколов С. В. О статистике пожаров и пожарных рисках // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. — Т. 20. № 4. — С. 40–48
3. Основы государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу № Пр-2573

4. Сурикова М.В., Метелёва О.В., Коваленко Е.И. Экспериментальное определение параметров иллюминатора самоспасателя // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. - 2013. - № 1. - С. 113-116.
5. Сурикова, М.В. Разработка и исследование бытового мобильного самоспасателя [текст] / Сурикова М.В., Метелева О.В., Леппяковская С.В. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2018. – № 6 (378). – С.127-130.
6. Полезная модель 185190, РФ, МПК А62В 17/00. Шлем защитный от агрессивных сред. / Метелева О.В., Сурикова М.В., Леппяковская С.В., Прохорова Е.Н. – заявл. 18.01.2018, № 2018102059/12, опубл. 23.11.2018

СИНТЕЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ МАСЛООХЛАДИТЕЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА СТРОИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

SYNTHESIS AND OPTIMIZATION OF AN OIL COOLER FOR A HYDRAULIC DRIVE OF A CONSTRUCTION MACHINE

Д. А. Буланов, Е.Е. Корочкина, С.О. Кожевников
D. A. Bulanov, E. E. Korochkina, S.O. Kogevnikov

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

В статье рассматривается методика синтеза и оптимизации конструкции маслоохладителя для охлаждения рабочей жидкости гидравлического привода строительной машины на примере экскаватора. Показано, что на температуру рабочей жидкости в гидроприводе оказывают конструктивные параметры режимные параметры рабочей жидкости и маслоохладителя. Выполнен синтез и оптимизация маслоохладителя при заданных параметрах потока рабочей жидкости гидропривода экскаватора.

Ключевые слова: маслоохладитель, гидропривод, оптимизация, экскаватор.

This article discusses the technique of optimizing the desing of the exchanger for cooling the working fluid of the hydraulic drive of road-building machines on the example of excavator.

Keywords: heat exchange, hydraulic drive, optimization, excavator.

В современных условиях к строительным машинам предъявляются повышенные требования надежности, долговечности и сохранение работоспособности в экстремальных условиях. Привод строительных машин, как правило, гидравлический и основная нагрузка приходится на него. Экстремальными условиями для гидравлического привода являются работа при повышенных и пониженных температурах.

Надежность работы гидроприводов строительных машин зависит от температуры окружающей среды. Повышенные температуры приводят быстрому старению рабочих жидкостей, а пониженные к снижению ресурса элементов гидроприводов и повышенному расходу энергоресурсов.

Температуры выше 70°C приводит к снижению вязкости рабочей жидкости и увеличению объемных потерь, уменьшению смазывающей способности и общему снижению КПД. В конечном итоге все выше перечисленные факторы приводят к снижению производительности строительной машины ее ресурса и надежности [1].

Максимальный нагрев рабочей жидкости возникает в гидроприводах строительных машин, работающих непрерывно или циклично без простоев. К таким машинам относятся экскаваторы.

В гидравлических приводах строительных машин температура рабочей жидкости не должна превышать $50\text{--}55^{\circ}\text{C}$, поэтому для повышения долговечности рабочей жидкости необходимо ее охлаждение. При небольшом тепловыделении требуемый тепловой режим обеспечивается за счет выбора необходимой вместимости бака, однако с ростом потерь мощности на дросселе требуемая емкость бака значительно увеличивается, например, при потерях мощности 2 кВт вместимость достигает $0,4\text{ м}^3$. Следовательно, становится необходимым применение специальных установок для охлаждения рабочей жидкости – маслоохладителей [2].

Наибольшее распространение получили воздушные и водяные маслоохладители, реже хладоновые холодильные машины.

В гидравлических приводах строительных машин применяются воздушные теплообменники. В этих теплообменниках сливающаяся из гидросистемы нагретая жидкость проходит через радиаторы, обдуваемые вентилятором. Эффективность работы теплообменников повышается при увеличении потока рабочей жидкости и охлаждающей среды, а также разности температур Δt° между жидкостью и охлаждающей средой, поэтому определенный перегрев рабочей жидкости неизбежен. При $\Delta t = 40^\circ\text{C}$ теплообменники способны рассеивать до 4 кВт мощности [2].

В данной работе рассматривается возможность применения маслоохладителя конструкции, приведенной на рис.1.

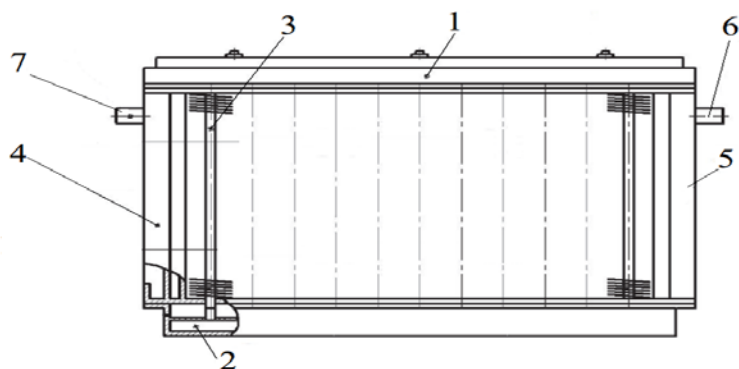


Рис. 1 – Схема маслоохладителя:

1, 2 –коллекторы; 3–теплоотдающие трубки; 4, 5–боковые щитки;
6, 7 –входной и выходной патрубки

Маслоохладитель содержит верхний 1 и нижний 2 коллекторы, между которыми расположен охлаждающий элемент в виде теплоотдающих трубок 3. Коллекторы 1 и 2 объединены боковыми щитками 4 и 5, которые выполнены полыми, и их полости сообщены с полостями коллекторов 1 и 2. В боковых щитках 4 и 5 установлены соответственно входной 6 и выходной 7 патрубки.

Маслоохладитель имеет вентилятор (на схеме не показан) с электроприводом или от гидромотора.

Наибольший интерес представляет синтез и оптимизация конструкции маслоохладителя, а именно определение числа теплоотдающих трубок.

Температура рабочей жидкости на выходе из теплообменника $t_{\text{вых}}, ^\circ\text{C}$ [2]

$$t_{\text{вых}} = t_{\text{вход}} - \frac{q_l \cdot l \cdot n \cdot k}{G_{\text{ж}} \cdot c_s}, \quad (1)$$

где $t_{\text{вход}}$ – температура рабочей жидкости на входе в теплообменник, $^\circ\text{C}$;

q_l – линейная плотность теплового потока, Вт/м;

l – длина участка трубопровода, м;

n – количество труб в одном ряду, шт;

k – количество рядов труб, шт;

c_s – поправочный коэффициент, учитывающий геометрическое расположение труб в пучке, $c_s = 0,92$ [2];

$G_{\text{ж}}$ – массовый расход рабочей жидкости (масла), кг/с [2]:

$$G_{\text{ж}} = Q \cdot \rho, \quad (2)$$

где Q – объемная подача насоса, л/мин;

ρ – плотность рабочей жидкости, кг/м³.

Линейная плотность теплового потока q_l , Вт/м [2]:

$$q_l = \pi \cdot 2l \cdot q_1 \cdot k_i \cdot q_1 \cdot (t_{\text{вход}} - t_{\text{вых}}), \quad (3)$$

где k_i – коэффициент теплоотдачи, Вт/м²·град.

Приведенные уравнения (1)-(3) позволяют выполнить оптимизацию конструкции теплообменника при заданных параметрах. Так, была выполнен синтез теплообменника при следующих значениях: температура на входе в теплообменник $t_{\text{вход}} = 75^{\circ}\text{C}$, на выходе – $t_{\text{вых}} = 55^{\circ}\text{C}$; объемная подача насоса $Q = 79,8$ л/мин; плотность рабочей жидкости, $\rho = 800$ кг/м³; длина трубопровода $l = 0,5$ м.

Результат выполненной конструктивной оптимизации приведен на рис.2.

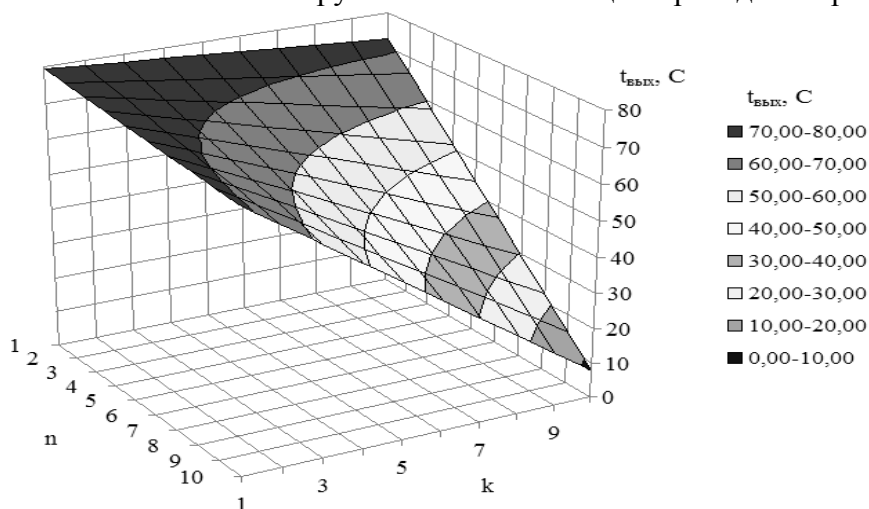


Рис. 2 – Поверхность отклика синтеза и оптимизации маслоохладителя

Из приведенной поверхности отклика видно, что с увеличением количества труб в одном ряду, n и количества рядов труб k в маслоохладителе, температура жидкости на выходе уменьшается. Оптимальным числом теплоотдающих трубок являются $n = 4$ и $k = 4$. Дальнейшее увеличение теплоотдающих трубок приведет к уменьшению температуры рабочей жидкости и, следовательно, снижению КПД гидропривода.

Таким образом, задавая температуру рабочей жидкости на выходе из маслоохладителя можно получить необходимые значения n и k , и тем самым выполнить синтез теплообменного аппарата для гидравлического привода строительной машины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свешников В.К. Гидрооборудование: Международный справочник. Кни-га 3. Вспомогательные элементы гидропривода. Номенклатура, параметры, размеры, взаимозаменяемость. ООО «Издательский центр «Техинформ» МАИ» – 2003. – 445 с.
2. Вукалович М.П. Техническая термодинамика/ М.П. Вукалович, И.И. Новиков. – М.: Энергия, 1968. – 496 с.

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУР

A STAND FOR STUDYING THE OPERATING MODES OF ELECTRONIC DEVICES IN A WIDE TEMPERATURE RANGE

Н.С. Зимин, О.В. Блинов
N.S. Zimin, O.V. Blinov

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnical University
E-mail: oleg_blinov@ro.ru

В статье приводится описание разработанного стенда для исследования режимов работ электронных устройств в широком диапазоне температур и результаты проведенных испытаний изготовленного устройства

Ключевые слова: термокамера, электронные устройства, разработка, исследование.

The article describes the developed stand for studying the operating modes of electronic devices in a wide temperature range and the results of tests of the manufactured device

Key words: heat chamber, electronic devices, development, research.

Проведение испытаний работы электронных устройств в широком диапазоне температур имеет большое значение в надежности их функционирования, так как большинство производителей заинтересованы в том, чтобы произведенные устройства служили дольше и были устойчивы к различным температурным нагрузкам во время эксплуатации. В настоящее время разрабатываются и исследуются новые методы для повышения качества производимой продукции с помощью испытаний под воздействием различных температурных условий. Для этих целей применяются различные устройства, среди которых большое распространение получили термокамеры.

Целью данной работы было создание термокамеры для испытаний электронных изделий, обладающей невысокой стоимостью, но широким набором функциональных возможностей, сопоставимым с рыночными аналогами.

На рисунке 1 показана структурная схема разработанного стенда

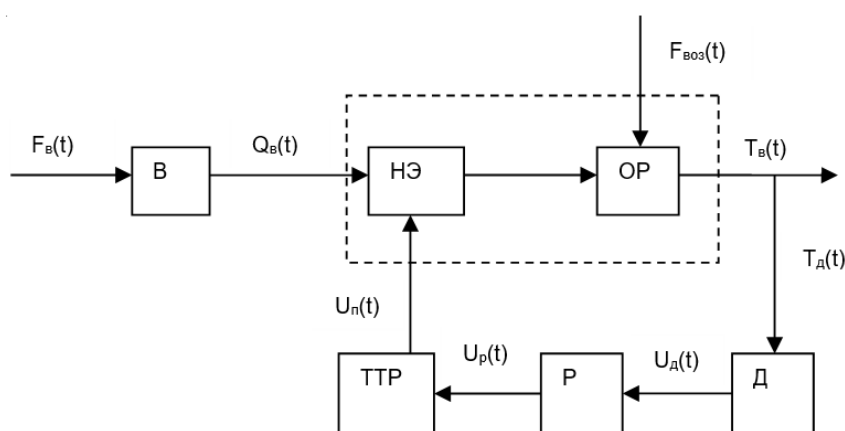


Рис. 1 Структурная схема стенда

Стенд состоит из следующих блоков: В – вентилятор; НЭ – нагревательный элемент
 ОР – объект регулирования; Д – датчик температуры (термопара); Р – программный ПИД-регулятор ТРМ251; ТТР – твердотельное реле

Работа стенда происходит следующим образом: ПИД регулятор подает управляющий сигнал на твердотельное реле, которое в свою очередь коммутирует сетевое напряжение на нагревательный элемент. Поток воздуха, забираемый из окружающей среды при помощи вентилятора, проходит сквозь нагреватель и равномерно прогревает термокамеру. Значение текущей температуры, полученное с помощью термопреобразователя поступает в ПИД-регулятор, который на основании полученных данных вырабатывает управляющий сигнал, поступающий на вход твердотельного реле.

На рисунке 2 показана схема подключений элементов стенда, где: 1 – программный ПИД-регулятор ТРМ251; 2 – твердотельное реле; 3 – термокамера; 4 – вентилятор;
 5 – нагревательный элемент.

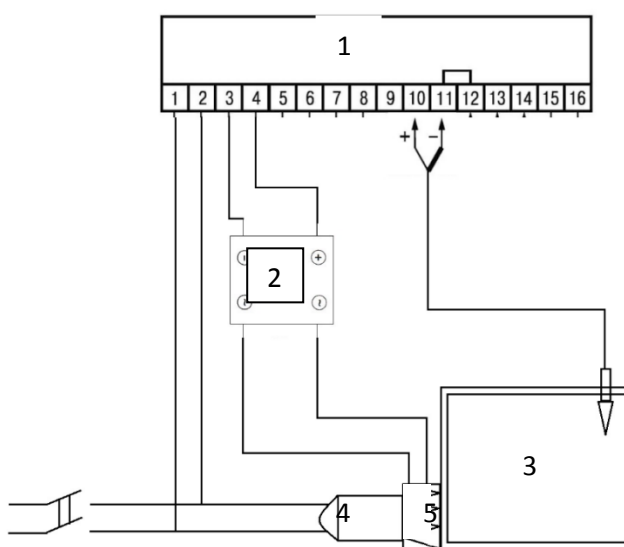


Рис. 2 Схема электрических подключений

Экспериментальное исследование лабораторного стенда:

Для настройки и контроля параметров температурного режима в камере необходимо в программе задать параметры испытаний и записать их в ПИД-регулятор. Регулятор посредством термопары считывает показания температуры в камере и управляет напряжением на нагревателе, после чего в камере устанавливается заданный температурный режим.

Настройка регулятора ТРМ-251:

Первый шаг:

- Время роста температуры $t_p = 50$ с.
- Уставка (установившееся значение температуры) $T = 45$ °С.
- Время выдержки заданного температурного режима $t_{\text{выд}} = 120$ с.

Второй шаг:

- Время роста температуры $t_p = 50$ с.
- Уставка (установившееся значение температуры) $T = 105$ °С.
- Время выдержки заданного температурного режима $t_{\text{выд}} = 120$ с.

Третий шаг:

- Время роста температуры $t_p = 70$ с.
- Уставка (установившееся значение температуры) $T = 60$ °С.
- Время выдержки заданного температурного режима $t_{\text{выд}} = 120$ с.

На третьем шаге программы регулятор завершает работу, и камера охлаждается до комнатной температуры.

График переходного процесса изменения температуры по заданной программе представлен на рисунке 3.

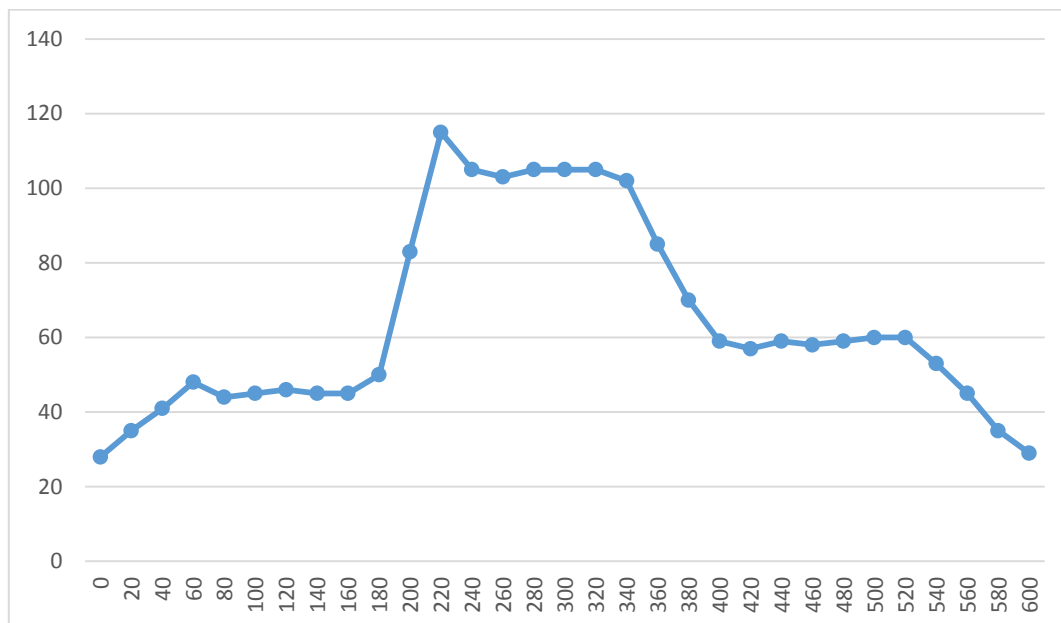


Рис. 3 График переходного процесса изменения температуры по заданной программе

Анализ переходного процесса.

Среди возможных режимов САР важное значение имеет переходный процесс, возникающий при быстром изменении задающего воздействия или возмущения от одного значения до другого. Чем с большей скоростью и плавностью протекает такой процесс, тем меньше продолжительность и значение рассогласования.

Переходная характеристика имеет колебательный характер. Особенность колебательной характеристики в наличии перерегулированных – переходов через установившееся значение.

К основным показателям качества переходной характеристики относят:

– Перерегулирование σ :

$$\sigma = \frac{T_{max} - T_y}{T_y} * 100\%$$

– Врем регулирования t_p . Временем регулирования оценивают длительность переходного процесса. Однако в идеальной линейной системе переходный процесс бесконечен, поэтому временем регулирования t_p считают тот интервал времени, по истечении которого отклонения переходной характеристики от установившегося значения не превышают Δ :

$$|T - T_y| \leq \Delta T_y$$

Значение Δ выбираем равным 5%.

– Время достижения первого максимума t_{max} – интервал времени в течении, которого переходная характеристика достигает своего максимума;

– Время нарастания переходного процесса t_n – время, в течении которого переходная характеристика достигает значения;

При заданных значениях σ и t_p переходная характеристика не должна выходить из определенной области рисунок 4. Называемой областью допустимых отклонений.

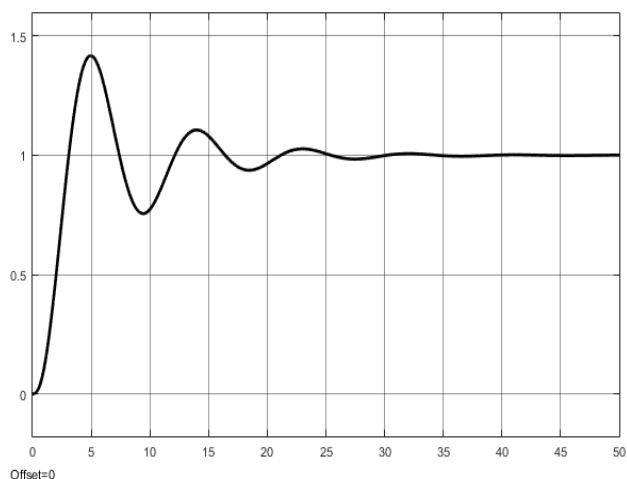


Рис. 4 Переходная характеристика

Вывод: исследования показали, что использование системы автоматической регулировки температуры воздуха намного упрощает проведение испытаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зимин, Н.С. Разработка стенда для исследования режимов работы электронных устройств при различной температуре окружающей среды/ Н.С. Зимин, Блинов О.В //Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК–2019) – Иваново: ИВГПУ, 2019.- 282 с.

ВЫБОР ТЕКСТИЛЬНО ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ КРАШЕНИЯ ХЛОПКОПОЛИАМИДНОГО ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА

SELECTION OF TEXTILE AUXILIARY SUBSTANCES FOR DYEING COTTON-POLYAMIDE KNITTED FABRIC

З.А. Асхабова, А.Э. Джумаева, А.А. Миронова, С.В. Смирнова, Е.Л. Владимирцева
Z.A. Askhabova, A.E. Dzhumaeva, A.A. Mironova, S.V. Smirnova, E.L. Vladimirtseva

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

В работе проведена комплексная оценка эффективности использования различных ТВВ и ПАВ для получения интенсивных, ровных окрасок при крашении прямыми красителями смесового хлопкополиамидного трикотажного полотна. Оценивалось влияние ТВВ на колористические показатели хлопчатобумажных и полиамидных материалов, окрашенных из одной ванны. Предложены эффективные поверхностно-активные вещества для снижения разнооттеночности окраски хлопка и полиамида при крашении прямыми красителями.

Ключевые слова: крашение, поверхностно-активные вещества, хлопок, полиамид, прямой краситель

A comprehensive assessment of using various textile auxiliary and surface-active substances to obtain intense, even colors when dyeing with direct dyes a blended cotton-polyamide knitted fabric was carried out. The effect of TVB on the color indices of cotton and polyamide materials dyed from the same bathtub was evaluated. Effective surfactants have been proposed to reduce the different colors of cotton and polyamide during dyeing with direct dyes.

Keywords: dyeing, surfactants, cotton, polyamide, direct dye

Наиболее удачным решением задач, стоящих перед трикотажным производством текстильной промышленности является разработка новых технологий, основанных на широком использовании текстильно-вспомогательных веществ (ТВВ) и поверхностно-активных веществ (ПАВ). В частности, применение ТВВ позволяет, например, регулировать переход красителя из раствора на волокно, т.е. снижать или повышать окрашиваемость. Уменьшающие или исключаяющие окрашиваемость волокнистого материала текстильно-вспомогательные вещества называют резервирующими средствами. Необходимость использования резервирующего средства для однотонного окрашивания компонентов смеси волокон возникает, когда они по-разному окрашиваются одним красителем. Резервирующее средство (обладающее сродством к волокну) сорбируется как бесцветный краситель на быстроокрашиваемом компоненте смеси, уравнивая его окрашиваемость с окрашиваемостью второго компонента. В данном случае оно играет роль выравнивателя окраски. Одной из основных областей использования таких резервирующих средств является крашение анионными красителями смесей целлюлозных с полиамидными волокнами. Резервирующее средство дает возможность сделать одинаковым сродство к красителю компонентов смеси волокон различных классов.

Целью исследования была комплексная оценка эффективности использования различных ТВВ и ПАВ для получения интенсивных, ровных окрасок при крашении прямыми красителями смесового хлопкополиамидного трикотажного полотна. Оценивалось влияние ТВВ на колористические показатели хлопчатобумажных и полиамидных материалов, окрашенных из одной ванны.

В работе использовали ТВВ различной природы: неионогенные, анионактивные, амфотерные, а также композиционные препараты. Все текстильно-вспомогательные вещества, используемые в работе, являются отечественными продуктами.

Для оценки колористических показателей окраски трикотажных хлопчатобумажных и полиамидных полотен окрашивали образцы хлопка и полиамида одновременно в одной ванне исследуемыми прямыми красителями. Процесс крашения проводили по периодическому способу. Концентрация красителя составляла 2,8 % от массы текстильного материала, концентрация электролита - NaCl составляла 20 % от массы волокнистого материала. Критериями качества крашения служили интенсивность окраски (K/S), определяемая на основании коэффициентов отражения (R), полученных на приборе «Sprekol-11» и коэффициент различия интенсивности хлопчатобумажного и полиамидного полотна ($K_{разл}$), рассчитываемый по формуле:

$$K_{разл} = \frac{K/S_{полиамида}}{K/S_{хлопка}}$$

Следует отметить, что все использованные в работе красители условно делятся на две группы. Первая группа окрашивает хлопчатобумажный материал интенсивнее, чем полиамидный. К ней относятся красители прямой коричневый СВ 2КХ, прямой оливковый, прямой синий 2К. Красители второй группы наоборот, активнее сорбируются полиамидом, чем хлопком - это прямой фиолетовый, прямой ярко-оранжевый.

В таблицах 1 и 2 в качестве примера представлены данные о влиянии ТВВ на интенсивность окраски и коэффициент различия интенсивности хлопчатобумажного и полиамидного полотна при крашении красителями из первой и второй групп - прямым коричневым СВ 2КХ и прямым ярко-оранжевым соответственно.

Таблица 1

Колористические характеристики текстильных материалов, окрашенных красителем прямым коричневым СВ 2КХ

№	ТВВ	Интенсивность окраски, K/S		Изменение интенсивности окраски, K/S		$K_{разл}$
		хлопок	полиамид	хлопок	полиамид	
1.	Метекс	15,32	20,75	-	-	1,35
2.	Неонол АФ 9/10	15,50	23,22	-	-	1,49
3.	Моноэтаноламид	15,14	22,19	-	-	1,46
4.	Синтанол БВ	15,72	28,6	-	-	1,81
5.	Карбозалин КЖ	18,54	34,00	-	+	1,83
6.	Этаноламиды ТР	18,24	29,67	-	+	1,63
7.	Ивалон ХП	27,86	19,57	-	-	0,70
8.	ДНС-А	26,35	33,37	-	+	1,27
9.	Алкилсульфаты Na	33,10	13,18	+	-	0,40
10.	Ивегаль А	37,50	26,84	+	-	0,72
11.	МКС	37,50	25,82	+	-	0,69
12.	Велан	29,67	25,80	-	-	0,87
13.	Стеарокс-б	15,37	28,40	-	-	1,85
14.	ЛСТ Са-На	36,57	34,23	+	+	0,94
15.	ЛСТ амм. (м.В)	30,10	27,89	-	-	0,93
16.	ЛСТ Na (м. А)	30,20	27,22	-	-	0,79
17.	ЛСТ Na (м. Е)	28,97	28,13	-	-	1,03
18.	Эфектан СВ-13	27,96	12,73	-	-	0,46
19.	Без добавок	32,3	29,03			0,9

Таблица 2

Колористические характеристики текстильных материалов, окрашенных красителем прямым ярко-оранжевым

№	ТВВ	Интенсивность окраски, K/S		Изменение интенсивности окраски, K/S		K _{разл}
		хлопок	полиамид	хлопок	полиамид	
1.	Метекс	19,01	20,96	-	-	1,10
2.	Неонол АФ 9/10	15,14	19,2	-	-	1,27
3.	Моноэтаноламид	15,5	29,67	-	-	1,9
4.	Синтанол БВ	15,68	29,13	-	-	1,86
5.	Карбозалин КЖ	28,48	31,63	-	-	1,71
6.	Этаноламиды ТР	19,01	33,9	-	-	1,77
7.	Ивалон ХП	18,00	27,38	-	-	1,52
8.	ДНС-А	15,84	27,33	-	-	1,72
9.	Алкилсульфаты Na	19,57	14,8	-	-	0,76
10.	Ивегаль А	25,82	28,4	-	-	1,1
11.	МКС	18,78	31,63	-	-	1,68
12.	Велан	15,87	27,86	-	-	1,76
13.	Стеарокс-6	18,49	30,3	-	-	1,64
14.	ЛСТ Са-Na	26,09	29,49	-	-	1,13
15.	ЛСТ амм. (м.В)	23,72	37,5	-	+	1,58
16.	ЛСТ Na (м. А)	25,51	32,89	-	-	1,29
17.	ЛСТ Na(м.Е)	28,33	32,33	-	-	1,14
18.	Эфектан СВ-13	18,78	21,41	-	-	1,14
19.	Без добавок	30,3	34,7			1,14

Из представленных в таблицах данных видно, что для красителей, относящихся к первой группе, такие препараты как ЛСТ, ЭМ, МКС, Алкилсульфаты Na, Ивегаль А, вызывают повышение интенсивности окраски хлопчатобумажного полотна. Причем последние три снижают интенсивность окраски полиамида, по сравнению с крашением в отсутствие ТВВ. Поэтому коэффициенты различия окраски при крашении в присутствии этих препаратов ниже единицы. Карбозалин КЖ, Этианоламиды ТР, препараты ДНС-А, ЭМ, ЛСТ, КБЖ и Леомин АФК повышают интенсивность окраски полиамида, но снижают интенсивность окраски хлопка (кроме препаратов ЭМ и ЛСТ). Только препараты ЭМ и ЛСТ повышают интенсивность окраски обоих компонентов смеси, кроме того при крашении в присутствии этих препаратов получают наиболее равномерные по интенсивности окраски, коэффициент различия в этих случаях близок к единице (0,98 и 0,9, соответственно). Необходимо отметить, что коэффициент различия, близкий к единице также позволяют достигнуть все исследованные лигносульфонаты.

Для красителей второй группы из таблицы 2 видно, что добавление в красильный раствор любого ТВВ вызывает резервирование окрашивания не только полиамидного, но и хлопчатобумажного полотна. Значения коэффициента различия окрасок близкие к единице были получены при добавлении в ванну таких препаратов, как Метекс и Ивегаль А (Кразличия = 1,1).

Таким образом, в ходе проведенных исследований выявлено, что в индивидуальном виде ни один из исследованных препаратов, не позволяющий достичь однотонной окраски хлопкополиамидных трикотажных полотен при крашении прямыми красителями. Полученные данные послужат основой для создания композиционного выравнивателя, работа в направлении поиска и синтеза универсального препарата будет продолжена.

Вероятнее всего, это будет смесь поверхностно-активных неионогенных препаратов и анионоактивных компонентов. Вместе с тем, можно рекомендовать для снижения разнооттеночности окраски хлопка и полиамида при крашении красителями, отнесенными к первой группе лигносульфонаты и анионоактивные препараты, а при крашении красителями, отнесенными ко второй группе такие препараты, как Метекс и Ивегаль А.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания
(проектная часть), проект № 4.1929.2017/4.6*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ «САПР ТЕХНОЛОГ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВЗАИМОСВЯЗИ ТЕРМИНОВ

IMPROVEMENT OF “CAD TECHNOLOGY” INFORMATION BASIS USING THE TERMS OF INTERCONNECTION OF TERMS

А.М. Цыганаш, И.Ю. Белова
A.M. Tsyganash, I.Yu Belova.

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

Доказана возможность повышения конкурентоспособности САПР подсистемы «Технолог» при проектировании её с функциональными возможностями искусственного интеллекта, управляемого экспертной системой. Разработан алгоритм функционирования экспертной системы, формирования технологической последовательности изготовления одежды в автоматическом режиме, имеющей взаимосвязь с САПР подсистемы «Конструктор». Разработан принцип кодирования технологической информации.

Ключевые слова: САПР «Технолог», правила, лингвистическое соответствие, алгоритм, экспертная система, кодирование.

The possibility of increasing the competitiveness of CAD systems of the subsystem "Technologist" when designing it using the functions of artificial intelligence controlled by an expert system is substantiated. An algorithm has been developed for the functioning of an expert system for the formation of a technological sequence of clothing production in automatic mode, which is interconnected with the CAD system of the "Designer" subsystem. The principle of coding of technological information is developed.

Keywords: CAD "Technologist", rules, linguistic correspondence, algorithm, expert system, coding

Развитие швейной промышленности не отделимо от высоких технологий. Сегодня швейные предприятия хотят шить качественно, быстро, сменяя свой ассортимент и выпуская новые коллекции. Серьезным помощником в решении этих задач являются швейные САПР (системы автоматизированного проектирования). Система искусственного интеллекта – платформа создания подсистемы САПР Технолог

Возможность и эффективность применения ЭВМ для решения тех или иных задач проектирования непосредственно связаны со степенью математической формализации этих задач. Наибольший успех достигнут для тех объектов и задач проектирования, для которых найдены адекватные математические модели, развиты эффективные вычислительные процедуры, доказана их разрешимость, определены ограничения. В САПР это, в первую очередь, относится к задачам анализа и параметрической оптимизации.

В то же время многие задачи проектирования (например, подавляющее большинство задач структурного синтеза) плохо поддаются автоматизации, решаются вручную, эвристически на основе опыта и интуиции разработчика. При этом качество получаемых решений определяющим образом зависит от творческих способностей человека. Такие задачи принято называть плохо формализуемыми, к ним относятся: 1) задачи, не имеющие точно выраженной математической постановки (в терминах АП - задачи, не имеющие конструктивной ММ) и/или 2) задачи, решение которых алгоритмическими методами невозможно или неэффективно. Наряду с поиском и разработкой формальных подходов к решению таких задач перспективным является использование методов и средств искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект (ИИ) — это (применительно к проблематике АП) научная дисциплина, развивающая теорию и средства решения на ЭВМ плохо формализуемых задач на основе оперирования неформальными знаниями человек.

Плохо формализуемые задачи обычно обладают следующими особенностями: неоднозначность, неполнота и противоречивость исходных данных, неоднозначность, неполнота и противоречивость знаний о решаемой задаче, большое количество возможных решений.

Плохо формализуемые задачи — это чаще всего задачи в нечисловой форме.

В зависимости от масштабности той роли, которую призваны играть методы и средства ИИ в решении задач проектирования, условно можно выделить 3 уровня интеллектуализации САПР. На первом уровне средства ИИ используются лишь в качестве компонент отдельных подсистем САПР, где они используются для решения подзадач, решений которых формальными методами неэффективно или невозможно. Второй уровень предусматривает наличие в САПР, построенных на традиционных принципах, подсистем (проектирующих или обслуживающих), полностью организованных в соответствии с методологией ИИ. Третий уровень интеллектуальности достигается при построении САПР целиком на организационных принципах систем ИИ с использованием как формальных, так и эвристических процедур проектирования. Технологический процесс изготовления швейных изделий представляет собой сложный комплекс взаимодействий орудий труда с обрабатываемым материалом, в результате которых детали кроя собираются в узлы, в сборные единицы и изделие в целом. Описание этого процесса относится к плохо формализуемым задачам и требующим разработки системы цифрового кодирования информации.

В основу проектирования базы данных взяты технологические последовательности изготовления швейных изделий специального назначения (рабочей одежды).

На начальном этапе проведен анализ данных последовательностей на наличие технологических ошибок, выявлено не верное использование наименований операций, неоднородность последовательности, а именно объединение нескольких неделимых операций в одну.

Для корректировки последовательностей с технологической позиции были изучены нормативная документация: ГОСТ 20521-75 «Технология швейных изделий. Термины и определения». Анализ данных основного документа, регламентирующего термины для формулировки операции, что перечень является недостаточным и требует дополнения.

Следующим этапом в подготовке базы данных стал лингвистический анализ технологических последовательностей. Формирование неделимых технологических операций на основе закономерностей построения правильных осмысленных речевых отрезков, а также лингвистической системы взаимосвязи слов в предложениях, позволило создать единую закономерную структуру построения технологической последовательности. Непосредственная проработка велась со специалистом русского языка и культуры речи. Сформулированы правила построения речевых отрезков и предложений для создания технологически неделимых операций.

Правило 1: термин (действие) - чего (деталь) - с чем (деталь) - по какому (-им) срезам...

Правило 2: термин (действие) - по какому шву (припуску шва, участку) ...

Правило 3: название среза выбирается относительно большей по площади детали или по определяемой операции детали...

Правило 4: каждому термину соответствует свой предлог

Правило 5: использование предлога «по» в предложениях с указанием наименования среза

Правило 6: использование деепричастного оборота невозможно

Ручные работы не подчиняются данным правилам. Так как они не зависят от методов обработки и их формулировки являются неизменными, то в проектируемой системе ручные работы представляют собой банк неделимых операций.

В соответствии с вышеперечисленными этапами и разработки структуры БД и БП были получены технологические последовательности первых пяти костюмов и скорректированный вариант технологического процесса в соответствии с правилами экспертной системы.

Для успешного построения и использования БД необходимо систему обмена информации, в которой будут включены следующие блоки: база правил, база данных, конструкторская база (наименование срезов, деталей кроя, фурнитуры), система кодировки информации. БД представляет собой три независимых каталога: БД машинных работ, БД утюжительных работ, БД ручных работ. БД машинных работ является обучаемой структурой и в соответствии с блок «Конструктор» и БП формирует технологически неделимые операции автоматически. БД утюжительных и ручных работ представляет собой определенные каталоги, в которых непосредственно имеется набор технологически неделимых операций. На рисунке 1 представлена структура БД.

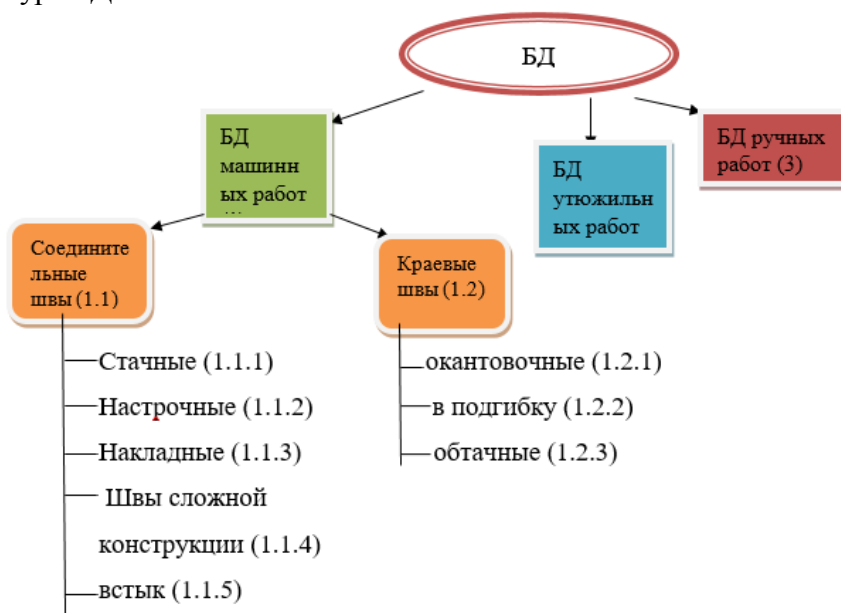


Рис. 1 Структура базы данных

В базе данных наличие макросов для ручных и утюжительных работ – наименование непосредственно неделимых технологических операций, машинных – виды швов и их код. Непосредственная структура кода (цифровая), в которой каждая цифра указывает ЭС на непосредственный блок, к которому нужно обратиться.

При формировании технологически неделимой операции каждая составляющая предложения берется из определенной базы. Пример представлен на рисунке 2.

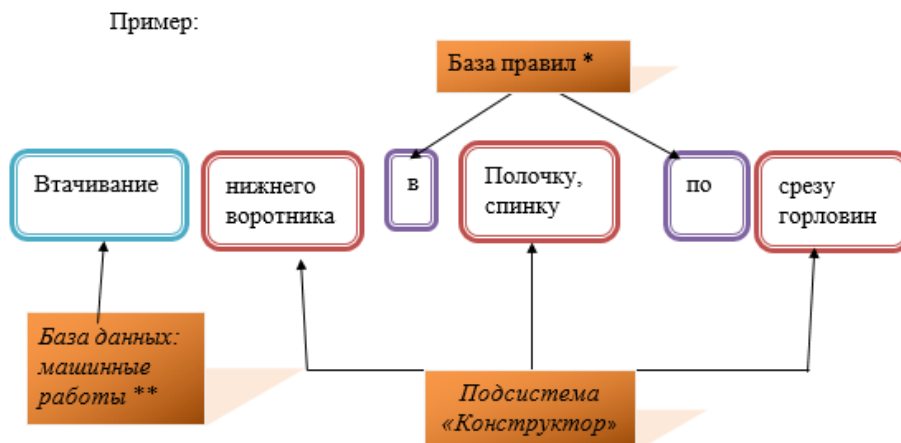


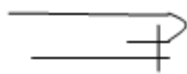
Рис. 2 Структура формирования машинной технологически неделимой операции на конкретном примере

База правил *:

Правило 4: каждому термину соответствует свой предлог таблица 1.4

Правило 5: использование предлога «по» в предложениях с указанием наименования среза

База данных **: машинные работы – эскиз шва и кодовое обозначение



1 – 1.1 – 1.1.1 – 1.1.1.

Разработан алгоритм взаимосвязи данных, в котором исходными данными являются: вид изделия, детали кроя с наименованием срезов, конфекцион, наполненная БД и база правил.

ЛИТЕРАТУРА

1. Потапова, И.А. Программа «СТЕП-С» - новые возможности САПР «Технолог»/ И.А.Потапова, И.Ю.Белова, Е.В. Соловьёва.// Ивановская государственная текстильная академия. Депонированная рукопись. ВИНТИ, № 814-В2005. ГРНТИ 641.33.14. – 06.06.2005
2. Горелова, А.Е. Разработка экспертной системы многокритериальной оптимизации выбора технико-технологических решений производства одежды/ А.Е.Горелова, И.Ю.Белова и др.// Современные наукоёмкие технологии и перспективные материалы текстильной и лёгкой промышленности (Прогресс). – 2013, 2(1). С. 71-72.
3. Молькова, А.Г. Разработка методики формирования базы правил экспертной системы для составления схемы разделения труда/ А.Г. Молькова, И.Ю. Белова// Информационная среда ВУЗа. – 2015. №1(22). С.296-300.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ГЕОМАТЕРИАЛА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ГЕОСЕТКА-ГРУНТ

DESIGN OF THE GEOMATERIALS STRUCTURE DEPENDING ON THE PARAMETERS OF THE GEOGRID-SOIL SYSTEM

С.В. Соколова, А.П. Башков, Г.В. Башкова
S.V. Sokolova, A.P. Bashkov, G.V. Bashkova

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University

E-mail: sv.sokolova29@mail.ru, apb303@yandex.ru, milena55@yandex.ru

Рассматриваются вопросы, связанные с определением степени уплотнения грунта, расположенного внутри ячеек льняного трикотажного геополотна сетчатой структуры, используемого для предотвращения эрозии почвы на склонах при поверхностном армировании. Приводится методика расчета внутренних напряжений сил трения и прессования в зависимости от структурных параметров и волокнистого состава геотрикотажа, а также от глубины его заложения и типа грунта. Показано, что силы внутреннего трения, зависящие от технологических параметров геосетки, оказывают решающее значение на упрочняющий эффект.

Ключевые слова: землеустройство на склонах, противоэрозийная защита грунта, геокомпозит, льняные трикотажные геополотна, силы внутреннего трения, уплотнение сыпучей среды, пористость.

The article discusses issues related to the definition of degree of soil compaction, located inside the cells linen warp-knitted strength geonets structure used to prevent soil erosion on slopes with surface reinforcement. It's presented the calculation technique of the internal stress and friction forces compression depending on the structural parameters and fiber composition knitted geofabrics as well as the depth of its inception and the type of soil. Shown that the strength of the internal friction depending on the technological parameters of geonets decisive influence to reinforcing effect.

Keywords: land management on slopes, soil erosion protection, geocomposites, soil erosion, linen knit geofabrics, internal friction forces, compaction granular medium, porosity.

Для защиты почвы на склонах от эрозии и осыпания при землеустройстве и строительстве дорог невозможно обойтись без применения геоматериалов. Чаще всего для этой цели используются геосинтетики, они прочны, хорошо удерживают частицы грунта, но не подвержены биоразложению и остаются в почве десятки и сотни лет, создавая экологические проблемы. Материалы из натурального сырья безопасны для окружающей среды по сравнению с их синтетическими прототипами, так как за несколько лет подвергается полному биоразложению, а сами волокна являются возобновляемым ресурсом. При использовании текстильной сетчатой структуры существенно увеличивается сцепление грунта, поскольку частицы мелкообломочного грунта уплотняются и заклиниваются в ячейках геосеток. При этом образуется устойчивая система геосетка-грунт, т.е. геокомпозит, в которой внешняя нагрузка равномерно распределяется по всему объему.

Тканая и трикотажная сетчатые структуры из натуральных растительных волокон обладают низкой эластичностью и пластической деформацией, имеют высокую прочность и низкое разрывное удлинение, что является значимым параметром при выборе исследуемых структур противоэрозийного назначения.

Трикотажные сетчатые структуры являются наиболее распространенными и имеют множество видов переплетений, что позволяет вырабатывать их с прямоугольной, ромбовидной, шестиугольной и практически круглой формой ячеек. Преимуществом трикотажного полотна становится то, что структуру образуют петли со значительно большими размерами ячеек, за счет этого структура становится более подвижной, а, следовательно, и увеличивается растяжимость и способность удлиняться под действием

нагрузок, что существенно и выгодно отличает трикотаж от ткани, делая его более износостойким. При нагрузке на определенный участок, нити начинают ориентироваться в направлении приложения силы, и полотно при незначительных деформациях получает удлинение с запаздывающим восприятием растягивающих усилий, что является хорошим преимуществом перед тканью. Кроме того, основовязаная сетка имеет более эластичную структуру, что позволяет при укладке полона на грунт повторять неравномерно изменяющуюся поверхность и увеличивает сцепление с почвой. При локальных повреждениях, например, при засыпке камнем (или почвой), и сквозных деформациях (продавливании) структура материала не изменяется, оставаясь в первоначальном положении.

Трикотажная геосетка из льносодержащей пряжи, применяемая как противозерозийный материал, обеспечивает решение следующих задач:

- минимизирует подвижность фрагментов грунта;
- минимизирует динамическое воздействие влаги, рассеивая падающие дождевые капли (струи);
- способствует активному росту травяной растительности, укрепляющей склон, при полном собственном биоразложении.

Для этого осуществляется поверхностное армирование склона при размещении сетки на небольшой глубине параллельно наклонной поверхности. Под действием нагрузок и микротоков влаги происходит уплотнение (прессование) как частиц грунта в ячейках сети, так и самой пористой волокнистой структуры материала [1]. Уплотнение порошковых и волокнистых структур можно рассматривать с точки зрения теории контактных явлений, рассматривая его в связи с процессом консолидации отдельных частиц грунта и структурных элементов (волокон). В результате образуется геокомпозит с регулярной неоднородностью. Усилие уплотнения сыпучей и волокнистой среды P_n определяется силами сжатия от давления верхней части грунта P_G и силами реакции нити P_τ , составляющей элемент петли и

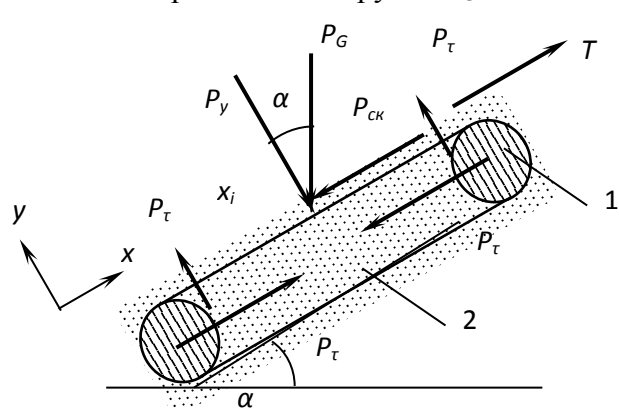


Рис. 1. Силы давления, действующие на элемент трикотажа, заполненный сыпучей средой:

работающей аналогично подпорной стенке, которая создает боковое давление (рис.1). Однако, со стороны соседних ячеек действует такая же боковая сила, но в обратном направлении. Поскольку эти силы компенсируют друг друга, то происходит только сжатие волокнистого материала, при этом за счет увеличения сил трения в контактных точках текстильный материал становится прочнее. Единственной силой, создающей сколь-нибудь ощутимую деформацию геосетки, является скатывающая сила. Скатывающая сила $P_{ск}$ оказывает равномерное давление на каждую нить

одновременно уплотняя сыпучую среду и скатывая весь геокомпозит вниз по склону. Причем в противоположную ей сторону действует сила поверхностного трения T . Очевидно, что

$$\begin{aligned} P_n &= P_G \cos \alpha; \\ P_{ск} &= P_G \sin \alpha. \end{aligned} \quad (1)$$

В системе волокнистая структура-грунт решающее значение на уплотнение массива оказывает боковое сопротивление нитей, обусловленное их механическими свойствами, которое обуславливает возникновение сил внутреннего трения P_τ в каждой ячейке сети. В теории прессования это сопротивление выражают через коэффициент бокового давления [2]:

$$K_\sigma = \frac{\sigma_\sigma}{\sigma_y} = \frac{\mu_0}{1 - \mu_0}, \quad (2)$$

где σ_6 и σ_y – боковое и осредненное напряжение прессования в сечении ячейки, μ_0 – коэффициент Пуассона, для грунтов: крупнообломочных – 0,27; песков и супесей – 0,30; суглинков – 0,35; глин – 0,42 (по СНиП 2.02.01-83 [3]).

Если рассматривать грунт как квазисплошную среду, то принимая во внимание условие (2), можно выразить элементарную силу трения в сечении y_i следующим образом

$$dP_\tau = \frac{4fK_6}{D} P_y dy, \quad (3)$$

где f – коэффициент внешнего трения частиц грунта об ограничивающие ячейку нити; D – характерный размер ячейки (эквивалентный диаметр).

Усилие прессования с учетом силы трения $P_{\tau,y}$ в сечении y_i будет

$$P_y = P_n - P_{\tau,y} = \sigma_y \frac{\pi D^2}{4}. \quad (4)$$

Решая уравнение (3) с учетом (4) и принимая во внимание, что в предельном случае y равен глубине заложения H , запишем

$$\sigma_y = \sigma_n e^{-\frac{4fK_6 H}{D}}, \quad (5)$$

$$P_\tau = P_n \left(1 - e^{-\frac{4fK_6 H}{D}} \right). \quad (6)$$

Можно отметить, что внутренние силы трения в системе волокнистая структура-грунт увеличиваются с возрастанием нормального давления, зависящего от толщины слоя грунта в геокомпозите, с увеличением коэффициента трения грунта о нить, и с уменьшением размера ячейки (до определенного предела, в котором частицы грунта можно считать изотропной сыпучей средой, а не конечным набором твердых тел). Силы трения играют большую роль в уплотнении сыпучего материала. Поэтому трикотаж из грубой льносодержащей пряжи с размером ячейки около 15 - 20 мм более предпочтителен, чем геосинтетик с крупной ячейкой из гладких нитей.

Деформация грунта внутри ячейки $\varepsilon_{y,i}$ составит

$$\varepsilon_{y,i} = \frac{\sigma_y}{E} \left(1 - \frac{2\mu_0^2}{1 - \mu_0} \right), \quad (7)$$

где E – модуль упругости.

При этом происходит уплотнение и уменьшение пористости грунта, что позволяет лучше противостоять эрозии. Коэффициент пористости грунта изменится на величину

$$\Delta e_i = (1 - e_0) \varepsilon_{y,i}, \quad (8)$$

где e_0 – начальный коэффициент пористости грунта.

Соппротивление сдвигу можно определять по известной формуле [3]

$$\tau_{np} = \sigma_n \operatorname{tg} \varphi + c = \sigma' \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (9)$$

где τ_{np} – удельное сопротивление сдвигу, φ – угол внутреннего трения, увеличивающийся по мере увлажнения грунта: у песка от 1,5° до 2°, у глины от 1,6° до 2,2°, у почвенного слоя 1,2° - 1,6° c – удельное сцепление, выраженное в МПа, у идеально сыпучих тел $c=0$, $\sigma' = \sigma_0 + \sigma_n$ – приведенное нормальное давление с учетом давления связанности, обусловленным силами сцепления: $\sigma_0 = c / \operatorname{tg} \varphi$.

Учитывая, что у несвязанного грунта (песок, влажная глина) значение удельного сцепления близко к 0, а связанность грунта определяется силами трения частиц грунта о нити геосетки, можно считать, что

$$\sigma_0 = \frac{P_\tau}{F}, \quad (10)$$

где F – внешняя поверхность нитей геосетки, контактирующей с поверхностью грунта.

Определить значение F можно, рассчитав длину нити L в элементе трикотажа

$$F = L\pi \frac{d^2}{4}k, \quad (11)$$

где d – диаметр нити с учетом сжатия, k – коэффициент, учитывающий долю общей площади

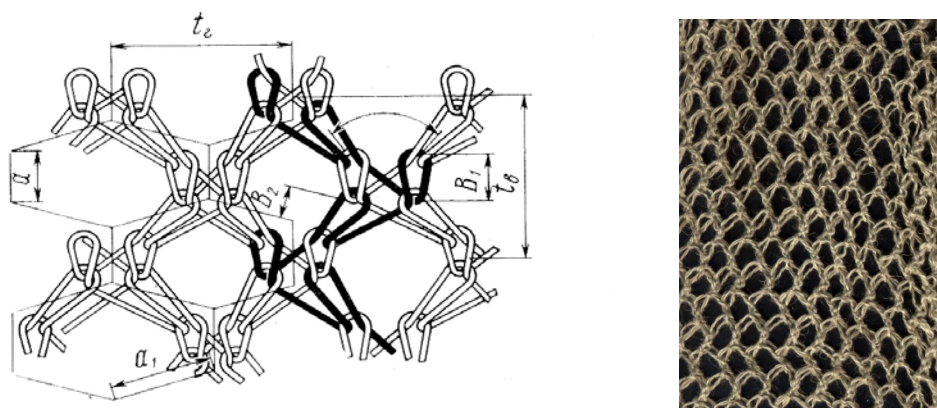


Рис. 2. Геометрическая модель и экспериментальный образец сетеполотна с

нити, контактирующей с грунтом. L и k определяются по образцам [4] согласно геометрической модели трикотажа (рис. 2).

Геометрические характеристики экспериментальных льносодержащих геополотен, полученных на основовязальной машине ОВ-160 представлены в таблице.

Таблица – Структурные и весовые характеристики полотна

№	Характеристика	Образец 1 (плотный)	Образец 2 (редкий)
1	Линейная плотность нитей, текс	63,7	63,7
2	Длина нити в петле, l_{cp} , мм	30,48	21,43
3	Диаметр нити, d , мм	0,48	0,34
4	Вертикальный шаг ячеей, t_g , мм	16,18	20,59
5	Горизонтальный шаг ячеей, t_z , мм	8,78	14,14
6	Расход нитей на образование одной ячеей, $L_{я}$, мм	182,88	171,44
7	Масса нитей на образование одной ячеей полотна, $M_{я}$, г	0,023	0,011
8	Поверхностная плотность, ρ_s , г/м ²	351,6	198,7
9	Толщина полотен, M , мм	0,58	0,27

Таким образом, сопротивление сдвига связанного геосеткой грунта, увеличивается пропорционально фрикционным свойствам трикотажного полотна, которые определяются структурой и сырьевым составом и могут быть количественно определены.

В некоторых случаях (крутой склон, переувлажненный грунт) возможна ситуация, при которой может быть скатывание всего геоконструкта. По мнению авторов эта ситуация маловероятна, поскольку в большинстве случаев склон не представляет собой идеальную наклонную плоскость, а глубина заложения не постоянна ввиду ручной укладки и засыпки. Геоматериал в этом случае изогнут, что создает дополнительное сопротивление сдвигу. Но чаще всего на крутых склонах верхняя часть геосетки фиксируется с основанием анкерами, что исключает сползание. В этом случае, сдвиг геоматериала определяется прочностью полотна по отношению к растягивающим усилиям, которая, во всех случаях, значительно больше скатывающей силы.

Выводы:

1. Упрочняющий эффект геоматериала при поверхностном армировании и сопротивление сдвигу на склоне определяются внутренними силами трения в системе волокнистая структура-грунт, которые зависят от нормального давления грунта, фрикционных и структурных свойств геополотна.
2. Основовязанный трикотаж из грубой льносодержащей пряжи с размером ячейки 15-20 мм способен эффективно защитить грунт на склоне от осыпания и эрозии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Башкова, Г.В. Проектирование основных свойств трикотажных геополотен / Г.В. Башкова, А.П. Башков, Д.А. Алешина, С.В. Соколова //Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2013. – № 3(345). – С. 159-163.
2. Шайморданов Л.Г. Статистическая механика деформирования волокнистых нетканых пористых тел / Л.Г. Шайморданов. – Красноярск: КГУ, 1989. – 152 с.
3. Клейн, Г.К. Строительная механика сыпучих тел / Г.К. Клейн. – М: Стройиздат, 1977. – 256 с.
4. Землякова, И.В. Неразрушающий метод определения длины нити в петле трикотажного полотна /И.В. Землякова, Л.А Каминская// Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2012. – № 4 . – С. 113-116.

ДИНАМИЧЕСКАЯ ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ В КАМЕРАХ СМЕСОВОЙ МАШИНЫ

DYNAMIC SIMULATION MODEL OF THE MIXING PROCESS IN THE MIXING CAMERAS

С.А. Родионов, И.А. Суворов, С.П. Зимин
S.A. Rodionov, I.A. Suvorov, S.P.Zimin

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnical University
E-mail: spzim60@yandex.ru

В статье приводятся результаты разработки имитационной математической модели смесовой машины. Разработана динамическая модель смесовой машины и составлена структурная схема на базе программного комплекса МИК-НН.

Ключевые слова: динамическая имитационная модель, структурная схема, смешивание.

The article presents the results of the development of a simulation mathematical model of the mixing machine. The dynamic model of the mixing machine is developed and the block diagram on the basis of the program complex MIC-NN is made.

Сущность процесса смешивания заключается в равномерном распределении волокон с разными свойствами внутри каждого компонента и в равномерном распределении волокон каждого компонента во всей смеси. Равномерное распределение волокон разных компонентов — это такое распределение, при котором в пробе любого объема содержатся волокна всех компонентов, причем их долевое участие соответствует рецепту смеси.

Целью процесса смешивания является получение более равномерных по составу продуктов прядения и более равномерной пряжи по всем свойствам в любом участке, а также получение пряжи заданной себестоимости и качества. В настоящее время производители приготовительного оборудования предлагают для смешивания хлопка использовать многокамерные машины со ступенчатой загрузкой камер или с различной длиной пути движения материала.

В процессе моделирования можно выделить следующие этапы:

1. Выбор основных технологических процессов и их взаимодействия по функциональной (технологической) схеме смесовой машины.
2. Для каждого технологического процесса представить описание его динамической математической модели (передаточной функции).
3. Техническая реализация математической модели на ЭВМ.
4. Получение необходимых результатов с помощью модели.

На смесовой машине (можно выделить следующие динамические процессы) осуществляется основные динамические процессы: транспортировки, смешивания, очистки волокна.

Рассмотрим уравнение динамики и передаточную функцию смесовой машины [1]. Воспользуемся условием материального баланса массы волокон, т.е. расход волокон на входе и выходе смесовой машины должны быть равны.

В модели смесовой машины в качестве выходных параметров должна иметь расход волокна $Q_{вх}(t)$ и текущую высоту заполнения камеры $H(t)$.

На рис. 1. представлена схема формирования настила в смесовой камере, где обозначены:

$Q_{вх}(t) = QS1$ – подача (расход) волокна в смесовую камеру (кг/с)

$Q_{вых}(t) = QS2$ – расход волокна на выходе из смесовой камеры (кг/с)

$H(t) = HS$ – текущая высота заполнения камеры (м)
 LS – блокировка при заполнении камеры и разгрузки за определённый промежуток времени.

A и B – ширина и длина камеры (м)

Vt – линейная скорость вывода материала из камеры (м/с)

Очевидно плотность $P(t)$ материала в камере изменяется как по высоте $H(t)$ так и внутри каждого горизонтального слоя $z, (z+dz)$ т.е.

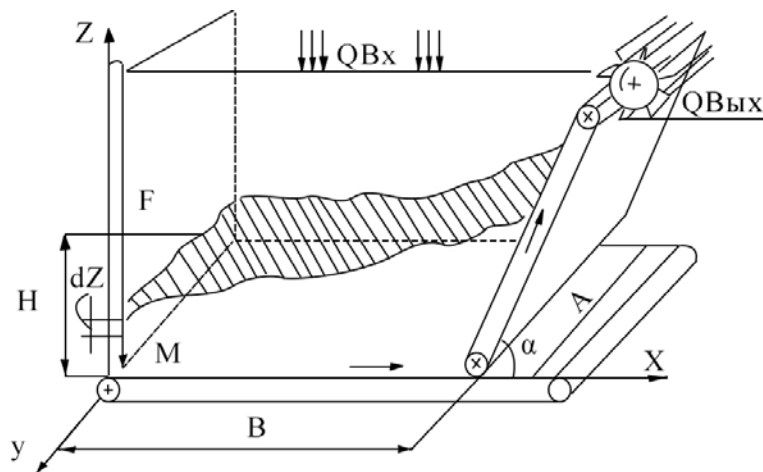


Рис. 1. Схема формирования настила волокна в камере смесовой машине

$$\gamma = \gamma (x,y,z,t) \quad (1)$$

Однако в первом приближении будем считать плотность, зависящей только от z , т.е. полагаем:

$$\gamma = \gamma (z,t) \quad (2)$$

Плотность материала $\gamma(t)$ является линейной функцией и по высоте $z(t)$ от дна камеры пропорциональна давлению $P(z,t)$ вышележащих слоёв:

$$P(z,t) = \gamma_0 + Kp(z,t) \quad (3)$$

где γ_0 плотность материала в ненагруженном состоянии;

$P(z,t)$ – давление на слой $(z, (z+dz))$;

В камеру подаётся материал неизменный по свойствам (γ_0 и $K = \text{const}$), деформация которого устанавливается мгновенно (релаксация отсутствует).

При опускании в камеру материал преодолевает силу трения F_0 стенки, которую можно принять пропорциональной давлению:

$$F_{тр}(z,t) = \mu v p \quad (4)$$

где μ – коэффициент сопротивления скольжения материала по стенкам бункера;

v – коэффициент (Пуассона) передачи давления.

Выделим из материала в камере слой толщиной dz , на который действует приращение давления массы и силы трения. Условия равновесия этого слоя характеризуется уравнением:

$$\frac{ABdp(z,t)}{dz} = -AB\gamma(z,t) + 2\mu v p(z,t)(A + B) \quad (5)$$

Выражая давление $P(z,t)$ в выражении (3) через $\gamma(z,t)$ и подставляя в (5) получим:

$$P(z,t) = [\gamma(z,t) - \gamma_0]/K \quad (6)$$

$$\frac{ABdp(z,t)}{Kdz} = -AB\gamma(z,t) + 2\mu\nu p(z,t)(A+B) \frac{[\gamma(z,t) - \gamma_0]}{K} \quad (7)$$

$$L \frac{d\gamma(z,t)}{dz} = -\gamma(z,t) - \sigma \quad (8)$$

где $L = \frac{AB}{ABK - 2\mu\nu(A+B)}$ - постоянная имеющая размерность длины, (м)

$\sigma = \frac{2\mu(A+B)\gamma_0}{ABK - 2\mu\nu(A+B)}$ - постоянные имеющие размерность плотности.

После интегрирования полученного уравнения (8) по $z(t)$ получим выражение для плотности.

$$\gamma(z,t) = -\sigma + C * \exp\left(\frac{-z}{L}\right) \quad (9)$$

где C - постоянная интегрирования

Полагая, что $z=0$ получим:

$$C = \gamma(0,t) + \sigma \quad (10)$$

Поэтому зависимость (9) после подстановки. C имеет вид:

$$\gamma(z,t) = \gamma(0,t) \exp\left(\frac{-z}{L}\right) - \sigma \left[1 - \exp\left(\frac{-z}{L}\right)\right] \quad (11)$$

Если уровень материала в камере есть $H(t)$, то

$$\gamma(H,t) = \gamma(0,t) \exp\left(\frac{-H}{L}\right) - \sigma \left[1 - \exp\left(\frac{-H}{L}\right)\right] \quad (12)$$

Из выражения (12) имеем:

$$H = L \ln \frac{\gamma(0,t) + \sigma}{\gamma_0 + \sigma} \quad (13)$$

Количество материала в камере $Q_k(t)$ определяется из уравнения

$$Q_k(t) = AB \int_0^{H(t)} \gamma(z,t) dz = AB \int_0^{H(t)} \gamma(0,t) L \left(1 - e^{-\frac{z}{L}}\right) - \sigma H(t) + \sigma L \left[1 - \exp\left(\frac{-H(t)}{L}\right)\right] \quad (14)$$

Определить из выражения (13)

$$\gamma(0,t) = (\gamma_0 + \sigma) \cdot \exp\left(\frac{H(t)}{L}\right) - \sigma \quad (15)$$

и подставив это выражение (15) в (14) получим:

$$\frac{Q_k(t)}{AB} = L \exp\left(\frac{H(t)}{L}\right) [\gamma_0 + \sigma] - \sigma H(t) - (\sigma + \gamma_0)L \quad (16)$$

$$\frac{Q_k(t)}{AB} = L(\gamma_0 + \sigma) \left(\exp\left(\frac{H(t)}{L}\right) - 1\right) - \sigma L - \sigma H(t) \quad (17)$$

Дифференцируя данное выражение по $H(t)$ и переходя к изображению по Лапласу, получим:

$$H(p) = \frac{1}{p\sigma} [pL \exp\left[\frac{H(p)}{L}\right] (\gamma_0 + \sigma) - \frac{1}{AB} pQ_k(p)] \quad (18)$$

Очевидно, что изменение количества волокна в камере будет равно:

$$\frac{dQ_k(t)}{dt} = Q_{\text{вх}}(t) - Q_{\text{вых}}(t) \quad (19)$$

На основе дифференциальных уравнений (18) и (19) может быть получена первая часть структурной модели смесовой машины для определения высоты заполнения камеры. Однако для обеспечения ее работоспособности необходимо построение второй части модели для определения расхода смеси на выходе машины.

Очевидно, что количество волокна, выводимое из камеры

$$Q_{\text{вых}}(t) = \sigma_{\text{вых}}(t)V_{\text{тр}} \quad (20)$$

где $\sigma_{\text{вых}}(t)$ – ЛП настила выводимого из камеры

$V_{\text{тр}}$ – скорость транспортировки настила и отводящей решётки

В свою очередь ЛП настила волокна определится с учётом уравнения (11) в виде:

$$\sigma_{\text{вых}}(t) = A \int_0^{H(t)+\Delta H} \gamma(z, t) dz, \quad (21)$$

где $\Delta H = (L/2) \operatorname{tg} \alpha$ – увеличение высоты настила на выходе из камеры за счёт движения отводящей решётки:

α – угол наклона компонентного настила к плоскости горизонтального транспортера.

Таким образом, количество смеси, выводимое из камеры

$$Q_{\text{вых}}(t) = AV_{\text{тр}} \left[L(\gamma_0 + \sigma) e^{\frac{H(t)}{L}} - L(\gamma_0 + \sigma) e^{\frac{\Delta H}{L}} - \sigma(H(t) - \Delta H) \right] \quad (22)$$

На основе уравнений (18), (19), (21) составлена структурная схема имитационной модели смесовой камеры смесовой машины на базе программного комплекса МИК – НН.

Структурная схема имитационной модели представлена на рис 2

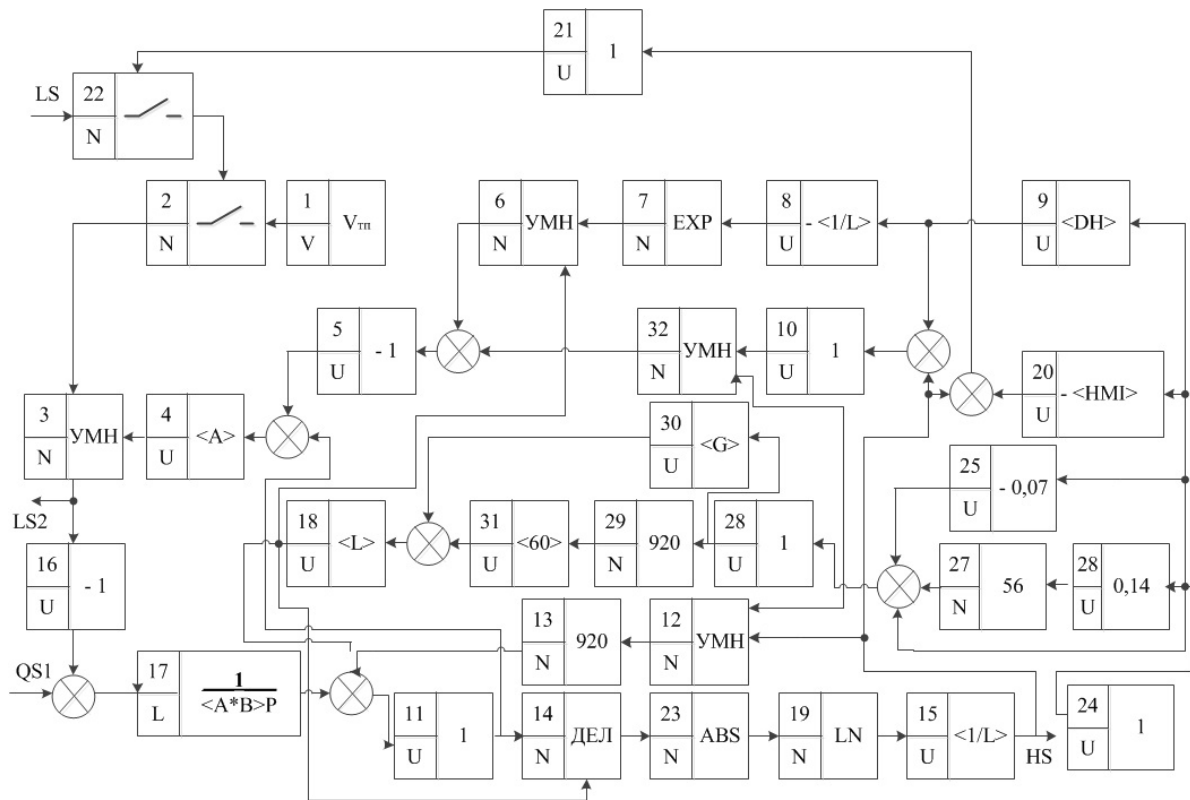


Рис. 2. Структурная схема имитационной модели смесовой машины

Таким образом, в статье представлены динамическая модель смесовой машины и структурная схема, разработанная в программе МИК НН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Севостьянов, Алексей Григорьевич. Моделирование технологических процессов (в текстильной промышленности) : [Учеб. для вузов по спец. "Прядение натур. и хим. волокон", "Ткачество", "Пр-во неткан. текстил. материалов" / А. Г. Севостьянов, П. А. Севостьянов. - М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1984. - 344 с. <https://search.rsl.ru/ru/record/01001197002>
2. Программный комплекс МИК НН
<http://tekhnosfera.com/avtomatizatsiya-matematicheskogo-modelirovaniya-dinamicheskikh-sistem-na-osnove-simvolno-chislennyh-metodov-i-graficheskikh>

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ШВЕЙНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

IMPROVEMENT AREAS OF SEWING EQUIPMENT FOR PROCESSING COMPOSITE MATERIALS

Т.Н. Никифорова, О.В. Радченко, О.В. Метелева
T.N. Nikiforova, O.V. Radchenko, O.V. Meteleva

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
tanechka.nikiforova.1999@mail.ru, radchenale@yandex.ru, olmet07yandex.ru

Композиционные полимерные материалы с новыми эксплуатационными свойствами повышенного комфорта, с информационными и регулируемыми функциями, с комплексом защитных свойств используют для производства современных швейных изделий. Эти новые материалы и переход на новые наукоемкие технологии требуют изменения парка технологического оборудования. В работе систематизирована информация и определены направления совершенствования швейных машин, определены особенности функционирования оборудования в соответствии с изменением пошивочных свойств новых материалов. Современные и перспективные разработки в области швейного оборудования учитывают изменения в сырьевом составе материалов и дают возможность успешно перерабатывать материалы с новыми потребительскими свойствами.

Ключевые слова: швейная машина, новые материалы, система перемещения материалов в машине, дефекты ниточных соединений.

Composite polymer materials with new operational properties of increased comfort, with information and control functions, with a complex of protective properties are used for production of modern sewing products. The work systematized information and defined directions of sewing machines, defined peculiarities of equipment functioning in accordance with change of sewing properties of new materials. Modern and promising developments in the field of sewing equipment take into account changes in the raw material composition and make it possible to successfully process materials with new consumer properties.

Keywords: sewing machine, new materials, system of materials movement in machine, defects of thread joints.

В соответствии с государственной программой Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» [1] и со Стратегией развития легкой промышленности России [2] одной из задач является повышение производственного потенциала легкой промышленности на основе технического перевооружения и модернизации производства, внедрение прорывных технологий и создание новых высокопроизводительных производств, обеспечивающих активизацию инновационной деятельности предприятий.

На рынке текстильной продукции появляются полимерные композиционные материалы с новыми эксплуатационными свойствами (Hi-Tech) повышенного комфорта, с информационными и регулируемыми функциями, материалы с комплексом защитных свойств и т.п. В последние годы значительная доля инноваций приходится на сегменты композиционного технического текстиля. Технический текстиль широко распространен в различных отраслях, таких как сельское хозяйство, швейная промышленность (прокладочные и вспомогательные материалы), строительство и машиностроение, медицина, спорт, защита окружающей среды, специальный защитный текстиль и др. [3, 4]. Выпуск швейных изделий из таких материалов и переход на новые наукоемкие технологии взаимосвязаны с изменением требований к парку технологического оборудования, обеспечивающего реализацию процесса изготовления.

Цель работы – систематизировать информацию и определить направления совершенствования швейных машин, выявить особенности и характерные черты

функционирования оборудования в соответствии с изменением пошивочных свойств новых материалов.

Современные композиционные материалы, обладая комплексом защитных свойств, одновременно имеют сложности в их переработке, проявляющиеся в осложнении процессов стачивания. Существует несколько точек зрения об установлении взаимосвязи «материалы – технология раскроя и пошива – техническое оснащение». Ранее соотнесение свойств материалов с техническими характеристиками оборудования реализовывалось подбором типов строчек и швов, механизмов транспортирования материалов и системой ниточного аппарата (игольный механизм, механизм челнока или петлителя, механизм раскладчика). В настоящее время установлены взаимосвязи между основными пошивочными свойствами материалов (поверхностная плотность, коэффициент тангенциального сопротивления, толщина, эластичность и т.п.) и конструктивным решением механизма транспортирования швейной машины. Рядом исследований определено влияние свойств скрепляющих материалов и их натяжения в ходе стежкообразования на качество швов. Тщательный подбор швейных ниток и правильно установленные технологические режимы [5] позволяют уменьшить стягивание и прорубаемость стачиваемых материалов.

Мировые бренды Juki и Kansai Special (Япония), Pfaff и Durkopp-Adler (Германия), SCHIPS (Швейцарская компания) и др. предлагают ряд технических решений для обработки новых материалов, реализованных в моделях швейных машин и технологической оснастке. В работе проведен анализ и систематизация таких решений. Изменяются принципы выбора оборудования для технического оснащения швейных потоков [6, 7].

Основные проблемы при обработке новых материалов на швейной машине:

- сложность подачи материалов в зону шитья и транспортирования соединяемых слоев пакета в процессе стежкообразования;
- возникновение дефектов ниточных соединений, связанных с «повреждением материалов иглой» и «пропуском стежков в строчке».

Для решения проблем выделено несколько направлений совершенствования швейных машин:

1) изменение в системе нижнего реечного перемещения ткани. Обычно работа нижней зубчатой рейки осуществляется по овальной траектории. Компания Juki внедрила механизм перемещения, осуществляющий движение зубчатой рейки по прямоугольной траектории, т.е. в горизонтальном направлении при подаче ткани, что повышает качество строчки, позволяет устранить дефекты «стягивание» и «посадка»;

2) совершенствование в системе дополнительного продвижения материала. Пуллеры – это специальные устройства, представляющие из себя приводные дополнительные ролики в швейных машинах, необходимые для продвижения тканей. Они способствуют устранению посадки на швах стачиваемых деталей, швы получаются ровными и соответствующими поверхности материала. Современные пуллеры перестали быть составной частью конкретного оборудования. Ряд производителей предлагают их в виде самостоятельных устройств, предназначенных для установки на машины разных типов. Широкая вариативность пуллеров по виду и количеству транспортирующих роликов, разнообразные размеры дополнительных роликов, разные виды транспортирующих поверхностей позволяют создавать швейные машины максимально соответствующие не только видам материала, но и конструкциям швов и особенностям соединяемых участков. В последнее время наблюдается тенденция оснащения данных устройств собственными приводами, согласуемыми с приводами основного оборудования. Это позволит осуществить более точное регулирование скорости перемещения материалов за иглой;

3) переход с одной системы перемещения материала на другую за счет выполнения регулировок швейной машины. Компания Juki предлагает машину, в которой можно изменить двойную систему транспортирования «нижняя рейка и игла» на одинарную, т.е. перемещение материала будет осуществляться только зубчатой рейкой. Такое решение

позволяет, изменяя способ транспортирования пакета материала, адаптировать оборудование к свойствам исходных тканей и решаемым технологическим задачам;

4) механизм «активного натяжения» швейных ниток позволяет производить отдельную установку соответствующих величин натяжения нити для разных участков строчки, что предотвращает возникновение ненадлежащего натяжения на той части обрабатываемого пакета, где имеет место большая посадка слоя материала, или наоборот, имеется чрезмерное натяжение нити там, где посадка материала небольшая. Необходимые настройки натяжения можно сохранять в памяти машины по шаблону и легко воспроизводить их при повторных операциях;

5) использование игл с особой геометрией. Например, фирма Schmetz рекомендует иглы имеющие: коническое утолщение стержня, что повышает стабильность иглы и исключает ее вибрацию в процессе стежкообразования; бугорок между ушком иглы и выемкой на ее стержне способствует образованию более широкой нитяной петли для надежного захвата нити носиком челнока. Преимущества применения игл с особой геометрией: отсутствие пропуска стежков, предотвращение отклонений иглы, следовательно, снижается количество поломок, существует возможность установки более тонких игл, не уступающих по их стабильности стандартным иглам;

б) использование сложных механизмов перемещения материалов: тройная система, дополнительные тянущие и мерительные ролики, пуллеры. Переход на дозированную подачу слоев пакета материалов в зону шитья. Микропроцессорное управление и регулирование величины посадки слоя материала в процессе стачивания.

На последних международных выставках швейного оборудования представлены машины - трансформеры. Данная разработка должна дать возможность производителям швейных изделий создавать оборудование необходимого назначения за счет формирования машины из отдельных блоков и обеспечивая при этом максимальное соответствие характеристик машины свойствам материала и условиям производственного процесса.

Таким образом, современные и перспективные разработки в области швейного оборудования учитывают изменения в сырьевом составе материалов и изменении свойств, обусловленных появлением новых по структуре материалов, и дают возможность успешно перерабатывать материалы с новыми потребительскими свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 N 328 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности»
2. Приказ Минпромторга РФ от 24.09.2009 N 853 «Об утверждении Стратегии развития легкой промышленности России на период до 2020 года и Плана мероприятий по ее реализации»
3. Корнилова, Н.Л. Будущее отрасли – технический текстиль, функциональные материалы с новыми или улучшенными эксплуатационными свойствами / Н.Л. Корнилова, Г.И. Чистобородов, С.В. Федосов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2014. – №4. – С.24-28.
4. Метелева О.В. Бондаренко Л. И., Леппяковская С. В. Исследования поверхностных характеристик рельефа материала и их влияния на адгезионную прочность клеевого соединения / Изв. вузов. Технол. изделий легк. пром-сти, 2018. - № 2. – С. 63-67.
5. Кокеткин, П.П. Пооперационная машинно-автоматизированная технология одежды. Эффективный способ производства одежды в сфере малого и среднего бизнеса/ П.П.Кокеткин. – М.: Легпромбытиздат, 2003. - 232с.
6. Изменение в принципах технологического выбора швейных машин / В.В. Козырев, О.В. Радченко, М.В. Козырев // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс-2013): Тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. – Иваново: ИВГПУ, 2013. Часть 2– С.86-88.

7. Антонов, А.П. Directron и другое оборудование для работы с тяжелыми материалами / А.П. Антонов, О.В. Радченко // Швейная промышленность. - 2011. - N 6. - С.16-18.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ ВОЛОКНИСТОЙ МАССЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ НОВЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ И НЕТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

М. В. Петров, А.Г. Хосровян, С.А. Егоров, Г.А. Хосровян
M. V. Petrov, A.G. Khosrovyan, S.A. Egorov, G.A. Khosrovyan

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

Рассматриваются возможности снижения неровноты полуфабриката и улучшение качества новых текстильных и нетекстильных материалов на основе результатов экспериментальных исследований влияния коэффициента трения волокон о стенки вертикальной шахты с переменной площадью поперечного сечения, зависящего от происхождения волокон, угла наклона стенок и влажности поступающей в вертикальную шахту волокнистой массы, а также модернизации вертикальных шахт смешивающих машин и разрыхлителей.

Ключевые слова: Волокнистая масса, вертикальная шахта с переменной площадью поперечного сечения, коэффициент трения, угол наклона стенок, влажность волокнистой массы.

Considered the possibility of reducing *nerovnosti* of prefabricated and improving the quality of textile and nontextile materials on the basis of results of experimental researches of influence of the coefficient of friction of the fibers against the walls vertical shaft with variable cross-sectional area, depending on the origin of the fibers, the angle of the walls and moisture entering a vertical shaft of the fiber, and upgrading the vertical shafts of mixing machines and baking powder.

Key words: Fibrous mass, vertical shaft with variable cross-sectional area, coefficient of friction, angle of inclination of the walls, humidity of the fibrous mass.

Данная работа является составной частью общего направления разработки технологий и оборудования для рационального использования текстильных отходов в производстве новых материалов.

Для получения новых видов текстильных и нетекстильных материалов целесообразно использовать отходы текстильной промышленности. Это позволяет, как рационально использовать вторичное текстильное сырье, так и расширять область применения новых текстильных и нетекстильных материалов.

В качестве сырья для производства геотекстильных полотен можно использовать отходы тканей, нитей, веревок, ковровых покрытий, мешков (биг-бэг) и т.д., которые состоят из химических волокон.

Волокнистая масса, полученная из разволокненных в результате регенерации текстильных отходов, состоит из волокон, отличающихся как по происхождению, так и по геометрическим и физико-механическим показателям.

Для снижения неровноты волокнистого настила на выходе из смешивающих машин и разрыхлителей технологических линий по выпуску новых текстильных и нетекстильных материалов нами была выполнена модернизация вертикальных шахт вышеуказанных машин [1-3].

Модернизация заключалась в оптимизации геометрии вертикальных шахт смешивающих машин и разрыхлителей, а именно: в изменении площади поперечного сечения вертикальных шахт.

Ранее нами была получена математическая модель, которая описывает механические напряжения, действующие на слои волокнистой смеси в вертикальных шахтах с переменной площадью поперечного сечения шахты, а также определяет взаимозависимость между механическими характеристиками волокнистого материала и геометрическими параметрами вертикальных шахт с переменной площадью поперечного сечения шахты [4-8].

А также было предложено уравнение движения волокнистой массы в вертикальной шахте с переменной площадью поперечного сечения шахты [9]:

$$\sigma'(x) + \frac{\sigma(x)}{a} \left(a' - \frac{2\mu k_{mp}(a+b)}{b} \right) + \rho g = 0, \quad (1)$$

где $\sigma(x)$ и $\sigma'(x)$ – давление столба волокон и первая производная давления;

a и b – поперечное сечение бункера;

μ – отношение давления на стенки бункера волокон к давлению в вертикальном направлении;

k_{mp} – коэффициент трения волокон о стенки бункера;

ρ – плотность волокнистой массы ($\rho = \frac{k\sigma + \rho_{ен}}{y_е}$);

k – коэффициент сжимаемости волокон;

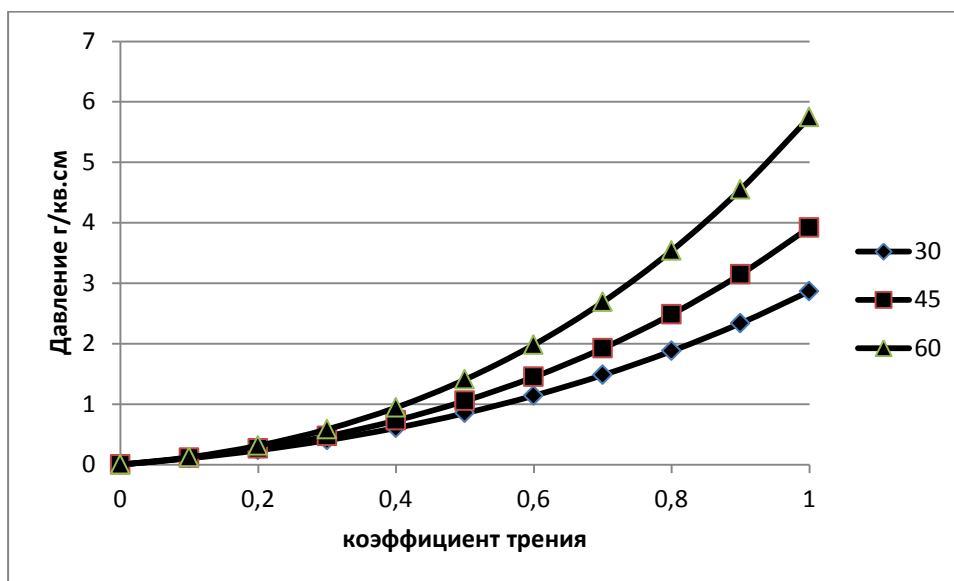
$y_е$ – доля единицы волокон в волокнистой массе;

$\rho_{ен}$ – плотность волокон при $\sigma = 0$);

g – ускорение свободного падения.

Далее работа была направлена на исследование влияния коэффициента трения волокнистой массы о стенки вертикальной шахты с переменной площадью поперечного сечения и угла наклона стенок на снижение неровности выходящего из вертикальной шахты настила.

На рис.1 представлена зависимость давления волокнистой массы на выходе из вертикальной шахты с переменной площадью поперечного сечения от коэффициента трения волокнистой массы о стенки вертикальной шахты с переменной площадью поперечного сечения и угла наклона стенок.



Исследования показали, что с увеличением коэффициента трения волокнистой массы о стенки вертикальной шахты с переменной площадью поперечного сечения увеличивается плотность волокнистой массы и ее давление на выходе из вертикальной шахты.

Изменяя угол наклона стенок вертикальной шахты, меняется плотность волокнистой массы и ее давление на выходе из вертикальной шахты.

Также на коэффициент трения влияет влажность волокнистой массы, поступающей в вертикальную шахту. На рис. 2 представлена зависимость коэффициента трения от влажности волокнистой массы, поступающей в вертикальную шахту в виде полинома, представляющего собой параболическую зависимость. Трение при влажности менее 40% затруднено сильной электризацией волокон, которые замедленно продвигаются вдоль

стальной стенки вертикальной шахты с переменной площадью поперечного сечения. При увеличении влажности волокнистой массы движение волокон замедляется в результате сил адгезии, создаваемой поверхностным натяжением водяных пленок, адсорбирующихся на поверхности волокон.

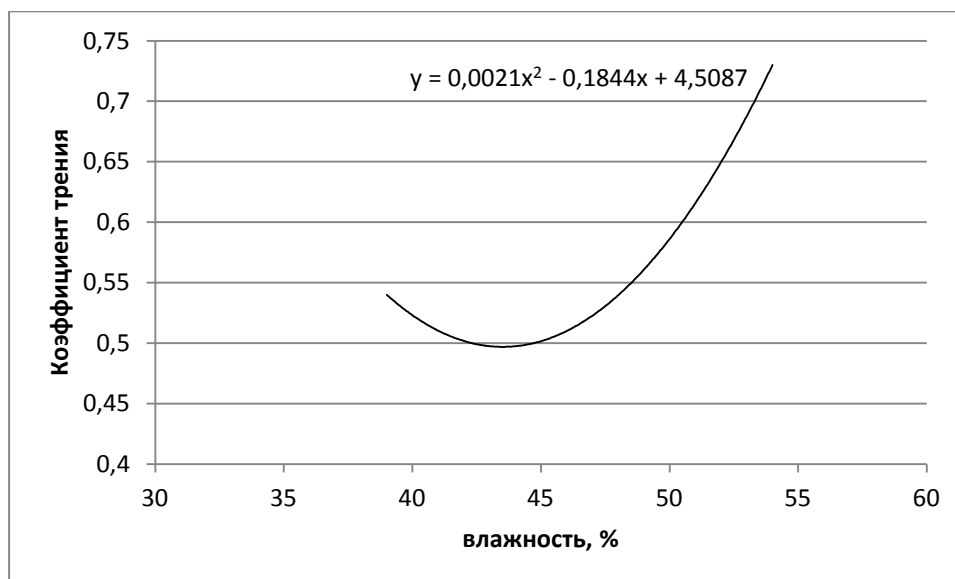


Рис. 2 Зависимость коэффициента трения волокон о стенки (сталь) вертикальной шахты с переменной площадью поперечного сечения

Таким образом, проведенные исследования показали, что в результате варьирования величины коэффициента трения волокон о стенки вертикальной шахты, зависящего от происхождения волокон, угла наклона стенок вертикальных шахт с переменной площадью поперечного сечения и влажности поступающей в вертикальную шахту волокнистой массы, можно снизить неравномоту выходящего из вертикальной шахты настила и улучшить качество новых текстильных и нетекстильных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент № 2595992 Российская Федерация. Способ получения многослойных волокнистых материалов и устройство для его осуществления / Г.А. Хосровян, А.Г. Хосровян, Т.Я. Красик, М.А. Тувин, И.Г. Хосровян – Оpubл. 27.08.2016.
2. Патент № 2471897 Российская Федерация. Способ получения многослойных волокнистых материалов и устройство для его осуществления / Г.А. Хосровян, А.Г. Хосровян, Т.Я. Красик, И.Г. Хосровян, Т.В. Жегалина – Оpubл. 10.01.2013.
3. Патент № 2361022 Российская Федерация. Разрыхлитель-очиститель с многоступенчатой очисткой/Г.А. Хосровян, А. Г. Хосровян, О.Н. Кушаков, А.С. Мкртумян, Л.В. Минеева, Т.В. Жегалина – Оpubл. 10.07.2009.
4. Мкртумян, А.С. Методика расчета высоты столба засоренной волокнистой смеси в шахте бункерного питателя / А.С. Мкртумян, А.Г. Хосровян, Я.М Красик., Г.А. Хосровян//Изв. Вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006. - №2, -С. 75-78.
5. Мкртумян, А.С. Аналитическая зависимость для расчета распределения плотности волокнистого продукта по высоте бункера / А.С. Мкртумян, А.Г. Хосровян, Я.М Красик.//Изв. Вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007. - №6С, -С. 67-69
6. Красик, Т.Я. Общая теория движения волокнистых материалов в шахте бункерных питателей [Текст] / Т.Я. Красик, А.Г. Хосровян, Г.А. Хосровян // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011. – №1, – С. 75-79.
7. Красик, Т.Я. Методика определения линейной плотности настила на выходе из бункерного питателя, оснащенного системой обеспыливания [Текст] / Т.Я. Красик, А.Г. Хосровян, Г.А. Хосровян // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011. – №5. – С. 79-82.

8. Хосроян, И.Г. Разработка теории выравнивающей способности устройства для получения многослойных волокнистых материалов/ И.Г. Хосроян, А.Г. Хосроян, Т.Я Красик., Г.А. Хосроян // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, – №6. – С. 79-82.
9. Тувин, М.А. Математическое моделирование процесса движения волокнистой смеси в бункерном питателе с переменной площадью поперечного сечения шахты/ М.А. Тувин, И.Г. Хосроян, Т.Я. Красик, Г.А. Хосроян, А.А. Тувин //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, – №2. – С. 83-87.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВОРСОРАЗРЕЗНЫХ ТКАНЕЙ

PRODUCTION TECHNOLOGY OF PILE FABRICS

Т.В. Силина¹, М.П. Михайлова¹, Н.А. Власова¹, Е.П. Лаврентьева¹, В.А. Евстифеева²
T.V. Silina¹, M.P. Mihailova¹, N.A. Vlasova¹, E.P. Lavrentyeva¹, V.A. Evstifeeva²

¹ОАО «Инновационный научно-производственный центр текстильной и легкой промышленности», (Москва)

²АО «Авангард», (г. Юрьев-Польской)

¹Innovative Research and Production Centre for Textile and Light Industry, OJSC (Moscow)

²Avangard, Ltd, (Yuryev-Polsky)

E-mail: t.silina@inpctlp.ru, m.mihailova@inpctlp.ru,

n.vlasova@inpctlp.ru, e.lavrentyeva@inpctlp.ru, val-evstifeeva@yandex.ru

Статья знакомит с научно-исследовательской работой, целью которой являлась разработка ворсоразрезных тканей клинингового назначения.

В процессе работы составлена технология выработки ворсоразрезной ткани клинингового назначения. Изготовлена опытная партия. Проведены исследования физико-механических характеристик ворсоразрезной ткани.

Ключевые слова: ворсоразрезная ткань, разрез ткани, клининг,

The article introduces research work dedicated to the development of pile fabrics of cleaning application. In the course of the work a production technology of pile textiles of cleaning application has been developed. A pilot batch has been produced. And there have been examined physical and mechanical properties of the new textiles.

Keywords: pile fabrics, fabric-cut, cleaning

На данный момент Ворсовые ткани являются востребованными на рынке тканей. Это объясняется их износостойкостью, повышенной мягкостью и низкой теплопроводностью. Ворсовые ткани активно используются в клининговом сервисе.

Ворсовые ткани обладают хорошим водопоглощением и высокими теплоизоляционными свойствами, что важно для тканей клинингового назначения. Ворсовые ткани клинингового назначения, используемые для уборки помещения, называются МОП-ткани, от английского слова MOP-швабра.

МОПы делятся на плоские и верёвочные. Обычно они производятся из хлопчатобумажного материала или микрофибры. МОПы с микрофиброй предлагают более экономичное решение за счет того, что воды на уборку помещения той же площади уходит значительно меньше. МОП из микрофибры хорошо собирает грязь и влагу за счет структуры своего волокна, после уборки таким МОПом поверхность остается практически сухой. При этом микрофибра имеет более высокие прочностные свойства по сравнению с натуральными волокнами. Микрофибра хорошо впитывает влагу и жировые составы. Именно поэтому из микрофибры делают салфетки, швабры, способные убирать жир без моющих средств.

Ворсовые ткани клинингового назначения, используемые для уборки помещения, можно разделить, как минимум, на три вида:

- Ткань ворсоразрезная мягкая белая. Состоит полностью из микрофибры. Мягкое очищение без механических воздействий.
- Ткань ворсоразрезная с мягким абразивом. Универсальный МОП. Абразивная полоса имеет щетинистую структуру и абсорбирующая полоса имеет микрофибровую меховую структуру.

- Ткань ворсоразрезная с жестким абразивом. За счет абразивных полос, состоящих из полипропилена более высокого текса, и определенной ширины МОП ткань эффективно очищает более загрязненные места.

В настоящее время растет спрос на клининговые и обивочные ворсовые ткани.

В ОАО «ИНПЦ ТЛП» совместно с АО «Авангард» проведена работа по созданию отечественных тканей указанного назначения.

Работа имела цель создания структуры МОП – тканей с оптимизацией вида сырья, высоты ворса, ширины раппорта по основе, ширины абразивной полоски.

Для основоворсовой ткани клинингового назначения были выбраны полиэфирные пневмосоединённые нити для создания моющей части.

Очень важно, чтобы нити были с большим количеством филаментов. Моющей основой в ткани является полиэфирное волокно (микрофибра) 34 текс 576f. Для создания абразивной чистящей части были использованы полипропиленовые нити, выполненные из жесткого ворса 200 текс 135f, с каждой стороны от абразивных полос проходит цветная полиэфирная нить 36 текса 72f.

Для выработки опытной партии МОП-ткани был выполнен технический расчет и составлен заправочный рисунок клининговых тканей. Кромка ткани выполнена переплетением уточный репс 2/2. Кромки образуются только переплетением нитей основы и утка отдельно для каждого полотна.

На рисунке 1 представлен продольный разрез ткани.

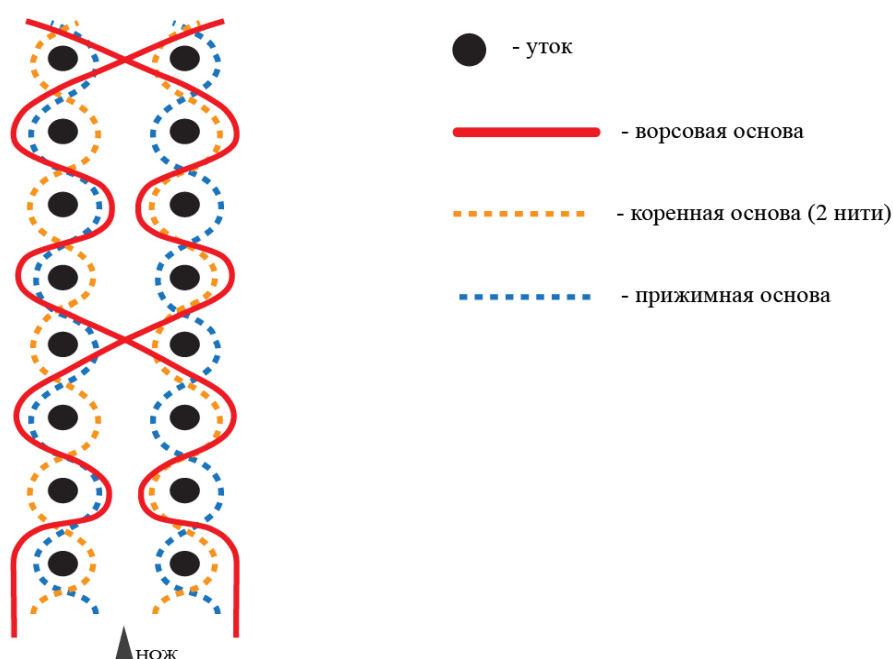


Рис.1 - Продольный разрез ворсовой ткани для МОП

Технологический процесс выработки ворсовой ткани включают переходы снования и ткачества. Снование проводили на ленточной сновальной машине фирмы VTA –H400. Подготовлено 2 ткацких навоя, один с грунтовой основой, второй с ворсовой основой.

Ткань вырабатывалась на рапирном станке MICHELLE VANDEWIELE mps 22 .

На станках MPS 22 для процесса ткачества используются коренная и прижимная основы. Подача коренной и ворсовой основы осуществляется с двух ткацких навоев и одновременно с этим с отдельных катушек, расположенных на специальных рамах, поступает ворсовая полипропиленовая нить.

При изготовлении ворсовых тканей одновременно вырабатывают два полотна. Петли между полотнами разрезают, получая две одинаковые ткани с ворсовой поверхностью.

Для суровой ткани опытной партии были определены физико-механические свойства. Показатели разработанной основоворсовой МОП ткани представлены в таблице 1

Таблица 1

Показатели суровой ткани

Ткань специального назначения	Требования заказчика	Фактические значения
Ширина ткани с кромками, см	155,5±2,5	156,5
Высота ворса суровой ткани, мм	12	12
Плотность суровой ткани по утку, нит/10 см	-	164
Поверхностная плотность суровой ткани, г/м ²	774±54	747
Разрывная нагрузка полоски ткани (50x200) мм, кгс		
-по основе	-	106,3
-по утку		152,7

Анализ показателей свидетельствует о том, что поверхностная плотность 747г/м² и высота ворса 12 мм в МОП ткани испытанной партии соответствует требованиям заказчика.

Разрывная нагрузка составляет:

-по основе – 106 кгс;

-по утку – 152 кгс.

С учетом проведенных работ разработан проект технологического регламента на производство ворсоразрезной МОП – ткани клинингового назначения и проект технических условий на выработку суровых ворсоразрезных МОП – тканей клинингового назначения.

По завершению работы была подана заявка на получение патента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лаврентьева Е.П., Михайлова М.П., Сирина Т.В., Власова Н.А., и др. Отчет о НИОКР ОАО «ИНПЦ ТЛП» «Разработка ассортимента и технологии производства ворсоразрезных тканей. Этап III», 2019. – 165 с.
2. Демьянов Г.Б., Бачев Ц.З., Сурнина Н.Ф. «Строение ткани и современные методы ее проектирования» - М.: Легкая промышленность, 1984
3. Мартынова А.А., Слостина Г.Л., Власова Н.А. «Строение и проектирование тканей», - М.: РИО МГТА., 1999.

СИНТЕЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ РЕДУКТОРОВ ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДУЛЕЙ АРМ WINMACHINE

SYNTHESIS AND OPTIMIZATION OF BEARING UNITS OF REDUCERS FOR TEXTILE ENGINEERING USING APM WINMACHINE MODULES

А.И. Ключко, С.О. Кожевников, О.В. Блинов
A.I. Klyujko, S.O. Kozhevnikov, O.V. Blinov

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnical University
E-mail: kojevnikov_so@mail.ru

В статье приводится пример расчета и конструирования подшипникового узла редуктора с применением системы автоматизированного проектирования APM WinMachine.

Ключевые слова: вал, подшипниковый узел, расчет, APM Shaft, APM Drive

The article gives an example of calculation and design of the gear unit bearing unit using the APM WinMachine computer-aided design system.

Keywords: shaft, bearing assembly, calculation, APM Shaft, APM Drive

Для изготовления валов преимущественно используются углеродистые и легированные стали, а при высоких нагрузках – титановые сплавы. Выбор материала и его термообработка зависят от требуемых механических характеристик вала. Поверхности валов, как правило, шлифуются, а в отдельных случаях полируются, для чего в местах перепада диаметров размещают технологические канавки для выхода шлифовального круга (рис. 1). При проектировании валов следует избегать резких перепадов диаметров и острых углов, так как это приводит к появлению высоких местных напряжений и существенно снижает усталостную прочность. Для уменьшения уровня местных напряжений в местах пересопрежения рекомендуется использовать гладкие поверхности, очерченные радиусом (рис. 2) [1].

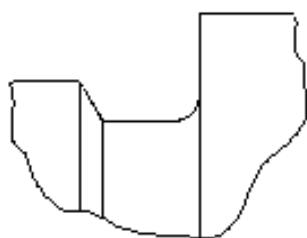


Рис. 1. Технологическая канавка

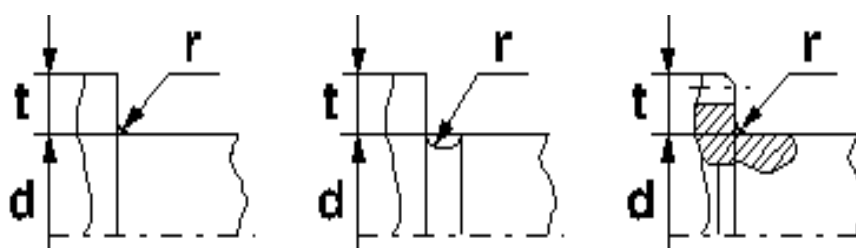


Рис. 2. Скругление

Для изменения конструкции вала необходимо на созданной нами кинематической схеме (рис.3) подвести к нему указатель. После чего, нажав правую кнопку выбрать из появившегося меню пункт «Параметры», как показано на рис. 3.

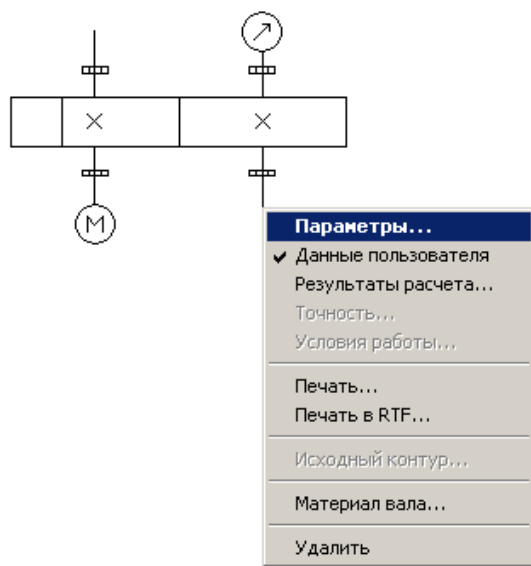


Рис. 3. Меню свойств вала

После выполнения вышеуказанных действий будет вызван программный модуль APM Shaft (программа для расчета валов и осей).

Рассмотрим пример редактирования конструкции тихоходного вала. Сначала разместим на валу шпоночные пазы (в местах соединения звездочки и зубчатого колеса с валом), размеры которых рассчитаны выше (рис. 4).

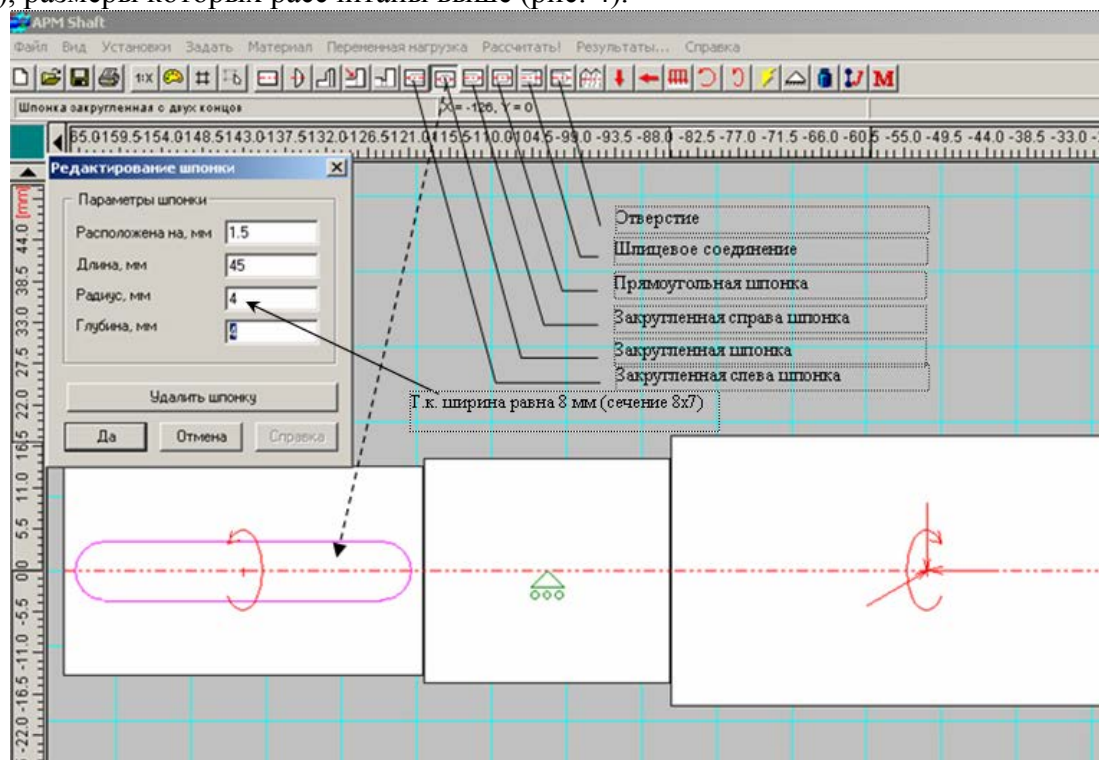


Рис. 4. Размещение шпоночного пазы

Далее установим фаски, скругления и технологические канавки (согласно ГОСТ 24266-94 и др.), (рис 5).

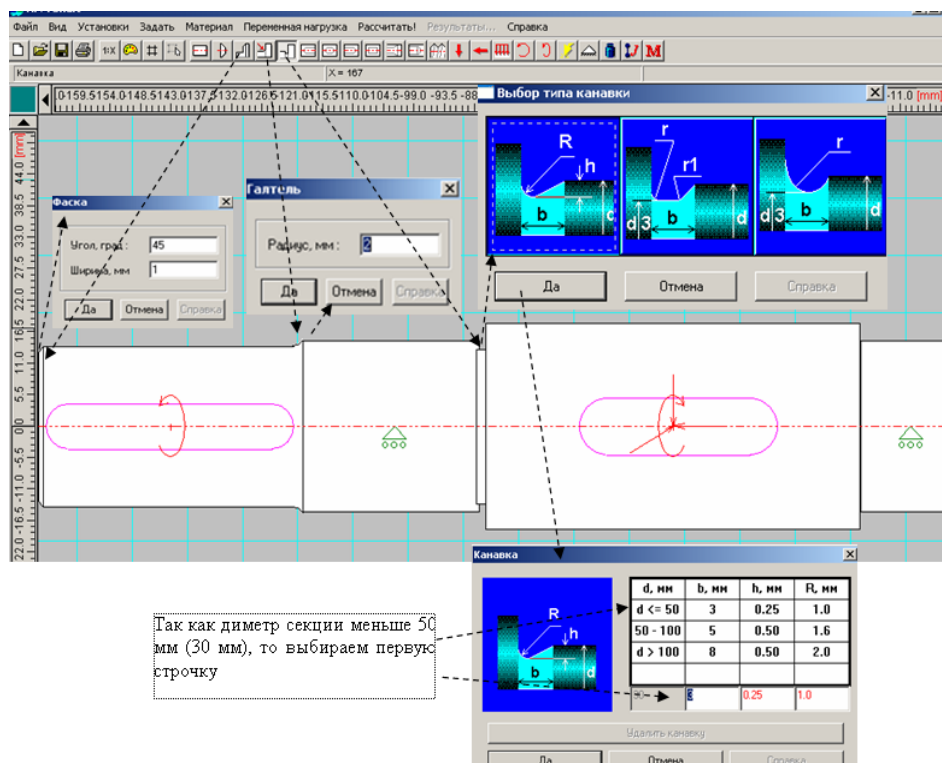


Рис. 5. Создание фасок, скруглений и технологических канавок

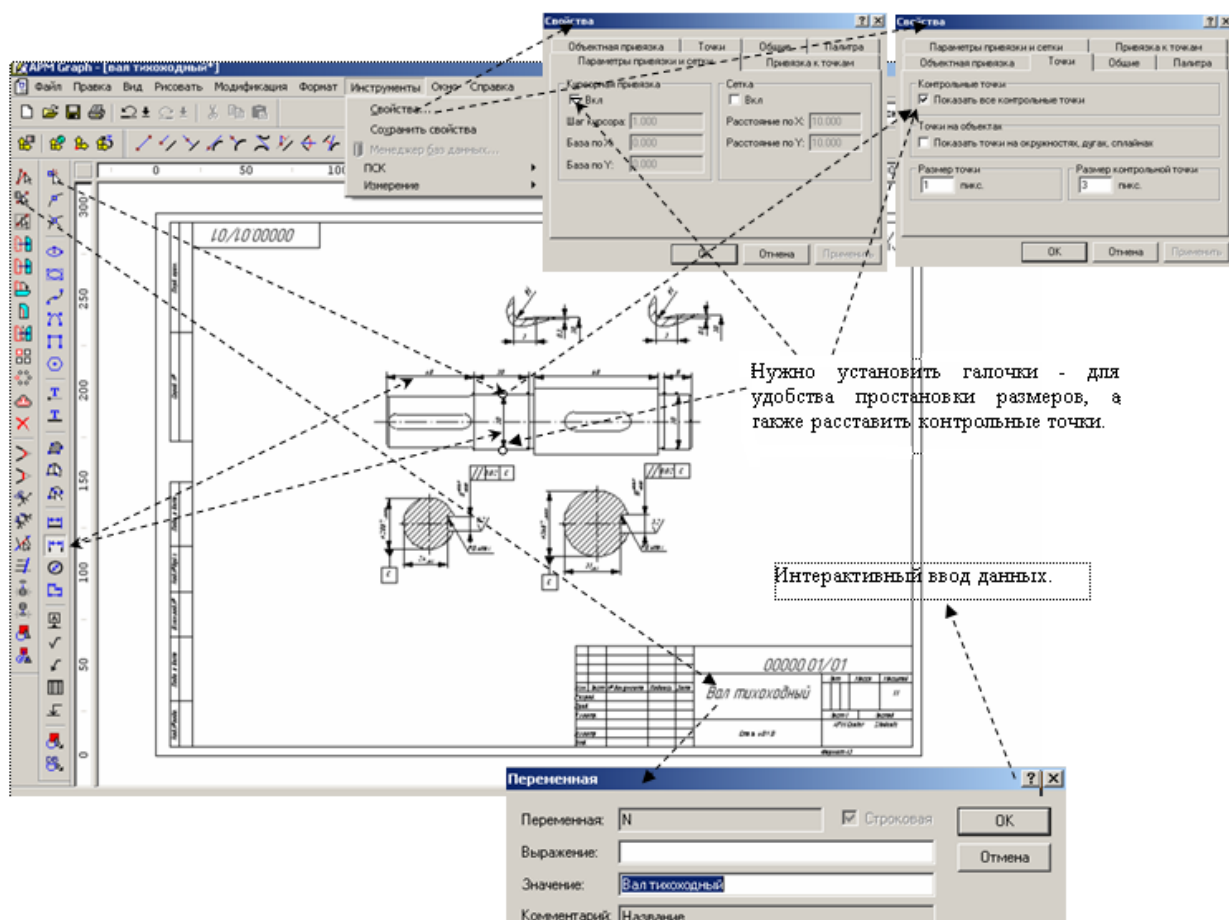


Рис. 6. Чертеж тихоходного вала

Таким же образом выполним все необходимые изменения в конструкции быстроходного вала.

В программе APM Shaft можно выполнить автоматическую генерацию чертежей проектируемых элементов в виде параметризованной модели и в формате графического редактора APM Graph (модуль программы APM WinMachine). Для этого необходимо в меню «Файл» выбрать команду «Экспорт» и сохранить чертеж под указанным именем. Чертеж тихоходного вала приведен на рис. 6.


После того, как были выполнены все изменения, необходимо заново произвести расчет схемы. Проверочный расчет валов производят на сопротивление усталости и на жесткость. Его выполняют после полного конструктивного оформления вала на основе проектировочного расчета, подбора подшипников, расчета соединений, участвующих в передаче вращающего момента, разработки различных конструктивных элементов, связанных с фиксацией и регулировкой установленных на валу деталей, назначения вида механической обработки и качества поверхностей отдельных участков. Проверочный расчет вала выполняют по его расчетной схеме. При составлении расчетной схемы валы рассматривают как прямые брусья, лежащие на шарнирных опорах.

Расчет на сопротивление усталости заключается в определении расчетных коэффициентов запаса прочности в предположительно опасных сечениях, предварительно намеченных в соответствии с эпюрами моментов и расположением зон концентрации напряжений. Проверочный расчет на сопротивление усталости ведут по максимальной длительно действующей нагрузке без учета кратковременных пиковых нагрузок, число циклов нагружения от которых невелико и не влияет на сопротивление усталости. Минимально допустимое значение коэффициента запаса прочности $[s] = 1,6 \dots 2,5$. Если в результате расчета получают $s < [s]$ и увеличение сечения вала невозможно или нецелесообразно, то наиболее эффективным способом повышения сопротивления усталости является применение упрочняющей обработки.

Расчет валов на жесткость выполняют в тех случаях, когда их деформации (линейные или угловые) существенно влияют на работу сопряженных с валом деталей.

Различают изгибную и крутильную жесткость вала. Изгибную жесткость валов оценивают углом θ наклона, который определяют методами сопротивления материалов. Требуемую изгибную жесткость обеспечивают соблюдением условия $\theta < [\theta]$. Значение допускаемых углов наклона $[\theta]$ зависит от назначения вала или оси. Так, допускаемый угол наклона сечения вала под зубчатым колесом $[\theta] = 2'$, угол наклона цапф радиальных шарикоподшипников $[\theta] = 6'$, конических роликовых – $[\theta] = 2'$. Крутильную жесткость валов оценивают углом закручивания на единицу длины вала. Для многих валов передач крутильная жесткость не имеет существенного значения, поэтому такой расчет не производят [4].

В данной программе, как было отмечено выше, расчет валов ведется, исходя из усталостной прочности. При этом предполагается, что коэффициент запаса усталостной прочности в любом сечении вала должен быть не меньше 1,5.

Для того чтобы произвести расчет нажмем соответствующую кнопку в меню программы APM Drive (модуль программы APM WinMachine). С тем чтобы посмотреть результаты расчета, выделим соответствующий вал на схеме и нажмем кнопку «Результаты расчета ». После этих действий появится окно, представленное на рис. 6.

Ниже представлены результаты расчета, выполненные для быстроходного вала (рис. 7). Данные можно просматривать как в виде графика, так и в табличном варианте (нажав в меню окна графика соответствующую кнопку, как показано на рис. 7). График можно сохранить в формате RTF и работать с ним в редакторе, поддерживающем данный формат (например, Microsoft Word). Табличные данные можно легко передать в Microsoft Excel.

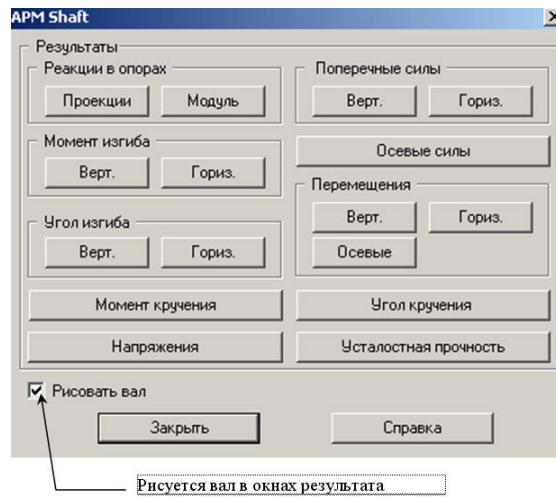


Рис. 7. Окно вывода на экран результата расчета вала

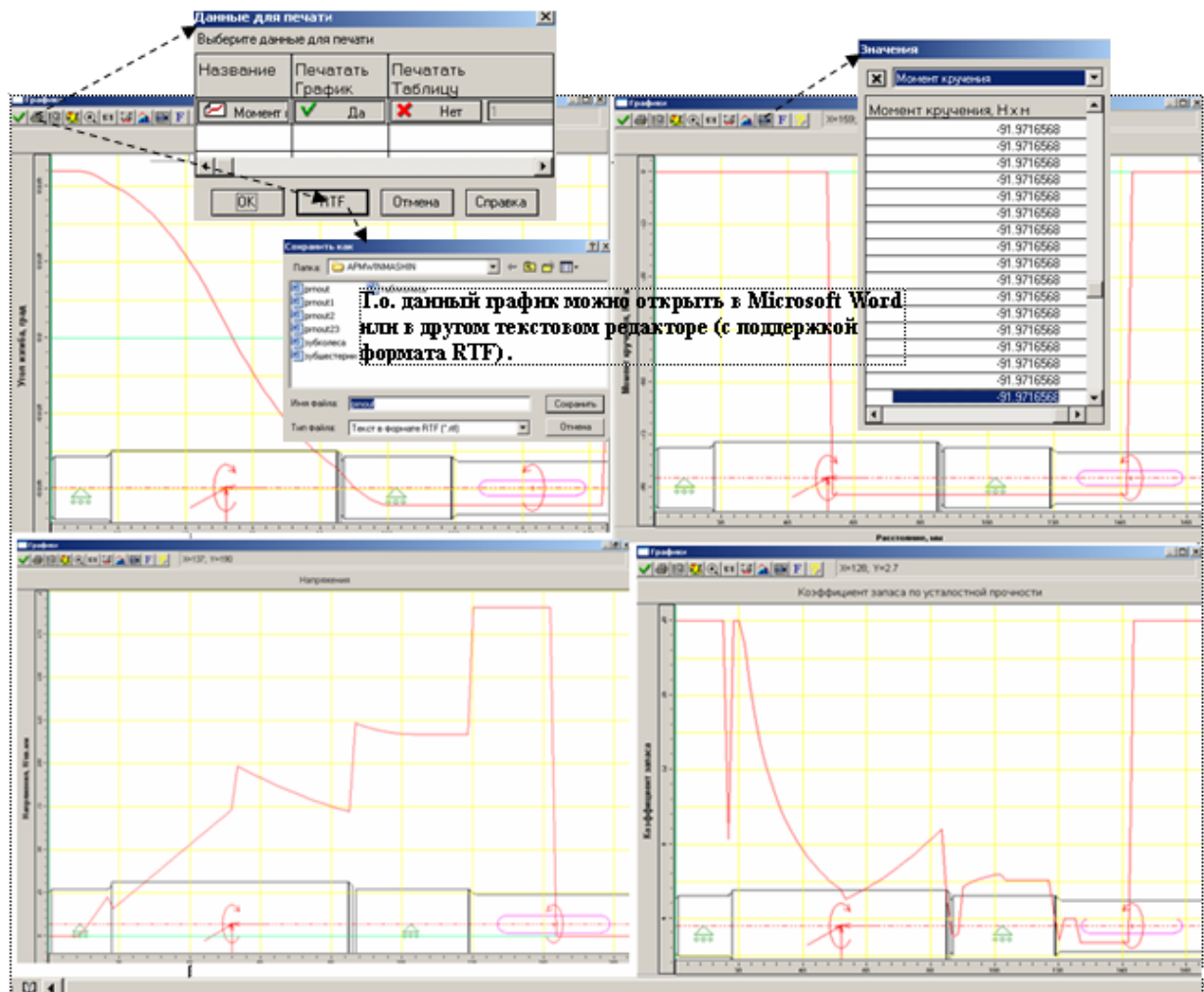


Рис. 8. Результаты расчета быстроходного вала

Из графика «Напряжения» (см. рис. 8) следует, что наиболее опасным участком является конец вала (место установки муфты), т.к. там сконцентрировано самое большое напряжение – 191 МПа (при этом для стали марки 40Х (предел текучести 785 Н/мм²) допустимое напряжение при кручении равно 200 Н/мм². По графику «Коэффициент запаса по усталостной прочности» [4] $s = 2,7$, т.е. условие $s > [s]$ ($[s] = 1,6...2,5$) выполняется.

Таким образом, результаты анализа тихоходного вала также удовлетворяют проверочным условиям.

Чтобы посмотреть результаты расчета подшипников, нужно выделить соответствующий подшипник и в меню выбрать «Результаты расчета». При расчете подшипников учитываются погрешности их изготовления, что позволяет более точно решить задачи контактной жесткости и контактных напряжений. В результате расчета подшипников определяются их серии, обеспечивающие заданную долговечность. Также помимо геометрии подшипников, определяются характеристики, описывающие работу подшипникового узла. Результаты расчетов приведены на рис. 9.

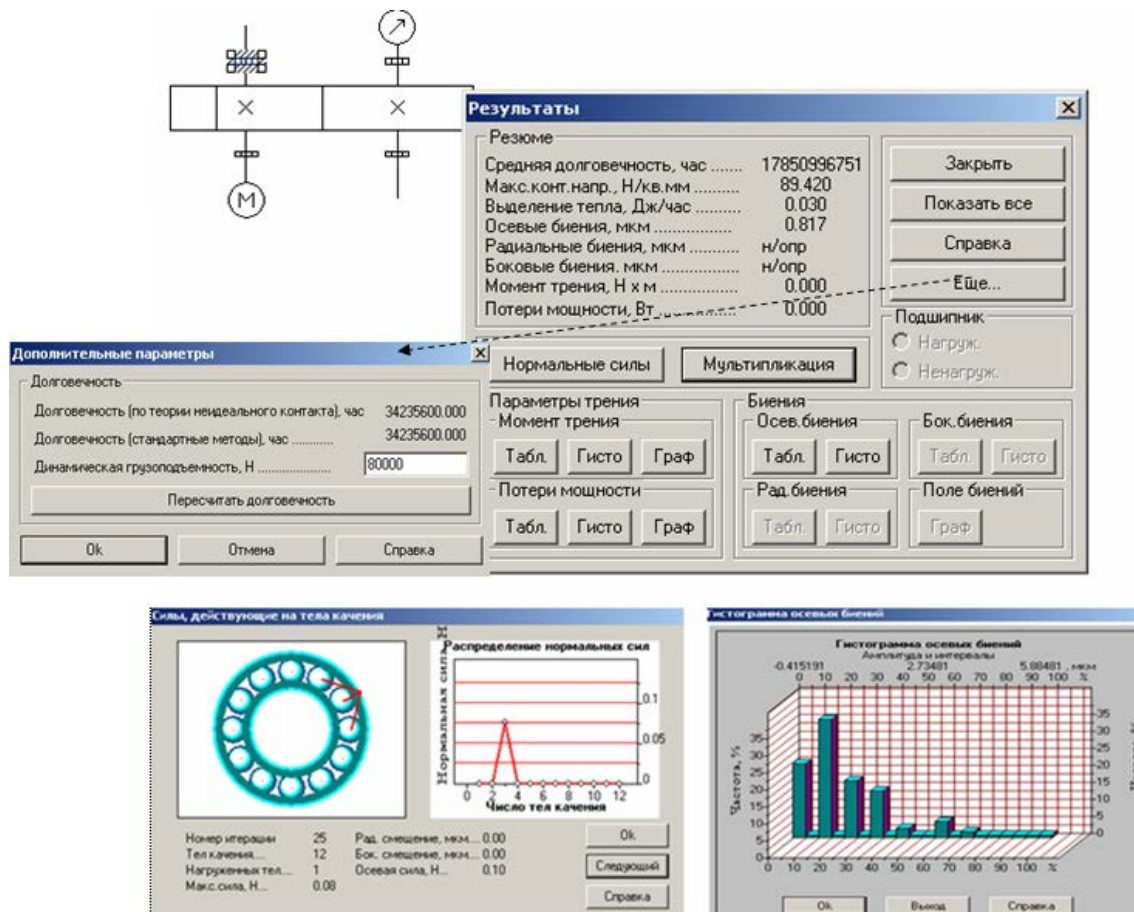


Рис. 9. Окно результатов расчета подшипникового узла

Кроме того, модуль АРМ WINMACHINE предоставляет возможность сравнить значения долговечности, полученные при расчетах по стандартной методике и с использованием теории неидеального контакта, оценить динамическую грузоподъемность и тем самым осуществить оптимизацию подшипниковых узлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кожевников, С.О. Проектирование ленточного конвейера с применением системы АРМ WinMachine: учебн. пособие / С.О. Кожевников, О.В. Блинов. – Иваново: ИВГПУ, 2016. – 116 с.
2. Спиваковский, А. О. Транспортирующие машины : учеб. пособие для машиностроительных вузов / А. О. Спиваковский, В. А. Дьячков. – 3-е изд., перераб. – М. : Машиностроение, 1983. – 487 с.: ил.
3. АРМ Book [эл. учебник] v.1.01 АРМ Software
4. Шелфаст, В.В. Основы проектирования машин. – М.: Изд-во АПМ, 2005. – 472 с.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РАБОЧИХ
ОРГАНАХ УСТРОЙСТВА ДЛЯ МЕХАНОАКТИВАЦИИ КОЛЛОИДНЫХ
ДИСПЕРСНЫХ СРЕД**

**MODELING OF HYDRODYNAMIC PROCESSES IN WORKING BODIES OF THE
DEVICE FOR MECHANICAL ACTIVATION OF COLLOIDAL DISPERSED MEDIA**

М.С. Малов, С.О. Кожевников, В.Б. Кузнецов
M.S. Malov, S.O. Kozhevnikov, V.B. Kuznecov

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnical University
Email: kojevnikov_so@mail.ru

В работе приведены результаты моделирования конфигурации рабочих органов устройства для механоактивации коллоидных дисперсных систем. Компьютерное моделирование выполнялось с применением программного обеспечения SolidWorks. Показано, что на гидродинамику перемешивания в аппарате с мешалкой оказывают влияние конфигурация рабочих органов и их режимные параметры.

Ключевые слова: моделирование, перемешивание, механоактивация, рабочие органы.

The paper presents the results of modeling the configuration of the working bodies of the device for mechanical activation of colloidal dispersed systems. The computer simulation was performed using SolidWorks software. It is shown that the hydrodynamics of mixing in the apparatus with a stirrer is influenced by the configuration of the working bodies and their operating parameters.

Keywords: modeling, mixing, mechanical activation, working bodies.

Потребительские свойства текстильных изделий не в последнюю очередь зависят от качества их отделки. Одной из основных операций отделки является крашение. Качество окраски материалов пигментными красителями зависит от степени их дисперсности. Меньший размер частиц пигмента увеличивает скорость их проникновение в толщу волокна. Существенное влияние на получение коллоидов пигментных красителей оказывает технология процесса и используемое при этом технологическое оборудование [1, 2].

Наиболее энергоемкой операцией получение дисперсий пигментных красителей является их диспергирование. Под диспергированием понимается разрушение агломератов и агрегатов пигментов и обеспечение полного смачивания поверхности пигмента жидкой фазы композиции, что предотвращает флокуляцию пигмента.

Аппаратурное оформление для получения материалов высокой дисперсности характеризуется наличием небольшого количества устройств. Анализ конструкций аппаратов предназначенных для получения материалов высокой дисперсности показал, что они требуют дальнейшего совершенствования. Кроме того, применяемые для этой цели конструкции достаточно энерго- и металлоемки [2].

Исследуемое устройство служит для механоактивации коллоидных дисперсных сред. Рабочими органами устройства являются трубы переменного сечения через которые движется жидкая среда. При этом узкие концы труб снабжены ребрами сложной формы. В данной работе выполнено моделирование процесса движения жидкой среды с применением систем автоматизированного проектирования SolidWorks и FloWorks.

Исследования, проведенные нами в лабораторных условиях [3-5] показали, что для получения высокодисперсных суспензий можно использовать принципиально новую конструкцию устройства, состоящую из ротора с трубками переменного сечения [4]. При прохождении жидкости через трубки переменного сечения, которые в свою очередь совершают вращательно движение, скорость среды на выходе многократно возрастает.

Моделирование движения жидкой среды через трубку переменного сечения

движущейся по окружности с постоянным радиусом представляет наибольший интерес.

Представим движение жидкости в трубке переменного сечения в цилиндрической системе координат в виде двухпараметрического винтового потока, симметричного относительно оси z (рис. 1) [6]

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} + r \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} \right) + k^2 \psi = -D, \quad (1)$$

с граничными условиями: $\psi(0,r) = \psi(r_2-r_1,r) = 0$; $\psi(z,r_1) = \psi(z,r_2) = 0$,

где ψ – функция тока, м²; r – текущий радиус, м; z – координата по высоте трубки, м; k – постоянная, равная удвоенному отношению модуля угловой скорости вращения частицы к модулю скорости её перемещения.

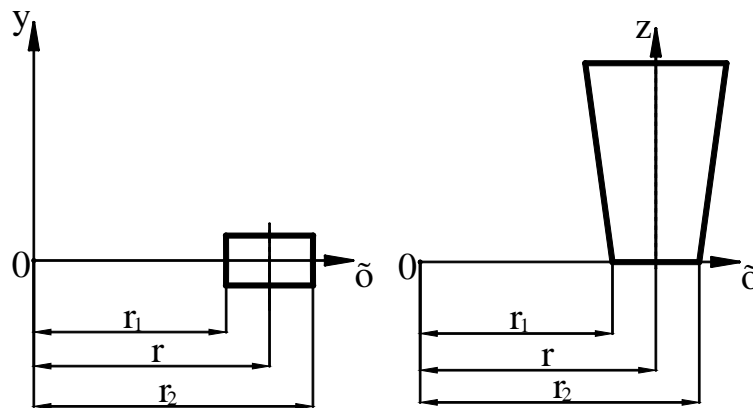


Рис. 1. Расчётная схема движения жидкой среды через трубку переменного сечения

Решение уравнения (1), удовлетворяющее указанным граничным условиям можно представить в виде ряда Фурье. Для потока, линеаризованного в первом приближении, получим

$$\psi = \frac{4D}{\pi} \cdot \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{n\omega_n^2} \Omega_n(r) \sin \frac{n\pi z}{r_2 - r_1}; \quad (2)$$

$$v_r = D \left\{ \frac{1}{r} \left(\frac{r_2 - r_1}{2} - z \right) - \frac{4(r_2 - r_1)}{\pi^2 r_1} \sum_{n=1,3,\dots} \frac{1}{n^2} \frac{r_1}{r} [1 - \Omega_n(r)] \cos \omega_n z \right\}; \quad (3)$$

$$v_\varphi = \left\{ C \left[1 + \frac{4k^2}{\pi} \sum_{n=1,3,\dots} \frac{1}{n\omega_n^2} \Omega_n(r) \sin \frac{n\pi z}{r_2 - r_1} \right] \right\} / r; \quad (4)$$

$$v_z = \frac{4D(r_2 - r_1)}{\pi^2 r_1} \sum_{n=1,3,\dots} \frac{1}{n^2} \Omega_n^*(r) \sin \omega_n z; \quad (5)$$

где v_r – радиальная скорость м/с; v_φ – окружная скорость м/с; v_z – осевая скорость м/с; D – коэффициент; n – не чётное число, $n=1,3,5,\dots$; ω_n – пристенная продольная скорость, м/с; Ω_n, Ω_n^* – коэффициенты.

Значение коэффициента D определяется по формуле

$$D = k \cdot C, \quad (6)$$

где k – коэффициент, м⁻¹; C – коэффициент, зависящий от скорости движения жидкости на входе в трубку переменного сечения, м²/с.

Значение коэффициента k определяется из формулы

$$k = -\frac{\pi}{2(r_2 - r_1)}. \quad (7)$$

Коэффициент, зависящий от скорости движения жидкости на входе в трубку переменного сечения, определяется из уравнения

$$C = v_{\varphi}^{\text{вход}} \cdot r_2, \quad (8)$$

где $v_{\varphi}^{\text{вход}}$ - окружная скорость на входе в трубку переменного сечения, м/с.

Пристенная продольная скорость

$$\omega_n = \frac{n \cdot \pi}{r_2 - r_1}. \quad (9)$$

Коэффициенты Ω_n , Ω_n^* определяются из уравнений

$$\Omega_n = 1 - \frac{r}{r_1} \frac{B_n I_1(\omega_n r) - C_n K_1(\omega_n r)}{A_n}; \quad (10)$$

$$\Omega_n^* = \frac{B_n I_0(\omega_n r) + C_n K_0(\omega_n r)}{A_n}, \quad (11)$$

где A_n, B_n, C_n - коэффициенты.

Значения коэффициентов A_n, B_n и C_n определяются из уравнений

$$A_n = I_1(\omega_n r_1) K_1(\omega_n r_2) - I_1(\omega_n r_2) K_1(\omega_n r_1); \quad (12)$$

$$B_n = K_1(\omega_n r_2) - \frac{r_1}{r_2} K_1(\omega_n r_1); \quad (13)$$

$$C_n = I_1(\omega_n r_2) - \frac{r_1}{r_2} I_1(\omega_n r_1), \quad (14)$$

где $I_1(x); K_1(x); I_0(x); K_0(x)$ – функции Бесселя.

При практических расчетах значения аргумента бесселевых функций $x = \omega_n r$ оказываются обычно во втором и последующих членах ряда столь большими, что можно воспользоваться асимптотическими представлениями этой функции при $x \rightarrow \infty$ [6]

$$I_n(x) \approx \frac{e^x}{\sqrt{2\pi x}}; \quad K_n(x) \approx \sqrt{\frac{\pi}{2x}} \cdot e^{-x}. \quad (15)$$

По приведенным уравнениям была составлена программа в среде MATLAB и произведен расчет однородного винтового потока в трубке переменного сечения.

На рис. 2 приведена 3D-модель рабочего органа перемешивающего устройства. Модель выполнена в САПР SolidWorks.

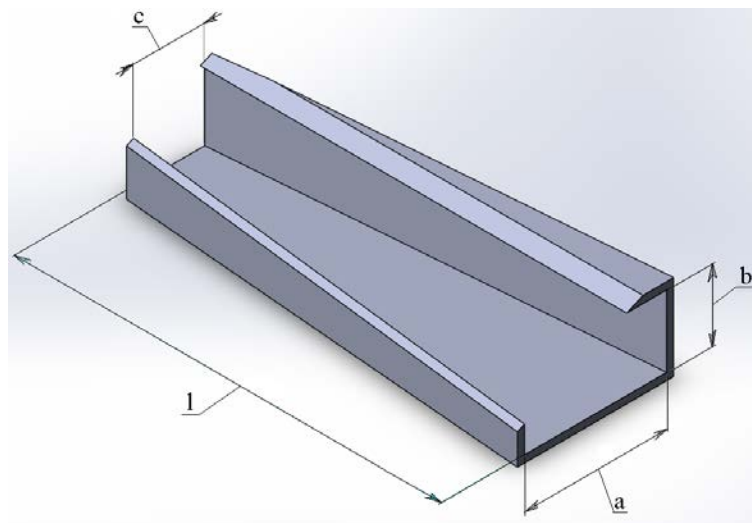


Рис. 2. 3D-модель рабочего органа

Движение жидкости в рабочем органе перемешивающего устройства с учетом вихревого движения жидкости выполнялось в приложении FloWorks. Расчет выполнялся при следующих исходных данных: $v_r=5$ м/с, $v_\phi=3$ м/с, $v_z=5$ м/с, $a=20$ мм, $b=10$ мм, $c=10$ мм, $l=60$ мм.

Результаты моделирования вихревого движения жидкости в рабочем органе приведены на рис. 2 и 3.

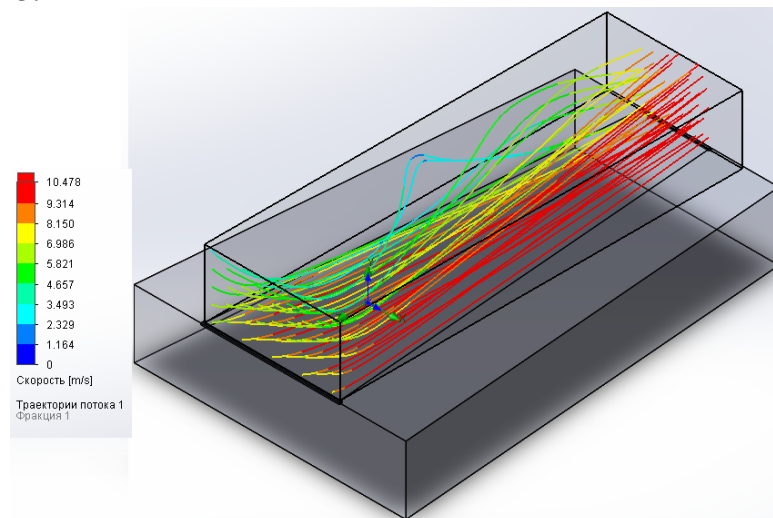


Рис. 2. Траектории потока жидкости в рабочем органе

Из рис. 2 видно, что входящий поток жидкости имеет трехмерную структуру и в процессе прохождения через трубку переменного сечения ускоряется. При этом поток жидкости на выходе из трубки получает направленное движение. Встреча со спутным вращающимся потоком жидкости приводит к возникновению градиентов скоростей, вызывающих вихреобразование и интенсивное перемешивание.

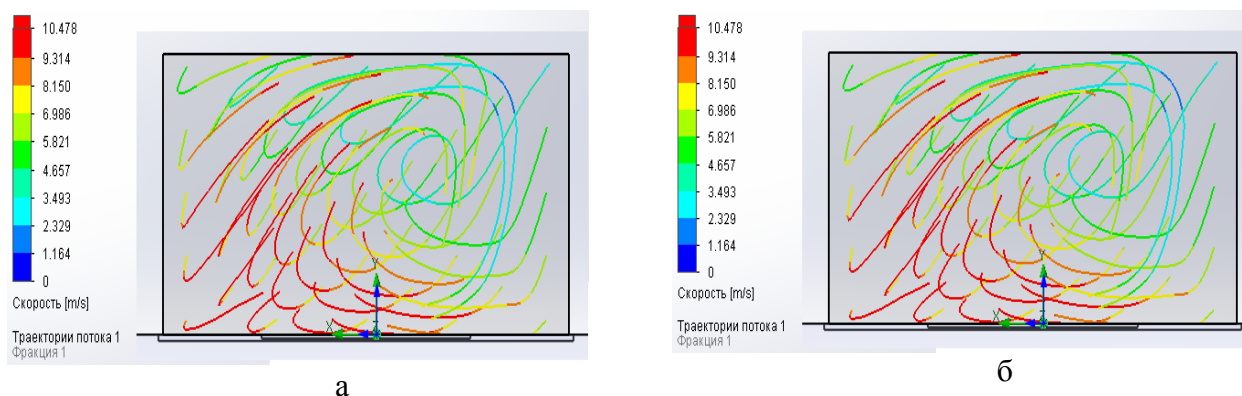


Рис. 3. Траектории потока жидкости в рабочем органе:
а – на входе; б – на выходе

Как видно из рис. 3 наличие внутренних углов в трубке переменного сечения приводит к образованию отрывных течений и возникновению турбулентности положительно сказывающейся на процессе перемешивания и диспергирования.

На рис. 4 и 5 приведены результаты моделирования движения дисперсной фазы в жидкости.

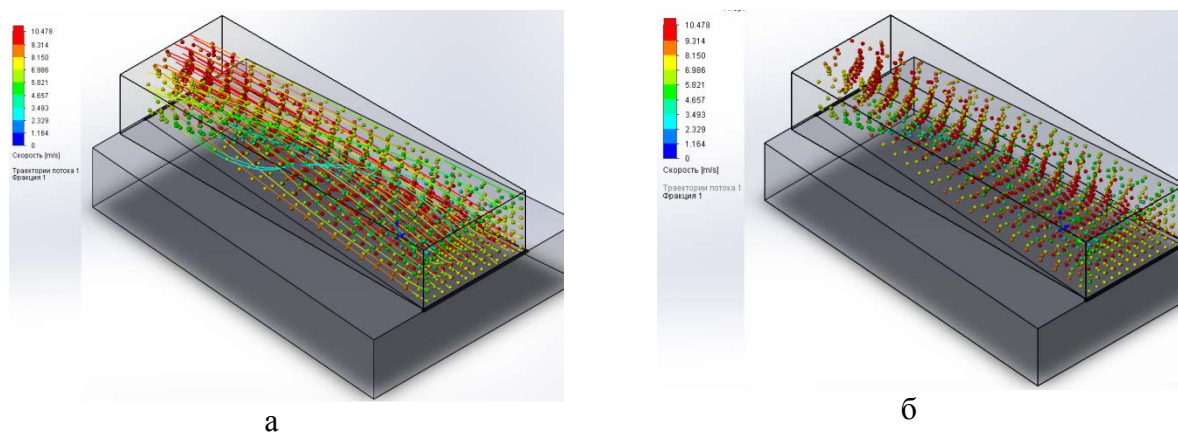


Рис. 4. Траектории потока жидкости и частиц твердой фазы в рабочем органе:
а – с линиями тока жидкости; б – без линий

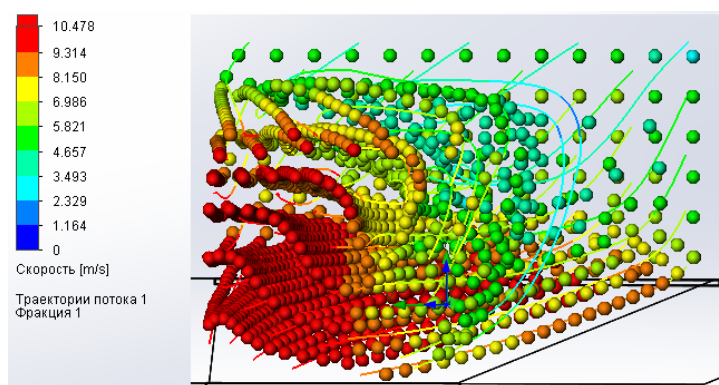


Рис. 5. Траектории движения частиц дисперсной фазы и линий тока жидкости на выходе из рабочего органа

Рабочий орган захватывает дисперсную композицию и ускоряет ее вследствие различия размеров входного и выходного отверстий, что приводит к возникновению турбулентных кольцеобразных фрактальных потоков коллоидной системы и вихрей Ренкина, вызывающих модификацию структурно-физических состояний компонентов суспензии. Вышеприведенные процессы в дисперсной системе создают высокие напряжения сдвига, приводящие к изменению морфологии твердых и жидких компонентов композиции, равномерности распределения твердой фазы и увеличению суммарной площади контакта фаз, что приводит к созданию высокоэнергетичной микрогетерогенной системы с размерами находящихся в ней частиц от 1 мкм до 100 мкм. При этом одна из фаз образует непрерывную дисперсионную среду, в объеме которой распределены частицы дисперсной фазы, утратившие в результате механоактивации способность к электростатической коагуляции.

Максимальная скорость движения жидкости и частиц дисперсной фазы достигает $v = 10,478$ м/с, что в два с лишним раза выше начальной скорости.

Полученные функциональные зависимости дают возможность определить оптимальный скоростной режим движения жидкости в рабочих органах устройства для механоактивации коллоидных дисперсных сред и, как следствие, решить задачи по его геометрическому и динамическому синтезу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ладаев, Н.М. Исследование влияния рабочих органов перемешивающего устройства на время гомогенизации / Н.М. Ладаев, С.О. Кожевников, Е.В. Жбанова, Ф.О. Герасимов // Инженерные и социальные системы: сб. науч.тр. инж-строит.ин-та ИВГПУ. – Иваново: ИВГПУ, 2017. – Вып. 2. с. 16-23.

2. Кожевников, С.О. Методы диспергирования жидких сред / С.О. Кожевников, П.П. Гуюмджян // Информационная среда вуза: Материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф./ Иван. гос. архит.-строит. акад. – Иваново, 2008. – С. 865-868.
3. Кожевников, С.О. Обзор основных типов перемешивающих устройств для получения технологических жидкостей // «Вестник научно-промышленного общества. Выпуск 6». – М.: Издательство «АЛЕВ-В», – 2003 – С. 67-69.
4. Устройство для механоактивации коллоидных дисперсных систем. Патент на полезную модель РФ №184449. Оpubл. 25.10.2018.
5. Гуюмджян, П.П. Движение жидкости в канале переменного сечения. / П.П. Гуюмджян, С.О. Кожевников, В.А. Дельцова // Информационная среда вуза: Материалы X Междунар. науч.-техн. конф. Иван. гос. архит.-строит. акад. – Иваново, 2003. с. 203-205.
6. Васильев, О.Ф. Основы механики винтовых и циркуляционных потоков. М.-Л. – Госэнергоиздат. – 1958. – 144 с.

**ПОВЕРХНОСТНОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОЛИЭФИРНЫХ ВОЛОКОН
ТЕЛОМЕРАМИ НА ОСНОВЕ ТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА ДЛЯ СОЗДАНИЯ
МАТЕРИАЛОВ С ПОВЫШЕННЫМИ ГИДРОФОБНЫМИ СВОЙСТВАМИ¹**

**SURFACE MODIFICATION OF POLYESTER FIBERS BY TELOMERS BASED ON
TETRAFLUORETHYLENE TO CREATE MATERIALS WITH INCREASED
HYDROPHOBIC PROPERTIES**

К.А. Ерзунов^{1,2}

К.А. Erzunov^{1,2}

¹Ивановский государственный химико-технологический университет

²Институт химии растворов имени Г.А. Крестова Российской академии наук

¹Ivanovo State University of Chemistry and Technology

²G.A. Krestov Insititute of Solution Chemistry of Russian Academy of Science

E-mail: erzunovk@mail.ru

Изучена морфология поверхности покрытий на основе теломеров тетрафторэтилена, сформированных на полиэфирных тканях. Определены показатели гидрофобности модифицированных тканей. Исследованы зависимости показателей гидрофобности тканей от количества нанесённых теломеров. Оценена устойчивость покрытий на основе теломеров тетрафторэтилена к истирающим воздействиям.

Ключевые слова: теломеры тетрафторэтилена, гидрофобность, полиэфирная ткань, краевой угол смачивания, водопоглощение.

The surface morphology of coatings based on tetrafluoroethylene telomers formed on polyester fabrics was studied. The hydrophobicity indices of the modified tissues are determined. The dependences of tissue hydrophobicity on the amount of applied telomeres. The stability of coatings based on tetrafluoroethylene telomers to abrasion was evaluated.

Keywords: tetrafluoroethylene telomeres, hydrophobicity, polyester fabric, wetting angle, water absorption

В настоящее время активно проводятся исследования модифицирования синтетических волокон, целью которых является получение материалов, обладающих сочетанием высоких качественных характеристик и новых специальных потребительских свойств. 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]. Серьезный теоретический и практический интерес представляют способы придания полиэфирным волокнам устойчивой гидрофобности за счет формирования на их поверхности тонкого фторполимерного водоотталкивающего покрытия [2].

Данная работа посвящена исследованию возможности создания полиэфирной ткани с повышенными водоотталкивающими свойствами путём формирования на ее поверхности ультратонкого покрытия на основе теломеров тетрафторэтилена (ТФЭ). В более ранних работах, проведенных в ИХР РАН [2-8], показано, что использование для водоотталкивающей отделки полиэфирных тканей теломеров ТФЭ, синтезированных в ацетоне и хлористом бутиле, обеспечивает придание тканям высоких краевых углов смачивания. Однако применение указанных теломеров имеет некоторые недостатки. Ткани с

¹ Работа выполнена под руководством гл.н.сопр. ИХР РАН, д.т.н. Пророковой Н.П. и н.с. ИХР РАН, к.т.н. Кумеевой Т.Ю.

покрытием на основе теломеров в ацетоне характеризуются недостаточно низким водопоглощением. Теломеры ТФЭ в хлористом бутиле при длительном хранении могут подвергаться гидролизу. Таким образом, актуальной задачей является выбор теломеров тетрафторэтилена, не подвергающихся гидролизу, которые обеспечивают формирование устойчивых к эксплуатационным воздействиям, непрерывных, малодефектных покрытий на поверхности каждого филамента. На основании теоретических предпосылок можно предположить, что подобными свойствами могут обладать покрытия на основе теломеров ТФЭ, синтезированных в триметилхлорсилане (ТМХС).

Теломеры ТФЭ, синтезированные методом радиационно-инициированной теломеризации под действием γ -излучения ^{60}Co с использованием телогена триметилхлорсилана (ТМХС), были использованы в качестве гидрофобизирующего агента в настоящей работе [9,10]. Теломеры для настоящего исследования были синтезированы в Институте проблем химической физики РАН (г. Черноголовка).

Формирование покрытий осуществляли методом одно-, двух-, трех- и четырехкратного погружения в раствор теломеров ТФЭ. Образцы модифицированной ткани были подвергнуты термообработке при $150\text{ }^\circ\text{C}$ на заключительной стадии обработки.

О характере нанесенного на волокна ткани покрытия судили по изображениям, полученным методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ).

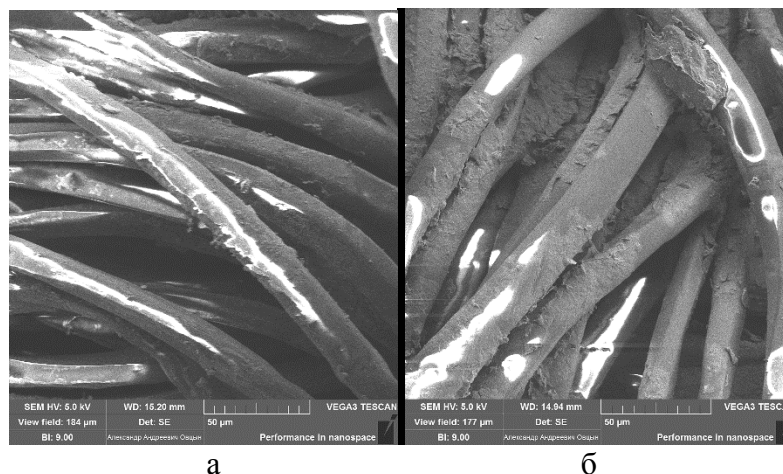
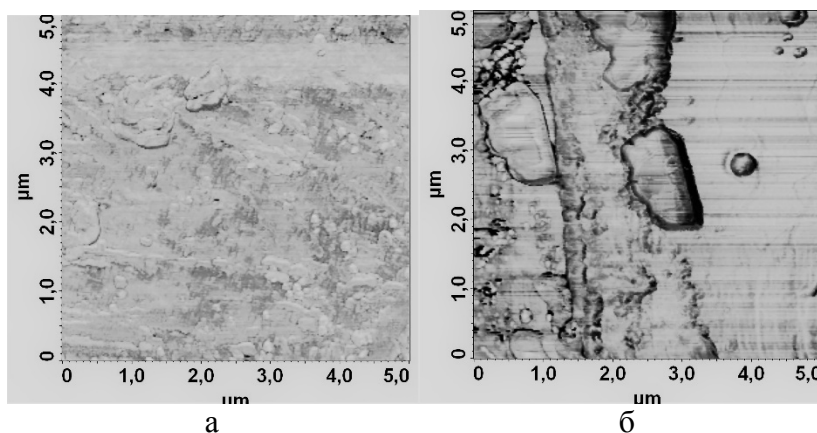


Рис. 1 Изображения ПЭФ ткани, обработанной растворами теломеров ТФЭ / ТМХС: а) двукратное нанесение; б) четырехкратное нанесение. Метод СЭМ.

Из изображений следует, что после нанесения теломеров ТФЭ на тканевую основу на поверхности каждого волокна формируется равномерное ультратонкое покрытие модификатора без отложений его в межволоконном пространстве.

Представления о морфологии покрытия следуют из изображений, полученных методом атомной силовой микроскопии (АСМ), представленных на рис. 2.



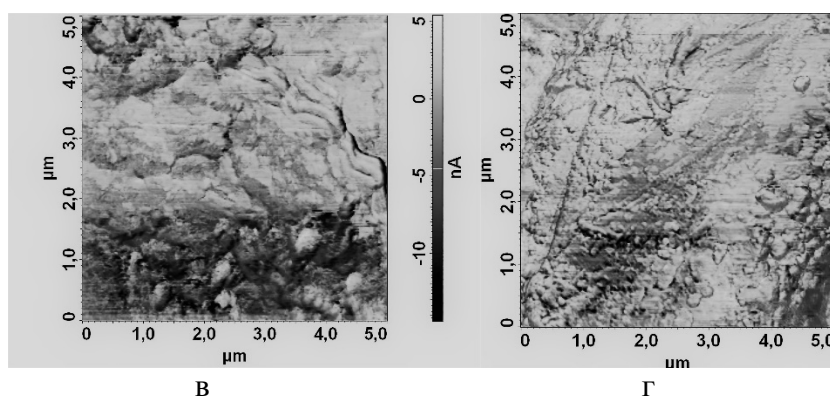


Рис. 2 Морфология покрытий на основе теломеров ТФЭ / ТМХС на ПЭФ ткани: а) однократное нанесение; б) двукратное нанесение; в) трехкратное нанесение; г) четырехкратное нанесение. Метод атомно-силовой микроскопии

Из полученных изображений следует, что с ростом кратности нанесения теломеров ТФЭ на полиэфирную ткань шероховатость полученных покрытий возрастает. Нанесение покрытий с промежуточной термообработкой вызывает меньший рост шероховатости. Это связано с тем, что промежуточная термообработка способствует удалению нетермостабильной фракции теломеров ТФЭ с меньшей длиной цепи.

Гидрофобные свойства модифицированной полиэфирной ткани количественно характеризовали краевым углом смачивания, а также значениями водопоглощения модифицированной ткани.

Таблица 1

Водоотталкивающие свойства ПЭФ тканей с покрытиями на основе теломеров ТФЭ

Кратность нанесения теломеров	Краевой угол смачивания, град.	Водопоглощение, %
0	Вода впитывается мгновенно	38.0 ± 0.9
Ткань с покрытием на основе теломеров ТФЭ / ТМХС		
1	115 ± 2	2.1 ± 0.2
2	125 ± 2	1.2 ± 0.1
3	123 ± 2	2.4 ± 0.2
4	112 ± 2	4.8 ± 0.3

Данные таблицы показывают, что для одно-, двух-, трех- и четырехкратного погружения полиэфирной ткани были получены высокие значения краевого угла смачивания. Однако при четырехкратном нанесении теломеров ТФЭ на ПЭФ ткани наблюдается снижение краевого угла смачивания. Это может быть связано с тем, что при избыточном количестве теломеров покрытия состоят из выпуклых участков больших размеров и становится менее упорядоченным. Наиболее низкими показателями водопоглощением обладают ПЭФ ткани при одно- и двукратном нанесении покрытия. Водопоглощение увеличивается с повышением кратности нанесения теломеров ТФЭ. Покрытия при этом становятся более шероховатыми и приобретают дефекты структуры.

Для оценки устойчивости покрытия подвергли образцы модифицированной полиэфирной ткани интенсивным истирающим воздействиям. В таблице 2 представлены значения краевых углов смачивания до и после истирающего воздействия.

Влияние истирающих воздействий на краевые углы смачивания ПЭФ тканей с покрытиями на основе теломеров ТФЭ

Кратность нанесения теломеров	Краевой угол смачивания до истирания, град.	Краевой угол смачивания после истирания, град.
Покрывтия на основе теломеров ТФЭ / ТМХС		
1	115 ± 2	123 ± 2
2	125 ± 2	126 ± 2
3	123 ± 2	123 ± 2
4	112 ± 2	112 ± 2

Из таблицы следует, что покрытия на основе теломеров ТФЭ характеризуются высокой устойчивостью к интенсивным истирающим воздействиям. Это, по всей видимости, связано с удалением части непрочно зафиксированного модификатора и перераспределением всего покрытия. При однократном нанесении теломеров ТФЭ наблюдается даже тенденция к некоторому возрастанию краевого угла смачивания.

Таким образом, было установлено, что при использовании для модификации полиэфирной ткани теломеров, синтезированных методом радиационно-инициирующей теломеризации с использованием триметилхлорсилана, ткань приобретает повышенные гидрофобные свойства. Полученные свойства характеризуются высокими значениями краевых углов смачивания и низкими значениями водопоглощения, а также 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., 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.

9. Теломеризация тетрафторэтилена в ацетоне, инициированная γ -лучами ^{60}Co и радикальными инициаторами. Растворимые теломеры / Д.П. Кирюхин [и др.] // Высокомолек. соед. А. – 1982. – Т. 24. – № 2. – С. 307-311.
10. Кирюхин, Д.П. Радиационно-химический синтез теломеров тетрафторэтилена и их использование для создания тонких защитных фторполимерных покрытий / Д.П. Кирюхин [и др.] // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2008. – Т. 52. – № 3. – С. 66-72.

**ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ АКТИВАЦИИ ПОЛИЭФИРНЫХ ТКАНЕЙ
ПЛАЗМОЙ ПОВЕРХНОСТНО-БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕЁ
ГИДРОФОБИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЛИГОМЕРОВ
ТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА***

**INFLUENCE OF SURFACE ACTIVATION OF POLYESTER FABRICS BY PLASMA OF
SURFACE-BARRIER DISCHARGE ON THE EFFICIENCY OF ITS
HYDROPHOBISATION BY USING TETRAFLUORETHYLENE OLIGOMERS**

М.В. Казанцев^{1,3}, К.А. Ерзунов^{2,3}
M.V. Kazantsev^{1,3}, K.A. Erzunov^{2,3}

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, (Ivanovo)

³G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of Russian Academy of Science

E-mail: erzunovk@mail.ru

Работа посвящена исследованию влияния активации полиэфирных тканей плазмой поверхностно-барьерного разряда перед нанесением гидрофобизатора на степень их гидрофобности. В качестве гидрофобизатора использованы олигомеры тетрафторэтилена, синтезированные с помощью реакции теломеризации тетрафторэтилена в триметилхлорсилане. Определены основные качественные показатели полиэфирной ткани с водоотталкивающими свойствами – краевой угол смачивания и водопоглощение.

Ключевые слова: полиэфирная ткань, гидрофобность, поверхностно-барьерный разряд, олигомеры тетрафторэтилена.

The work is devoted to the study of the effect of activation of polyester fabrics by plasma of a surface-barrier discharge before applying a hydrophobizing agent on the degree of their hydrophobicity. Tetrafluoroethylene oligomers synthesized using the reaction of telomerization of tetrafluoroethylene in trimethylchlorosilane were used as a hydrophobizing agent. The main quality indicators of polyester fabric with water-repellent properties (water contact angle and water absorption) were determined.

Keywords: polyester fabric, hydrophobicity, surface-barrier discharge, tetrafluoroethylene oligomers.

Известно, что любой текстильный материал, даже состоящий из гидрофобных синтетических нитей, обладает достаточно высокой поверхностной энергией, обеспечивающей смачиваемость его поверхности водой [1].

Для предотвращения смачивания необходимо на поверхности каждой нити, образующей ткань, сформировать новую поверхность, характеризующуюся пониженной поверхностной энергией. При этом должны сохраниться воздухо- и паропроницаемость волокнистого материала, обеспечивающие комфортность его использования. Это означает, что формируемое покрытие не должно перекрывать межниточные и межфиламентные пространства, т.е. покрытие должно быть сформировано на поверхности каждой элементарной нити (филамента), образующих комплексную текстильную нить, из которых состоит ткань.

Основным показателем гидрофобности является краевой угол смачивания (Θ) – угол между касательной к поверхности капли жидкости в точке соприкосновения трех фаз (твердой, жидкой и газообразной) и поверхностью твердого тела, измеренный внутри жидкой фазы [2], который должен превышать 90°C .

* Работа выполнена под руководством д.т.н., гл.н.сотр. ИХР РАН Н.П. Пророковой

При гидрофобизации тканей не менее важной задачей, чем достижение высоких краевых углов смачивания, является обеспечение низких значений их водопоглощения. 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.

На практике снижения поверхностной энергии тканей добиваются за счет обработки их специальными препаратами-гидрофобизаторами, наиболее эффективными из которых являются фторированные углеводороды [1,3,4].

В Институте проблем химической физики Российской академии наук (г. Черноголовка) методом радиационно-инициируемой теломеризации были синтезированы олигомеры тетрафторэтилена (далее – теломеры ТФЭ) в целом ряде растворителей различной природы и реакционной способности. В проведенных в Институте химии растворов Российской академии наук (г. Иваново) работах [5-12] было показано, что использование для водоотталкивающей отделки полиэфирных тканей теломеров ТФЭ, синтезированных в ацетоне и хлористом бутиле, обеспечивает придание тканям высоких краевых углов смачивания. Однако применение указанных теломеров имеет некоторые недостатки. Ткани с покрытием на основе теломеров ТФЭ в ацетоне характеризуются недостаточно низким водопоглощением. Теломеры ТФЭ в хлористом бутиле при длительном хранении могут подвергаться гидролизу. Таким образом, научный и практический интерес представляет задача выбора теломеров ТФЭ, обеспечивающих придание полиэфирным тканям высоких водоотталкивающих свойств и не подвергающихся гидролизу. Для настоящей работы в Институте проблем химической физики Российской академии наук (г. Черноголовка) синтезированы теломеры тетрафторэтилена в триметилхлорсилане, которые, в соответствии с теоретическими предпосылками, могут являться эффективными гидрофобизаторами полиэфирных тканей.

Согласно современным воззрениям, для придания высокой гидрофобности ткани, также как и любому твердому телу [13-15], кроме понижения поверхностной энергии с помощью нанесения гидрофобизирующего покрытия, необходимо обеспечить текстурирование поверхности для придания ей многомодальной шероховатости.

Как показали исследования, проведенные в ИХР РАН, эффективным способом текстурирования поверхности полиэфирных волокнистых материалов является их химическая [16-20] или плазменно-химическая [21-23] активация. Основой активации полиэфирных волокон является регулируемый слабый поверхностный гидролиз полиэтилентерефталата, осуществляемый в условиях, обеспечивающих сохранение исходного уровня прочности волокнистого материала. В результате активации увеличивается степень шероховатости поверхности.

Одним из наиболее эффективных методов активации, обеспечивающим значительное повышение шероховатости поверхности полиэфирных волокон и образование большого количества активных кислородсодержащих групп, является метод, основанный на воздействии на ткань поверхностно-барьерного разряда. Этот метод был использован в настоящей работе.

В качестве объекта исследования использовали полиэфирную (ПЭФ) ткань полотняного переплетения массой 175 г/м^2 , поверхностной плотностью $180 \pm 10 \text{ г/м}^2$ и числом нитей 216 ± 4 на 10 см по основе и 203 ± 4 на 10 см по утку.

Активация полиэфирной ткани плазмой поверхностно-барьерного разряда осуществлялась с использованием установки оригинальной конструкции, подробно описанной в работе [23], в течение 5 сек. при выходном напряжении 3.5 кВ и частоте 22 кГц.

В качестве гидрофобизатора использовали теломеры ТФЭ, полученные в триметилхлорсилане (ТМХС) (далее теломеры ТФЭ / ТМХС) с использованием уникальной научной установки «Гамматок-100» (Институт проблем химической физики Российской

академии наук, г. Черногловка) [24]. Теломеры ТФЭ / ТМХС имеют общую формулу $A(TФЭ)_nB$, где n – длина цепи, А и В – концевые группы: Cl, $(CH_3)_2ClSi$, $(CH_3)_3Si$. Средняя длина цепи теломеров, полученных в ТМХС, составляет 20-30 звеньев. В работе использовали теломеры ТФЭ / ТМХС с длиной цепи 20 звеньев ТФЭ. Для обработки образцов ПЭФ ткани использовали растворы радиационно-синтезированных теломеров ТФЭ / ТМХС концентрации 5.0 % мас. Концентрированные растворы теломеров ТФЭ / ТМХС были разбавлены этилацетатом до концентрации ~ 2 % мас.

Погружали образцы ПЭФ ткани в раствор теломеров, время пропитки составляло ~ 10 сек. Пропитку тканей проводили многократно (до 4-х раз). После каждой пропитки подвергали образцы ткани сушке при $T = 20-25$ °С в течение 24 часов для удаления растворителя. На заключительном этапе после сушки образцов их подвергали термообработке при $T = 150$ °С в течение 1 мин. В результате были получены образцы с одно-, двух-, трех- и четырехслойным покрытием из теломеров.

Смачивание образцов водой количественно характеризовали краевым углом Θ . Краевой угол смачивания определяли методом проецирования капли на экран как угол между касательной, проведенной к поверхности смачивающей жидкости, и смачиваемой поверхностью твердого тела, при этом его отсчитывали от касательной в сторону жидкой фазы. Касательную проводили через точку соприкосновения трех фаз.

Водопоглощение тканей определяли в соответствии с ГОСТ 3816-81 (ИСО 811-81) как количество воды, удерживаемой образцом ткани после полного погружения его в жидкость в течение одного часа.

Водоотталкивающие свойства ПЭФ тканей, обработанных растворами теломеров ТФЭ, синтезированных в ТМХС, представлены в таблице.

Таблица

Водоотталкивающие свойства ПЭФ тканей

Кратность нанесения теломеров	Краевой угол смачивания (град.) ПЭФ ткани		Водопоглощение (%) ПЭФ ткани	
	Без активации	Активированная	Без активации	Активированная
Ткань без покрытия				
0	Вода впитывается мгновенно		38.0 ± 0.9	
Ткань с покрытием на основе теломеров ТФЭ, синтезированных в ТМХС				
1	115 ± 2	120 ± 2	2.1 ± 0.2	4.5 ± 0.3
2	125 ± 2	126 ± 2	1.2 ± 0.1	4.2 ± 0.3
3	123 ± 2	119 ± 2	2.4 ± 0.2	4.0 ± 0.2
4	112 ± 2	111 ± 2	4.8 ± 0.3	3.8 ± 0.2

Из таблицы следует, что при одно- и двукратном нанесении теломеров краевые углы смачивания активированной ткани несколько превышают соответствующий показатель неактивированной. По-видимому, это происходит в результате повышения шероховатости ПЭФ подложки в результате активации. При трех- и четырехкратной обработке ПЭФ ткани растворами теломеров ТФЭ краевые углы смачивания активированной ткани ниже, чем у неактивированной. По-видимому, это является следствием избыточного количества теломеров ТФЭ, которое нивелирует увеличившуюся в результате активации шероховатость ПЭФ ткани.

Как видно из таблицы, водопоглощение предварительно активированной ткани с покрытием из теломеров ТФЭ выше водопоглощения неактивированной, что является свидетельством меньшей упорядоченности и более высокой дефектности формируемого на ней покрытия. Это связано с доказанным ранее [23] образованием в результате активации на поверхности ПЭФ материала дополнительного количества кислородсодержащих групп. Следует предположить, что при нанесении на поверхность ПЭФ ткани фторполимерного покрытия гидрофильные (гидроксильные и карбоксильные) группы в местах их нахождения

препятствуют взаимодействию молекул полиэтилентерефталата и теломеров ТФЭ. Следствием этого является снижение упорядоченности и повышении дефектности формируемого на основе теломеров покрытия. Таким образом, при гидрофобизации ПЭФ тканей с использованием теломеров ТФЭ/ТМХС предварительная активация ткани поверхностно-барьерным разрядом является нецелесообразной.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Ивановской области в рамках научного проекта р_центр_а № 18-48-370005.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов. - М.: РосЗИТЛП, 2001. – Т.3, 298 с.
2. Волков В.А. Коллоидная химия. - М.: МГТУ. 2001. – 640 с.
3. Хвала А., Ангер В. Текстильные вспомогательные вещества. Т.2 / Перевод с немецкого под ред. Г.Е. Кричевского. - М.: Легпромбытиздат, 1991. - 424 с.
4. Гроттенмюллер Р. Фторуглеродные производные - новейшее вспомогательное вещество для отделки текстильных метериалов // Текстильная химия. – 1999. - №16(1). – С.57-63.
5. Фторполимерные материалы / отв. ред. академик В.М. Бузник.– Томск: Изд-во НТЛ, 2017. – С. 241-298.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. Бойнович Л.Б., Емельяненко А.М. Гидрофобные материалы и покрытия: принципы создания, свойства и применение // Успехи химии. – 2008. – Т. 7, №77. – С. 619-638.
14. Park S., Kim J., Park C. Superhydrophobic Textiles: Review of Theoretical Definitions, Fabrication and Functional Evaluation // J. Eng. Fiber Fabr. – 2015. - V. 10. – P. 1-18.
15. Li S., Huang J., Chen Z., Chena G., Lai Y. A review on special wettability textiles: theoretical models, fabrication technologies and multifunctional applications // J. Mater. Chem. A. – 2017. – V. 5. – P. 31–55.

16. Пророкова Н.П., Вавилова С.Ю. Модифицирующее действие нитрата аммония и гидроксида натрия на полиэтилентерефталатные материалы // Химич. волокна. – 2004. – № 6. – С. 19 – 21.
17. 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.
18. Хорев А.В., Пророкова Н.П., Вавилова С.Ю. Активация поверхности полиэфирных текстильных материалов для придания им дезодорирующих свойств // Сборник материалов XII Международного научно-практического семинара «SMARTEX-2009», ИГТА, Иваново, 2009. – С. 61-63.
19. Prorokova N.P., Chorev A.V., Kuzmin S.M., Vavilova S.Yu., Prorokov V.N. Surface Activation of Fibrous PET Materials // Advances in sustainable petroleum engineering science, 2013. V. 5. Is. 2. P. 105-121.
20. Prorokova N.P., Chorev A.V., Kuzmin S.M., Vavilova S.Yu., Prorokov V.N. Chemical Method of Fibrous Materials Surface Activation on the Basis of Polyethylene Terephthalate (PET) // Chemistry & Chemical Technology, Vol. 8, No. 3, 2014. P. 293 – 302.
21. Кузьмин С.М., Пророкова Н.П., Хорев А.В., Вавилова С.Ю. Плазменно-растворная модификация полиэтилентерефталатного волокнистого материала // Хим. волокна, 2010. – №1. – С. 26-30.
22. Kuzmin S.M., Prorokova N.P., Khorev A.V. Chapter 19. Plasma-Assisted Modification of Textile Yarns in Liquid Environment / In book: Textiles: Types, Uses and Production Methods / editor A.El Nemr/ New York: Nova Science Publishers, Inc. 2012. P. 557 – 578.
23. Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Кузьмин С.М., Холодков И.В. Модифицирование поверхностно-барьерным разрядом полиэфирных волокнистых материалов в целях улучшения их гидрофильности // Журнал прикладной химии. – 2016. - Т. 89, № 1. - С. 119 – 127.
24. Кирюхин Д.П., Кичигина Г.А., Алляров С.Р., Бадамшина Э.Р. Уникальная научная установка «Гамматок-100» // Химия высоких энергий. – 2019. – Т.53, №3. – С. 224-234.

СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ТИТАНАТА КАЛЬЦИЯ-МЕДИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКРЫТИЙ НА СИНТЕТИЧЕСКИХ НИТЯХ В ЦЕЛЯХ ПОЛУЧЕНИЯ ТКАНИ, ВЫРАБАТЫВАЮЩЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК ПРИ РАСТЯЖЕНИИ*

SYNTHESIS OF CALCIUM-COPPER TITANATE FOR THE FORMATION OF COATINGS ON SYNTHETIC FILAMENTS IN ORDER TO OBTAIN A FABRIC PRODUCING ELECTRIC CURRENT UNDER TENSION

Е.В. Макарова^{1,3}, И.С. Галкин^{2,3}, К.В. Иванов³
E.V. Makarova^{1,3}, I.S. Galkin^{2,3}, K.V. Ivanov³

¹Ивановский государственный политехнический университет

²Ивановский государственный химико-технологический университет

³Институт химии растворов им. 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: ivk@isc-ras.ru

Работа посвящена получению наночастиц титаната кальция-меди, предназначенных для формирования на поверхности синтетических нитей покрытий с пьезоэлектрическими свойствами. Ткань будет состоять из двух видов нитей - пьезоэлектрической и проводящей. Она будет при растяжении вырабатывать электрический ток и передавать его на электронные устройства или аккумулятор.

Ключевые слова: синтетическая нить, нанозоль, покрытие, пьезоэлектрические свойства.

The work is devoted to the synthesis of nanoparticles calcium-copper titanate intended for the formation of coatings with piezoelectric properties on the surface of synthetic filaments. The fabric will consist of two types of filaments - piezoelectric and conductive. When stretched, it will generate electric current and transmit it to electronic devices or a battery.

Keywords: synthetic filament, nanosole, coating, piezoelectric properties.

Основным направлением современного материаловедения является производство так называемых «умных» материалов, в том числе «умного» текстиля. «Умным» можно назвать текстильный материал, который способен чувствовать воздействия окружающей среды, реагировать на них и адаптироваться к ним путем интеграции функционального потенциала в текстильной структуре [1]. Одним из видов «умного» текстильного материала можно считать ткань, способную вырабатывать электрический ток, в частности, пьезоэлектрическую ткань. Этот вид материала вырабатывает электрический заряд, преобразовывая кинетическую энергию, которая появляется в результате растяжения и скручивания ткани. Таким образом, одежда из такого материала может генерировать энергию при движении её владельца.

Принципы работы различных типов пьезоэлектрических тканей описаны в работах [2-4]. К настоящему времени разработаны концепции тканей - электрогенераторов на основе волокон кевлара с нанопокрытием на основе серебра и полидиметилсилоксана с выращенными наностержнями оксида цинка [2], скрученных углеродных нанотрубок [3], а также пьезоэлектрических нитей, центральная часть которых представляет собой

* Научный консультант д.т.н., гл.н.сотр. ИХР РАН Н.П. Пророкова

полимерную матрицу с частицами технического углерода, а внешняя состоит из полимера с пьезоэлектрическими свойствами [4].

Настоящая работа направлена на создание пьезоэлектрической ткани, которая будет состоять из двух видов нитей - пьезоэлектрической и проводящей, причем пьезоэлектрическая нить будет представлять собой полиэфирную нить с устойчивым покрытием, сформированным на основе наночастиц титаната кальция-меди ($\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$). Указанное покрытие будет сформировано на поверхности предварительно активированной по разработанным ранее способам полиэфирной нити [5-11]. Предварительная активация предназначена для повышения шероховатости поверхности нитей и увеличения содержания в приповерхностном слое волокнообразующего полимера активных кислородсодержащих групп.

Перовскитоподобный титанат кальция-меди планируется использовать для формирования покрытий на поверхности нитей в связи с тем, что он способен проявлять очень большую (гигантскую) диэлектрическую проницаемость ($\epsilon \sim 10^5$), мало изменяющуюся в интервале температур 100-600 К [12].

Настоящий раздел работы посвящен получению титаната кальция-меди в различных условиях и исследованию влияния температуры термообработки на состав и размер получаемого титаната кальция-магния. Образцы титаната кальция-меди получали методом жидкофазного синтеза. Для синтеза $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ готовили два раствора. В первой колбе растворяли 9,741 г. $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ в 65 мл воды при перемешивании и температуре 85 °С. Во второй колбе растворяли $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в количестве 1,205 г., в 17 г. CH_3COOH (лед.). Далее содержимое обеих колб сливали в одну и полученную смесь перемешивали при непрерывном нагревании в течении 1 ч. К полученному раствору с помощью шприца по каплям добавляли 20,563 г $\text{Ti}(\text{C}_4\text{H}_9\text{O})_4$. Полученный однородный раствор сушили в выпарной чашке при 100 °С. После сушки перемалывали массу до получения тонкодисперсного порошка. Для дальнейшего исследования порошок разбивали на несколько образцов. Каждый образец спекали при своей температуре (200, 400, 600, 800 и 1100 °С). После спекания при 1100 °С получали необходимое соединение тёмно-коричневого цвета ($\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$) практически без органических примесей.

На рис. 1 представлены результаты рентгенофазового анализа синтезированного порошка, который является предшественником $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$, термически обработанного при 100°, 200°, 400°, 600°, 800° и 1100°С в течении 1 часа для каждой из представленных температур.

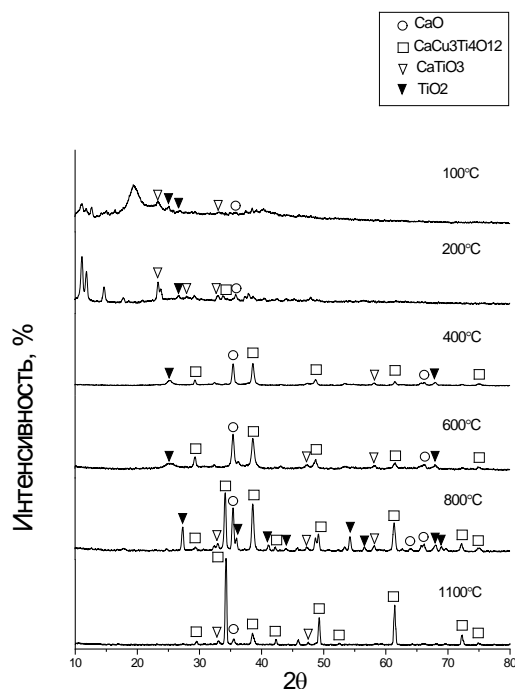


Рис. 1. Результаты рентгенофазового анализа прекурсора $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$

Как видно из результатов рентгенофазового анализа, образование кристаллов титаната кальция-меди начинается при 400°C и заканчивается при 1100°C (2θ : $34,45^\circ$, $38,54^\circ$, $42,29^\circ$, $49,29^\circ$, $52,91^\circ$, $61,48^\circ$, $72,3^\circ$, $74,94^\circ$). В интервале температур от 400°C до 800°C наблюдается фаза диоксида титана (2θ : $27,37^\circ$, $36,15^\circ$, $41,18^\circ$, $43,99^\circ$, $54,31^\circ$, $56,69^\circ$, $68,04^\circ$, $68,97^\circ$), CaO (2θ : $35,51^\circ$, $64,09^\circ$, $66,27^\circ$) и CaTiO_3 (2θ : $33,02^\circ$, $47,37^\circ$, $58,25^\circ$). Дальнейшая термическая обработка материала приводит к взаимодействию образовавшихся оксидов и последующему формированию $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$. При температуре 1100°C в материале наблюдается небольшая доля CaTiO_3 и CaO в виде примесей, что, по всей видимости связано с недостаточным временем термической обработки и, отчасти, нестехиометрией исходных компонентов [13].

На рис.2 представлен график распределения частиц по размерам синтезированного материала при 100°C , 200°C , 400°C , 600°C и 800°C .

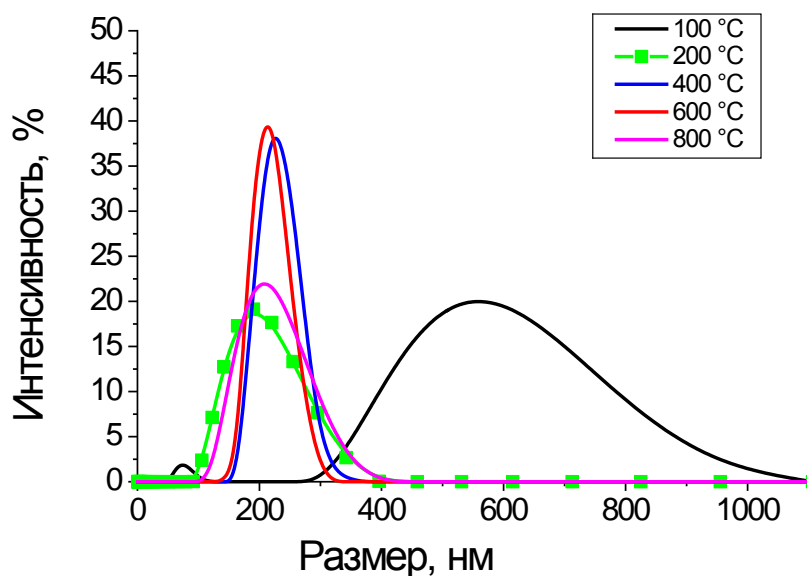


Рис.2. График распределения частиц по размерам синтезированного материала при 100°C , 200°C , 400°C , 600°C и 800°C

Из графика следует, что в процессе термической обработки предшественника титаната кальция-меди наблюдается нелинейный рост размера частиц: при 100°C – бимодальное распределение при 75,56 нм и 570,12 нм; при 200°C – 211,27 нм; при 400°C – 240,16 нм; при 600°C – 207,38 нм; при 800°C – 216,38 нм. Это, по всей видимости, обусловлено протеканием ряда физико-химических процессов – удалением физически и химически связанной воды в области 100°-250°C, удалением избытка уксусной кислоты, продуктов термической деструкции органических включений исходных компонентов в области 150°-600°C и ростом агломератов в интервале 600°-800°C.

Проведенные исследования свидетельствуют, что образование титаната кальция-меди завершается при температуре 1100 °C.

На следующем этапе работы планируется изучения влияния на свойства нитей с покрытием на основе титаната кальция-меди условий получения препарата-модификатора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пророкова Н.П. Синтетические волокна в России: производство, перспективы развития и получения на их основе функциональных и «умных» материалов // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы: сб. материалов XXI Междунар. науч.-практ. форума «SMARTEX-2018», 26-28 сентября 2018 года. – Иваново: ИВГПУ, 2018. – С. 289-294.
2. Seung W., Gupta M.K., Lee K.Y., Shin K.-S., Lee J.-H., Kim T.Y., Kim S., Lin J., Kim J.H., Kim S.-W. Nanopatterned Textile-Based Wearable Triboelectric Nanogenerator // ACS Nano. – 2015. – V. 9. – P. 3501-3509.
3. Kim S.H., Haines C.S., Li N., Kim K.J., Mun T.J., Choi C., Di J., Oh Y.J., Oviedo J.P., Bykova J., Fang S., Jiang N., Liu Z., Wang R., Kumar P., Qiao R., Priya S., Cho K., Kim M., Lucas M.S., Drummy L.F., Maruyama B., Lee D.Y., Lepró X., Gao E., Albarq D., Ovalle-Robles R., Kim S.J., Vaughman R.H. Harvesting electrical energy from carbon nanotube yarn twist // Science. – 2017. – V. 357. – P. 773–778.
4. Lund A., Rundqvist K., Nilsson E., Yu L., Hagström B., Müller C. Energy harvesting textiles for a rainy day: woven piezoelectrics based on melt-spun PVDF microfibres with a conducting core // npj Flexible Electronics. – 2018. – V.9. – P. 1 – 9.
5. Пророкова Н.П., Вавилова С.Ю. Модифицирующее действие нитрата аммония и гидроксида натрия на полиэтилентерефталатные материалы // Химич. волокна. – 2004. – № 6. – С. 19 – 21.
6. Пророкова Н.П., Хорев А.В., Вавилова С.Ю. Химический способ поверхностной активации волокнистых материалов на основе полиэтилентерефталата. Часть 1. Исследование действия растворов гидроксида натрия и препаратов на основе четвертичных аммониевых солей // Хим. волокна/ 2009. №3. С. 11-16.
7. Prorokova N.P., Chorev A.V., Kuzmin S.M., Vavilova S.Yu., Prorokov V.N. Surface Activation of Fibrous PET Materials // Advances in sustainable petroleum engineering science, 2013. V. 5. Is. 2. P. 105-121.
8. Prorokova N.P., Chorev A.V., Kuzmin S.M., Vavilova S.Yu., Prorokov V.N. Chemical Method of Fibrous Materials Surface Activation on the Basis of Polyethylene Terephthalate (PET) // Chemistry & Chemical Technology. V. 8, No. 3. 2014. P. 293 – 302.
9. Кузьмин С.М., Пророкова Н.П., Хорев А.В., Вавилова С.Ю. Плазменно-растворная модификация полиэтилентерефталатного волокнистого материала // Хим. волокна. 2010. №1. С. 26-30.
10. Kuzmin S.M., Prorokova N.P., Khorev A.V. 19. Plasma-Assisted Modification of Textile Yarns in Liquid Environment / In book: Textiles: Types, Uses and Production Methods / editor A.El Nemr/ New York: Nova Science Publishers, Inc. 2012. P. 557 – 578.
11. Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Кузьмин С.М., Холодков И.В. Модифицирование поверхностно-барьерным разрядом полиэфирных волокнистых материалов в целях улучшения их гидрофильности // Журнал прикладной химии. 2016. Т. 89, вып.1. С. 119-127.

12. Ramirez A.P., Subramanian M.A., Gardel M., Blumberg G., Li D., Vogt T., Shapiro S.M. Giant dielectric constant response in a copper-titanate // *Journal of Solid State Communication*. – 2000. – V. 115. - P. 217-220.
13. Liu P., Lai Y., Zeng Y., Wu S., Huang Z., Han J. Influence of sintering conditions on microstructure and electrical properties of $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ (CCTO) ceramics // *Journal of Alloys and Compounds*. – 2015. V. 650 – P.59-64

СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ 3D-МОДЕЛИ ТКАНОЙ АРМИРУЮЩЕЙ СТРУКТУРЫ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

CREATION OF THE PARAMETRIC 3D MODEL OF THE WOVEN REINFORCING STRUCTURE OF THE COMPOSITE MATERIAL

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 твердотельного моделирования при создании 3D-модели тканой армирующей структуры полимерного композиционного материала. Для разработанной модели управляющие параметры выражены с помощью глобальных переменных, таким образом, получаемая сборочная модель может быть полностью изменена путем варьирования значений одной или нескольких управляющих переменных. Из полученных 3D-моделей сделан вывод об эффективности применения разработанной модели.

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

The article presents the results of solid modeling when creating a 3D model of a woven reinforcing structure of a polymer composite material. For the developed model, the control parameters are expressed using global variables, thus, the resulting assembly model can be completely changed by varying the values of one or more control variables. From the obtained 3D models, a conclusion is drawn on the effectiveness of the developed model.

Key words: polymer composite material, topological optimization, reinforcing textile structure, impregnation process, solid modeling.

В настоящее время совершенствование методов проектирования изделий из полимерных композиционных материалов (ПКМ) является одной из наиболее перспективных областей научных исследований, а оптимизация параметров ПКМ на этапе их проектирования, является приоритетной задачей при разработке их производственного процесса.

Целью работы является создание оптимального инструмента для трехмерной модели тканой армирующей структуры, дающей возможность решения задачи интенсификации процесса пропитки волокнистой структуры полимерной составляющей ПКМ как капиллярно-пористой.

В процессе исследования нами рассмотрены геометрические модели нитей: Пирса рис.1а, Шанахана и Херла рис.1б и Олофссона рис.1в [3]. Базовая модель Пирса имеет круглое поперечное сечение описывающие геометрию простых тканых тканей.

Модель Шанахана и Херла - эта модель (лентиколярное поперечное сечение) сохранила все допущения, использованные Пирсом, за исключением формы поперечного сечения и рассматривается как производная модели Пирса. Авторы представили геометрический рисунок, с использованием нитей, имеющих в поперечном сечении линзовидную форму. Таким образом предложенная Шанаханом и Херлом модель имеет более точное математическое описание и соответствие реальное тканой структуре.

Модель нити Олофссона - нити имеют эллиптическую форму и рассматриваются как однородные линейные упругие материалы с линейным упрочнением.

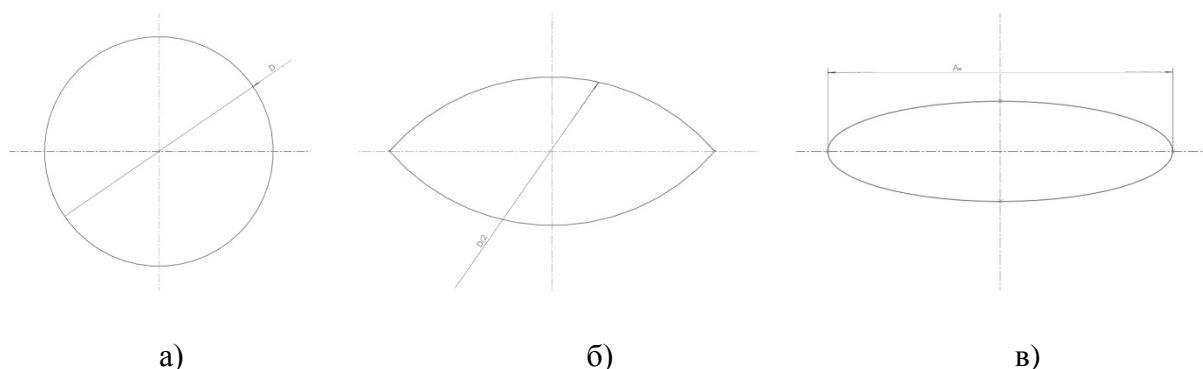


Рис.1 Геометрические модели тканой армирующей структуры, а) модель Пирса, б) модель Шанахана и Херла, в) модель Олофссона

Обязательным условием проведения аналитических исследований геометрической модели объекта методом конечных элементов является построение точной геометрической модели его компонентов. Базовая модель «Гибкой нити» Пирса считается началом моделирования геометрии нитей [5]. Модель Пирса предполагает, что нити имеют круглое поперечное сечение и обладают высокой степенью несжимаемости (идеально гибкие). Каждый набор нитей имеет равномерную кривизну, обусловленную круглой формой поперечного сечения переплетенных нитей.

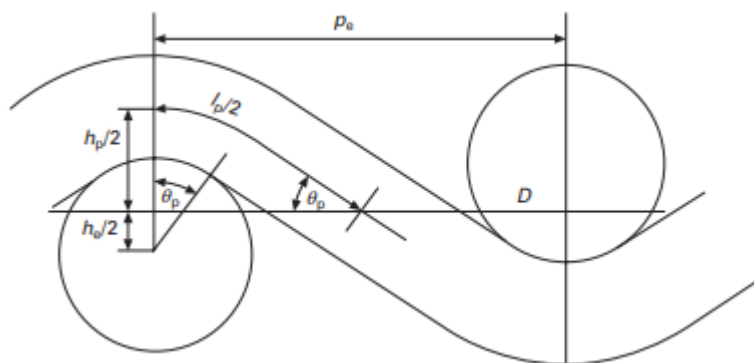


Рис.2 Поперечное сечение тканого полотна на основе модели Пирса

$$D = d_e + d_p \quad (1)$$

$$h_e + h_p = D \quad (2)$$

$$c_e = \frac{l_e}{p_p} - 1 \quad (3)$$

$$c_p = \frac{l_p}{p_e} - 1 \quad (4)$$

$$p_p = (l_e - D\theta_e)\cos\theta_e + D\sin\theta_e \quad (5)$$

$$p_e = (l_p - D\theta_p)\cos\theta_p + D\sin\theta_p \quad (6)$$

$$h_e = (l_e - D\theta_e)\sin\theta_e + D(1 - \cos\theta_e) \quad (7)$$

$$h_p = (l_p - D\theta_p)\sin\theta_p + D(1 - \cos\theta_p) \quad (8)$$

Где, h_p - высота нитей основы и утка; c_e , c_p - изгибы пряжи основы и утка соответственно; D - сумма диаметров нитей основы и утка; d_e , d_p - диаметры пряжи основы и утка соответственно; p_e , p_p - расстояние между нитями основы и уточной нити соответственно; l_e , l_p - длины нитей основы и утка; θ_e , θ_p - углы плетения нитей основы и утка. Индексы 'e' и 'p' в приведенных выше переменных относятся к деформации основы и утка соответственно [3].

По имеющимся формулам была разработана параметрическая 3D-модель (рис.3) двумерная элементарная ячейка ткани была построена путем наложения линейных геометрических параметров нитей и их поперечных сечений для получения желаемой формы.

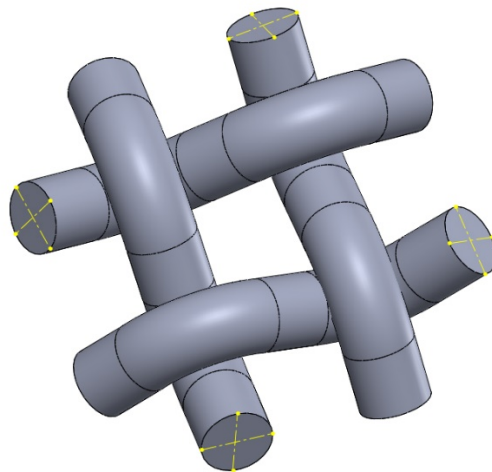
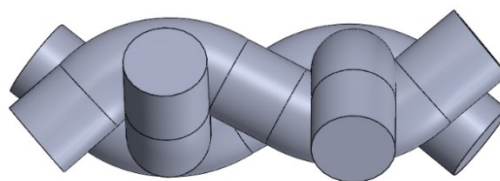
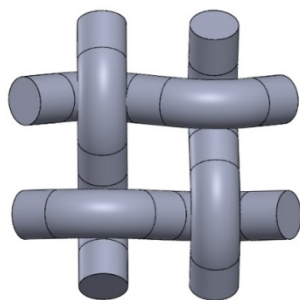
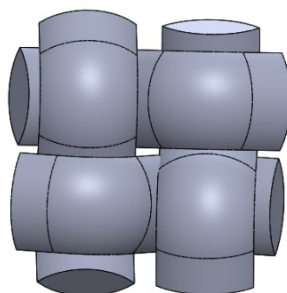


Рис.3 Параметрические 3D- модель Пирса тканой армирующей структуры

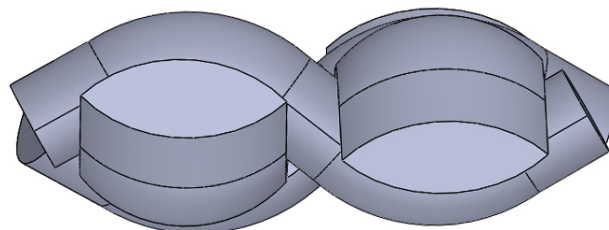
На рис. 4 показаны аксонометрические проекции параметрических 3D-моделей. Для топологической оптимизации геометрических параметров моделей, таких как длина нити, радиусы окружностей и т.д., использовались глобальные переменные, объединяющие все размеры модели через математические уравнения. Глобальные переменные могут использоваться для управления уравнениями и измерениями, имея свойство двунаправленности, то есть при изменении определённой глобальной переменной, происходит автоматическое изменение связанных переменных.



а)



б)



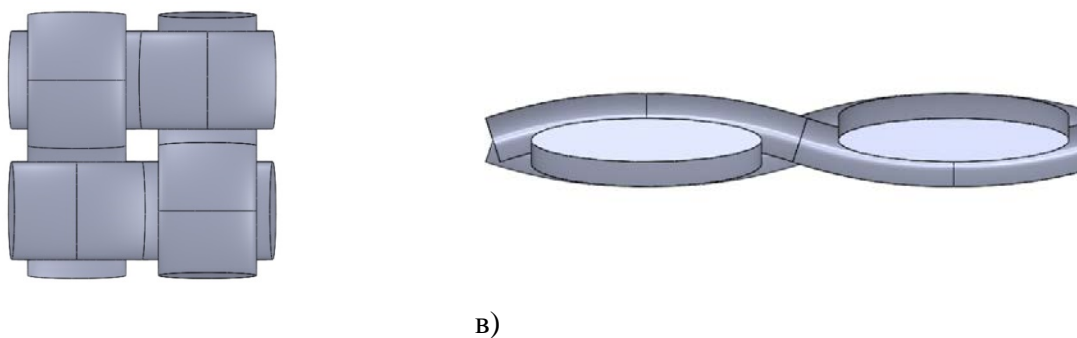


Рис.4 Параметрические 3D-модели тканой армирующей структуры: а) модель Пирса, б) модель Шанахана и Херла, в) модель Олофссона

Для последующего исследования процесса пропитки нами была выбрана [1] эллиптическая модель Олофссона [4], в которой форма поперечного сечения (рис.5) нити рассматривается как функция действующих на нить сил: деформацию растяжения или сжатия. Для достижения поставленной цели исследования нами использован программный комплекс твердотельного моделирования SolidWorks. Средствами инструментария комплекса смоделированы параметрические 3D-модели тканой армирующей структуры.

В результате была получена 3D-модель (рис. 5) армирующей волокнистой структуры ПКМ, управляющие параметры которой выражены с помощью глобальных переменных (таблица 1), внесённых в единую базу данных модели, которая содержится в программном комплексе.

Параметры модели могут изменяться применительно к конкретно решаемой задаче путем варьирования значений одной или нескольких управляющих переменных. Стоит отметить возможность импорта и экспорта разработанной базы данных глобальных переменных с возможностью дальнейшего применения в разрабатываемых моделях.

Таблица 1

D	l_e	p_e	d_e	h_p	d_p
7.5мм	5мм	10мм	15мм	1.5мм	7.5мм

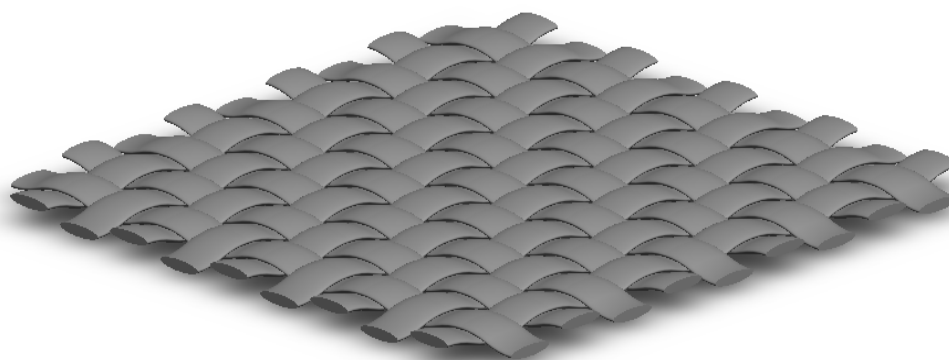


Рис.5 Параметрическая 3D-модель тканой армирующей структуры

Таким образом, результаты работы позволяют использовать разработанную нами трехмерную параметрическую модель тканой армирующей структуры для дальнейшего исследования процесса пропитки 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. Кожевников С.О., Кузнецов В.Б., Малов М.С. Анализ технических возможностей SOLIDWORKS при моделировании движения жидкости в устройствах для механоактивации коллоидных систем. Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование: сборник научных трудов 5-й Междунар. молодеж. науч.-прак.конф. в 2-х томах, Т.1., Юго-Зап. гос. ун-т., Курск: Из-во ЗАО «Университетская книга», 2018. С. 335-341.
3. Chen X. Modelling and predicting textile behavior – 2010. С. 25 – 29.
4. Vassiliadis S. Mechanical Analysis of Woven Fabrics: The State of the Art // Advances in Modern Woven Fabrics Technology – 2011. С. 41 – 61.
5. Yang S. Finite element analysis of monofilament woven fabrics under uniaxial tension // The Journal of The Textile Institute - 2015. С.89 – 100.

НИТЕНАТЯЖИТЕЛЬ ШВЕЙНОЙ МАШИНЫ
THE THREAD TENSIONER FOR SEWING MACHINE

Д.А. Колесов, Р.Р. Алешин
D.A. Kolesov, R.R. Aleshin

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University (ISPU)
E-mail: aleshinrustem@yandex.ru

В работе рассмотрены конструкции существующих нитенатяжителей. На основании проведенного обзора выявлены недостатки, конструкций и определены направления дальнейшего развития приборов для натяжения нити. Предложена конструкция натяжного прибора, позволяющая снизить нагрузки на иглу швейной машины и повысить качество получаемых строчек.

Ключевые слова: нитенатяжитель; магнит; швейная машина.

In the article made analyzed the design of thread tensioners. As a result of the review, were identified directions for the further development of devices for thread tension. The design of the tensioner is proposed, which allows to reduce the load on the needle of the sewing machine and improve the quality of the machine stitch.

Keywords: thread tensioner; magnet; sewing machine.

Технологические процессы в текстильной промышленности являются сложными и многофакторными. Как правило, в технологических процессах часть факторов просто стабилизируется и остается постоянной (скорость вращения рабочих органов, влажность, температура и т.д). Однако имеются и такие, которые необходимо не просто поддерживать, а регулировать в широком диапазоне. Одним из таких факторов является натяжение нити. Данный фактор является ключевым в текстильной и особенно в легкой промышленности. Натяжение волокнистого продукта играет важную роль от производства волокнистой ленты до изготовления конечного продукта. Без стабилизации натяжения нити нельзя было бы получить паковки, устойчивые к механическим воздействиям, а также подготовленные к крашению при перематке. Натяжение нити играет важную роль при формировании ткацкого переплетения. Геометрия трикотажной петли напрямую связана с натяжением в процессе вязания.

В перечисленных ранее технологических процессах необходимо поддерживать постоянное натяжение нити. Новые наукоёмкие производства композитов поставили новые требования к натяжению нити, оно стало полноправным технологическим фактором, влияющим на технологический процесс. При изготовлении изделий на основе композитов методом намотки излишнее натяжение может привести к разрушению оправки, а недостаточное к появлению пустот. При этом формы объектов, изготавливаемых таким образом, могут быть самыми разнообразными, что приводит к необходимости регулировать натяжение в процессе намотки.

Все конструкции натяжных приборов по классификации Оникова Э.А. [1. с.19] можно систематизировать по следующей схеме рис.1. В своей работе Эдуарт Аршакович классифицировал большинство имеющихся конструкций натяжителей нити.



Рис. 1 Классификация натяжителей

Обзор конструкций нитенатяжителей показал, что наибольшее распространение получили различные вариации натяжителя тарельчатого типа [2] и гребенчатого типа [3]. Стоит отметить, что конструкции приборов позволяют обеспечивать постоянное натяжение нитей, а регулирующее воздействие является ответом на изменение входного или выходного натяжения. Приборов для формирования переменного натяжения в зависимости от технологических параметров почти нет.

В представляемой работе объектом исследования являлся натяжной прибор швейной машины. Технологический процесс формирования петли приведен на рис.2 [4]. На этапе прокалывания материала и формирования петли, через которую «проходит» челнок, натяжение должно быть минимальным, чтобы сократить нагрузки, действующие на игольную нить. На этапе затягивания петли натяжение должно быть максимальным, чтобы не допустить излишнее сматывание нити и обеспечить затяжку стежка. Таким образом, можно сделать вывод, что при различных углах положения главного вала должно действовать различное натяжение.

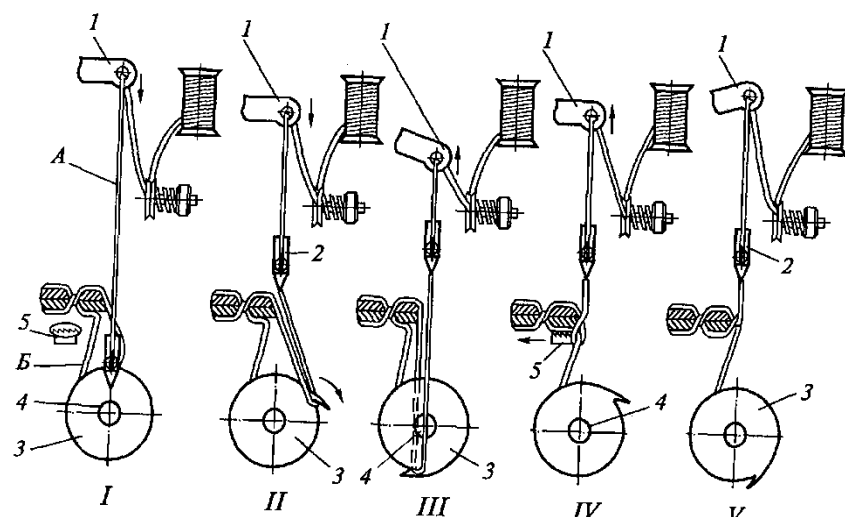


Рис. 2 Стадии формирования челночного стежка

Для реализации переменного во времени напряжения разработана следующая схема управления натяжением нити рис. 3. Положения главного вала, определяемое энкодером, передаётся на контроллер, который в зависимости от полученного сигнала определяет этап формирования петли и формирует управляющее воздействие, передаваемое на соленоид. Управляющий сигнал заставляет перемещаться шток соленоида, сжимая и разжимая пружину. Пружина воздействует на фигурные шайбы, зажимающие нить, и обеспечивает требуемое натяжение нити. Гайка на штоке позволяет регулировать минимальное усилие пружины, когда шток находится в крайнем верхнем положении.

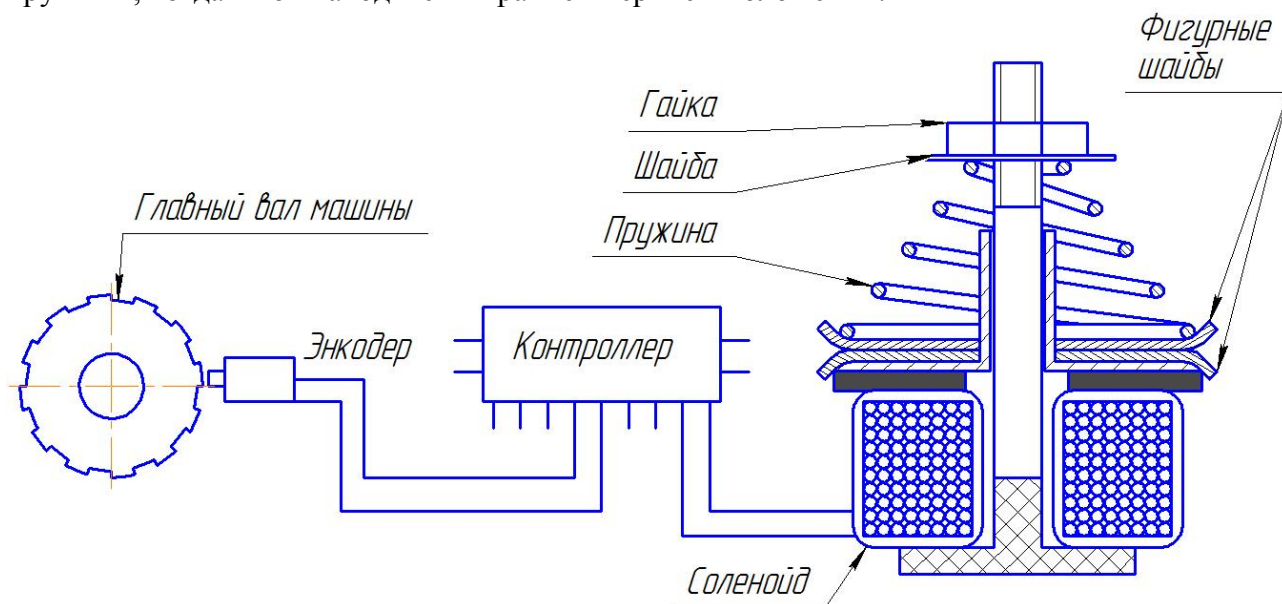


Рис. 3 Нитенатяжное устройство

В настоящее время невозможно себе представить современную швейную машину без микроконтроллера. Использование предлагаемой конструкции позволит снизить нагрузки, действующие на механизмы игловодителя и нитепритягивателя. Современные контроллеры могут следить за натяжением нити на каждом стежке, это позволит получать такой эффект как петляние сверху или петляние снизу рис.4 [5], в нужных местах шва. К примеру, отстрочка может быть в цвет с материалом, но в нужных дизайнеру местах будет видна челночная нить контрастного цвета.

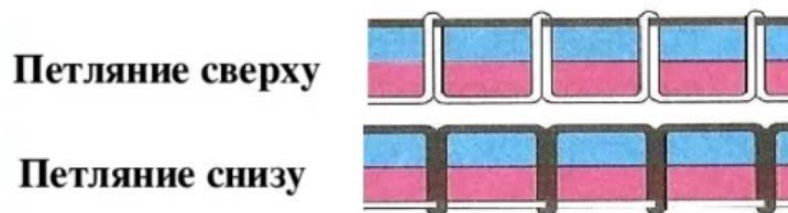


Рис. 4 Челночные строчки

ЛИТЕРАТУРА

1. Оников Э.А. Натяжные и контрольно – очистительные устройства одиночных нитей. М.: ГИЗЛЕГПРОМ, 1963. 103 с.
2. А. с. 1650812 СССР, МПК D 02 Н 13/24. Регулятор натяжения нити [Текст] / А.А. Рагузкин, Л.А. Простякова, Д.Д. Конюхов, К.Н. Ушакова. - N 4692017/12 ; заявл. 16.05.89 ; опубл. 23.05.91, Бюл. N 19. : ил.
3. Пат 58540 Российская Федерация, МПК D 01 Н 7/86. Нитенатяжитель [Текст] / Лаушкин С.Д. ; заявитель и патентообладатель ЗАО «Гелиос» - N 2006123494/22; заявл. 30.06.06 ; опубл. 27.11.06, Бюл. N 13 : ил.
4. В.В. Франц В.Я. Швейные машины. Иллюстрированное пособие. М.: Легпромбытиздат, 1986г.
5. Новозыбковская швейная фабрика «БИСАН» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nsfabrika.ru/raznoe/mashinnye-igly.html>. – (Дата обращения: 01.09.2019).

**МОДЕРНИЗАЦИЯ СПОСОБА ВЫДЕЛЕНИЯ СУЛЬФАТНОГО МЫЛА ИЗ ЧЕРНЫХ
ЩЕЛОКОВ СУЛЬФАТЦЕЛЛЮЛОЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**MODERNIZATION OF METHODS ISOLATING FOR SULPHATE SOAP FROM BLACK
LIQUOR SULPHATE-PRODUCTION**

О.С. Андранович, Е.Ю. Демьянцева
O.S. Andranovich, E.YU. Demyanceva

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
Высшая школа технологии и энергетики, (Санкт-Петербург)
St. Petersburg State University of Industrial Technology and Design
the Higher School of Technologies and Power Engineering, (St. Petersburg)
E-mail: ilonichka3377@mail.ru, demyantseva@mail.ru

Представлены коллоидно-химические характеристики сульфатного мыла выделенного из различных пород древесины. Предложен способ извлечения сульфатного мыла, основанный на агрегации частиц мыла путем введения деэмульгатора.

Ключевые слова: сульфатное мыло, черный щелок, деэмульгаторы, агрегация, мицеллообразование.

This article presents the colloidal chemical characteristics of sulfate soap separated from various wood species. A method of the sulfate soap extraction based on the soap particles aggregation by introducing a demulsifier is proposed.

Keywords: sulphate soap, black liquor, demulsifiers, aggregation, micelle formation

В целлюлозно-бумажной промышленности получения основного продукта сопровождается образованием большого количества побочных продуктов, находящихся в растворенном состоянии в отработанных щелоках. С одной стороны черный щелок является отходом производства и используется в качестве топлива. А с другой стороны может служить сырьем для получения ценных вторичных продуктов, таких как сырого сульфатного мыла, экстрактивные вещества, скипидарные и талловые продукты, лигнина и др. Наибольшее практическое значение в растворе черного щелока имеют натриевые соли жирных и смоляных кислот всплывающие на поверхность упаренного щелока в виде сульфатного мыла. Сульфатное мыло является источником нейтральных веществ: фитостерина, биологических активных веществ, такие как стерины, в случае хвойного мыла или в случае лиственных пород бетулин и сквален, которые применяют в качестве эмульгаторов, диспергаторов и компонентов лекарственных препаратов противовоспалительного действия, медикаменты для лечения сердечно-сосудистых заболеваний, дерматитов (в том числе, аллергических), некоторые гормоны, препараты витамина D и др. Частично сульфатное мыло используется без дальнейшей переработки в качестве флотореагента при обогащении руд или смазочно-охлаждающей жидкости при металлообработке [1-3]. Таким образом сульфатное мыло является источником большинства продуктов.

В настоящее время процесс извлечения сульфатного мыла из отработанных щелоков для предприятий малопривлекателен. В связи с тем, что существующая в настоящее время технология выделения сульфатного мыла, внедренная еще несколько десятилетий назад и до сих пор не претерпевшая существенных изменений, технологически сложна и энергоемка, поэтому эффективность технологии извлечения сульфатного мыла составляет не более 50% [4-5]. Такая низкая эффективность связана с тем, что в основном происходит выделение только грубодисперсной фракции мыла, при этом коллоидно- и молекулярно- растворенные части остаются в растворе рис.1.

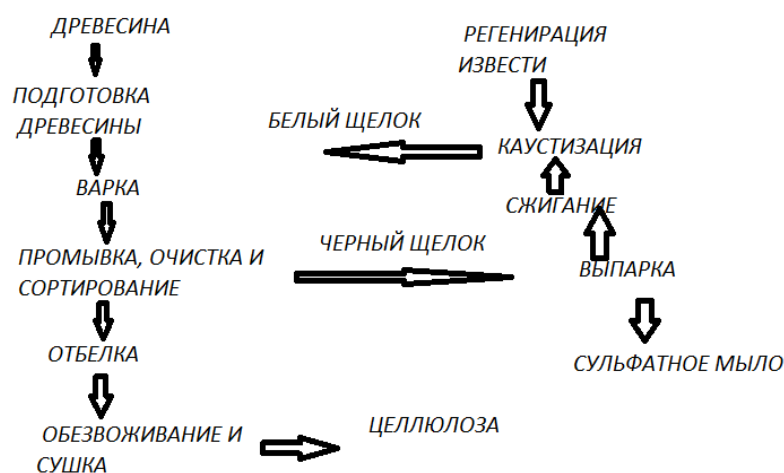


Рис.1. схема извлечения сульфатного мыла из черного щелока.
Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлись сульфатное облагороженное мыло и черный щелок производства АО «Сегежский ЦБК», катамин АБ ООО «НПК Изомер».

Исследования коллоидно-химических характеристик раствора ПАВ проводились тензиометрическим методом отрыва кольца Дю-Нуи [6]. Диаметр платинового кольца составил 22 мм. Для приготовления растворов использовали дистиллированную воду с удельной электропроводностью 3 мкСм/см. На всех полученных изотермах поверхностного натяжения отсутствует минимум, характерный для примесей, поэтому все объекты исследования дополнительной очистке не подвергали. Погрешность измерения поверхностного натяжения составила 5%.

Результаты и их обсуждения

Проведенные работы по исследованию дисперсного состава водно-щелочных и сульфатных варочных растворов органических компонентов древесины показали, что эти системы являются гетерогенными с преобладающей долей наночастиц, агрегативно неустойчивых при понижении температуры [7-8]. В результате гетерокоагуляции образуются коагуляционные соединения, состоящие из лигнина, производных углеводной части древесины и смолы. Для дестабилизации системы смола-лигнин, присутствующей в черном щелоке, необходимо вытеснить лигнин в водную фазу из поверхностного слоя, например, за счет увеличения его гидрофильности. В соответствии с современными представлениями, такое действие могут оказывать поверхностно-активные вещества. В работе было рассмотрено влияние деэмульгатора катамина АБ на мицеллообразующие свойства сульфатного мыла. В качестве объекта исследования было выбрано облагороженное сульфатное мыло, состоящее в основном из натриевых солей с небольшим количеством солюбилизированных в мицеллах этих солей неомляемых веществ. Результаты исследования представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Характеристика мицеллообразующей способности сульфатного мыла.

Наименование объекта	ККМ, %,масс.
Катамин аб	0,021
раствор облагороженного сульфатного мыла	0,12
раствор облагороженного сульфатного мыла с катамином АБ 90:10	0,03

Как видно из табл. 1 при введении в раствор сульфатного мыла катамина АБ дисперсная часть увеличивается в 4раза. В связи с этим данный ПАВ был использован в качестве деэмульгатора для выделения сульфатного мыла из раствора черного щелока. На рис.2 представлены зависимости критической концентрации агрегаций черного щелока и изменения поверхностной активности от добавки катамина АБ.

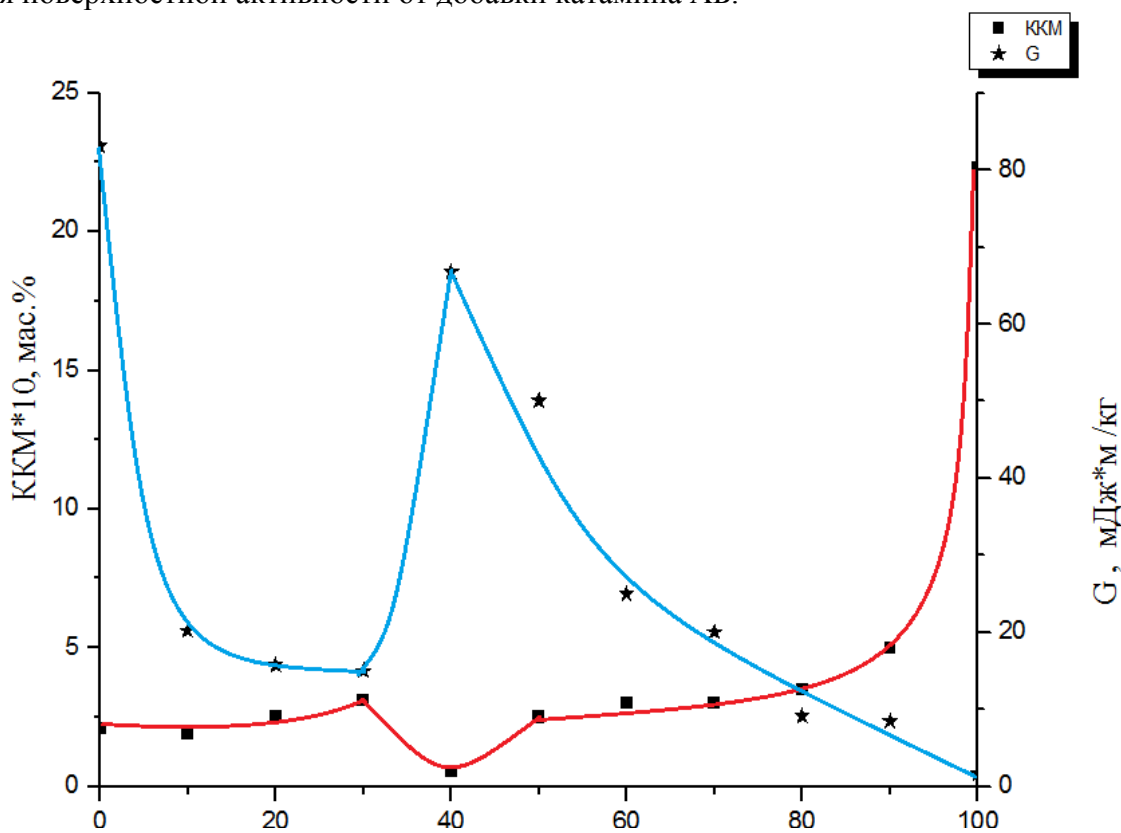


Рис.2. Влияние катамина АБ на агрегацию частиц черного щелока

Как видно при введении катамина АБ в раствор черного щелока уже в количестве 40% ККА щелока снижается в 40 раз. На основании полученных коллоидно-химических характеристик были определены оптимальные параметры для выделения сульфатного из черных щелоках путем отстаивания (рис.3). Процесс проводили при комнатной температуре в отличие от существующей технологии согласно которой отработанный щелок нагревается до температуры 60 °С[10-12]. В результате применения исследованной добавки время отстаивания снизилось в 2 раза, а количество выделенного сульфатного мыла увеличилось на 25%.

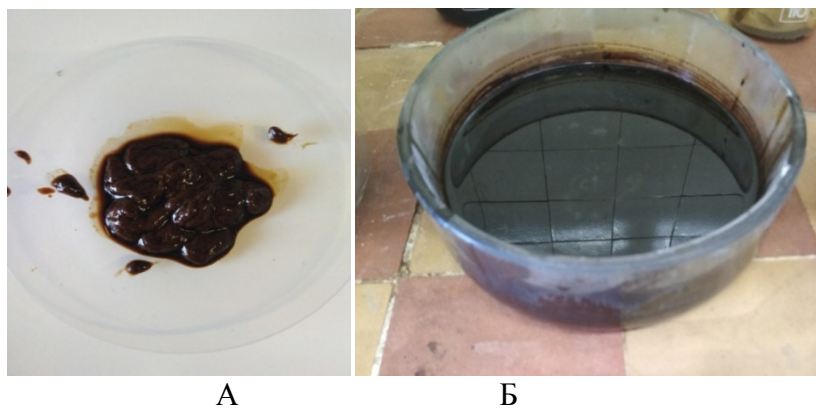


Рис.3А- выделенное сульфатное мыло , Б- черный щелок с добавкой катамина АБ.

Таким образом, предложен менее энергоемкий способ извлечения сульфатного мыла из растворов сульфат целлюлозного производства основанный на регулировании коллоидно-химических свойств растворов путем введения деэмульгирующей амфифильной добавки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аким Э.Л. Целлюлозно-бумажная промышленность в России // В сборнике: Леса России: политика, промышленность, наука, образование Материалы Второй международной научно-технической конференции. 2017. С. 198-202.
2. Богомолов Б.Д., Буцаленко В.С., Мариев А.А. Направление использования таллового пека//ВНИПИЭИлеспром.1989.№1. С.28
3. Владимирова Т.М., Соколов О.М., Третьяков С.И. Повышение выхода экстрактивных веществ дерева в процессе щелочной делигнификации // Межд.конф. «Физикохимия лигнина». Архангельск. 2005. С. 157-160.
4. Ковериинский И.Н. Комаров В.И., Третьяков С.И. Комплексная химическая переработка древесины Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2002. С.347
5. Лысогорская Н.П., Демьянцева Е.Ю., Клубин В.В.. О гетерогенности водно-щелочных растворов сульфатного лигнина и смолы древесины // Коллоид.журн.2002. т.64.№3.С.427-429.
6. Осовская И.И., Демьянцева Е.Ю. Определение поверхностного натяжения методом отрыва кольца Дю-Нуи//М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. 2016.С. 24 .
7. Труфанова М.В., Селянина С.Б., Афанасьев Н.И. Влияние сульфатного лигнина ели на коллоидно-химические свойства смесей основных компонентов сульфатного мыла // Химия растительного сырья. 2010. №2. С. 23-26.
8. Фейгус Э.И., Змачинская Н.Е. Выделение и сбор сульфатного мыла // Целлюлоза. Бумага. Картон (обз.инф). М.: ВНИПИЭИлеспром.1990. № 9.С. 48 -49.
9. Филиппов С. Оценка состава смолистых веществ сульфатного мыла // Лесной журнал. 1973. № 5. С. 102-105.
10. Филиппов Б.С. О выделении сульфатного мыла из черного щелока // Лесн.журн.1964.№1.С.154-158.
11. Tikka P., Kovasin K., Laxen T. Solving soap and turpentine related process problems in softwood kraft mills// *Palp&Paper Canada* 2002. 106(6) P.149-154
12. Zubarev A. Yu., Iskakova L. Yu. To the Theory of the Aggregation of Polydisperse// *RussiColloid Journal*, Vol. 66, No. 3, 2004, P. 296–301

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИМЕРНОГО ПОКРЫТИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ

STUDY OF THE INFLUENCE OF POLYMER COATING ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF PROTECTIVE CLOTHING TEXTILES

Д.Р. Зиятдинова, Л.Н. Абуталипова, А.Ю. Васильева
D.R. Ziyatdinova, L.N. Abutalipova, A.Y. Vasilyeva

Казанский национальный исследовательский технологический университет
Kazan National Research Technological University
E-mail: damira10ziyat@mail.ru, abutalipo@mail.ru

Механические свойства материалов для защитной одежды являются важными показателями качества и позволяют изделиям выполнять защитные функции в течение всего срока эксплуатации. В данной работе выполнено исследование прочности на разрыв текстильных материалов для защитной одежды. На тканях и трикотажных материалах выполнено покрытие, включающее полиуретановую композицию и диоксид титана. Выявлено небольшое увеличение разрывной нагрузки материалов в результате нанесения покрытия.

Ключевые слова: защитная одежда, механические свойства, текстильные материалы, покрытие, разрывная нагрузка.

The mechanical properties of materials for protective clothing are important indicators of quality and allow the products to perform a protective function throughout the entire life cycle. The article analyzes effect of the impregnation of fabrics and knitted materials for protective clothing with a polyurethane composition, including titanium dioxide, on the change in the textiles tensile strength. The breaking load of textiles increases slightly as a result of coating.

Keywords: individual protection equipment, mechanical properties, textiles, impregnation, breaking load.

Химические производства, газо- и нефтеперерабатывающие предприятия, транспортные предприятия, чрезвычайные ситуации представляют собой потенциальную опасность отравлений и заболеваний персонала и спасателей. Вещества, имеющие различные токсичные свойства могут содержаться в сырье, продуктах, отходах производства. При повышенной концентрации таких веществ в воздухе они могут проникать в человеческий организм, как через органы дыхания, так и через кожные покровы [1, с. 137 - 171с.; 2, с. 572 - 578; 3, с. 18 - 34]. Для защиты кожи человека от паров, газов токсичных веществ применяют одежду фильтрующего типа. Необходимые свойства защиты в такой одежде обеспечиваются пакетом материалов или материалом с фильтрующе-сорбирующими свойствами [4].

Материалы, применяемые для изготовления средств индивидуальной защиты, должны соответствовать требованиям стандартов и потенциальных потребителей. К нормируемым показателям механических свойств материалов для химической защитной одежды относят следующие: прочность на разрыв, сопротивление раздиру, сопротивление проколу, стойкость к истиранию, сопротивление изгибу [5]. В данной работе проведен анализ изменения показателя разрывной нагрузки тканей и трикотажных полотен после нанесения на них покрытия из полиуретановой композиции с включением диоксида титана.

В соответствии с ГОСТ [4] в пакет материалов фильтрующих средств защиты включаются слои: внешний, сорбционный, подкладочный. Для внешнего слоя используют ткани с необходимой в зависимости от условий труда функциональной отделкой: с водо-, масло-, нефтеотталкивающей отделкой, с кислотоотталкивающей отделкой, с огнестойкими, антиэлектростатическими свойствами. Для подкладки применяют ткани с небольшим весом и необходимыми гигиеническими свойствами. Для создания сорбционного слоя используют текстильные материалы пористой структуры, способные к поглощению газообразных,

парообразных или жидких токсичных веществ. Для увеличения сорбционной емкости материалов добавляют такие вещества, как активированный уголь, ферроцианид меди, оксид магния, оксид кремния, диоксид титана оксид алюминия, и другие [6-11 и др.].

В данной работе покрытие наносили на хлопчатобумажные ткани «Фланель» (150 г/м²), «Бязь» (140 г/м²), трикотажные материалы из смеси волокон (хлопок – 92%, спандекс – 8%; 135 г/м²), из полиэфирных (ПЭ) волокон (180 г/м²). В качестве сорбента использовали диоксид титана. В качестве закрепителя сорбента на текстильном материале применяли полиуретановую композицию. Полиуретаны обладают высокой прочностью, стойкостью к многократным деформациям, высоким сопротивлением истиранию и раздиру; по сравнению с другими полимерами более стойкие к светотермоокислительной деструкции [12]. Покрытие наносили равномерно по всей поверхности с лицевой стороны материалов. Образцы с нанесенным покрытием выдерживались в течение 24 часов при нормальных условиях.

Измерение разрывной нагрузки проводили на образцах материалов без покрытия и после нанесения покрытия; в двух направлениях: по основе (вдоль петельных столбиков) и по утку (вдоль рядов). Форму и размеры элементарных проб определяли по ГОСТ 3813 [13]. Прочность на разрыв при растяжении материалов определяли по величине максимально прикладываемой нагрузке, при которой происходит разрыв материала, по среднему арифметическому значению пяти испытаний образцов. Исследование проводили на базе кафедры «Материалы и технологии легкой промышленности» ФГБОУ ВО «КНИТУ», с использованием разрывной машины MESDAN-tenso LAB (Италия). На рисунках 1-4 представлены значения показателей разрывной нагрузки материалов Н.

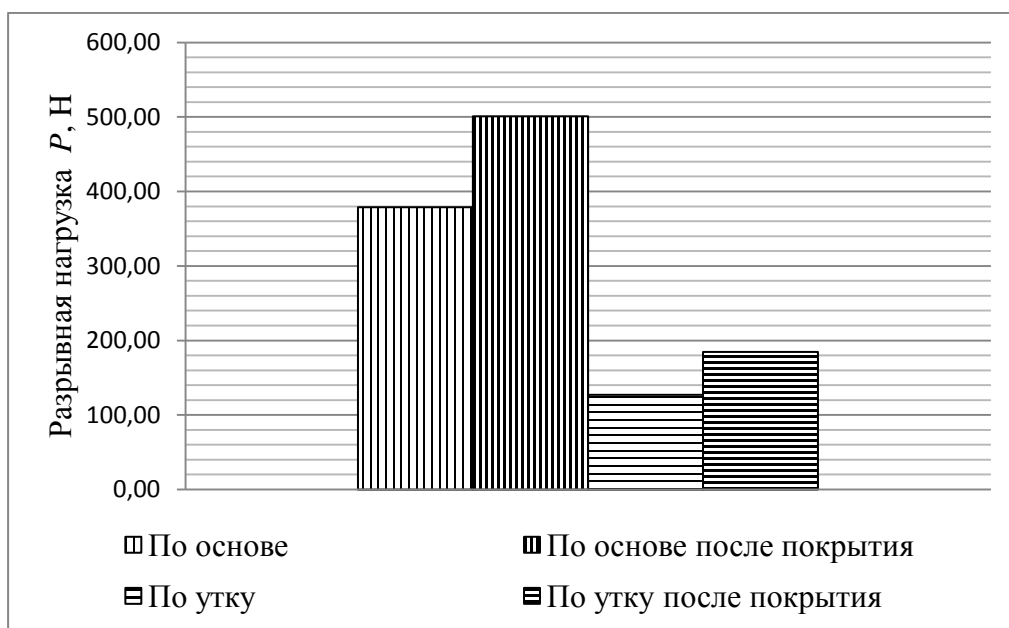


Рисунок 1 Разрывная нагрузка P , Н, ткани «Фланель» до и после покрытия

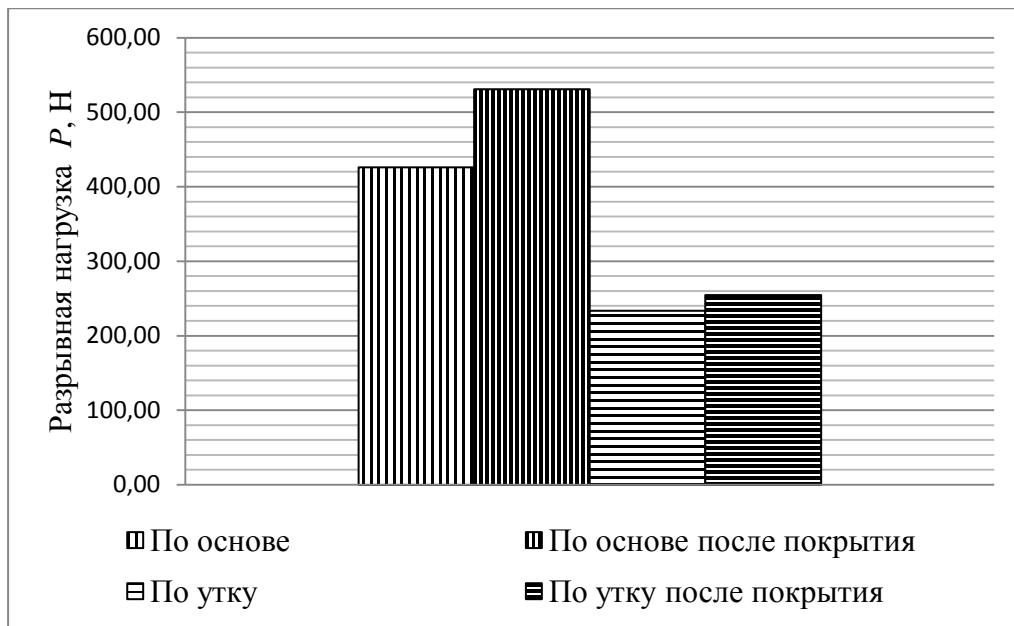


Рисунок 2 Разрывная нагрузка P , Н, ткани «Бязь» до и после покрытия

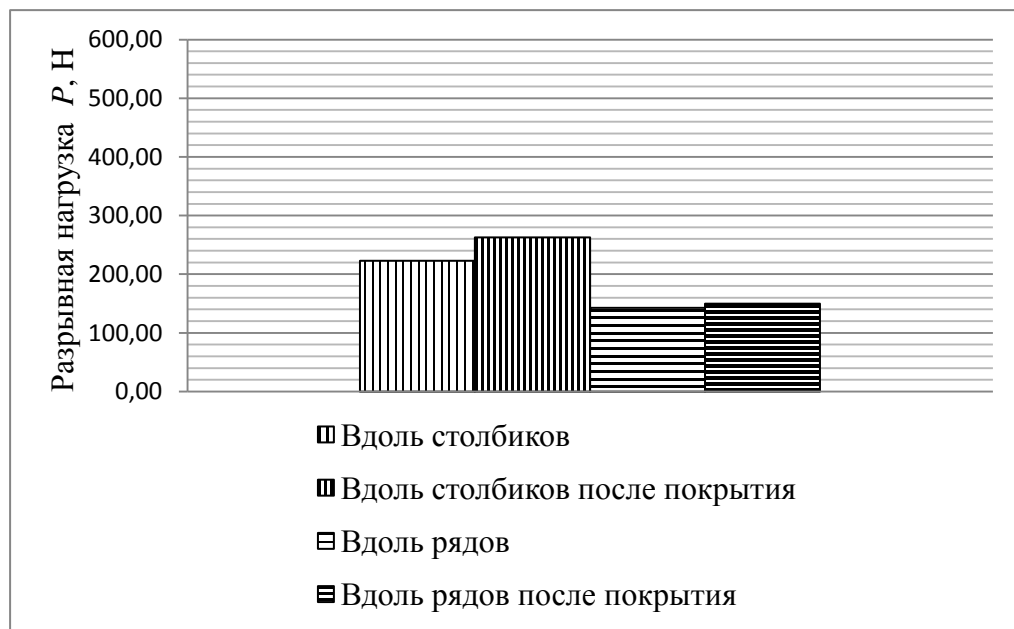


Рисунок 3 Разрывная нагрузка P , Н, смесового трикотажа до и после покрытия

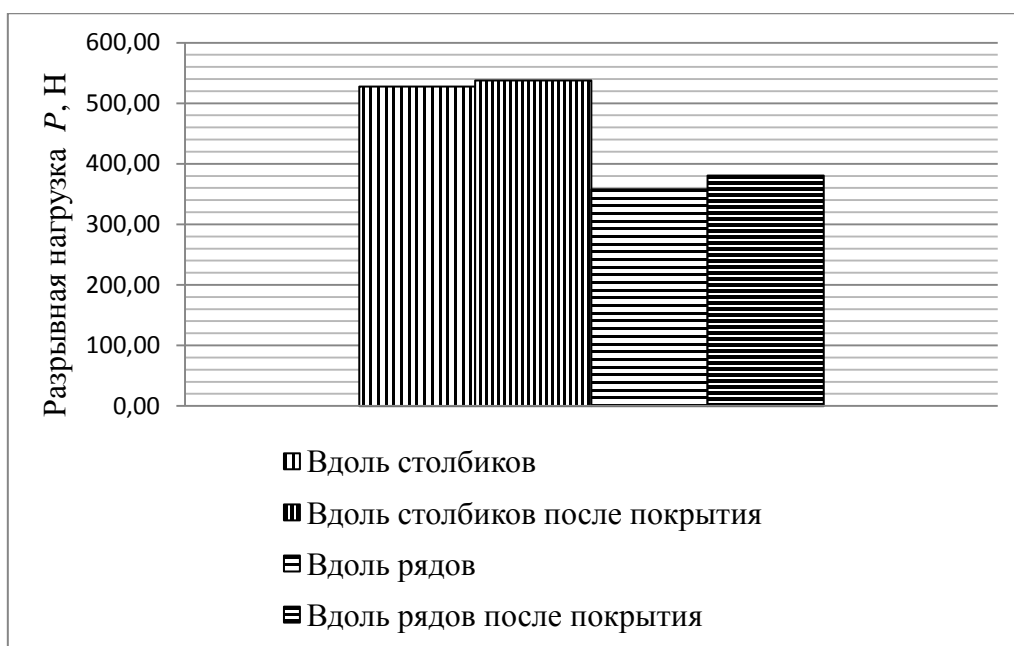


Рисунок 4 Разрывная нагрузка P , Н, ПЭ трикотажа до и после покрытия

Таким образом, результаты экспериментальных исследований показали, что в результате нанесения полиуретанового покрытия, содержащего диоксид титана, разрывная нагрузка тканей и трикотажных материалов не ухудшилась. Прочность на разрыв трикотажных материалов увеличилась незначительно вдоль направления столбиков и рядов в среднем на 7,5 %. Разрывная нагрузка ткани «Фланель» увеличилась на 35 % по основе и 45% по утку; разрывная нагрузка ткани «Бязь» увеличилась на 24 % по основе и на 9 % в уточном направлении. Полученные результаты можно использовать при разработке фильтрующих материалов для защитной одежды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности / В.Н. Коханов, Л.Д. Емельянова, П.А. Некрасов. - Москва : НИЦ ИНФРА-М. - 2014. - 400 с.
2. Безопасность жизнедеятельности: в 2 частях. Часть 2. Безопасность труда на железнодорожном транспорте / Жуков В.И.; Под ред. Пономарев В.М. - М.: УМЦ ЖДТ. - 2014. - 607 с.
3. Пряников В.И. Техника безопасности в химической промышленности. -М.: Химия. - 1989. - 288 с.
4. ГОСТ 12.4.287-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Фильтрующая защитная одежда от паров, газов, токсичных веществ. Технические условия.
5. ГОСТ 12.4.279-2014 (EN 14325:2004). Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная для защиты от химических веществ. Классификация, технические требования, методы испытаний и маркировка.
6. E. Khalil. A Technical Overview on Protective Clothing Against Chemical Hazards // AASCIT Journal of Chemistry. - 2015. - No. 2(3). - pp. 67-76.
7. Саляхова М.А. Фильтрующе-сорбирующий материал с внедренным фотокатализатором / И.Ш. Абдуллин, И.П. Карасева, Э.Н. Пухачева, Р.Х. Фатхутдинов, В.В. Уваев // Вестник казанского технологического университета. - 2013. - № 23. - С. 52-53.
8. Application of TiO₂ Nanoparticles for Obtaining Self - Decontaminating Smart Textiles, Scientific Technical Review - 2011. - Vol.61. -No. 3-4. - pp. 63-72.
9. Генис А.В. и др. Многослойный фильтровально-сорбционный нетканый материал. Патент на изобретение. № 2607585. Кл. МПК - B01D 39/16 (2006.01).
10. Гореленков В.К. и др. Многослойный сорбционный волокнистый защитный материал с

огнезащитным мембранотканевым слоем. Патент на изобретение. № 2429319. Кл. МПК - D04H 13/00 (2006.01).

11. Ефременко Е.Н. и др. Фильтрующе-сорбирующий самодезазирующийся материал для средств индивидуальной защиты от фосфорорганических соединений. Патент на изобретение. № 2330717. Кл. МПК - B01J 20/22 (2006.01).

12. Полиуретаны в производстве искусственных кож для одежды и обуви. М.: «Легкая индустрия». – 1977. – 256 с.

13. ГОСТ 3813-72. Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении.

РАЗРАБОТКА ТРИКОТАЖНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТАЛОЭЛЕМЕНТОВ

DEVELOPMENT OF KNITTED PROTECTION AGAINST MECHANICAL DAMAGES USING METAL ELEMENTS

М.И. Тихонова, С.И. Пивкина
M.I. Tichonova, S.I. Pivkina

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство), (Москва)
Russian State University A.N. Kosygina (Technology. Design. Art), (Moscow)
E-mail: rein220@rambler.ru, yusmk@gmail.com

Разработаны способы переработки металлических нитей различной толщины на плосковязальных автоматах, разработаны многослойные полотна для защиты от механических повреждений, проведен сравнительный анализ времени вязания и количества отходов в зависимости от способа выработки изделия.

Ключевые слова: защитные материалы, кулирный трикотаж, многослойные полотна, металлотрикотаж.

Methods for processing metal threads of various thicknesses on flat knitting machines are developed, multilayer fabrics for protection against mechanical damage are developed, a comparative analysis of the knitting time and the amount of waste depending on the method of generating the product is carried out.

Key words: protective materials, cool knitwear, multilayer fabrics, metal knitwear.

Современное трикотажное оборудование позволяет перерабатывать различные материалы в том числе металлическую проволоку различного диаметра, от 0,05 мм до 0,2 мм. Благодаря этому есть возможность создавать полотна с повышенным сопротивлением к механическим повреждениям, однако при переработке металлического сырья на плосковязальном оборудовании возникает ряд проблем связанных с физическими свойствами таких нитей. Во первых некоторые механические узлы оборудования не предназначены для переработки таких нитей, что влечет за собой преждевременный износ деталей, а так же частые обрывы полотна. Необходимо учитывать это при заправке нити на машине (Рис.1).

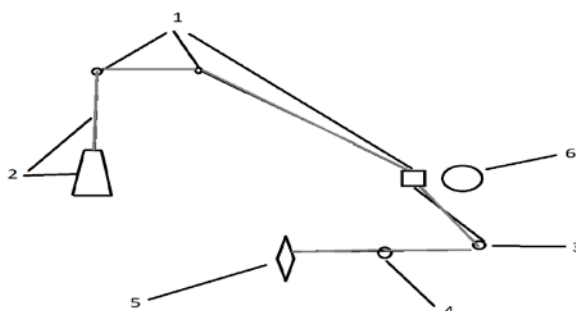


Рис.1 Схема заправки металлической нити

1 – направляющие; 2 – металлическая нить; 3 – компенсатор;
4 – керамическое кольцо; 5 – нитевод; 6 – фурнисер

Во вторых необходимо учитывать форму паковки металлической нити, она не рассчитана на смотку при вязании, по этому, невозможно использовать ее для изготовления изделий без применения дополнительных приспособлений. Для качественной смотки нити со стандартной катушки проволоки, был использован бегунок, (Рис.2) что позволило избежать обрывов нити при вязании полотна.[1.2]



Рис.2. смотка металлической нити с катушки с помощью бегунка

Таким образом было изготовлено несколько образцов различных кулирных переплетений из проволоки толщиной 0,2 мм и 0,05 мм. На плосковязальных машинах 5 и 7 классов. Экспериментальным путем установлено, что выработка двойных кулирных переплетений, из достаточно упругой стальной проволоки диаметром 0,2 мм, на имеющемся оборудовании затруднительна. Поэтому изготовлены образцы переплетений: кулирная гладь (Рис.3), производная гладь, полуфанг и фанг.[1.6]

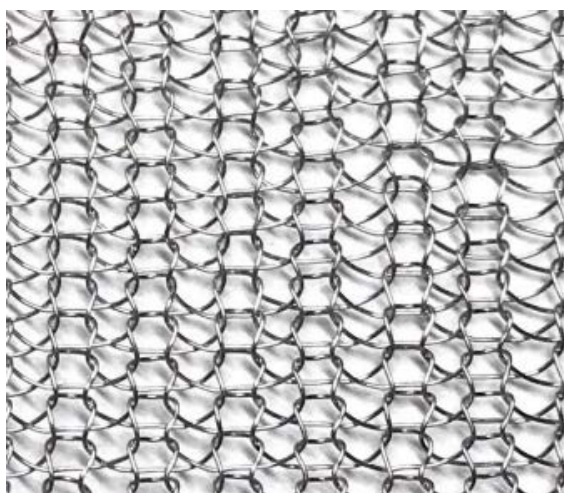


Рис.3 Образец из стальной проволоки диаметра 0,2 мм

Полученные полотна предназначены для защиты от механических повреждений, для этой цели лучше всего подойдет полотно с меньшей площадью просветов. Образцы были сравнены между собой с помощью программы «ДиаМорф». На основании этого эксперимента составлена сравнительная таблица 1.[1.3]

Таблица 1

Результаты исследований образцов в программе «ДиаМорф»

Название переплетения	Средняя площадь ячеек, мм ²	Общая площадь ячеек, мм ²	Максимальная площадь ячеек, мм ²
Кулирная гладь	1,34	109	4,55
Производная гладь	1,36	126	5,46
Полуфанг	1,27	115	7,79
Фанг	0,92	132	6,35

На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что меньше всего просветов в полотне производная гладь, а значит для изготовления легкой трикотажной защиты с использованием металлоэлементов, лучше всего подойдет именно это переплетение.[1.1]

Полученное полотно можно использовать для изготовления различных защитных средств, например как антивандальная сетка на сидениях в общественном транспорте, в защитной одежде, в сумках и чемоданах. В каждом из перечисленных примеров металл должен находиться между двумя слоями материала (Рис.4), поэтому следует рассмотреть многослойные трикотажные полотна.[1.5]

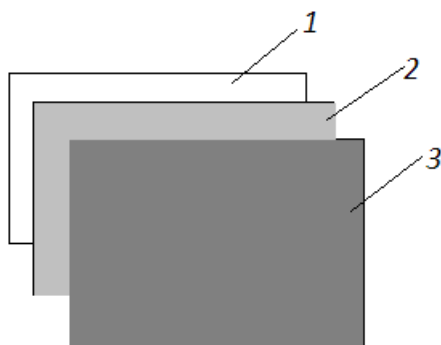


Рис.3.1 Схема многослойной защиты

Шерстяное полотно; 2 - Металлическое полотно; 3 - Шерстяное полотно

Возможно три варианта изготовления подобных полотен: пакетный, многослойный и многослойная нить. Пакетный способ заключается в сшивании между собой трех отдельных слоев трикотажа, что позволяет использовать материалы различной толщины и свойств. Многослойный – одновременное вывязывание всех трёх слоёв на машине, что дает возможность избежать дополнительных швейных операций, многослойная нить - позволяет изготавливать изделие полурегулярным способом с минимальным подкроем. Для сравнения этих способов было выбрано изделие свитер женский прямого кроя 48 размера и произведен теоритический расчет времени вязания и количества отходов при изготовлении его регулярным, полурегулярным и раскройным методом из различных переплетений, полученные данные сведены в таблицу 2. [1.4]

Таблица 2

Сравнительный анализ изделий

Способ изготовления полотна	Виды основных переплетений	Вес готового изделия	Время изготовления изделия	Процент отходов (полурегулярный способ)	Вес отходов, гр
Пакетный	Кулирная гладь	1023,99	93,74	9,47	46,88
Пакетный	Кулирная гладь, производная гладь	1239,99	105,25	7,89	56,87
Пакетный	Кулирная гладь, полуфанг	1144,83	93,74	8,25	51,15
Пакетный	Кулирная гладь, фанг	1076,49	93,74	8,6	47,03

Многослойная нить	Кулирная гладь	601,83	30,4	9,2	59,82
Многослойная нить	Ластик	1100,45	36,23	6,8	80,74
Многослойная нить	Интерлок	1432,75	59,33	6,5	100
Трехслойное полотно	Кулирная гладь (через иглу)	639,16	116,34	12,85	93,83

Исходя из данных представленных в таблицах 1 и 2, можно сделать вывод, что наиболее подходящим полотном для использования в одежде для защиты от механических повреждений, является полотно изготовленное пакетным способом, переплетением кулирная гладь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Севостьянов А.Г. Моделирование технологических процессов:учебник / А.Г. Севостьянов, П.А. Севостьянов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 344с.
2. Щербаков В.П. Прикладная механика нити/В.П. Щербаков. М.: РИО МГТУ им. А. Н. Косыгина. 2001. – 301 с.
3. Кудрявин Л.А. Методические указания по применению программного комплекса «Диаморф» для компьютерного анализа структуры трикотажа/Л.А.Кудрявин, В.А.Заваруев, О.Ф. Беляев, О.С. Котович – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2009.
4. Кудрявин Л.А. Основы технологии трикотажного производства. Учебное пособие для вузов/ Л.А. Кудрявин, И.И. Шалов. — М.: Легпромбытиздат, 1991, — 496 с.
5. Шалов И.И. Основы проектирования трикотажного производства с элементами САПР/И.И. Шалов, Л.А. Кудрявин. - М.: Легпромбытиздат, 1989, – 288 с.
6. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико- технологических процессов текстильной промышленности/ А.Г. Севостьянов. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 392 с.

СЕПАРАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МИКРО И НАНО ВОЛОКОН ДЛЯ ЩЕЛОЧНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

SEPARATION MATERIALS BASED ON MICRO AND NANO FIBERS FOR ALKALINE BATTERIES

А.А. Саливан, Ю.Н. Филатов, Е.С. Бокова
A.A. Salivan, Y.N. Filatov, E.S. Bokova

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство), (Москва)
Kosygin Russian State University (Technology. Design. Art), (Moscow)
E-mail: anna.salivan@yandex.ru, esbokova@yandex.ru.

Аннотация: Рассмотрены технологии изготовления сепараторов для аккумуляторных батарей из различных полимерных материалов. Проведён анализ свойств отечественных сепараторов. Выявлено влияние химической природы полимеров, структуры полотна и технологических стадий его производства на свойства сепарационного материала. Получены волокнистые материалы методом электроформования и определена их щелочестойкость.

Ключевые слова: аккумуляторная батарея, сепараторы, полимерные материалы

Abstract: Discusses technologies for producing separators of batteries from various polymeric materials. Analyzed properties of the native separators. Discovered influence of raw materials, structure and technological stages on the properties of the separation material. Produced fibrous materials by electrospinning and their alkali resistance was determined.

Keywords: accumulator battery, separators, polymeric materials

Среди отечественных сепараторов промышленного производства для щелочных аккумуляторов до последнего времени широкое применение имели материалы, полученные методом электроформования (ЭФВ) из хлорированного полиэтилена (ХПЭ) и перхлорвинила (ПХВ), выпускаемые под товарным знаком ФП - фильтры Петрянова [1]. Однако, на сегодняшний день существуют серьезные проблемы, связанные с отсутствием данных полимеров у Российских производителей, а сырье, закупаемое за рубежом, не обеспечивают необходимую степень хлорирования полиэтилена и перхлорвинила, которая напрямую влияет на стойкость сепарационных материалов к рабочей среде [2]. В связи с этим, возникает необходимость разработки альтернативного сепарационного материала.

Цель работы – сравнительный анализ структуры и свойств сепарационных материалов, полученных по технологии электроформования.

В работе проведен анализ свойств промышленных материалов ФП на основе хлорированного полиэтилена, перхлорвинила и полисульфона, произведенных по технологии электроформования с использованием электроаэродинамического метода. Сравнение физико-механических характеристик материалов проводилось при их поверхностной плотности 40 г/см³.

На рисунке 1 приведены физико-механические характеристики исследуемых материалов, среди которых, по совокупности показателей, наиболее высокими обладает материал на основе ПСФ. Диапазон значений для каждого материала на графиках состоит из десяти экспериментальных точек. Широкий диапазон значений относительного удлинения объясняется тем, что испытывались образцы материалов в разном машинном направлении. Средний диаметр волокон у представленных материалов 1,5 мкм.

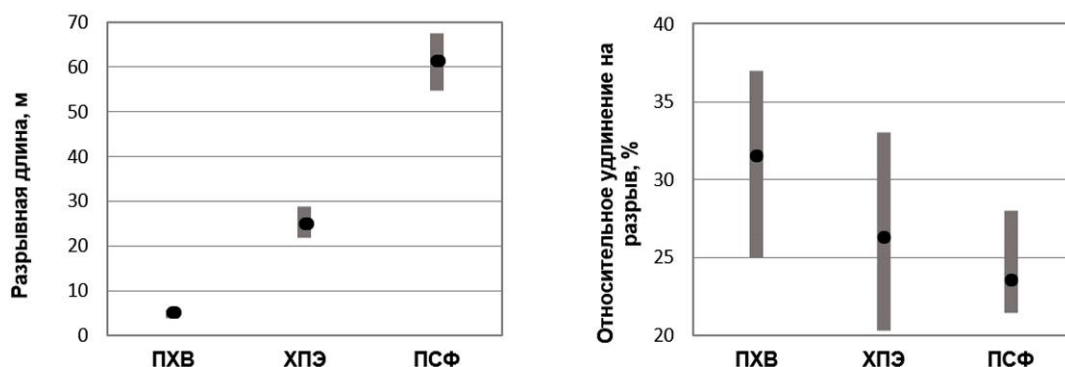


Рис. 1 - Физико-механические характеристики нетканых материалов, полученных методом электроформования. Поверхностная плотность материалов 40 г/см³.

Одной из обязательных операций в производстве сепарационных материалов является операция прессования нетканых полотен. Прессование проводили холодным методом при давлении 200 атм, в течение 5-15 минут.

На рисунках 2-4 приведены диаграммы физико-механических характеристик исследуемых материалов до и после прессования. У материалов из перхлорвинила (рис. 2) разрывная длина увеличивается в 5 раз, а относительное удлинение на разрыв в 2 раза, что вероятно связано с высокой термопластичностью полимера, следствием которой являются процессы релаксации, происходящие при прессовании с образованием устойчивой поры за счет надежного скрепления волокон друг с другом.

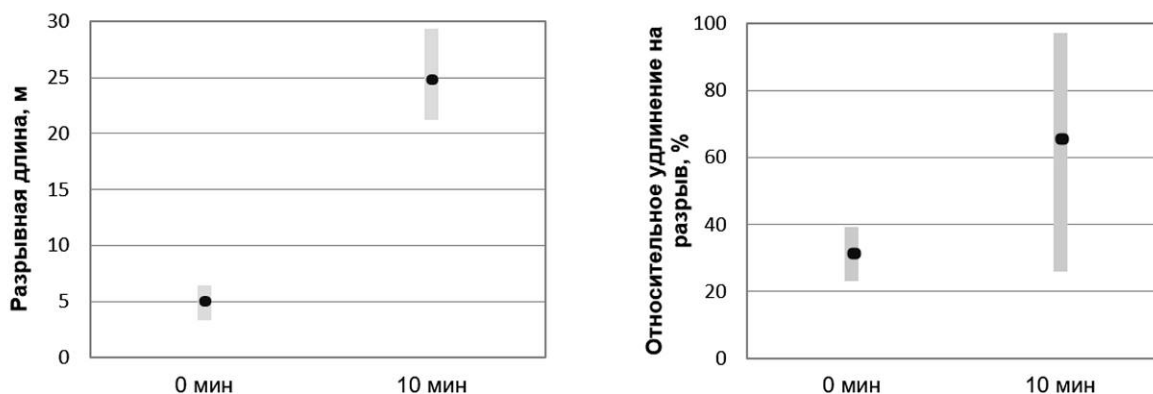


Рис. 2 - Физико-механические характеристики материала на основе перхлорвинила до и после прессования. Поверхностная плотность материалов 40 г/см³. Время прессования 10 минут.

В случае материалов на основе хлорированного полиэтилена (ХПЭ) (рис. 3), характеристика относительного удлинения в зависимости от времени прессования возрастает в 1,5 раза, что в значительно меньшей степени, чем у ПХВ, а разрывная длина остается постоянной.

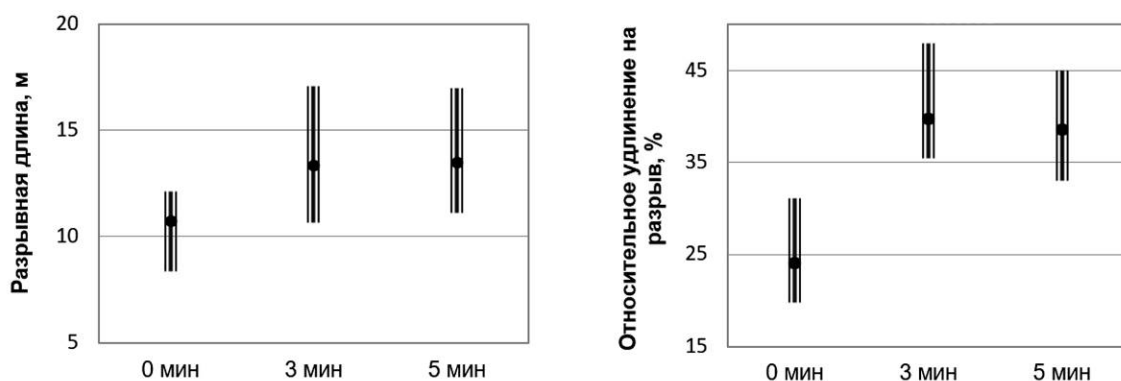


Рис. 3 - Физико-механические характеристики материала на основе хлорированного полиэтилена до и после прессования. Поверхностная плотность материалов 40 г/см^3 . Время прессования 3 и 5 минут.

На рис. 4 приведены результаты изменения физико-механических характеристик материала на основе ПСФ. Видно, что относительное удлинение и разрывная длина полотна в процессе прессования практически не изменяются, что, по-видимому, связано с низкой термопластичностью полисульфона и высокой жесткостью полимерной цепи, в следствии которых при прессовании не происходит существенных структурных изменений в материале.

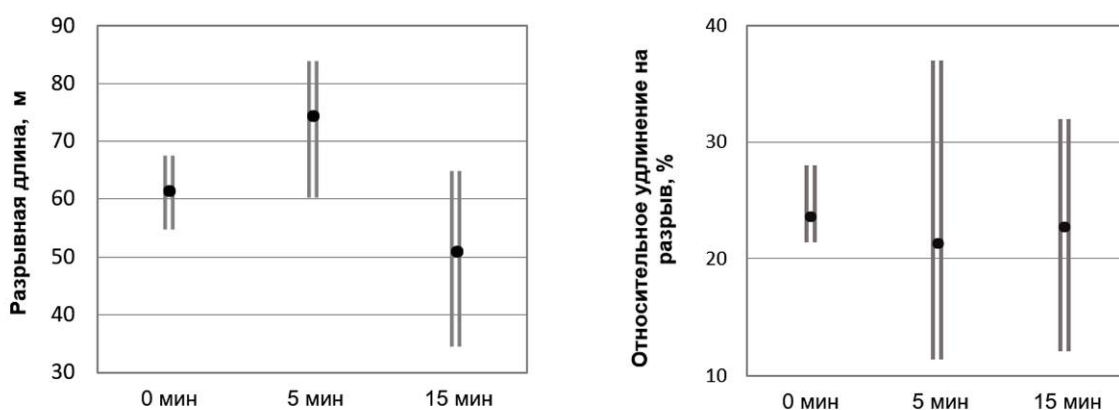


Рис. 4 - Физико-механические характеристики материала на основе полисульфона до и после прессования. Поверхностная плотность материалов 40 г/см^3 . Время прессования 5 и 15 минут.

В процессе длительной эксплуатации происходит частичная термоокислительная деструкция перхлорвинила и хлорированного полиэтилена с выделением хлорсодержащих продуктов, что может значительно ускорить саморазряд [3]. Поэтому для создания сепараторов нового поколения важно, как создание более тонкопористой структуры, так и выбор волоконообразующего полимера с высокой стойкостью к гидролитической и термоокислительной деструкции. На основании этих критериев и литературных данных [4], в качестве исходного сырья для разработки и получения сепарационных материалов использовались такие полимеры, как: фторопласт марки Ф-42, полистирол марки ПСМ-115, и полисульфон марки Udel P-1700.

Нетканые материалы получали в лабораторных условиях в научной лаборатории ООО «Научно-производственный центр «Электроспиннинг» на установке капиллярного типа. Микрофотографии полученных материалов представлены на рисунке 5.

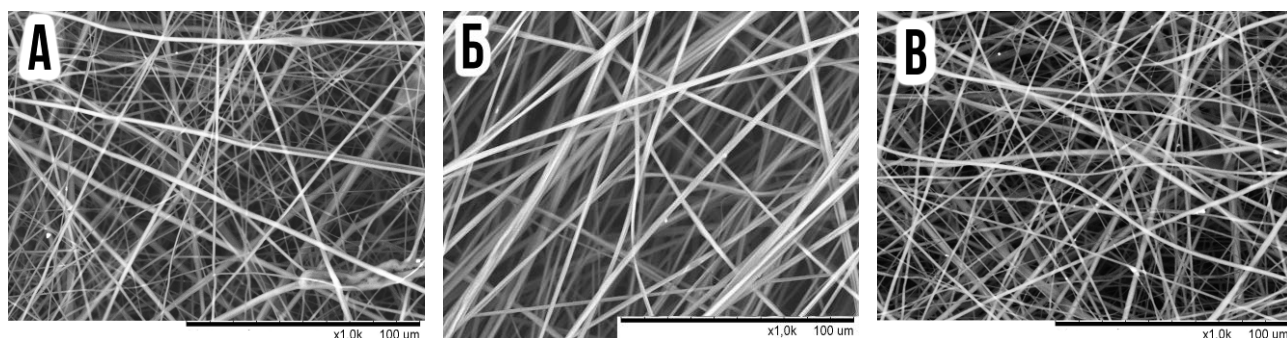


Рис. 5 – Микрофотографии нетканых материалов на основе: А– фторопласта, Б – полистирола, В – полисульфона, полученных методом электроформования.

Как следует из приведённых рисунков, практически все материалы состоят из волокон со средним диаметром 1,6 мкм. При этом структура нетканых полотен равномерна и однородна.

Одним из основных требований, предъявляемых к сепараторам для щелочных аккумуляторов является их щелочестойкость. На рисунке 6 приведены результаты определения физико-механических характеристик полученных материалов до и после контакта с щёлочью (р-р NaOH конц. 29%, Т = 80 °С в течении 36 часов). Как следует из приведённых диаграмм, наибольшей стойкостью к щёлочи обладает материал на основе ПСФ, так как после контакта с ней его разрывная длина уменьшилась в значительно меньшей степени, чем у материалов из полистирола и фторопласта. Материал из фторопласта разрушился и стал непригодным для измерения прочности, а прочность волокнистого полотна из полистирола снизилась в 9 раз.

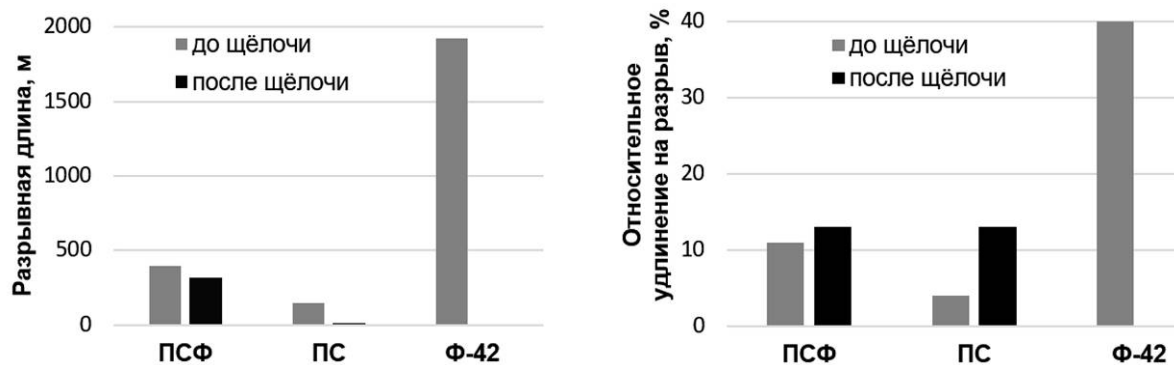


Рис. 6 – Физико-механические характеристики материалов из полисульфона (ПСФ), полистирола (ПС) и фторопласта (Ф-42) до и после контакта с щёлочью

Полученные результаты вызывают необходимость продолжения исследований материалов на основе полисульфона и не исключают вариантов их дополнительной модификации для доведения до требований, предъявляемых к современным промышленным сепараторам. Проведённые исследования позволили оценить их качество, выявить влияние различных факторов на свойства сепарационных материалов, а также обозначить перспективу дальнейшей разработки сепараторов для щелочных аккумуляторов нового поколения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Р. Г. Ибрагимов, Е. С. Нефедьев, Р. Т. Галлямов, Современные технологии производства сепараторов для аккумуляторных батарей из полимерных материалов / Вестник технологического университета. 2017. Т.20, №18.
2. Н.С. Шаглаева, В.В. Баяндин, П.В. Мултуев. Перспективные направления химической модификации поливинилхлорида / Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология, 2014, № 3 (8).
3. Азарнов А. Л. и др. Влияние добавок в электролите на емкостные характеристики электрохимических аккумуляторов //Авиационно-космическая техника и технология. – 2010. – №. 9. – С. 172–175.
4. Воробьева Г. Я. Химическая стойкость полимерных материалов. – М.: Химия, 1981. – 296 с.

АНАЛИЗ АССОРТИМЕНТА ТКАНЫХ ГЕОПОЛОТЕН ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ СТРОИТЕЛЬСТВА

THE ANALISIS OF ASSORTIMENT OF WOVEN FABRIC THECHNICAL ASSIGNMENTS FOR VARIOUS SECTOR OF THE CONSTRUCTION

А.А. Кусенкова

А.А. Kusenкова

Ивановский государственный политехнический университет

Ivanovo state polytechnic university

E-mail: kusenкова1992@list.ru

Проведен анализ ассортимента тканых геополотен технического назначения для различных отраслей строительства. Показаны достоинства и недостатки синтетических волокон, которые присутствуют в составе тканей технического назначения.

Ключевые слова: геосинтетические материалы, ассортимент, область строительства.

The analisis of assortment of woven fabric thechnical assignments for various sector of the construction. The advantage and disadvantages of synthetic fibers that are present in the composition of technical fabrics are shown.

Keywords: geosynthetic material, assortment, construction area.

В течение последнего десятилетия в Российской Федерации постоянно растет объем использования геосинтетических материалов в различных областях строительства. За последние годы в практике производства и применения геосинтетических материалов технического назначения произошли существенные изменения. Появились новые предприятия, оснащенные высокопроизводительным оборудованием, которые выпускают материалы шириной от 3,3 до 6,0 м [1]. Расширились области применения и ассортимент, в том числе тканых и полимерных материалов. Улучшилось качество материала, они стали конкурентоспособными не только на российском рынке, но и в странах Таможенного союза, зачастую не уступают западноевропейским аналогам.

Ассортимент данной продукции достаточно широкий, поэтому необходимо провести анализ существующих геотканых материалов. Ассортимент геосинтетических материалов зарубежного производства сегодня практически полностью представлен на российском рынке. В нашей стране появилось достаточно большое количество предприятий по производству тканых материалов технического назначения. В таблице 1 представлены области строительства и соответствующий перечень тканых геосинтетических материалов.

Таблица 1

Ассортимент тканых материалов технического назначения
для различных областей строительства

Область строительства	Отраслевой нормативный документ	Вид тканого материала
Дорожное строительство	ОДМ 218.5.003-2010	Геополотно
Строительство зданий	СНиП 10-01-94	Стелянная сетка
Армирование бетона	СП 31-111-2004	Стеклянная сетка
Гидротехническое строительство	СП 58.13330.2012	Синтетические (полиэфирные) ткани

Трубопроводное строительство	СП 86.13330.2014	Базальтовые ткани Стекланные ткани Кремнеземные ткани
------------------------------	------------------	---

Из технического текстиля наиболее востребованными являются геополотна, который используется преимущественно в дорожном строительстве. С каждым годом геосинтетические материалы находят все большее применение при строительстве [2], реконструкции и ремонте строительных объектов, в частности автомобильных дорог.

Согласно [3,4] основными функциями тканого геополотна в земляном полотне являются армирование, разделение и защита. Поэтому в дальнейшем геосинтетический материал будет рассматриваться относительно этих функций.

В составе тканей технического назначения присутствуют синтетические волокна, которые формируются из полимеров, не существующих в природе, а полученных путем синтеза из природных низкомолекулярных соединений. В качестве исходного сырья для получения синтетических волокон используют продукты переработки газа, нефти и каменного угля. Очень важно и то, что свойства синтетического волокна и, получаемого из него, материала можно задавать наперед.

В технических тканях используют полиэфирные (таблица 2), полиамидные (таблица 3) и полиолефиновые волокна (самая лёгкая синтетика, изделия из которой не тонут в воде. К ним относятся полиэтиленовые и полипропиленовые волокна. Используются главным образом для технических целей.

Таблица 2

Достоинства и недостатки полиэфирных волокон

Достоинства	Недостатки
Высокая термостойкость	Низкая гигроскопичность
Большая упругость	Повышенная жёсткость
Устойчивы к действию микроорганизмов, плесени	Склонность к пиллингу
Ткани из таких волокон почти не мнутся, хорошо держат приданную форму, имеют малую усадку	Повышенная электризуемость

Таблица 3

Достоинства и недостатки полиамидных волокон

Достоинства	Недостатки
Высокая устойчивость к истиранию	Малая термостойкость
Высокая формоустойчивость	Низкая светостойкость
Устойчивы к действию многих химических реагентов	Склонность к пиллингу
Устойчивы к биохимическим воздействиям	Гигроскопичность невысокая
Окрашиваются многими красителями	Высокая электризуемость

Выделенные области применения, а также ассортимент тканых текстильных материалов показывают, что данный материал является перспективным для строительной отрасли, а также его использование в различных областях позволяет развить культуру строительства и соблюсти все требования экологической безопасности к возводимым объектам. Значительное расширение номенклатуры синтетических и композитных материалов, улучшение их физико-механических характеристик приведет к большим объемам их использования, обеспечит высокий уровень конструктивных решений, даст толчок новым технологиям строительства, и в совокупности приведёт к существенному снижению использования природных ресурсов и выполнению экологических требований.

ЛИТЕРАТУРА

1. ОДМ 218.5.003-2010. Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог.
2. Алексеев, Н.Н. Вязкоупругие свойства геосинтетических материалов / Н.Н. Алексеев, И.А. Коваленко, О.Н. Столяров, Б.Е. Мельников // Строительство уникальных зданий и сооружений. - 2017. -№5. - С.17-32.
3. ГОСТ Р 55028-2012. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Классификация, термины и определения [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2013. – 14 с.
4. Официальный сайт предприятия ООО "УЛЬТРАСТАБ" [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://ultrastab.ru/rus/> (Дата обращения 10.04.2017).

**ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 3-D ТКАНЕЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ПРИВОДНЫХ РЕМНЕЙ ШВЕЙНЫХ МАШИН И ОВЕРЛОКОВ**

**THE POSSIBILITY OF USING 3-D FABRICS FOR THE MANUFACTURE OF DRIVE
BELTS OF SEWING MACHINES AND OVERLOCKS**

Т.В. Рекечинская, Е.А. Топорова
T.V. Rekechinskaya, E.A. Toporova

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
E-mail: tatyana.skripnik.2014@mail.ru, evatopor@mail.ru

Рассмотрены вопросы использования композиционных материалов на эластомерной матрице с применением объёмных тканей для изготовления приводных ремней швейных машин и оверлоков. Предлагаемые материалы имеют ряд преимуществ перед традиционно используемыми для подобных целей, обладая высокими механическими характеристиками и долговечностью.

Ключевые слова: 3-D ткани; композиционные материалы; приводные ремни; швейные машины.

The article deals with the use of composite materials on an elastomeric matrix with the use of bulk fabrics for the manufacture of drive belts of household sewing machines and over-locks. The proposed materials have a number of advantages over those traditionally used for such purposes, having high mechanical characteristics and durability.

Keywords: 3-D fabrics; composite materials; drive belts; sewing machines.

В производстве и в быту, когда динамические нагрузки на детали, механизмы и рабочие органы швейных машин и оверлоков достигают высоких значений, качество конструкционных материалов, их прочностные характеристики, и как следствие надежность и долговечность узлов, играют важнейшую роль в обеспечении качества выпускаемой продукции, безопасной эксплуатации оборудования, бесперебойности производственного процесса, высоких экономических показателей предприятия.

Неотъемлемой частью привода швейных машин различного назначения (прямошвейных, машин загогообразного стежка, оверлоков, машин узкоспециального назначения) являются устройства передачи движения, которые включают в себя плоскоремённые, клиноремённые, зубчаторемённые передачи.

Как известно, приводной ремень должен обладать определенной тяговой способностью (способностью передавать заданную нагрузку без проскальзывания) и достаточной долговечностью. Тяговая способность ремня обеспечивается надежным сцеплением его со шкивами, что обуславливается высоким коэффициентом трения между ними. Долговечность ремня зависит от возникающих в нем напряжений изгиба и количества циклов нагружений – числа пробегов ремня в единицу времени [1, с. 189].

Для приводов бытовых и промышленных швейных машин оверлоков различных производителей, используются, как правило, зубчатые ремни. Зубчаторемённая передача работает бесшумно и позволяет увеличить коэффициент полезного действия, по сравнению с обычной ремённой передачей.

Обычно, зубчатые ремни для приводов оверлоков и бытовых швейных машин изготавливают из эластомерных материалов (хлоропреновых каучуков или маслостойких резин), имеющих высокие коэффициенты трения в паре с материалами шкивов (легированные стали). Коэффициенты трения составляют, в этом случае, в состоянии покоя: около 0,8; а при движении – 0,55-0,6 [2, с.267]. Для того, чтобы воспринимать растягивающую нагрузку, эластомер армируют полиамидными (капроновыми) нитями.

Хлоропреновый каучук имеет хорошую атмосферостойкость, стойкость к солнечному свету, озону и хорошо действует в контакте с маслами и многими химическими веществами [3, с.364], благодаря чему его применяют во многих областях техники. На рисунке 1 изображен приводной ремень, используемый для приводов бытовых швейных машин и оверлоков.



Рис.1 Приводной ремень для приводов бытовых швейных машин и оверлоков.

Несмотря на то, что капрон является достаточно прочным на растяжение материалом, при интенсивной эксплуатации швейного оборудования, даже в бытовых условиях, как показывает опыт, приводные ремни быстро приходят в негодность.

Одним из путей решения проблемы армирования эластомеров приводных ремней, является создание композиционного материала с использованием в качестве арматуры объемных (3-D тканей). Изготовление преформ (заготовок из сухого армирующего материала) ткацким способом позволяет создавать реальную трехмерную структуру – две или более системы нитей (основа и уток) переплетаются между собой, образуя ткань. Образование третьего направления осуществляется подачей дополнительных основных и уточных нитей в направлении приращения толщины [4, с.79]. На рис. 2 показана схема получения 3-D ткани, а на рис.3 - ее возможные структуры.

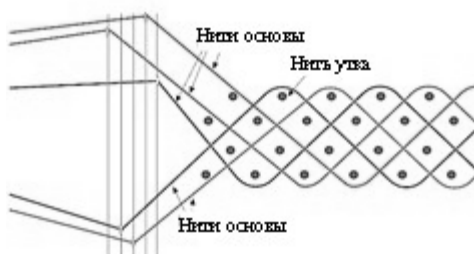


Рис.2 Схема получения 3-D ткани

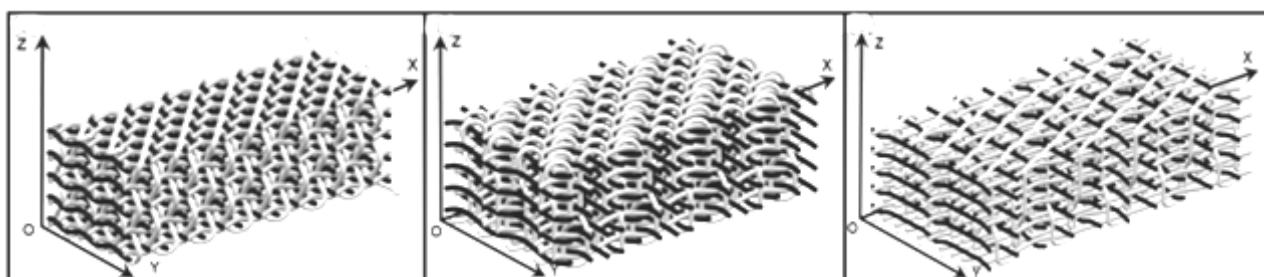


Рис.3 Возможные структуры 3-D ткани

С точки зрения технологии и свойств конечного продукта, наиболее целесообразно получение объемных преформ при помощи челночных лентоткацких станков, так как только в этом случае обеспечивается непрерывность уточной нити по всему объему материала [4,

с.80], поэтому 3-D ткань получается полностью сформированной и соединенной бесконечной нитью утка.

Основные преимущества использования преформ, армирующих материал в объеме, состоят в следующем:

- за одну технологическую операцию можно получить изделие заданных размеров;
- изделия из композиционных материалов на основе объемных тканых преформ могут иметь углубления и выступы округлой формы и в виде граней (что имеет большое значение при изготовлении зубчатых ремней);
- композиционные материалы на основе 3-D тканей обладают высокими физико-механическими характеристиками во всех направлениях (значительное сопротивление расслаиванию, удару, высокая прочность вблизи отверстий и крепежных элементов). Благодаря всему этому, возрастает надёжность и долговечность.

Учитывая перечисленные преимущества композитов, с использованием 3-D тканых структур, применение их в качестве материала приводных ремней швейных машин и оверлоков, может быть вполне оправдано, несмотря на то, что технология изготовления таких композиционных материалов в России является пока мало известной и применяется ограниченно [4, с.83].

ЛИТЕРАТУРА

1. Эрдеди А.А., Эрдеди Н.А. Детали машин. М.: Академия, 2012. 288 с.
2. Решетов Д.Н. Детали машин. Конструкционная прочность. Трение, износ, смазка. Т.IV // под ред. К.В. Фролова. М.: Машиностроение, 1995. 864 с.
3. Липатов Ю.С., Нестеров А.Е., Гриценко Т.М., Веселовский Р.А. Справочник по химии полимеров. К.: Наукова думка, 1971. 536 с.
4. Донецкий К. И., Раскутин А. Е., Хилов П. А., Лукьяненко Ю. В., Белинис П. Г., Коротыгин А. А. Объемные текстильные преформы, используемые при изготовлении полимерных композиционных материалов. //Электронный научно-технический журнал «Труды ВИАМ», № 9, 2015, с. 77-85.

УДК

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ВОЛОКНИСТО-ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОВЫШЕННОЙ ФИЛЬТРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ

DEVELOPMENT OF THE STRUCTURE OF FIBER-POROUS MATERIALS WITH HIGH FILTERING CAPACITY

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

Костромской государственной университет
(Дизайн, технологии, материаловедение и экспертиза потребительских товаров)
Kostroma state University

(Design, technology, material science and examination of consumer goods)

E-mail: kisselev50@mail.ru, kstu-tplv@yandex.ru, kylvit@mail.ru

Приведены исследования фильтрующей способности волокнисто-пористых материалов. Разработана новая структура материала с применением пакета ANSYS CFX, позволяющая повысить его фильтрующую способность в 3 раза и коэффициентом использования материала на 34% меньше по сравнению с существующими аналогами.

Ключевые слова: геометрическая модель, структура, свойства, фильтрующий материал.

Researches of filtering ability of fibrous-porous materials are resulted. A new material structure was developed using ANSYS CFX package, which allows to increase its filtering capacity by 3 times and the material utilization factor by 34% less compared to existing analogues

Key words: geometric model, structure, properties, filter material.

Пристальное внимание к экологическим проблемам страны делает требования к эффективности фильтрации жидких и газообразных сред все более жесткими. В настоящее время широкое применение нашли волокнисто-пористые полимерные материалы, которые становятся конкурентами традиционным фильтрующим материалам, таким как нетканые, мембранные материалы и др. Обзор патентной информации, научной литературы и обобщение опыта мировых производителей указывают на необходимость и актуальность разработки подходов к созданию материалов нового поколения с более высокими эксплуатационными характеристиками и формирования микропористой структуры материалов с целью повышения их фильтрующей способности для гражданских секторов экономики. [1]

Основной проблемой в создании фильтров является не конструкция, а структура текстильного материала. [2]. Одно из перспективных направлений которое известно сегодня - волокнисто-пористые конструкционные и фильтрующие материалы (ВПКФМ) (рис.1).

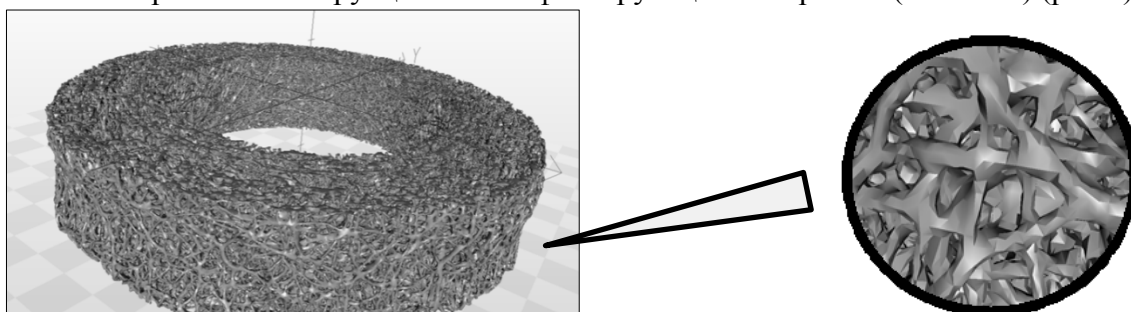


Рис. 1 Структура фильтра из ВПКФМ

Эффект фильтрации в них достигается за счет создания пористой структуры материала по экструзионной технологии. Представляется перспективным идти по данному

направлению, но не воспроизвести технологию, которая уже существует, а сделать фильтрующий материал с более эффективными свойствами. Для этого сначала было проведено исследование существующего материала ВПКФМ. Исследование имеющегося материала проводилось с использованием метода компьютерной томографии, который показал что структура имеет следующие характеристики: Средняя пористость – 73%, Внутренняя удельная поверхность – около 2,47 мм²/мм³, а минимальной размер пор более 50 мкм, что очевидно связано с технологией изготовления самого материала.

Для изучения физики процесса фильтрации в материале необходима разработка теоретических моделей процесса фильтрации и построение геометрической модели структуры материала без которой процесс фильтрации смоделировать невозможно [3]. Построение таких моделей раскрывает физическую сущность явлений, предоставляет возможность их исследования и позволяет получать информацию, которую можно использовать для разработки нового материала с новой структурой.

Поскольку материал имеет случайную структуру, из имеющегося материала были вырезаны «представительские» объемы 1-3 см³, что связано с высокой трудоемкостью выполнения дальнейших конечно-элементных расчетов (рис. 2, табл. 1). Понятие представительского объема в данном случае уместно, так как согласно теории гомогенизации, исследование свойств в небольшом «представительском» объеме материала можно распространить и на свойства всего изделия в целом. Исследование этих структур, с помощью моделирования процесса течения жидкости или газа проводилось в известной на сегодняшний день CAE системе ANSYS CFX.

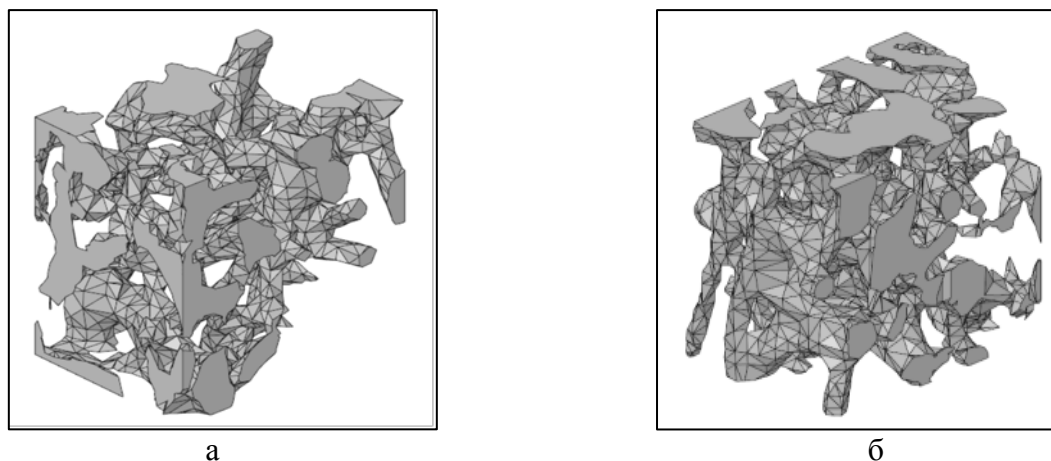


Рис. 2 Образцы существующего ВПКМ: а – образец № 1, б – образец № 2

Таблица 1

Сравнительная характеристика образцов материала

№ образца	Размеры образца, мм	Объем, мм ³	Пористость	Удельная поверхность, мм ² /мм ³
1	3,08 x 2,70 x 3,63	30,19	0,49	9,6
2	3,70 x 2,80 x 3,66	37,91	0,794	2,47

Результаты исследований представлены на рисунке 3 и в таблице 2.

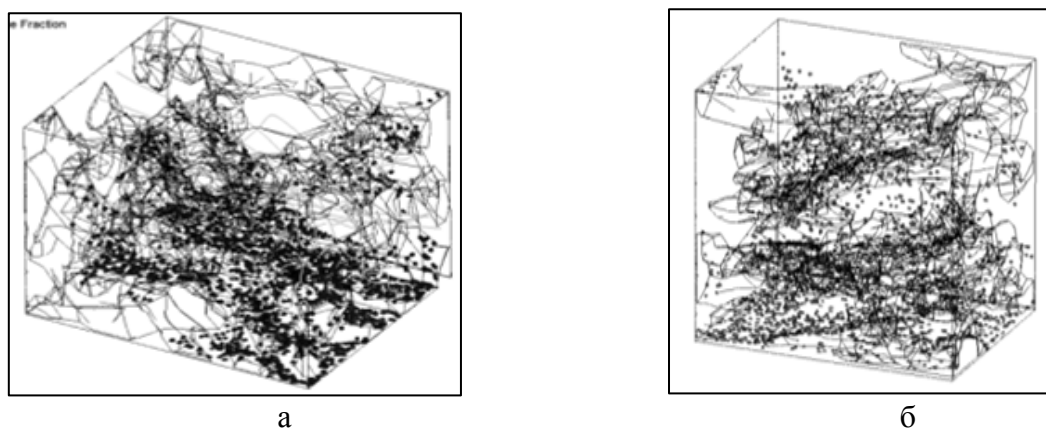


Рис. 3 Теоретическое распределение частиц загрязнений в образцах: а – образец № 1, б – образец № 2

Таблица 2

Результаты исследования фильтрующей способности существующих образцов

Структура материала	Коэффициент пропускания частиц %
Образец №1(представительский объем)	45,3
Образец №2(представительский объем)	32,6

Проанализировав результаты моделирования, была выявлена зависимость траектории движения частиц примеси в образцах от скорости потока жидкости. Приняв во внимание воздействие гравитационного и инерционного эффектов, была предложена новая структура материала, которая и исследовалась в сравнении с существующим аналогом при идентичных параметрах ее структуры (рис. 4, таблица 3).

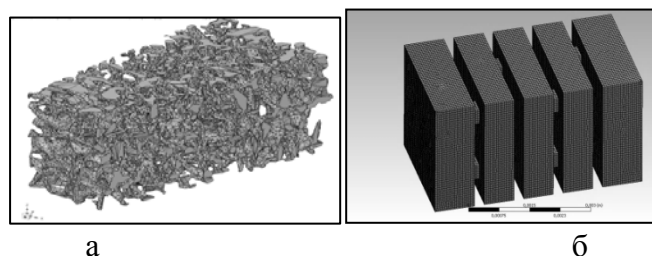


Рис. 4 Исследуемые структуры: а – фрагмент структуры существующего фильтра ВПКФМ , б – пример геометрической модели оригинальной структуры материала

Таблица 3

Сравнительная характеристика исследуемых структур

Структура материала	Средняя пористость	Удельная
Фрагмент структуры существующего ВПКФМ	0,73	2,47 мм ² /мм ³
Пример геометрической модели оригинальной	0,81	2,64 мм ² /мм ³

На рисунке 5 представлено исследование фильтрующей способности предложенной структуры материала.

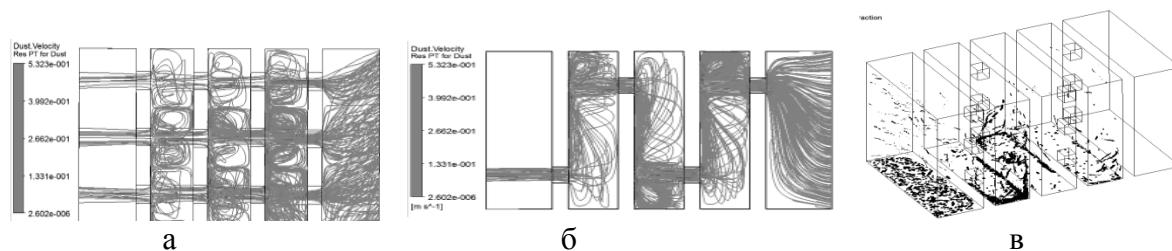


Рис. 5 Исследование фильтрующей способности предложенной структуры материала
 а – вид слева, б – вид сверху, в - распределение частиц загрязнений в экспериментальном образце материала

Сравнительная таблица с коэффициентами пропускания 2-х структур имеющегося материала и новой структуры материала показана в таблице 4.

Таблица 4

Результаты исследования фильтрующей способности существующих образцов

Структура материала	Коэффициент пропускания частиц загрязнений,
Образец №1(представительский объем)	45,3
Образец №2(представительский объем)	32,6
Новая структура материала	10,7

По результатам моделирования предложенная структура материала фильтра в три-четыре раза, согласно теоретическим расчетам, лучше чем существующий аналог фильтрующего материала.

Это говорит о том, что действие гравитационного и инерционного эффектов при моделировании процесса фильтрации подтвердилось (рис.6).

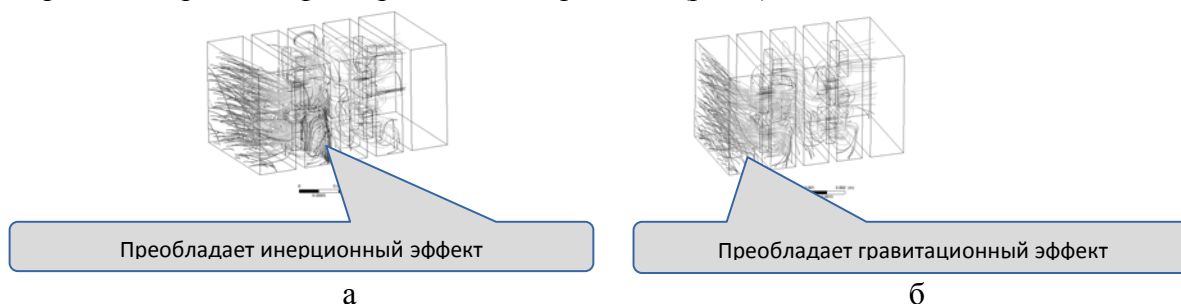
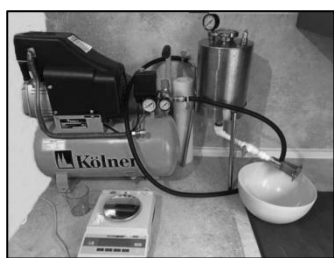


Рис. 6 Действия гравитационного и инерционного эффекта в новой структуре материала: а – траектории частиц при скорости потока 2 см/с, б – траектории частиц при скорости потока 0,6 см/с

Разработанные модели процесса фильтрации требуют экспериментального подтверждения. Для этого структура нового материала фильтра получена с применением аддитивных технологий и проведен натурный эксперимент с учетом различной зернистости порошков, имитирующих частицы загрязнения.



а



б



в

Рис. 7 Разработка экспериментального стенда для проверки адекватности теоретических моделей : а- экспериментальная установка, б – держатель для фильтра, в – исследуемые образцы

Результаты экспериментов представлены в таблице 5.

Таблица 5

Результаты экспериментального исследования фильтрующей способности материалов

№ эксперта	№ образца	Время проведения эксперимента, с	Масса образца до, г	Масса образца после, гр	Масса примесей в образце, г	Масса порошка в системе, г	Масса порошка прошедшего, г	Коэффициент пропускания, %
1	новый	318	6,56	7,26	0,7	0,19	0,1	12,5
2	новый	318	6,56	7,29	0,73	0,16	0,1	12,3
3	новый	318	6,56	7,23	0,67	0,20	0,1	12,7
4	1	318	2,88	3,41	0,53	0,18	0,28	34,2
5	2	318	2,85	3,33	0,48	0,18	0,34	41,5
6	3	318	2,84	3,3	0,46	0,21	0,33	41,8
7	4	318	2,90	3,45	0,55	0,17	0,27	32,5
8	5	318	2,86	3,36	0,5	0,22	0,28	35,9

Разработанный образец нового фильтрующего материала подвергался в том числе многократному использованию путем промывки, которая предусмотрена его структурой (рис. 8).



Рис. 8 Зависимость коэффициента пропускания от количества промывок

В результате средний коэффициент пропускания разработанного материала фильтра в эксперименте составил 12,5%, а существующего 37,3%, что позволяет сделать вывод о том, что теоретически в 4 раза, а практически в 3 раза в разработанном новом фильтрующем материале коэффициент пропускания выше, чем в существующем аналоге. Незначительные изменения коэффициента пропускания нового материала в зависимости от количества

промывок говорят о возможности его многократного использования, что повышает его практическую ценность с точки зрения экономии средств потребителя.

Для новой разработанной структуры материала выполнены расчеты в ANSYS CFX коэффициента пропускания частиц загрязнения с характеристиками, идентичными экспериментальным условиям. При этом интегральный коэффициент пропускания в теоретических расчетах составляет 15,5%. Через 14 секунд наблюдается стабилизация процесса и далее без изменения. Таким образом теоретический коэффициент пропускания нового материала составлял 15,5 %, по экспериментальным данным его значение 12,5%. Ошибка в 3% говорит о высокой адекватности разработанных моделей. При этом доказано влияние размера частиц загрязнения на траектории их движения в структуре разработанного материала, демонстрирующих гравитационный эффект фильтрации.

Дальнейшее исследование разработанной модели, показало, что, увеличение скорости движения жидкости, особенно интенсивно в интервале от 0,02 до 0,07 м/с, приводит к резкому увеличению коэффициента фильтрации, что говорит о том, что данный материал рационально использовать для высоконапорных ответственных магистралей. При этом увеличивается коэффициент гидравлического сопротивления, который можно компенсировать размером фильтра (рис.9).

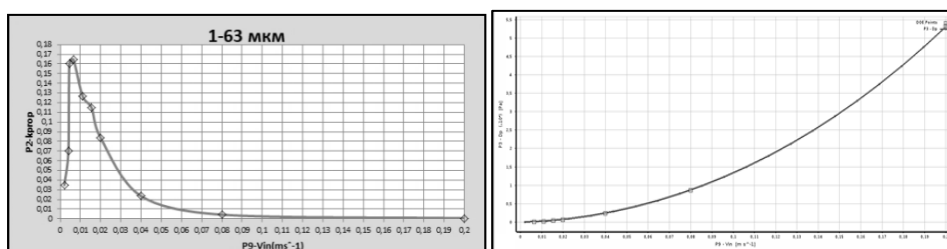


Рис. 9 Исследование разработанной модели фильтрации материале с новой структурой: а - Зависимость интегрального коэффициента пропускания (для всех фракций) от скорости движения жидкости, б - гидравлическое сопротивление фильтра в функции скорости жидкости в полном сечении фильтра

В результате выполненных исследований разработана новая структура фильтрующего материала. Изготовление структуры нового материала планируется аддитивными технологиями, апробация которых подтвердила возможность производства предлагаемой структуры с разрешающей способностью 0,1-0,2 мм (рис.10).

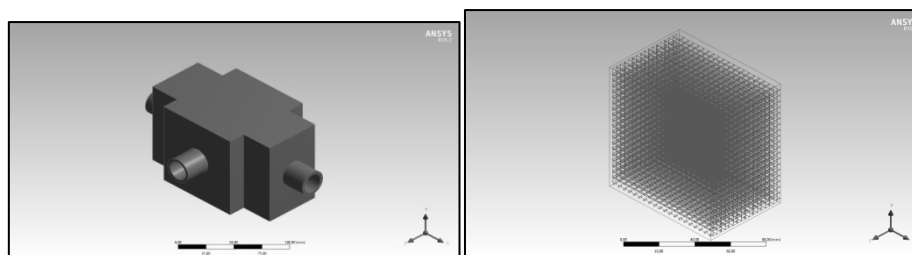


Рис. 10 Конструкция фильтра предложенная по итогам проведенного исследования: а - внешний вид конструкции фильтра, б - строение внутренней структуры фильтрующего материала

Выводы:

1. Разработана новая структура материала, позволяющая повысить его фильтрующую способность в 3 раза и коэффициентом использования материала на 34% меньше по сравнению с существующими аналогами;

2. Конструктивные особенности структуры материала, позволяют осуществлять его промывку, что говорит о возможности его многократного использования, и как следствие о его практической ценности с точки зрения экономии средств потребителя.

3. Использование нового фильтрующего материала позволяет его многократную переработку и решает задачу утилизации отработанного материала.

4. Разработанные математические модели позволяют разработать структуру фильтрующего материала, согласно технического задания Заказчика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Получение волокнисто-пористых материалов на основе кристаллизующихся полимеров по типу гель-технологии тема диссертации и автореферата по ВАК 05.17.06, кандидат технических наук Жирыков Алексей Владимирович.
2. Кравцов А.Г., Марченко С.А., Зотов С.В., Станкевич В.М., Наумов А.Д. Полимерные волокнисто-пористые фильтрующие материалы. Гомель: БелГУТ. 2012. 319 с.
3. Contribution of X-ray CMT image processing to the modelling of pyrocarbon Chemical Vapour Infiltration [Электронный ресурс] / G.L. Vignoles[et al.] // Carbon 2009, Biarritz: France. – Режим доступа: <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00399521/en/>

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

INTENSIFICATION OF THE MECHANICAL DEWATERING PROCESS OF FIBROUS MATERIALS

С.В. Ершов, Е.Н. Калинин
S.V. Ershov, E.N. Kalinin

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

Авторами была исследована возможность применения динамического режима нагружения валов при отжиге волокнистых материалов в валковых устройствах. Было установлено, что динамический режим нагружения повышает эффективность массообменного процесса в зоне контакта валов и способствует уменьшению остаточной влажности обрабатываемого волокнистого материала, что в свою очередь обеспечивает снижение затрат тепловой энергии при последующей обработке материала в сушильном оборудовании. Авторами были разработаны устройства для создания динамического режима нагружения исполнительных органов технологических машин, позволяющие обеспечить работу валкового оборудования в динамическом режиме нагружения.

Ключевые слова: механический отжим; динамический режим нагружения; массообмен; ячеечная модель.

The authors investigated the possibility of applying the dynamic mode of loading (pulse loading) of rolls during the dewatering of fibrous materials in roll devices. It was found that the dynamic loading mode increases the efficiency of the mass transfer process in the contact zone of rolls and helps to reduce the residual moisture of the processed fibrous material, which in turn provides a reduction in the cost of thermal energy during subsequent processing of the material in the drying equipment. The authors developed devices for creating a dynamic loading mode for the executive bodies of technological machines, which allows for a roll equipment to work in the dynamic mode of loading.

Key words: mechanical dewatering; pulse loading; mass transfer; cell model.

Процессы механической обработки материалов в валковых устройствах широко распространены в текстильной, бумагоделательной, химической и других отраслях промышленности. В текстильной промышленности эффективность отжимных валковых устройств определяется величиной остаточной влажности и равномерностью распределения влаги по обрабатываемому волокнистому материалу.

Из результатов исследований и практики эксплуатации текстильного отделочного оборудования известно, что каждому проценту уменьшения остаточной влажности волокнистого материала при его механическом обезвоживании соответствует 3 - 5% снижения затрат тепловой энергии при последующей сушке. Даже один этот фактор выдвигает предлагаемую тему исследования в ряд приоритетных направлений отраслевой науки.

Удаление влаги из волокнистого материала в валковых устройствах представляет собой процесс с очень сложным механизмом и большим числом взаимодействующих факторов. Именно поэтому 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. Рациональное проектирование современных валковых машин и разработка оптимальных режимов эксплуатации должны основываться на теоретическом анализе и изучении процессов, протекающих при обработке волокнистого материала. Это определяет актуальность дальнейшего совершенствования методов проектирования

валкового оборудования средствами компьютерного моделирования, являющимися основой для принятия оптимальных технических решений.

Целью работы является совершенствование основ проектирования валкового оборудования и интенсификация процесса механического обезвоживания волокнистых материалов распределенным давлением.

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. Поэтому, переходя к изучению массообменного процесса, протекающего в зоне контакта валов и моделированию этого процесса, нами была разработана концептуальная модель взаимодействия волокнистого материала с валковым устройством [1], которая воспроизводит логику функционирования исследуемой технической системы, ее структуру и свойства элементов, образующих эту систему, в том числе и применительно к работе валкового оборудования в динамическом режиме нагружения (рис. 1).

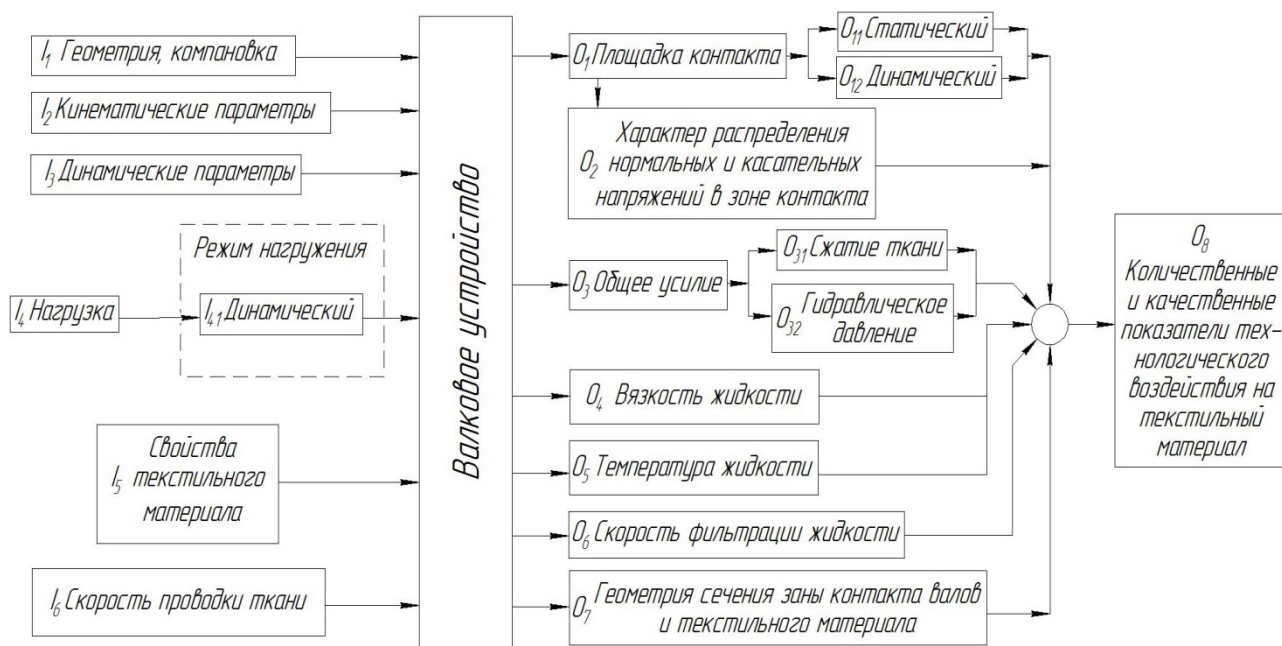


Рис. 1. Концептуальная модель процесса механического обезвоживания волокнистого материала в валковом устройстве

Структурное свойство узлов и элементов машинного комплекса – его окончательный конструктивный вид – определяется в процессе конструирования. Сформированная же нами концептуальная модель процесса взаимодействия волокнистого материала с валковым устройством, работающим в динамическом режиме нагружения, без усложнения и излишней на данном этапе постановки задачи детализации системы воспроизводит логику функционирования рассматриваемой технической системы и дает возможность перейти к дальнейшему решению поставленных задач исследования.

В соответствие с разработанной концептуальной моделью нами был определен объект исследования, который представляет собой динамическую колебательную систему «валковая пара – волокнистый материал – жидкость» и переходные состояния массообменного процесса, протекающего в этой системе, и выбран метод ячеечного моделирования для создания математической модели объекта исследования.

Целью 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. 2.

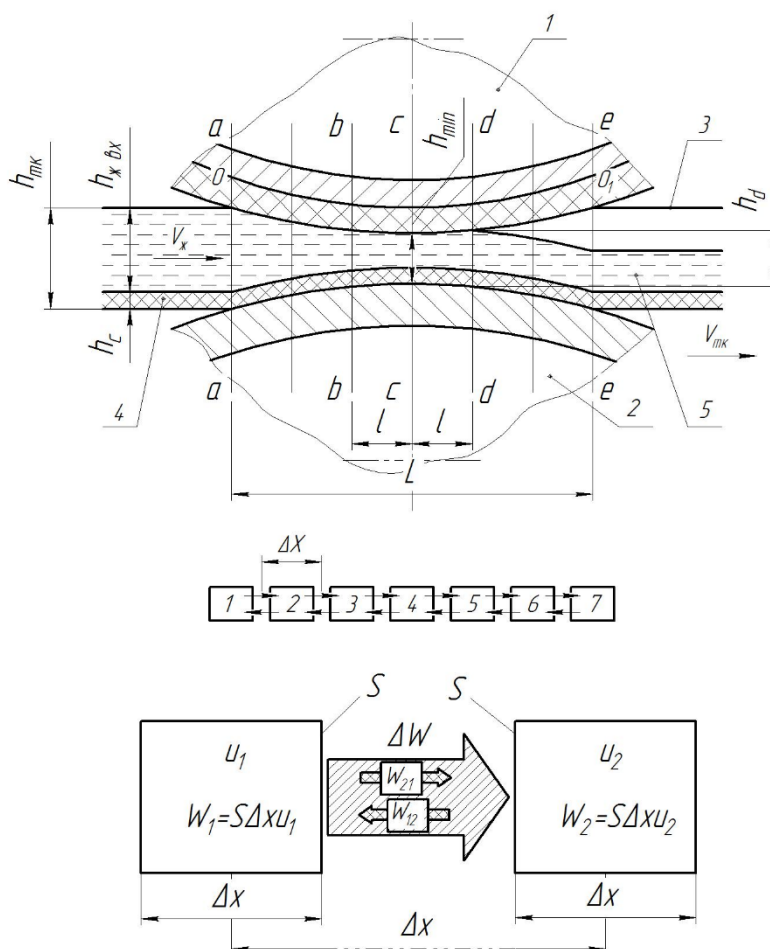


Рис. 2. Моделирование процесса механического обезвоживания волокнистого материала в валковой паре: 1,2 – валы отжимного устройства; 3 – обрабатываемый материал; 4 – твердый скелет ткани; 5 – свободная влага

На рис. 2 обозначено: h_{mk} – толщина ткани; h_c – толщина скелета ткани; $h_{ж\ ex}$ – 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.

Модель приведена к машинному виду и позволяет рассчитать остаточную влажность волокнистого материала при известных параметрах процесса для статического и динамического режима нагружения валов.

На основе результатов проведенного исследования переходных состояний массообменного процесса в зоне контакта валов при динамическом режиме нагружения и анализа динамической устойчивости колебательной системы «валковая пара – волокнистый материал - жидкость» нами было разработано устройство для создания импульсного режима нагружения исполнительных органов технологических машин (рис. 3), которое защищено патентом РФ на изобретение [5] и позволяет обеспечить работу валкового оборудования в динамическом режиме нагружения. Устройство позволяет реализовать процесс механической обработки волокнистого материала в валковом устройстве с заданными технологическими параметрами, приведенными в таблице.

Таблица 1

Технологические параметры процесса механического отжима с динамическим режимом нагружения

Технологические параметры	Значения
Обрабатываемый волокнистый материал: Толщина ткани, мм	х/б ткань миткаль с арт. 15 0,245
Технологический процесс: Скорость проводки ткани, м/мин	160
Диаметры валов, мм Нижнего	250
Верхнего	210
Интенсивность распределенной нагрузки в зоне контакта валов, Н/см	300
Механизм нагружения: Тип	гидравлический
Усилие на штоке (статическое), Н	7300
Параметры пьезокерамического актюатора (максимальные): Частота колебаний, кГц	50
Амплитуда колебаний, мм	0,1
Развиваемая сила, кН	50

Создание динамических нагрузок в устройстве для создания импульсного режима нагружения исполнительных органов технологических машин происходит за счет преобразования механических колебаний генератора (пьезокерамического элемента) во внутреннюю энергию жидкой рабочей среды, преобразуемую затем в механическую колебательную энергию поршня со штоком. Диссипации энергии колебаний не происходит вследствие несжимаемости жидкой рабочей среды устройства, заполняющей рабочую камеру в корпусе между поршнем с одной степенью свободы в виде продольных осевых перемещений и мембраной, установленной неподвижно и передающей энергию колебаний от генератора жидкой несжимаемой среде.

Обеспечение работоспособности достигается за счет герметизации рабочей среды устройства благодаря наличию нескольких ступеней радиальных уплотнений между поршнем и корпусом, а также за счет жесткого закрепления мембраны между стаканом и крышкой, при этом мембрана образует непроницаемую перегородку между рабочей камерой и местом установки генератора колебаний.

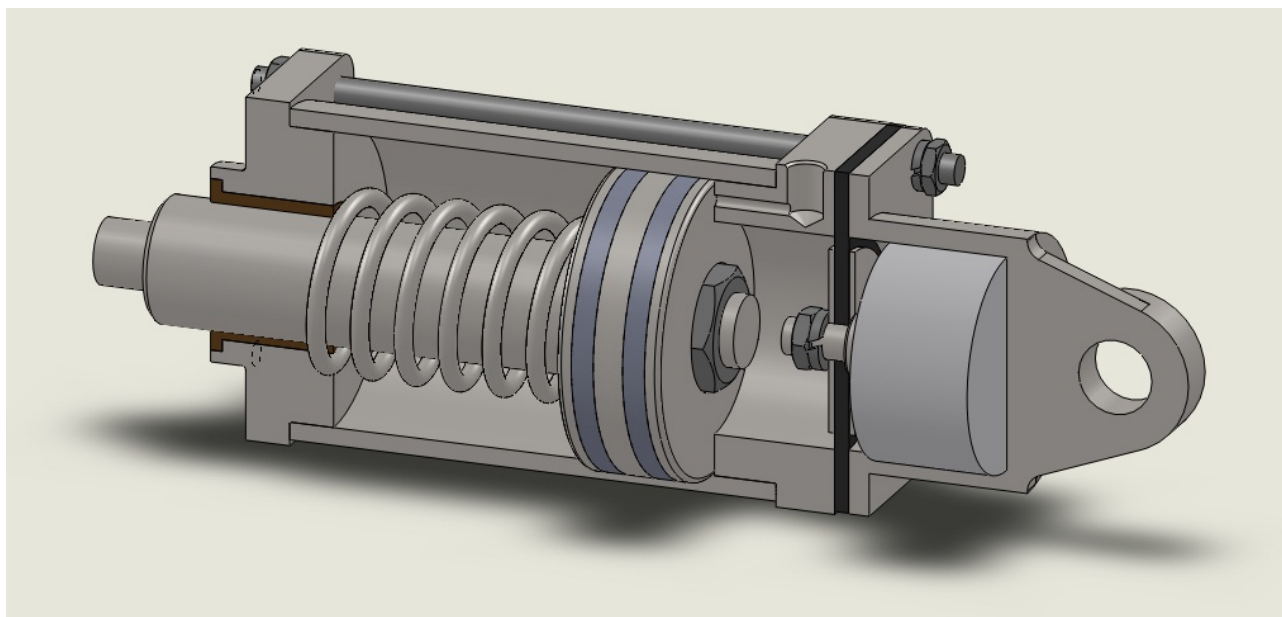


Рис. 3. Устройство для создания импульсного режима нагружения исполнительных органов технологических машин (патент РФ на изобретения №2435992)

Таким образом, в работе была установлена возможность применения динамического режима нагружения валов при обработке волокнистого материала в валковом устройстве и на основе результатов анализа разработанной компьютерной модели переходных состояний процесса массообмена, протекающего при обработке волокнистого материала в валковом устройстве, доказано, что динамический режим нагружения повышает эффективность массообменного процесса в зоне контакта валов. Были разработаны устройства для создания динамического режима нагружения исполнительных органов технологических машин, позволяющие обеспечить работу валкового оборудования в динамическом режиме нагружения [5, 6].

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. Пат. 2435992 Российская Федерация, МПК F15B 21/12, B06B 1/18. Устройство для создания импульсного режима нагружения исполнительных органов технологических машин / Ершов С.В., Калинин Е.Н. [и др.] : заявитель и патентообладатель Ивановская государственная текстильная академия. - №2010115551/06 ; заявл. 19.04.2010 ; опубл. 10.12.2011, Бюл. №34.
6. Пат. 2371531 Российская Федерация, МПК D06B 15/02. Устройство для обработки длинномерных материалов давлением/ Ершов С.В., Калинин Е.Н. [и др.] ; заявитель и патентообладатель Ивановская государственная текстильная академия. - №2008125373/12 ; заявл. 23.06.2008 ; опубл. 27.10.2009, Бюл. №30.

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ
РЕАКТОРОМ ПРИ СИНТЕЗЕ ПОЛИАМИДА-6***

**DESIGN OF CONTROL ALGORITHMS OF TANK
FOR SYNTHESIS POLYAMIDE-6**

Е.А. Алексеев

E.A. Alexeev

Ивановский государственный химико-технологический университет

Ivanovo State University of Chemistry and Technology

E-mail: eaa90@inbox.ru

В работе представлены результаты исследования предложенных алгоритмов управления реактором-дополимеризатором. Было проведено исследование влияния перекрёстных связей на основные каналы управления. Была предложена структура системы управления реактором, выбран алгоритм регулирования и определены его параметры. Используя компьютерную модель реактора, была проведена серия вычислительных экспериментов, подтвердившая работоспособность предложенных алгоритмов. Внедрение разработанных алгоритмов для решения производственных задач будет способствовать улучшению физико-механических характеристик полученных волокон и нитей.

Ключевые слова: реактор-дополимеризатор; математическое моделирование; компьютерное моделирование; алгоритм управления.

This paper presents the results of studying of proposed control algorithms of prepolyamidation tank. Influence of cross links on main control channels was studied. Structure of control system of tank and control algorithms was suggested, parameters of control algorithms were determined. Results of series of numerical experiments carried out using of simulation model of tank confirmed efficiency of proposed control algorithms. Introduction of designed control algorithms for solving of industrial tasks will lead to improvement of physic-mechanical properties of obtained fibers and threads.

Keywords: prepolyamidation tank; math modeling; simulation; control algorithm.

Получение многофункционального конструкционного термопластичного полимера – полиамида-6 – является одной из актуальных проблем химии высокомолекулярных соединений. Благодаря своим свойствам полимер находит широкое применение в различных отраслях: пищевой, станкостроительной, химической (целлюлозно-бумажной, нефтехимической), судостроительной, металлургической, при изготовлении подъемно-транспортных механизмов и сельскохозяйственной техники. В текстильной промышленности из полиамида изготавливают нити, ткани, канаты, верёвки для спасательных работ и альпинизма.

Традиционно полиамида-6 получают путём полимеризации капролактама в расплаве при температурах 250÷270 °С. Проведение синтеза полиамида-6 по новой технологии предусматривает введение дополнительной стадии твёрдофазного дополиамидирования, что позволяет существенно снизить температуру полимеризации на 40÷50 °С и содержание низкомолекулярных соединений в полимере [1-2].

В данной работе объектом исследования служил трубчатый химический реактор, в котором протекает процесс твёрдофазного дополиамидирования полиамида-6. Реактор представляет собой горизонтально расположенный цилиндрический аппарат, снабжённый рубашкой обогрева и специальным перемешивающим устройством – ворошителем.

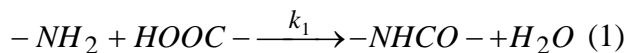
Цель работы заключалась в регулировании концентрации мономера в готовом полимере и температуры гранул на выходе из аппарата в условиях действия на реактор

* Работа выполнена под руководством д.т.н., проф. ИГХТУ Лабутина А.Н. и к.т.н., доц. ИГХТУ Головушкина Б.А.

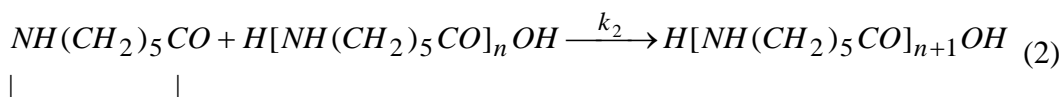
возмущающих воздействий. Для решения этой задачи был проведён структурный, алгоритмический и параметрический синтез системы управления.

Кинетика процесса твёрдофазного дополиамидирования полиамида-6 исследовалась рядом авторов [3-5]. В работах [3-4] показано, что при осуществлении данного процесса протекают две реакции:

- взаимодействие контактных пар, образованных концевыми amino- и карбоксильными группами (дополиконденсация):



- присоединение капролактама к концевым группам (дополимеризация):



где k_1 и k_2 – это константы скоростей протекающих реакций, которые зависят от температуры и функционально описываются уравнениями Аррениуса.

В [6-7] были получены уравнения модели кинетики протекающих реакций для синтеза полимера:

$$\begin{cases} \frac{dC}{d\tau} = -k_1(C - C_p) \\ \frac{dC_{кл}}{d\tau} = -k_2C(C_{кл} - C_{кл,p}) \\ \frac{dC_в}{d\tau} = k_1(C - C_p) \end{cases} \quad (3),$$

где C , $C_{кл}$, $C_в$ – концентрации концевых групп, капролактама и воды в гранулах полимера; C_p , $C_{кл,p}$ – равновесные значения концентраций концевых групп и капролактама.

Математическая модель реактора, полученная на основе модели кинетики (3), представляет собой систему дифференциальных уравнений в частных производных. В работе [8] показано, что компьютерная модель реактора-дополимеризатора, построенная на его математическом описании и состоящая из 5 ячеек, может адекватно описать аппарат.

Реактор, использующийся на стадии твёрдофазного дополиамидирования, с точки зрения теории управления является сложным многомерным объектом. Для аппарата можно выделить не только основные каналы управления и возмущения, но также и перекрёстные связи. В настоящей работе был определен коэффициент связности реактора нулевой частоте. Установлено, что влияние существующих перекрёстных связей незначительно и для поддержания концентрации мономера в готовом полимере и температуры гранул на выходе из аппарата в условиях действия на реактор возмущающих воздействий можно использовать систему несвязного регулирования.

Для сепаратного регулирования динамическими каналами реактора был выбран метод пространства состояний. В отличие от традиционных методов исследования он позволяет определить возможно ли достигнуть цель управления, подобрать подходящий состав измерителей, синтезировать управление на все переменные состояния многомерного объекта.

В качестве показателей, характеризующих работу системы автоматического регулирования, были использованы первичные инженерные показатели: время регулирования τ_p , перерегулирование δ , а также погрешность регулирования в статике $\Delta_{ст}$.

Допустимые значения критериев качества для каждого канала были установлены индивидуально.

Были синтезированы законы регулирования в виде линейной функции переменных состояния в связи с тем, что сам объект является полностью управляемым. Такой закон позволит смещать корни замкнутой системы в произвольные желаемые положения.

Проведя серию вычислительных экспериментов установлено, что предложенные законы регулирования позволяют поддерживать регламентные значения концентрации мономера в гранулах и температуры гранул на выходе из аппарата. Внедрение разработанных алгоритмов для решения производственных задач будет способствовать улучшению физико-механических характеристик полученных волокон и нитей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мизеровский, Л.Н. Перспективы совершенствования технологии получения поликапроамида, используемого в производстве текстильных и технических нитей. Часть 1 [Текст] / Л.Н. Мизеровский, Ю.М. Базаров, М.Г. Павлов // Хим. Волокна. – 2003. – № 5. – С. 15-19.
2. Мизеровский, Л.Н. Перспективы совершенствования технологии получения поликапроамида, используемого в производстве текстильных и технических нитей. Часть 2 [Текст] / Л.Н. Мизеровский, Ю.М. Базаров, М.Г. Павлов // Хим. Волокна. – 2003. – № 6. – С. 9-14.
3. Вольф, Л.А. Производство поликапроамида [Текст] / Л.А. Вольф, Б.Ш. Хайтин. – М.: Химия, 1977. – 201 с.
4. Мизеровский, Л.Н. Твёрдофазный синтез полиамида-6 [Текст] / Л.Н. Мизеровский, Ю.М. Базаров // Хим. волокна. – 2006. – № 4. – С. 40-48.
5. Мизеровский, Л.Н. Кинетика твердофазной дополиконденсации демономеризованного поликапроамида [Текст] / Л.Н. Мизеровский, И.Н. Смирнов // Хим. волокна. – 2004. - № 6. – С. 11-15.
6. Липин, А.А. Моделирование процесса получения поликапроамида в трубчатом реакторе [Текст] // Сб. научн. Трудов «Успехи в химии и химической технологии». – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009 – Т. XXIII. – № 1. – С. 93-97.
7. Липин, А.А. Тепло- и массообмен в процессах дополиамидирования и сушки полиамида-6: дис. ... канд. техн.наук: 05.17.08 / Липин Андрей Александрович. – Иваново, 2012. – 146 с.
8. Алексеев, Е.А. Идентификация динамических каналов реактора-дополимеризатора для синтеза полиамида-6 / Е.А. Алексеев // I Всероссийский конкурс на лучшую научно-исследовательскую работу среди молодых учёных и специалистов «ЛЕГПРОМНАУКА», Иваново, 2018. – И.: Изд-во ИвГПУ. – 2018. – С. 126-128.

СОЗДАНИЕ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ МУЖЧИН С РАЗВИТОЙ МЫШЕЧНОЙ МАССОЙ. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ПИДЖАКА ДЛЯ ФИГУР ДАННОГО ТИПА

CREATION OF ANTHROPOMETRIC DATABASE FOR MEN WITH DEVELOPED MUSCLE MASSE. IMPROVEMENT OF THE DESIGN OF THE JACKET FOR MEN OF THIS TYPE

Т.Н. Грищенко, В.Е. Кузьмичев, О.В. Сурикова
T.N. Grishchenko, V.E. Kuzmichev, O.V. Surikova

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo state polytechnical university
E-mail: nika_93@list.ru, wkd37@list.ru

Проанализирована ситуация на рынке по изготовлению мужского костюма. Создание новой антропометрической базы данных мужчин с развитой мышечной массой. Даны рекомендации для корректировки существующей методики конструирования пиджака.

Ключевые слова: мужской пиджак; мужчины с развитой мышечной массой; конструирование одежды

The situation in the market for the manufacture of men's suits is analyzed. Creation of a new anthropometric database of men with developed muscle mass. Recommendations are given for adjusting the existing technique for designing a jacket.

Keywords: men's jacket; men with developed muscle mass; clothing design

В настоящее время конструированию одежды для людей с развитой мышечной массой, должным образом не уделяется внимание. Даже несмотря на то, что массовое производство изготавливает одежду для потребителей, отличающихся друг от друга размерными признаками, особенностями телосложения, осанкой и другими признаками, этого недостаточно для создания удобной и комфортной одежды для спортсменов[2].

На рис. 1 приведено сравнение обычной фигуры мужчин со слабо развитой мышечной массой и мужчиной, который занимается развитием мускул. Так же на рисунке указаны участки, которые подвергаются наибольшему изменению. Красным цветом выделена фигура с развитой мышечной массой (РММ).

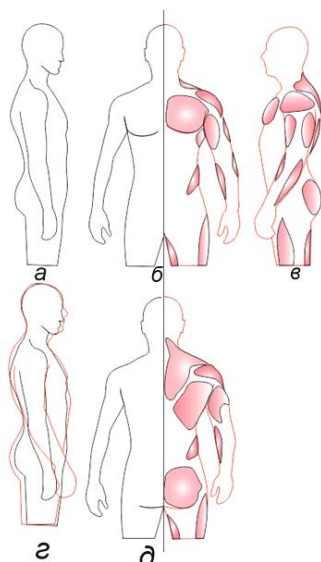


Рис. 1 – Особенности телосложения мужчин с РММ

а – типовая фигура, вид сбоку; *б* – вид спереди типовой фигуры и фигуры с РММ; *в* – фигура с РММ, вид сбоку; *г* – сравнительный анализ типовой фигуры и фигуры с РММ, вид сбоку; *д* – вид сзади типовой фигуры и фигуры с РММ

Из рис. 1.2 видно, что в связи с развитием мускулатуры необходимо изучить влияние изменения объема мышечной массы на посадку мужского пиджака на фигуры данного типа и выявить те конструктивные параметры, которые зависят от размерных признаков и которые необходимо откорректировать при построении конструкции.

Был произведен опрос, в виде анкетирования, среди спортсменов. По его результатам видно, что у большинства мужчин с РММ есть проблемы в выборе пиджака. Причем прослеживается закономерность - чем больше размерный признак обхват груди 3, тем больше проблем с подбором.

Дело в том, что на сегодняшний день мало швейных предприятий, которые выпускают пиджаки для мужчин данной категории. Одежду стараются изготовить, чтобы она подошла как можно большему количеству людей. Границы между полнотными группами стираются. Следовательно, так называемые размеры категории Big Size, (комфорт) рассчитаны на мужчин с излишними жировыми отложениями и совсем не учитывают особенности изменений фигуры мужчин с РММ.

На рис. 2 наглядно показано изменение двух типов мужских фигур с увеличением размера. В верхнем ряду показаны мужчины, которые не занимаются физическим развитием, в нижнем - мужчин с РММ. Изменение размера показано от меньшего к большему, слева направо.

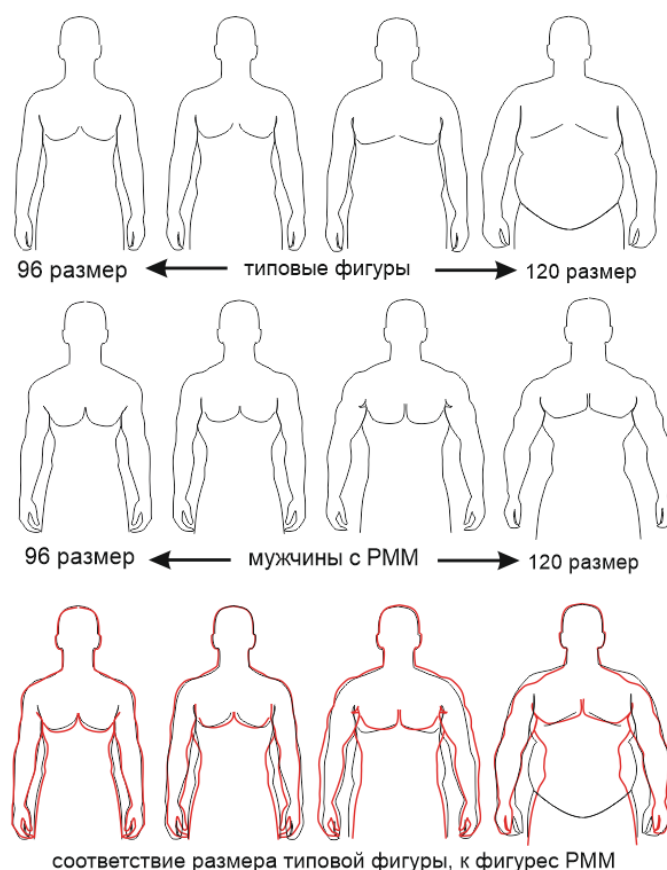


Рис. 2 – Изменения мужских фигур с увеличением размера одежды

Из рис. 2 видно, что изменения в фигурах с увеличением размера кардинально разнятся. Из этого следует, что для мужчин с РММ необходима другая размерная сетка, которая учитывала бы особенности физического развития.

Объектом исследований служили мужчины, занимающиеся физическим развитием более одного года.

Антропометрический обмер проводили на базе ОАО «Сударь» (г.Ковров). В число измеряемых, вошли мужчины, занимающиеся физическим саморазвитием (посетители фитнес-клуба MULTiFiT) и мужчины, занимающиеся в клубе единоборств GLADIATOR. Суммарное число мужчин составило 20 человек в возрасте от 19 до 34 лет, из них 15 культуристов и 5 борцов.

Для дальнейших исследований, из общего числа участников были выбраны мужчины:

- с ярко выраженными группами мышц плечевого пояса, рук, груди, пресса, спины;
- с разностью между обхватом груди третьим и обхватом талии (он составил от 20 до 30 см);
- обхват плеча, больше чем у ближайшей типовой фигуры.

Общее число измеряемых, подходящих для изучения, составило 14 человек, из них 10 культуристов и 5 борцов.

Анализ отобранных фигур осуществлялся 2 методами:

- *антропометрическим*: использовались традиционные размерные признаки измерений тела человека [1, 4] и новые, для более точной характеристики особенностей фигуры данного типа, связанные с основными динамическими движениями (дыхание и движение руками).

- *цифровым*: создавался цифровой двойник торса конкретной фигуры (Рис. 3), и производилась развертка полученного манекена (Рис. 4). Сечения на манекен наносились в соответствии с основными деталями кроя пиджака (спинка полочка и бочек).

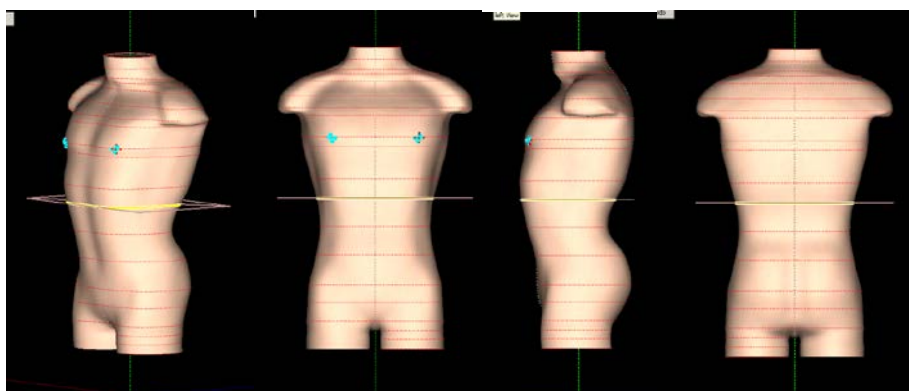


Рис. 3 - Цифровые двойники мужчин с развитой мышечной массой, созданные в программе BustCat

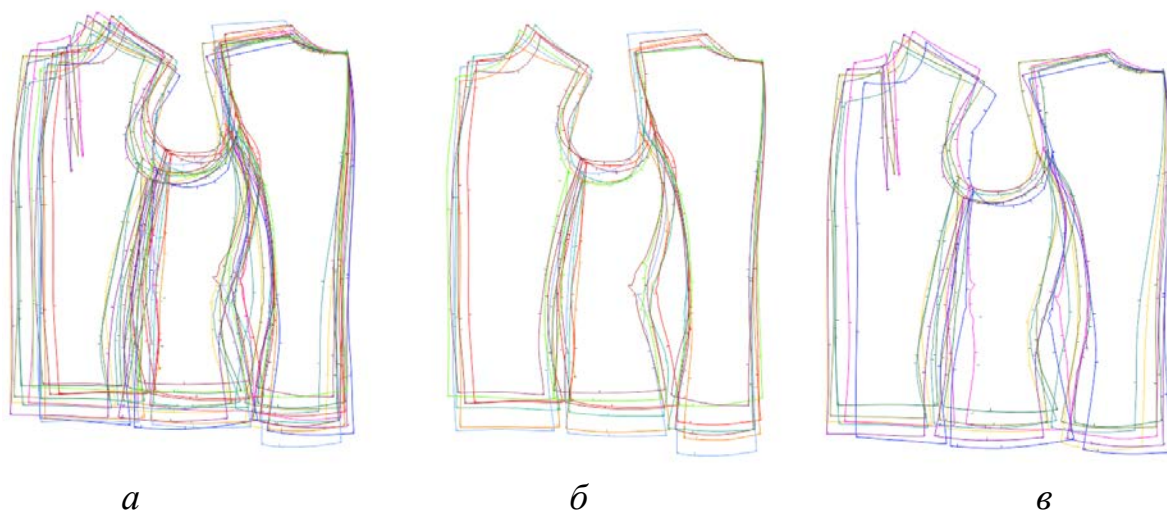


Рис. 4 – Абрисы разверток фигур

а – совмещение всех разверток, *б, в* – распределение разверток по характеру линий

Полученные результаты измерений мужчин с РММ сравнивали с ближайшими соответствующими типовыми фигурами по трем размерным признакам: Рост – Обхват груди третий – Обхват талии. Поскольку у мужчин данной категории наблюдается минимальное накопление жировой ткани, то все участники относятся к первой полнотной группе.

По результатам исследований было выявлено, что у мужчин с РММ ширина спины и поперечный диаметр руки больше, а ширина груди меньше в сравнении с типовыми фигурами. Если учесть эти изменения в чертеже конструкции, это повлечет к тому, что положение узла проймы-окат развернется в сторону полочки. И, следовательно, изменится конфигурация плечевых линий.

На рис. 5 представлена графическая схема для размерных признаков ширина груди, ширина спины и диаметра руки поперечного. Слева (черным контуром) продемонстрированы размеры типовых мужчин первой полнотной группы, справа (красным) - мужчины с РММ.

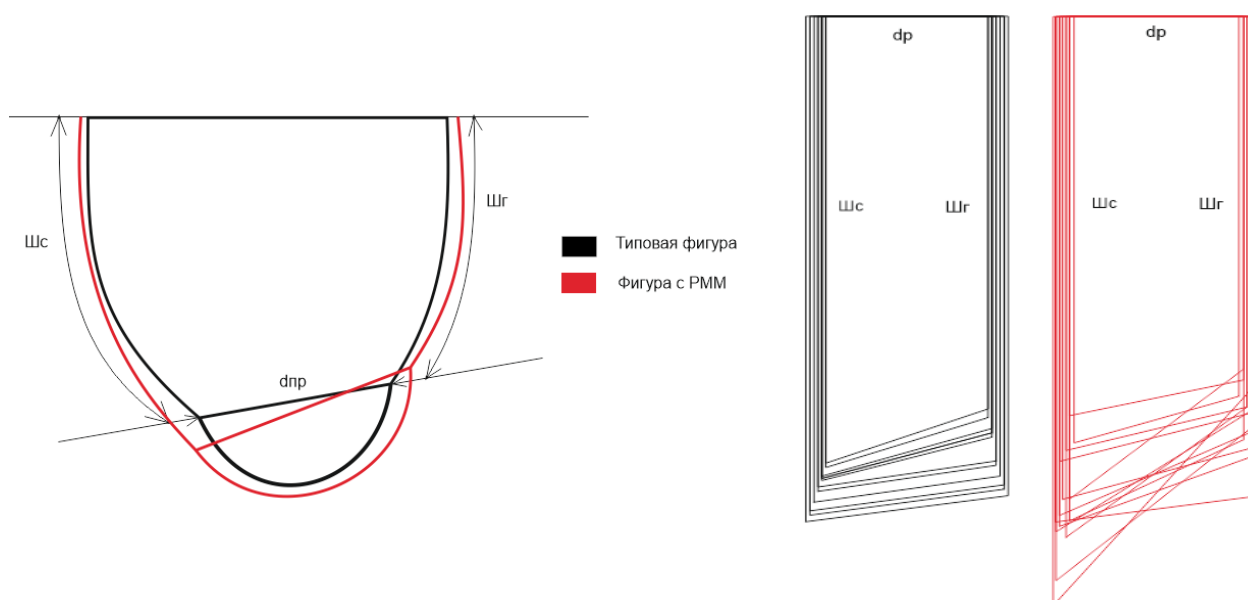


Рис. 5 – Графическая схема между размерными признаками ширина груди, ширина спины и диаметра руки поперечного

Так же была проанализированы расчетные формулы некоторых методик конструирования. Как оказалось, метод расчета ширины и высоты горловины (по методике И.Я. Гриншпана [1, с. 28] и методике ЦОТШЛ [3]) оказался не применим к построению горловины для фигур с развитой мышечной массой.

Разница между расчетной $\Delta Вгс$ и $\Delta_{дтс1-дтс}$ у мужчин с РММ составляет 2,6 см, в то время как та же разница у типовых фигу минимальна – 0,6. Следовательно, это нужно учесть при проектировании одежды на спортсменов.

Поскольку количество измеряемых фигур не достаточно для выявления точных изменений в фигуре атлетов с изменением размера, то данные приведены как общие рекомендации. Они не являются достаточно точными, и поэтому готовый вариант конструкции следует откорректировать на фигуре. В таблице 1 приведены рекомендации для корректировки конструктивных параметров при построении пиджака на мужчин с РММ.

Таблица 1

Данные для корректировки конструктивных параметров при построении мужского пиджака на фигуры с развитой мышечной массой, см

№ п/п	Участок	Величина
1	2	3
1	Ширина БС: - полочка; - пройма; - спинка	38,5 % 14,5 % 45,3 %
2	Увеличение Пг	1,5
3	Высота горловины спинки; Увеличить горловину спинки расчетную приблизительно на	3,5 2
4	Отвод л.спинки	2
5	Величина отвода полузаноса	2,3

	Раствор вытечек по участкам: - между спинкой и бочком; - между полочкой и бочком. - отвод полочки от полузаноса и на раствор талиевой вытачки	59% 26% 16%
6	Высота замкнутой проймы (по телу без прибавок)	20,7
7	Положение к.т. на пройме - полочка; - спинка.	8 7
8	Разница между плечевыми точками в четреже конструкции	3,5
9	Положение плечевой точки относительно Шейной точки сзади	1,5
10	Сш/К, Коэффициент для расчета: -Шгс=Шгп; - Вгс; - Вгп.	2,5 7,6 3,9

Для размеров больше 50 в чертеж конструкции полочки можно ввести дополнительную нагрудную вытачку на выпуклость развитых грудных мышц. Чем больше развиты мышцы груди, тем больше раствор вытачки. Рассчитать ее можно по формуле:

$$\text{Выт}=(Cг2+Cг1)/2 \quad (1)$$

Ширина проймы должна быть не меньше размерного признака d_p . При большом обхвате бицепса необходимо заложить вытачку в локтевой и передний перекал, для уменьшения посадки оката рукава или, если при построении не достаточная ширина под проймой, то на уровне на 6-7 см ниже уровня Оп отложить по 0.5 см на огибание бицепса. Поскольку, у атлетов из-за развитых мышц руки меняется угол между плечом и предплечьем, то следует увеличить прогиб переднего переката на уровне линии локтя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гриншпан И.Я. Конструирование мужских пиджаков: самоучитель/ Гриншпан И.Я.. – М:Рифмополиграф,1992,128с.,ил.
2. Дунаевская Т.Н. Основы прикладной антропологии и биомеханики. Учебник для вузов/Т.Н. Дунаевская, Е.Б. Коблякова, Г.С.Ивлева, Р.В. Ивлева, под ред. Е.Б. Кобляковой – СПб.:Информационно-издательский центр МГУДТ, 2005. – 280 стр.
3. Единый метод конструирования мужской верхней одежды, изготавливаемой по индивидуальным заказам населения. – М.: «Легкая индустрия», 1967.
4. ГОСТ 17521-72 «Типовые фигуры мужчин. Размерные признаки для проектирования одежды»

СОДЕРЖАНИЕ

1. **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3D МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТРИКОТАЖА С ЗАДАННЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ** 10
Д.И. Быковский, А.А. Кузнецов, А.В. Чарковский, В.А. Гончаров, В.И. Береснев
2. **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОЛУЧЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНОГО ПАСПОРТА ВЕЩЕСТВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ВОЛОКНИСТОЙ СИСТЕМЫ ИННОВАЦИОННОГО СЫРЬЕВОГО СОСТАВА** 18
Е. В. Мезенцева
3. **ОТ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ К НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ** 24
А.Х. Ибрагим
4. **ДУБЛИРОВАННЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ** 26
Е. Г. Полушин, О. В. Козлова, О.И. Одинцова
5. **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ БИОПОЛИМЕРНЫХ ХИТОЗАНОВЫХ МАТРИЦ И ВОЛОКОН МЕТОДОМ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ ЛАЗЕРНОЙ МИКРОСКОПИИ** 30
В.А. Захарова, И.А. Василенко, В.Б. Метелин,
Н.А. Сажнев Н.А., Н.Р Кильдеева
6. **КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУВИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕУТИЛИЗИРУЕМЫХ ОТХОДОВ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ** 35
А.Н. Радюк, А.Н. Буркин
7. **ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СУХО-МОКРОГО ФОРМОВАНИЯ ПОЛИОКСАДИАЗОЛЬНОГО ВОЛОКНА НА ОПЫТНОЙ УСТАНОВКЕ** 40
Б.П. Макаров, М.В. Шаблыгин, А.Ю. Матрохин, М.П. Михайлова
8. **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МНОГОВАРИАНТНОГО АНАЛИЗА ДИНАМИКИ БАТАННЫХ МЕХАНИЗМОВ ТКАЦКИХ СТАНКОВ СТБ** 44
Р.Р. Аллямов, А.А. Максимов, И.А.Суворов
9. **КОМПОЗИЦИОННЫЙ ПОЛИМЕРНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ БОЕВОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНОГО С УЛУЧШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ** 47
Д.В. Сорокин, А.Л. Никифоров, О.Г. Циркина, С.Н. Ульева
10. **ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ УСЛОВИЙ ФОРМОВАНИЯ ПОЛИОКСАДИАЗОЛЬНЫХ ВОЛОКОН, ПУТЕМ ПОДБОРА ФИЛЬЕР** 52
Б.П.Макаров

11. **ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ, СОЗДАНЫХ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ НАНО- МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЯ** 56
Е.Н. Чернова, Д.С. Королев, Е.Л. Владимирцева
12. **ВЫСОКОРАСТЯЖИМЫЕ ТРИКОТАЖНЫЕ ОСНОВОВЯЗАННЫЕ ПОЛОТНА НА БАЗЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ НИТЕЙ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ СПОРТИВНОГО И КУПАЛЬНОГО СЕКТОРОВ** 59
Е.В. Жиганова, И.С. Шадрина, Л.М. Хозова,
Е.П. Лаврентьева, Е.В. Панова, Е.А. Кочнова
13. **ВЫРАБОТКА ЛЬНОСМЕСОВОЙ ПРЯЖИ ДЛЯ ТКАНЕЙ БЫТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ** 66
В.В. Малиновский, Е.П. Лаврентьева,
В.В. Дьяченко, О.В. Чиж, В.А. Семенов
14. **ПРОТИВОСПАЕЧНЫЕ МЕМБРАНЫ НА ОСНОВЕ ИНТЕРПОЛИМЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ** 69
Т.Ю. Анущенко, В.Е. Немилов, В.А. Жуковский
15. **ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИТОТОКСИЧНОСТИ ТКАНЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ** 73
Н.В. Шампарова
16. **ЭКСТРУЗИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ** 79
К.С. Момзякова, Т.Р. Дебердеев, З.Т. Валишина,
Р.Я. Дебердеев, А.В. Ибрагимов
17. **ПРИМЕНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПИГМЕНТНОЙ ПЕЧАТИ** 82
О.А. Маноли, В.В. Ширманова, О.В. Козлова
18. **ФОРМОЗАДАЮЩИЕ КАРКАСНЫЕ СИСТЕМЫ В ШВЕЙНЫЕ ИЗДЕЛИЯ С ФУНКЦИЕЙ ФИКСАЦИИ ПОЛОЖЕНИЯ НОГ** 86
И.Д. Гусев, О.В. Кашеев, И.Б. Разин, М.А. Гусева, Е.Г. Андреева, И.А. Петросова, Т.В. Докучаева
19. **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЛАГЕНОВЫХ БЕЛКОВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ В МЕДИЦИНЕ И КОСМЕТОЛОГИИ.** 90
Ю.С. Фидоровская Е.О. Медушева
20. **РАЗРАБОТКА ВЫСОКОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПРЕССИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ СПОРТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕНСЕГРИТИ СТРУКТУР ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ МЫШЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ** 97
И.Н. Тюрин, В.В. Гетманцева, Е.Г. Андреева, В.С. Белгородский

21. **ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ АКТИВАЦИИ ПОЛИЭФИРНОГО ВОЛОКНА** 99
С.А. Логинова, И.Н. Гоглев, М.Н. Белоусов
22. **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ** 102
А.М. Дрондина, А.Г. Хосровян, В.В. Папер, Г.А. Хосровян
23. **ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА СВОЙСТВ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ТРИКОТАЖНОГО СЕТЕПОЛОТНА** 105
Е.С. Бабкова, Е.Н. Колесникова
24. **ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ИММОБИЛИЗАЦИИ МИКРОКАПСУЛ НА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ** 110
А.А. Липина, О.А. Есина, А.С. Смирнова, О.И. Одинцова
25. **ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ФТОРИДА АЛЮМИНИЯ В ОТДЕЛКЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ** 114
Ф.А. Быков, Е.Л. Владимирцева
26. **ЭКСПРЕСС-МЕТОД ОЦЕНКИ ВЫДЕЛЕНИЯ КАПСУЛИРОВАННОГО АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА** 119
Ю.В. Носкова, А.С. Антонова, Л.С. Петрова, О.И. Одинцова
27. **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАПРАВОЧНОГО РАСЧЕТА МНОГОЭЛЕМЕНТНОЙ ПЕТЕЛЬНОЙ ТКАНИ** 122
К.С. Плис, Г.И. Толубеева
28. **РАЗРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ЛИЦА И ГОЛОВЫ** 127
Ю.В. Глухова, М.В. Сурикова
29. **СИНТЕЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ МАСЛООХЛАДИТЕЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА СТРОИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ** 131
Д. А. Буланов, Е.Е. Корочкина, С.О. Кожевников
30. **СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУР** 134
Н.С. Зимин, О.В. Блинов
31. **ВЫБОР ТЕКСТИЛЬНО ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ КРАШЕНИЯ ХЛОПКОПОЛИАМИДНОГО ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА** 138
З.А. Асхабова, А.Э. Джумаева,
А.А. Миронова, С.В. Смирнова, Е.Л. Владимирцева

32. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ «САПР ТЕХНОЛОГ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВЗАИМОСВЯЗИ ТЕРМИНОВ А.М. Цыганаш, И.Ю. Белова	142
33. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ГЕОМАТЕРИАЛА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ГЕОСЕТКА-ГРУНТ С.В. Соколова, А.П. Башков, Г.В. Башкова	146
34. ДИНАМИЧЕСКАЯ ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ В КАМЕРАХ СМЕСОВОЙ МАШИНЫ С.А. Родионов, И.А. Суворов, С.П. Зимин	151
35. НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ШВЕЙНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ Т.Н. Никифорова, О.В. Радченко, О.В. Метелева	156
36. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ ВОЛОКНИСТОЙ МАССЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ НОВЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ И НЕТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ М. В. Петров, А.Г. Хосровян, С.А. Егоров, Г.А. Хосровян	160
37. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВОРСОРАЗРЕЗНЫХ ТКАНЕЙ Т.В. Силина, М.П. Михайлова, Н.А. Власова, Е.П. Лаврентьева, В.А. Евстифеева	164
38. СИНТЕЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ РЕДУКТОРОВ ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДУЛЕЙ АРМ WINMACHINE А.И. Ключко, С.О. Кожевников, О.В. Блинов	167
39. МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РАБОЧИХ ОРГАНАХ УСТРОЙСТВА ДЛЯ МЕХАНОАКТИВАЦИИ КОЛЛОИДНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СРЕД М.С. Малов, С.О. Кожевников, В.Б. Кузнецов	173
40. ПОВЕРХНОСТНОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОЛИЭФИРНЫХ ВОЛОКОН ТЕЛОМЕРАМИ НА ОСНОВЕ ТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА ДЛЯ СОЗДАНИЯ МАТЕРИАЛОВ С ПОВЫШЕННЫМИ ГИДРОФОБНЫМИ СВОЙСТВАМИ К.А. Ерзунов	179
41. ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ АКТИВАЦИИ ПОЛИЭФИРНЫХ ТКАНЕЙ ПЛАЗМОЙ ПОВЕРХНОСТНО-БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕЁ ГИДРОФОБИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЛИГОМЕРОВ ТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА М.В. Казанцев, К.А. Ерзунов	184

42. **СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ТИТАНАТА КАЛЬЦИЯ-МЕДИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКРЫТИЙ НА СИНТЕТИЧЕСКИХ НИТЯХ В ЦЕЛЯХ ПОЛУЧЕНИЯ ТКАНИ, ВЫРАБАТЫВАЮЩЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК ПРИ РАСТЯЖЕНИИ** 189
Е.В. Макарова, И.С. Галкин, К.В. Иванов
43. **СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ 3D-МОДЕЛИ ТКАНОЙ АРМИРУЮЩЕЙ СТРУКТУРЫ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА** 194
И.А. Суворов, С.В. Ершов, В.Б. Кузнецов, Е.Н. Калинин
44. **НИТЕНАТЯЖИТЕЛЬ ШВЕЙНОЙ МАШИНЫ** 199
Д.А. Колесов, Р.Р. Алешин
45. **МОДЕРНИЗАЦИЯ СПОСОБА ВЫДЕЛЕНИЯ СУЛЬФАТНОГО МЫЛА ИЗ ЧЕРНЫХ ЩЕЛОКОВ СУЛЬФАТЦЕЛЛЮЛОЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА** 203
О.С. Андранович, Е.Ю. Демьянцева
46. **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИМЕРНОГО ПОКРЫТИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ** 207
Д.Р. Зиятдинова, Л.Н. Абуталипова, А.Ю. Васильева
47. **РАЗРАБОТКА ТРИКОТАЖНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТАЛОЭЛЕМЕНТОВ** 212
М.И. Тихонова, С.И. Пивкина
48. **СЕПАРАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МИКРО И НАНО ВОЛОКОН ДЛЯ ЩЕЛОЧНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ** 216
А.А. Саливан, Ю.Н. Филатов, Е.С. Бокова
49. **АНАЛИЗ АССОРТИМЕНТА ТКАНЫХ ГЕОПОЛОТЕН ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ СТРОИТЕЛЬСТВА** 221
А.А. Кусенкова
50. **ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 3-D ТКАНЕЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРИВОДНЫХ РЕМНЕЙ ШВЕЙНЫХ МАШИН И ОВЕРЛОКОВ** 224
Т.В. Рекечинская, Е.А. Топорова
51. **РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ВОЛОКНИСТО-ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОВЫШЕННОЙ ФИЛЬТРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ** 227
В.В. Куликовский М.В. Киселев, Н.В. Киселев
52. **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ** 234
С.В. Ершов, Е.Н. Калинин

53. **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ
РЕАКТОРОМ ПРИ СИНТЕЗЕ ПОЛИАМИДА-6** 239
Е.А. Алексеев
54. **СОЗДАНИЕ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ МУЖЧИН С
РАЗВИТОЙ МЫШЕЧНОЙ МАССОЙ. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
МЕТОДИКИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ПИДЖАКА ДЛЯ ФИГУР
ДАННОГО ТИПА** 242
Т.Н. Грищенко, В.Е. Кузьмичев, О.В. Сурикова

Научное издание

**ФИЗИКА ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ:
СТРУКТУРА, СВОЙСТВА, НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И
МАТЕРИАЛЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XXII Международного научно-практического форума
«SMARTEX-2019»**

Часть 2

Ответственный за выпуск
Компьютерная верстка
Дизайн обложки

А.П. Новикова
Н.А. Онипченко
А.П. Новикова

Статьи публикуются в авторской редакции

Подписано в печать 19.09.2019. Формат 1/8 60x84.
Усл. печ. л. 14,7. Уч. - изд. л. 14,1 Тираж 100 экз.
Заказ №455

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»
153000, г. Иваново, Шереметевский пр. 21
Адрес в Интернете: www.ivgpi.com

Отпечатано в АО «Информатика»
153032, г. Иваново, ул. Ташкентская, 90