

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ А.Н. КОСЫГИНА
(ТЕХНОЛОГИИ. ДИЗАЙН. ИСКУССТВО)**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ
ПЕРВЫЕ МЕЖДУНАРОДНЫЕ КОСЫГИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2017**

**Тематика чтений
«СОВРЕМЕННЫЕ ЗАДАЧИ ИНЖЕНЕРНЫХ НАУК»**

**VI-ЫЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СИМПОЗИУМ
«СОВРЕМЕННЫЕ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ СЭТТ – 2017»**

**проводится при финансовой поддержке Российского фонда
фундаментальных исследований-проект № 17-08-20544**

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
(ТОМ 4)**

**МОСКВА
11-12 ОКТЯБРЯ 2017 ГОДА**

УДК 67
С 56

СОВРЕМЕННЫЕ ЗАДАЧИ ИНЖЕНЕРНЫХ НАУК [Текст]: сборник научных трудов VI-ого Международного научно-технического Симпозиума «Современные энерго- и ресурсосберегающие технологии СЭТТ – 2017» Международного научно-технического Форума «Первые международные Косыгинские чтения (11-12 октября 2017 года). Т. 4 / М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А. Н. Косыгина», 2017. – 350 с.

ISBN 978-5-87055-533-1
ISBN 978-5-87055-537-9

В сборник включены научные статьи российских и зарубежных ученых, представленные на Форум, в которых рассматриваются вопросы теории и математического моделирования, пути практической реализации современных эффективных процессов и аппаратов химической, текстильной, лёгкой, пищевой, деревообрабатывающей и других отраслей промышленности и агропромышленного комплекса.

Материалы сборника предназначены для преподавателей вузов, аспирантов, научно-технических и инженерно-технических работников различных отраслей промышленности и агропромышленного комплекса.

ISBN 978-5-87055-533-1
ISBN 978-5-87055-537-9
УДК 67

© ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»,
2017
© Авторы статей, 2017
© Обложка. Дизайн. ИП Полежаев П.В.,
2017

СОДЕРЖАНИЕ

А.Ф. Плеханов, О.В. Кашеев, К.Э. Разумеев ФЕНОМЕН А.Н. КОСЫГИНА НА ПРИМЕРЕ РЕКОНСТРУКЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ МОСКОВСКОЙ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ФАБРИКИ ИМЕНИ М. В. ФРУНЗЕ.....	726
Н.С. Скуланова, Т.Ф. Цепенюк, А.Н. Петухов РОЛЬ А.Н. КОСЫГИНА В РАЗВИТИИ ПРЕДПРИЯТИЙ ШЕРСТЯНОЙ ОТРАСЛИ В ПРЕДВОЕННЫЕ И ВОЕННЫЕ ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ (1939-1945 гг.).....	732
П.Н. Рудовский, Ю.А. Собашко ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ЛЬНЯНОЙ РОВНИЦЫ.....	734
В.В. Костылева, Н.С. Радченко О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА МАССУ ДЕТСКОЙ ОБУВИ	737
В.И. Чурсин ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОЖЕВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	739
В.М. Попов, А.Н. Внуков, А.В. Латынин ВЛИЯНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ФИЗИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ПРОЦЕСС ПОЛИМЕРИЗАЦИИ КЛЕЕВ.....	744
С.Ю. Киселев ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ФОРМЫ ОБУВИ.....	746
М.Д. Никулин, А.В. Канатов., В.В. Сторожев АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ШВЕЙНЫХ СТРОЧЕК В ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	750
В.В. Костылева, К.С. Кочетков, О.В. Синева ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИЗГИБНОЙ ЖЕСТКОСТИ ОБУВИ В ФАЗУ ТОЛЧКА.....	754
М.А. Гусева, Е.Г. Андреева ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ МЕХОВОЙ ОДЕЖДЫ.....	756
Л.И. Гинзбург, И.Н. Леденева МНОГОФАКТОРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ОПТИМАЛЬНОМ ВЫБОРЕ ПАКЕТА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБУВИ ИЗ ВОЙЛОКА.....	761
В.И. Терентьев, В.А. Григорьев КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ МЕХАНИЗМОВ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ.....	764
В.О. Симонян, Н.А. Королева МИКРОНЕЙР ВОЛОКОН – КОМПЛЕКСНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОРТИРОВОК ХЛОПКА.....	768
П.Е. Сафонов, Н.М. Левакова, С.С. Юхин РАЗРАБОТКА АССОРТИМЕНТА КОМБИНИРОВАННЫХ ОГНЕ- И ТЕРМОСТОЙКИХ НИТЕЙ ДЛЯ СТРУКТУР ЗАЩИТНЫХ ТКАНЕЙ.....	772
В.Ф. Скородумов, Е.В. Бондаренко ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ФОРМОВАНИЯ В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ.....	776
Е.И. Разина, В.В. Костылева СИНТЕЗ ЭСКИЗОВ МОДЕЛЕЙ ОБУВИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИЧЕСКИХ ПРИМИТИВОВ.....	779

Н.А. Сахарова РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОБЪЕМНО-СИЛУЭТНОЙ ФОРМЫ ЖЕНСКОЙ ОДЕЖДЫ В СИСТЕМЕ ТРЕХ- МЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	781
В.О. Симонян ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРЯЖИ НОВЫХ СТРУКТУР ИЗ НАТУРАЛЬ- НЫХ И ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН.....	785
О.В. Пищинская, Э.Н. Чулкова ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ЛЮДЕЙ, НАХОДЯЩИХСЯ В ИНВАЛИДНОЙ КОЛЯСКЕ.....	790
Л.В. Золотцева, Е.В. Холоднова ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНФЕССИОНАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ.....	793
Н.С. Скуланова, Т.Ф. Цепенюк АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ АППА- РАТНЫХ И КАМВОЛЬНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ШЕРСТЯНОЙ ОТ- РАСЛИ.....	796
В.В. Гетманцева, Е.Г. Андреева ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВА- НИЯ ОДЕЖДЫ.....	800
Е.Н. Хозина, О.С. Журавлева ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ АБСОЛЮТНОГО И ОТНОСИТЕЛЬНОГО ПРИНУ- ДИТЕЛЬНОГО УДЛИНЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРЯЖИ В ПРОЦЕССЕ ЗЕВООБРАЗО- ВАНИИ.....	805
В.В. Костылева, И.С. Зак, А.Н. Максименко ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРОДАЖИ ОРТОПЕДИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ И СРЕДСТВ РЕАБИЛИТАЦИИ.....	809
А.С. Ермаков ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ГИБКОСТИ ОБОРУДО- ВАНИЯ ДЛЯ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	811
Е.С. Рыкова, А.А. Фокина ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ ОБУВИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОНЛАЙН- КОНСТРУКТОРОВ.....	816
В.П. Янаков ТЕРМИНОЛОГИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАМЕСА: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ.....	819
Е.А. Мальцева, А.О. Терехина ГРАФИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР В НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ.....	824
Л.И. Коротеева ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВА- НИЕМ КРЕМНЕЗЕМНЫХ ВОЛОКОН.....	827
О.А. Белицкая ИНТЕГРАЛЬНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ АНТИСТАТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБУВИ....	832
Е.Г. Панферова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОДЕЖДЫ С ЭЛЕМЕНТАМИ РЕАБИЛИТАЦИИ.....	835
А.Ю. Рогожин, М.А. Гусева ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭВРИСТИЧЕСКОЙ САМООРГАНИЗАЦИИ ДЛЯ РЕ- ШЕНИЯ ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ.....	839
М.М. Бондарчук, Е.В. Грязнова МОДУЛЬНАЯ КОНЦЕПЦИЯ РАЗРЫХЛЕНИЯ, ОЧИСТКИ И ЧЕСАНИЯ ХЛОПКА НА АГРЕГАТАХ ФИРМЫ RIETER.....	842

А.С. Рукавишников СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПАКЕТА ОДЕЖДЫ С ОБЪЕМНЫМ НЕСВЯЗНЫМ УТЕПЛИТЕЛЕМ С УЧЕТОМ ЛОКАЛЬНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ.....	846
Г.И. Хазанов ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ФИЗИЧЕСКИХ, ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И ГИГРОСКОПИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕХНИЧЕСКИХ СУКОН В ПРОЦЕССЕ АП- ПРЕТИРОВАНИЯ.....	849
О.В. Сурикова, М.С. Голикова, Е.В. Купцова, А.Н. Милентьева ИССЛЕДОВАНИЕ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ ОДЕЖДЫ С РАЗЛИЧНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ФОРМЫ.....	852
Г.И. Хазанов ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОВМЕЩЕНИЯ АНТИМИКРОБНОЙ ОТ- ДЕЛКИ С АППРЕТИРОВАНИЕМ ТЕХНИЧЕСКИХ СУКОН ДЛЯ ПРЕССОВОЙ ЧАСТИ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫХ МАШИН.....	855
Чен Чжэ, В.Е. Кузьмичев СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ МНОГОФУНКЦИО- НАЛЬНОГО МУЖСКОГО БЕЛЬЯ.....	857
А.В. Канатов, А.А. Кулаков ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ С ОБЪЕКТОМ ОБ- РАБОТКИ МЕРИЛЬНО-БРАКОВОЧНОГО СТАНКА.....	861
А.Ю. Рогожин, М.А. Гусева ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА В ПРОЕКТИРОВАНИИ ОДЕЖДЫ.....	865
П.А. Королев ДОСТИЖЕНИЕ ТОЧНОСТИ ЗАЗОРА В СОЕДИНЕНИИ КУЛАК-РОЛИК КРУГ- ЛОТКАЦКОЙ МАШИНЫ МЕТОДОМ РЕГУЛИРОВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕПОДВИЖНОГО КОМПЕНСАТОРА.....	869
О.С. Журавлева, Е.Н. Хозина АНАЛИЗ ЦИКЛОВЫХ ДИАГРАММ ТКАЦКИХ МАШИН С МАЛОГАБАРИТНЫ- МИ ПРОКЛАДЧИКАМИ НА ОСНОВЕ МОДУЛЬНОГО ПРИНЦИПА.....	874
В.М. Джанпаизова, Ж.У. Мырхалыков, Т. Тогатаев, Г.Ш. Аширбекова РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ МЕДИЦИНСКОЙ МАРЛИ ИЗ ХЛОПКОВОЙ СМЕСИ С ДОБАВЛЕНИЕМ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХО- ДОВ.....	878
Е.И. Жариков ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПНЕВМОТЕКСТУ- РИРОВАНИЯ НИТЕЙ.....	883
Т.В. Бутко РАЗРАБОТКА КОЛЛЕКЦИИ ЖИЛЕТОВ И АКСЕССУАРОВ.....	887
А.А. Кулаков, А.В. Канатов РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН ДЛЯ ТОЧЕЧНО- ГО РАСКРОЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	894
Ю.М. Блоссом, И.И. Довнич КОННЫЙ СПОРТ. ОБУВЬ И ЕЁ ПРОБЛЕМЫ.....	894
Т.В. Бутко АНАЛИЗ МОТИВАЦИЙ ОБРАЩЕНИЙ В СФЕРУ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОДЕЖДЫ ИЗ МЕХА ПО ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ЗАКАЗАМ.....	897
С.В. Леппяковская, М.В. Сурикова, О.В. Метелева ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЫТОВОГО САМОСПАСАТЕЛЯ.....	902

В.Ю. Зернова, С.А. Безлуцкова, Г.П. Зарецкая ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СПОРТИВНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ.....	905
В.А. Масалова ПРОЦЕСС РОЖДЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	907
А.В. Поликарпов, А.В. Данилов, О.В. Кашеев, С.Д. Николаев АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ СТРУКТУРЫ АРАМИДНЫХ ТКАНЕЙ РАЗЛИЧНОГО ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ.....	911
В.А. Заваруев, О.Ф. Беляев, В.И. Халиманович ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОТРАЖАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРАНСФОРМИРУЕМЫХ КОСМИЧЕСКИХ АНТЕНН	915
В.В. Сафонов, А.Е. Третьякова, В.Б. Иванов, И.Д. Капаева НАНЕСЕНИЕ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ ОТ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЙ НА ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	920
В.Т. Сергеев ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕКЛЯННЫХ ТКАНЕЙ НА СТАНКАХ СТБ...	922
М.Д. Старостенков, О.В. Яшин ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ДЕФОРМАЦИИ НАНОВОЛОКОН ЧИСТЫХ МЕТАЛЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ АТОМЫ ВОДОРОДА.....	925
М.В. Ефимов, Л.И. Жмакин, А.М. Костюков, С.Ю. Якименко НЕСТАЦИОНАРНЫЕ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	929
Л.В. Редина, Л.С. Гальбрайт ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ УЛЬТРАГИДРОФОБНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	934
Е.А. Девина, Е.С. Бокова РАДИОПОГЛОЩАЮЩИЕ ИСКУССТВЕННЫЕ КОЖИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	938
А.П. Морыганов, В.Г. Стокозенко, И.Ю. Ларин ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ЭЛЕМЕНТАРИЗОВАННОГО ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА В ПРОЦЕССАХ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ.....	942
Р.Р. Сафин, Е.А. Белякова, В.В. Губернаторов ИСКУССТВЕННО МОРЕННЫЙ ДУБ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТОВАРОВ НАРОДНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ.....	947
С.И. Пивкина, Е.Н. Колесникова ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАБОТКИ ЦЕЛЬНОВЯЗАНЫХ ЭНДОПРОТЕЗОВ КРУГЛОЙ ФОРМЫ ИЗ ТИТАНОВЫХ НИТЕЙ.....	950
Н.Р. Кильдеева, В.И. Лозинский, Ю.Н. Филатов, Е.А. Марквичева ВЫСОКОПОРИСТЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ БИОМЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	954
Б.Р. Таусарова, А.Ю. Стасенко ПРИДАНИЕ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫМ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫМ МАТЕРИАЛАМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЖИДКОГО СТЕКЛА И АЗОТ- ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ.....	959
О.А. Каракова, С.Д. Николаев ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПАРАШЮТНЫМ ТКАНЯМ.....	962
Л.В. Моргун, В.Н. Моргун ФИБРОПЕНОБЕТОН – СОВРЕМЕННЫЙ ИННОВАЦИОННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ.....	965

Г.М. Коваленко, Е.С. Бокова НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ И ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОЙ МОДИФИКАЦИИ РАСТВОРОВ ПОЛИМЕРОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ОСНОВЕ.....	969
О.П. Фомина, Е.Б. Хабарова, В.А. Заваруев РАЗРАБОТКА СТРУКТУР И ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАБОТКИ АРМИРУЮЩИХ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН.....	976
Б.Р. Таусарова, А.Ж. Кутжанова ЦЕЛЛЮЛОЗНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЗОЛЬ ГЕЛЬ ТЕХНОЛОГИИ.....	979
Г.С. Станкевич, И.Н. Бычкова, В.И. Родионов, К.И. Кобраков, Д.Н. Кузнецов, А.Г. Ручкина ИННОВАЦИОННЫЕ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕ- РИАЛЫ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПОЛУЧЕНИЯ, ОБЛАСТИ И ОПЫТ ИСПОЛЬЗО- ВАНИЯ.....	984
О.В. Метелева, Л.И. Бондаренко НАПРАВЛЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ КЛЕЕВОГО ПЛЕНОЧНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ БЛОКИРОВАНИЯ ПРОНИЦАЕМОСТИ НИТОЧНЫХ СОЕДИ- НЕНИЙ УТЕПЛЕННОЙ ОДЕЖДЫ.....	989
А.П. Башков, Г.В. Башкова МЕХАНИЧЕСКИЕ И ВИБРОГАСЯЩИЕ СВОЙСТВА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ТРИКОТАЖНЫХ СТРУКТУР.....	993
А.А. Кусенкова, Т.Ю. Карева, Б.Н. Гусев ИННОВАЦИОННЫЕ ТКАНЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ СТРОИТЕЛЬНО- ГО КОМПЛЕКСА.....	998
И.И. Сулимцев ПРЯМОЕ ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ РАЗВИТИЯ СТРУКТУРЫ В ДВУХФАЗНОЙ ЗОНЕ ЗАТВЕРДЕВАЮЩИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ.....	1000
Т.В. Глушкова, Е.Н. Васильева ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА БАЗОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВОЙСТВ ИН- НОВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СПОРТИВНОЙ ОДЕЖДЫ.....	1003
Н.А. Макарова, А.С. Козлов АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ СО СПЕЦИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ.....	1008
А.А. Таласпаева, Р.О. Жилисбаева ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ НА ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА.....	1012
И.П. Дашкевич, Г.А. Свищев СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ.....	1015
Т.Н. Соприкина КОМПОЗИЦИОННАЯ СМЕСЬ ДЛЯ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ.....	1018
Е.В. Николаева, Т.В. Муракаева ОСОБЕННОСТИ ВЫРАБОТКИ УЧАСТКОВ ЧУЛОЧНО-НОСОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВЯЗАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	1022
А.П. Гречухин, Д.В. Зайцев, С.Н. Ушаков РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА 3D ОР- ТОГОНАЛЬНЫХ ТКАНЕЙ.....	1026
М.А. Середина СНИЖЕНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПОЛИСТИРОЛА.....	1029

О.Н. Баранова, Л.И. Золина, В.Ю. Мишаков ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЦИДНЫХ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ БЕЛЬЕ- ВОЙ ГРУППЫ ДЛЯ ПАЦИЕНТОВ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ.....	1024
Н.В. Колоколкина ПОЛУЧЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКОН С ПОНИ- ЖЕННОЙ СМАЧИВАЕМОСТЬЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФТОРИРОВАННЫХ ПАВ.....	1038
Н.В. Черноусова ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МАРОК ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОКРЫТИЙ ИСКУССТВЕННЫХ КОЖ, НА ХАРАКТЕ- РИСТИКИ ПОЖАРООПАСНОСТИ МАТЕРИАЛОВ.....	1041
Н.С. Дымникова, Е.В. Ерохина БИОПРЕПАРАТЫ С НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА С ВЫСОКОЙ СУБСТАН- ТИВНОСТЬЮ К ЦЕЛЛЮЛОЗНЫМ ВОЛОКНАМ.....	1044
И.И. Рябова РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУР ДВУХСЛОЙНОГО ТРИКОТАЖА С РАЗЛИЧНЫМИ СВОЙСТВАМИ.....	1049
Е.В. Ерохина ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ И СЕ- РЕБРА ДЛЯ АНТИМИКРОБНОЙ ЗАЩИТЫ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	1051
Е.В. Сильченко РАЗРАБОТКА ТКАНЕЙ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОДЕЖ- ДЫ С ЗАЩИТОЙ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ.....	1056
А.И. Копылов, Н.В. Черноусова, А.И. Старков ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АНТИПИРЕНОВЫХ ДОБАВОК НА ФИЗИКО- МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЁ- НОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЯГКИХ ИСКУССТВЕННЫХ КОЖ.....	1061

УДК 677.022.3/.5

**ФЕНОМЕН А.Н. КОСЫГИНА НА ПРИМЕРЕ РЕКОНСТРУКЦИИ
И ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕООРУЖЕНИЯ МОСКОВСКОЙ
ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ФАБРИКИ ИМЕНИ М. В. ФРУНЗЕ
THE PHENOMENON OF A.N. KOSYGIN, FOR EXAMPLE, THE RECONSTRUCTION
AND TECHNICAL RE-EQUIPMENT OF THE MOSCOW COTTON FACTORY NAMED
AFTER M.V. FRUNZE**

**Алексей Фёдорович Плеханов, Олег Вячеславович Кашеев,
Константин Эдуардович Разумеев
Alexey Fyodorovich Plekhanov, Oleg Vyacheslavovich Kashcheev,
Konstantin Eduardovich Razumeev**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Москва, Россия
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: vonahelp@mail.ru, ovk-mgudt@rambler.ru, k.razumeev@rambler.ru)*

Аннотация: Рассмотрена историческая ретроспектива технического и технологического развития Московской хлопчатобумажной фабрики имени М. В. Фрунзе в эпоху роста и развития отечественной текстильной промышленности в эпоху «Косыгинских реформ» на при переходе мирового экономического развития от IV-го к V-му технологическому укладу. Показана инновационная технологическая сторона нового безверетенного способа прядения, его экономические и социальные преимущества перед классической кольцевой системой прядения на примере конкретного текстильного предприятия.

Abstract: A historical retrospective of the technical and technological development of the Moscow Frunze cotton factory in the era of the growth and development of the domestic textile industry in the era of Kosygin Reforms was considered at the transition of the world economic development from the IV to the Vth technological order. The innovative technological side of the new spineless spinning method, its economic and social advantages over the classical ring spinning system on the example of a concrete textile enterprise is shown.

Ключевые слова: А.Н. Косыгин, безверетенный способ прядения, безотходная технология, бесчелночное ткачество, высокая вытяжка, вытягивание, вытяжной прибор, гребнечесание, дискретизирующий барабанчик, запыленность, кипы хлопка, классическая система прядения, кольцевая прядильная машина, кондиционер, коэффициент сменности, кратность обмена воздуха, лента, лентосоединительная машина, микроклимат, научно-технический прогресс, освещенность, очистка, полуфабрикаты, поточная линия, пневмомеханическая машина, пневмотранспорт, производительность труда, производственные мощности, прядильная камера, прядильное производство, прядильное устройство, реконструкция, ровничная машина, ровничный цех, техническое перевооружение, склад, сложение, сырье, таз, тазовые ровничные машины, рыхление, рыхлитель-чиститель, технологический переход, технологическое оборудование, технологический уклад, ткацкий станок, фабрика-автомат, хлопковая группа волокон, хлопчатобумажная пряжа, холст, цех, частота вращения ротора, чесальная машина, шлихтовальная машина.

Keywords: A.N. Kosygin, open-end spinning, non-waste technology, shuttleless weaving, high draft, drafting, drafting device, combing, opening roller, dust content, cotton bales, classical spinning system, ring spinning machine, air conditioning, shift coefficient, air exchange rate, sliver, web forming machine, microclimate, scientific and technological progress, illumination, cleaning, semi-finished products, cleaning line, open-end machine, pneumatic transport, labor productivity,

production spinning chamber, spinning unit, yarn production, reconstruction, roving machine, roving room, technical re-equipment, warehouse, dubbing, raw materials, can, can roving machines, opening, cleaner, technological process, technological equipment, technological structure, loom, automatic factory, cotton fiber group, cotton yarn, lap, shop, rotor speed, card, sizing machine.

В 2017 году Московской хлопчатобумажной фабрике имени М. В. Фрунзе, известной так же под мировым историческим брендом, как «Даниловская мануфактура», исполнилось бы 150 лет. История этого крупного текстильного предприятия, основанного в 1867 году купцом первой гильдии Василием Ефремовичем Мещериным, как «Товарищество Даниловской мануфактуры», прочно связана с именем видного общественно-политического деятеля советского периода исторического развития нашего отечества, специалиста-текстильщика, ткача по базовому инженерному образованию – Алексея Николаевича Косыгина.

После посещения в 1953 году фабрики имени Фрунзе министр текстильной промышленности А. Н. Косыгин «одобрил проделанную работу и заявил, что, поскольку произошло усиление межэтажных перекрытий, надо заниматься не частичной заменой оборудования, а произвести полную реконструкцию и техническое перевооружение как прядильного, так и ткацкого производства. Министр издал соответствующий приказ, и предприятие с 1953 по 1955 год получало новое технологическое оборудование в соответствии с проектом, разработанным ГПИ-1 Минлегпрома СССР. Так началась первая реконструкция фабрики» [1, с. 132].

На предприятии была внедрена механизация подачи кип хлопка со склада в цеха, механизированы потоки сырья и полуфабрикатов, организованы поточные линии с внедрением пневмотранспорта. Холсты с трепальных машин поступали на тогда новенькие чесальные машины марки ЧМ-305, далее лента в тазах подавалась к лентосоединительным машинам ЛС-2-35. Холстики с лентосоединительных машин после процессов гребнечесания и сложения и вытягивания направлялись на новые ровничные машины РТП-192 и РТТ-169.

За счёт применения вытяжных приборов высокой вытяжки в ровничном цехе вместо трех технологических переходов – тазового, перегонного и тонкого, стало применяться два перехода – тазово-перегонных и тонких ровничных машин. После перехода ровничных машин ровница поступала в прядильный цех, где на кольцевых прядильных машинах П-76-2 и ПУ-66-2 вырабатывалась хлопчатобумажная пряжа. Всего на фабрике было установлено 190 кольцевых прядильных машин.

Одновременно с реконструкцией прядильных цехов велось техническое перевооружение ткацкого производства. Было демонтировано около 1800 механических платовских ткацких станков с трансмиссионными ременными передачами от общецехового привода. Вместо них было установлено 930 автоматических станков АТ-105 с индивидуальным электроприводом. По производительности новые станки были на 50 % выше прежних механических. Вместе с заменой оборудования в ткацких цехах была проведена реконструкция przygotowательно-ткацкого отдела. Морально устаревшие сновальные машины С-40 и шлихтовальные машины ШБ-3 были демонтированы, а вместо них устанавливалось новое, более производительное оборудование.

Первая реконструкция, проведенная на предприятии в конце IV-го технологического уклада [2], многое изменила в жизни фрунзенцев, но жизнь не стоит на месте. Чтобы быть в мэйн-стриме научно-технического прогресса, нужно постоянно внедрять в производство современную технику и оборудование, инновационные технологии.

Начало V-го технологического уклада ознаменовалось появлением в мире принципиально новых текстильных технологий – безверетенного прядения (open-end spinning) и бесчелночного (пневморепирного) ткачества.

С 1972 года начинается техническое перевооружение и развитие предприятия на базе инновационного технологического оборудования. Новый безверетенный способ прядения

волокон хлопковой группы (short staple fibers) стал возможен благодаря разработкам отечественных и зарубежных специалистов.

Первый образец пневмомеханической прядильной машины KS-200 был создан в Чехии совместно с российскими специалистами в 1964 – 1965 гг. и представлен на выставке ITMA в Базеле в 1967 году. В дальнейшем машина получила известность как БД-200 или ППМ-120 и под этими марками была внедрена в промышленность [3]. Уже через пять лет, в 1972 году в Москве, в новом микрорайоне Чертаново была запущена в эксплуатацию фабрика «Автомат» на 26800 прядильных камер – 134 пневмомеханические машины БД-200-М69 [4]. В девятой пятилетке (1971-1975 гг.) московская ордена Трудового Красного Знамени хлопчатобумажная фабрика имени М. В. Фрунзе была полностью оснащена пневмомеханическими прядильными машинами. Всего на фабрике было установлено 302 машин типа БД-200 с проектной мощностью 10725 тонн хлопчатобумажной пряжи в год (33,6 тыс. прядильных камер приняты к эксплуатации в декабре 1974 г.).

В результате упорного, самоотверженного труда фрунзенцев проектные мощности первой в стране фабрики-автомата были освоены всего за девять месяцев вместо 18 по плану. Прядильщики быстро научились работать на БД-200 и стали обслуживать по пять-шесть машин при отраслевой норме три с половиной. При трех поточных линиях «кипа-лента» коллектив «Автомата» в сжатые сроки добился наивысшей в то время в отрасли производительности труда – 450 кило-номеров пряжи на одного рабочего в час. Частота вращения прядильных роторов тогда была 30000 мин⁻¹, что в 2,5 – 3 раза выше, чем скорость веретен на кольцевых прядильных машинах. Мощность нового производства в начале составляла 3572 тонны пряжи в год, но в 1973 году она уже достигла 3825 тонн, в 1974 году – почти 4 тыс. т, а в 1975 – около 4,2 тыс. т пряжи. Пряжа вырабатывалась непосредственно из ленты, что позволило отказаться от переходов классической системы прядения – ровничных машин. Осуществив в 1973-1974 годах реконструкцию прядильного производства, предприятие значительно увеличило выпуск пряжи с 6,6 тыс. т в 1970 до почти 11 тыс. т в 1975 году.

Цикличность работы была сбалансирована так, что до минимума сократились простои оборудования. Отпало множество ручных операций при передаче полуфабрикатов по технологическим переходам. Коллектив фабрики имени Фрунзе не только ввел в действие и досрочно освоил мощности фабрики «Автомат», но и провел коренную реконструкцию и техническое перевооружение действующих цехов основного производства. Полностью было заменено технологическое оборудование: вместо кольцевых прядильных машин было установлено дополнительно 168 машин БД-200. Производительность труда в прядении возросла более чем в 2,5 раза, а производительность оборудования – в 2,8 раза. В прядильном производстве, вместе с фабрикой «Автомат», стали действовать 302 машины БД-200 (это было самое крупное количество таких машин в стране).

Для обслуживания новых безверетенных прядильных машин был создан специальный технический центр [5] по ремонту и смазке под давлением турбинок, дискретизирующих барабанчиков прядильных камер, куда привозили на обслуживание прядильные устройства и с других предприятий Москвы и Подмосковья. Одновременно обновилось оборудование в приготовительных и других вспомогательных цехах. В 1975 г. предприятием уже было выпущено 10932 т хлопчатобумажной пряжи. Это было первое предприятие в Советском Союзе, которое полностью перешло на пневмомеханический способ прядения с заменой всего технологического, энергетического, вентиляционного оборудования, инженерного обеспечения.

Техническое перевооружение, внедрение новой техники, механизация и автоматизация основных и вспомогательных производственных процессов влекли за собой большие социальные перемены. Одновременно в цехах был значительно улучшен микроклимат: установлены дополнительные кондиционеры, кратность обмена воздуха увеличилась до 30 раз в час.

Запыленность в прядильном и ткацком цехах практически отсутствовала. Новое оборудование заметно снизило шум в цехах, а освещенность в них была доведена до 500 люкс.

Переход на новый способ прядения был связан с массовым переобучением рабочих, с появлением новых профессий, изменением в организации труда. Ушли в прошлое веретена, и вместе с ними отпала надобность во многих старых профессиях. Более 600 человек высвобождалось только из одного производства. Атмосфера поиска, поддержки новаторов рождала все новые и новые инициативы. Передовые работники предприятия решили сделать 1975 год - годом ударного труда и 40 прядильщиц перешли на обслуживание 820 прядильных камер машин БД-200 вместо 700. А наиболее опытные работники перешли даже на обслуживание тысячи камер, повысив зону обслуживания на 43 процента и увеличив личную выработку пряжи в среднем на 22,6 тонны в год.

Если в начале 70-х на предприятиях отрасли страны было установлено всего 60 машин пневмомеханического способа прядения, то на конец пятилетки их было уже 1404. К 1975 г. в хлопчатобумажной промышленности было установлено 699 пневмомеханических прядильных машин БД-200, а число предприятий, владевших этой техникой, достигло 31. К концу 1980 г. таких машин было более 6000, и 42% всей хлопчатобумажной пряжи вырабатывалось на машинах типа БД-200.

К этому времени о новом технологическом процессе много говорили не только у нас в стране, но и за рубежом. К 1975 году 25 мировых текстильных машиностроительных брендов закупили лицензию на изготовление пневмомеханических прядильных машин и включили их в свои производственные программы.

«Достаточно сказать, - вспоминает директор Ф. М. Плеханов [6], - что фабрику за один год посетило 1800 специалистов из 56 стран мира, повторяю, не туристов, а именно специалистов. Особо вспоминается один день, 15 августа 1975 года, - продолжает Федор Михайлович. – Я первый день пришел из отпуска, время было восемь ноль-ноль. Надо было осмотреться после отпуска. Все было взвешено, за какие дела прежде браться, как строить работу, кого вызывать, чтобы обратить внимание. И вдруг в кабинете раздался звонок. Слушаю, говорю. Приехал Алексей Николаевич, слышу в трубке, надо ему показать производство. В уме, про себя, повторяю: Алексей Николаевич Косыгин? Что, где и как? Мне сказали, чтобы я выходил на набережную, а он будет направляться от здания ВНИИЛТекмаш к фабрике. Трудно передать мое состояние. Дел недоделанных много, сделать уже некогда, надо показывать. Алексей Николаевич Косыгин – член Политбюро ЦК КПСС, Председатель Совета Министров СССР. Для меня было загадкой: какую он преследовал цель? Вопросы у него были все по делу, и, я бы сказал, ни одного лишнего. Ходили по фабрике, он выбрал свой маршрут, ходил как мастер, подходил к рабочим, особенно к ткачам, мне приходилось только давать ему комментарии о тех, с кем он говорил» [1, с.с. 142-143].

Косыгина на фабрике знали, его участие ощущали; в коллективе помнили, как в 1948 году, в субботах, он приехал на фабрику и отработал ночную смену на прядильных машинах. В 1956 году Алексей Николаевич участвовал в проходившем в клубе «Коммуна» собрании и выступал с докладом. В 1975 году он был на фабрике в последний раз, познакомился с обновленными цехами, помог в решении некоторых практических вопросов.

Инженер-текстильщик по образованию, талантливый организатор, бывший нарком текстильной промышленности страны, Алексей Николаевич Косыгин, несмотря на огромную загруженность, внимательно следил за реконструкцией и техническим перевооружением фабрики, строительством и пуском «Автомата», не без основания считая фрунзенцев первопроходцами научно-технического прогресса в отрасли. Его современные советы и помощь во многом помогли коллективу добиться успеха в реконструкции [1, с. 143].

В 1980 году производство пряжи было доведено почти до 12,7 тыс. т, рост к 1975 году составил 15,9 процента, выпуск тканей увеличился почти до 28,9 млн пог. м, рост производственных показателей – на 41,2 %. Одиннадцатая пятилетка (1981-1985 гг.) стала для фабрики

ки «Автомат» пятилеткой технического перевооружения, причем без остановки, без снижения темпов роста по основным технико-экономическим показателям. Было установлено около 300 единиц технологического оборудования. Освоение производственных мощностей в конце 1983 года составляло 97,8 процента, а коэффициент сменности равнялся 2,88. У коллектива фабрики было немало достижений: производительность труда в 2-3 раза превышала отраслевую, предприятие первым в стране и в мире осуществило пневмомеханическое прядение, первым внедрило бесчелночное ткачество.

В 1982 – 1985 годах на фабрике «Автомат» было полностью заменено все технологическое оборудование. Вместо трех технологических цепочек появилось четыре; вместо трех автоматических питателей в каждом агрегате также было установлено четыре; однобарабанные чесальные машины ЧМС были заменены на ЧМД с установкой в цепочке девяти машин с производительностью 25 кг/ч против ранее работавших пяти по 18 кг/ч. Заменены были также ленточные ЛАТ и ЛАВ на ленточные машины марки Л2-50-220 и ЛА-54-500, прядильные БД-200-М69 на БД-200-РЦЕ и БД-200-РН.

Техническое перевооружение, освоение нового оборудования, совершенствование бригадной формы организации труда, внедрение передовых починов в социалистическом соревновании позволили коллективу фабрики «Автомат» успешно справиться с планом одиннадцатой пятилетки (1981-1985 гг.) и закончить его досрочно к 9 ноября 1985 года. Производство пряжи за пятилетку выросло более чем на тысячу тонн. Сверх плана изготовлено продукции более чем на 7,2 миллиона рублей, в том числе дополнительно к плану 1150 тонн пряжи. Пятилетний план по росту производительности труда был перевыполнен в 2 раза. Это было достигнуто прежде всего за счет эффективного использования созданного производственного потенциала. В 1985 году было выпущено 13,7 тонны пряжи и 326 миллионов метров суровых тканей. Производительность труда в прядении составила 560 – 570 кило-номеров в час, а в ткачестве – 100 тысяч уточин. В самой передовой бригаде фабрики производительность составила 836 килономеров на человека в час, а в ткачестве – 109,4 тысячи уточин на человека в час. Значительное повышение производительности модернизированных пневмомеханических прядильных машин привели к переводу прядильных цехов на двухсменный график работы при круглосуточной загрузке подготовительных цехов предприятия.

К концу восьмидесятых годов на фабрике трудилось около 2 тысяч человек. Численность работающих с 1973 года снизилась почти на 1000 человек при росте объемов производства тканей с 20 до 35 миллионов метров, а пряжи – с 6 до 14 тысяч тонн. Производительность труда на фабрике была в 3 раза выше, чем в среднем по отрасли.

На предприятии разрабатывались и внедрялись новые способы обработки волокнистого сырья – хлопка. Новые конструкции рыхлителей-чистителей, инновации в области рыхления, трепания, очистки хлопка, а так же разработка новых способов их обработки позволили разработать и внедрить безотходную технологию в хлопкопрядении [7? 8]. На предприятии был создан и осуществлял подготовку высококвалифицированных специалистов филиал кафедр Прядения хлопка и Экономики и организации производства Московского государственного текстильного университета имени А. Н. Косыгина. На опыте Московской хлопчатобумажной фабрики имени М. В. Фрунзе – «Даниловской мануфактуры» издавались монографии, учебные пособия, выпущен первый, не только в отрасли, но и в вузовской науке, мультимедийный компакт-диск «Теория прядения хлопка».

Для развития отечественного опыта управления в рыночных условиях были созданы пять малых предприятий. Проводились попытки получения практического опыта диверсификации производства. Разрабатывались бизнес-модели товарного кредита, в частности на поставках хлопка на переработку из США.

В начале 90-х годов XX века планировалось переоснастить производство пневмомеханическими прядильными машинами нового поколения модели ВДА с частотой вращения роторов камер 90000 оборотов в минуту. Однако разделение СССР на суверенные государства,

утрата Российской Федерацией стабильных рынков сырья в составе шести хлопкосеющих республик – Узбекистана, Таджикистана, Туркменистана, Киргизии, Казахстана и Азербайджана [9], отказ от министерской отраслевой системы управления народным хозяйством по отдельным конкретным отраслям промышленности, изменило экономические условия в нашей стране. История инновационного технического развития текстильного предприятия в 1997 году, к сожалению, была практически свернута.

Развитие и выход на передовые рубежи отечественной промышленности, и, прежде всего текстильной и легкой отраслей, во многом стало возможным благодаря личному участию Председателя Президиума Совета Министров СССР – Алексея Николаевича Косыгина в развитии народного хозяйства страны, чуткому и внимательному подбору и расстановке руководящих кадров, внедрению отраслевых инвестиционных фондов развития, в результате чего и стало возможным строительство новых современных текстильных предприятий, таких как опытная фабрика безверетенного прядения «Автомат» и Московская хлопчатобумажная фабрика имени М.В. Фрунзе.

Список литературы

1. Московская хлопчатобумажная фабрика имени М. В. Фрунзе. Исторический очерк. – М.: Моск. рабочий, 1990. 208 с. – (История фабрик и заводов).
2. Плеханов А. Ф., Ильдаров Ш. А. Исследование влияния К-циклов на формирование технологических укладов в мировом экономическом развитии общества на примере текстильной промышленности./ Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. №1 (361). 2016. С. 197-201.
3. Пневмомеханическая прядильная машина БД-200. Плеханов Ф.М., Бондаренко Д.А., Магаузов Г.И. и др. «Легкая индустрия», 1976. 151 с.
4. Плеханов Ф.М. Технологические процессы пневмомеханического прядения. – М.: Легпромбытиздат, 1986. – 104 с.
5. Плеханов Ф.М., Житникова Е.Н., Плеханов А.Ф. Механизация и автоматизация процессов в прядении и ткачестве. – М.: Легпромбытиздат, 1991. 128 с.
6. Плеханов Ф.М. Жизнь глазами директора. Иваново: ООО «Новая «Ивановская газета», 2009. - 115 с.
7. Плеханов А.Ф. Разработка способов очистки волокнистых материалов и создание безотходной технологии в хлопкопрядении. Дис. ... докт. техн. наук. – М.: МГТА им. А.Н. Косыгина, 1994, 320 с.
8. Плеханов А.Ф. Безотходная технология в пневмопрядении. – М.: Легпромбытиздат, 1994. 128 с.
9. Разумеев К.Э., Пашин, Плеханов А.Ф. Классификация и методы испытаний отечественного натурального текстильного сырья. Одинцово: АНОО ВПО «Одинцовский гуманитарный институт», 2013. 375 с.

УДК.677.314.022.043.3

**РОЛЬ А.Н. КОСЫГИНА В РАЗВИТИИ ПРЕДПРИЯТИЙ ШЕРСТЯНОЙ ОТРАСЛИ
В ПРЕДВОЕННЫЕ И ВОЕННЫЕ ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ
(1939-1945 гг.)**

**THE A.N. KOSYGIN ROLE IN WOOL INDUSTRY DEVELOPMENT IN THE PRE-WAR
AND WAR YEARS OF GREAT PATRIOTIC WAR (1939-1945 гг.)**

**Нина Сергеевна Скуланова, Татьяна Федоровна Цепенюк,
Александр Николаевич Петухов**

Nina Sergeevna Skulanova, Tatiana Fyodorovna Tsepenok, Alexander Nikolaevich Petukhov

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

Аннотация: В предвоенные годы А.Н. Косыгиным уделялось большое внимание развитию шерстяной отрасли. В статье приводятся факты и фотографии из архивных документов

Abstract: In the pre-war years A.N. Kosygin was giving great attention to wool industry development. In the article facts and photo from archive documents are given.

Ключевые слова: шерсть, качество, ткани, сукно.

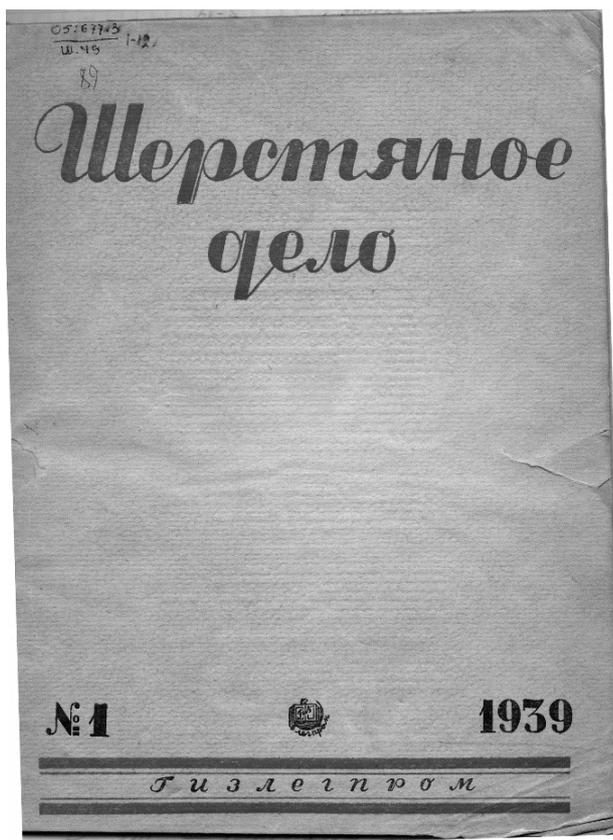
Keywords: wool, quality, fabrics, cloth.

В январе 1939 года Алексей Николаевич Косыгин назначается Народным Комиссаром текстильной промышленности СССР. В журнале «Шерстяное дело» № 4, 1939 г. опубликовано сообщение об участии А.Н. Косыгина во Всесоюзном совещании работников шерстяной отрасли 23-24 февраля 1939 года (рис. 1). Опубликованы тезисы выступления А.Н. Косыгина, в которых сформулированы задачи развития шерстяной отрасли до 1942 г.:

1. Провести реконструкцию старых предприятий.
2. Улучшить качество шерстяных тканей и широко использовать суррогатирование для получения доброкачественных тканей.
3. Провести технологическое перевооружение предприятий.
4. Большое внимание руководители предприятий должны уделять подготовке инженерных кадров.
5. Выпуск шерстяных тканей должен обеспечить обороноспособность страны.

С докладом о решении задач, стоящих перед шерстяной отраслью, сформулированных А.Н. Косыгиным, выступили: заместители Народного Комиссара текстильной промышленности СССР Акимов И.Н., Хазан Д.М., начальник главного управления шерстяной промышленности СССР Скуланов С.М. [1] (рис. 2). С 24 июня 1941 г. А.Н. Косыгин назначен заместителем председателя Совета СССР по эвакуации. С первых дней начала войны началась эвакуация шерстяных предприятий из прифронтовой полосы: Клинцовских суконных фабрик, Монинского камвольного комбината, Ростокинской ткацко-отделочной фабрики, Купавинской тонкосуконной фабрики. Эти предприятия обеспечивали Красную Армию тканями технического назначения для авиации, химической защиты и обмундированием для солдат и офицеров [1].

В книге «Текстильная слава России», изданной в 2006 г. в г. Старая Купавна, приводятся воспоминания работников Купавинской фабрики об участии А.Н. Косыгина в совещании по восстановлению фабрики после эвакуации в декабре 1941 г.



Тов. Косыгин — нарком текстильной промышленности СССР — начинает свое выступление с указания на то большое значение, которое имеет шерстяная промышленность в системе народного хозяйства Союза и в деле укрепления обороноспособности страны. Шерстяная промышленность в течение третьей пятилетки должна дать большой разворот с тем, чтобы обеспечить полностью нужды обороны и те требования, которые предъявляет наша страна к шерстяным тканям. Если до сих пор, до начала третьей пятилетки, нас лимитировали сырьевые ресурсы, то уже в течение третьей пятилетки вопросы сырья, безусловно, будут разрешены. Поэтому шерстяная промышленность должна быть подготовленной, чтобы не очутиться в таком положении, в каком очутилась хлопчатобумажная промышленность, когда не сумела переработать то большое количество хлопка, которое оказалось в стране. В шерстяной промышленности, говорит т. Косыгин, имеется достаточное количество резервов, дающих возможность получения дополнительной продукции за счет прав и льгот реконструкции старых предприятий. Правильной реконструкцией будет лишь тогда, если на те суммы капиталовложений, которые будут в нее вкладываться, мы получим больше продукции, нежели на те суммы, которые вложим в новые предприятия. Надо чтобы средства, которые мы затратим на реконструкцию, быстро возвращались обратно. Переходя дальше к вопросам качества и ассортимента, нарком говорит, что этим вопросам в шерстяной промышленности необходимо уделять особое внимание. Необходимо перестроить ассортимент в смысле рационального использования шерстяного сырья и широкого суррогатирования для получения доброкачественных тканей. Основная цель нашего суррогатирования — при применении тех или иных заменителей — добиться высококачественной их обработки таких результатов, какие мы имеем при применении натурального сырья; иными словами нужно, чтобы суррогатирование шло в ногу с качеством.

Касаясь задач, стоящих перед шерстяной промышленностью в 1939 г., одной из основных т. Косыгин считает техническое вооружение шерстяной промышленности. Шерстяная промышленность от нашего машиностроения получает недостаточное количество новых машин и недостаточно вооружается новейшей техникой. Надо за это дело бороться, но наряду с этим мы должны полностью использовать то оборудование, которое имеем. Мы должны беречь старое оборудование и одновременно устанавливать и требовать новейшего оборудования для новых площадей.

Останавливаясь далее на вопросе укрепления трудовой дисциплины в соответствии с постановлением СНК СССР, ЦК ВКП(б) и ВЦСПС, т. Косыгин говорит, что это важнейший документ, который даст исключительные результаты в нашей работе.

Большое внимание уделяется наркомом новым кадрам, которые пришли к руководству взамен того хлама, который «всячески старался вставлять палки в колеса нашему социалистическому строительству». Этим людям партия и народ очень многое доверили, и с них очень многое будет спрашиваться. Тов. Косыгин затрагивает еще ряд других важных вопросов, как вопросы хозрасчета, себестоимости и другие, которые имеют весьма актуальное значение для работы шерстяной промышленности.

Рис. 1. Обложка журнала «Шерстяное дело» и тезисы выступления А.Н. Косыгина



Рис. 2. Фотография участников совещания 23-24 февраля 1939 г. (фото из семейного архива д.т.н. проф. Скулановой Н.С., дочери С.М. Скуланова)
Первый ряд: (слева направо) И.Н. Акимов, А.Н. Косыгин, Д.М. Хазан, неизвестный участник совещания, С.М. Скуланов



Рис. 3. Фото президиума совещания

Слева направо: А.Н. Косыгин, И.Н. Акимов, С.М. Скуланов, Д.М. Хазан

На совещании А.Н. Косыгин поставил задачу в кратчайший срок восстановить выпуск суконных шерстяных шинельных тканей для солдат Красной Армии. Коллектив Купавинской фабрики поставленную задачу выполнил: в марте 1942 г. выпуск составлял 24,7 тыс. м шинельных тканей, а в декабре 1942 г. – 214,2 тыс.м [2].

А.Н. Косыгин уделял большое внимание развитию текстильной промышленности, имеющей большое значение в системе экономики страны.

Список литературы

1. Шерстяное дело. М., Гизлегпром. 1939. №4. С.50.
2. Текстильная слава России. Г. Старая Купавна: 2006. 325 с.

УДК 677.021.1

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ
ЛЬНЯНОЙ РОВНИЦЫ
THE EXPERIMENTAL JUSTIFICATION OF FLAX ROVING
TREATMENT PROCEDURES**

**Павел Николаевич Рудовский, Юлия Александровна Собашко
Pavel Nikolaevich Rudovsky, Ulia Aleksandrovna Sobashko**

*Костромской государственный университет, Россия, Кострома
Kostroma State University, Russia, Kostroma
(e-mail: pavel_rudovsky@mail.ru, kgtu-sobashko-ya@mail.ru)*

Аннотация. В процессе подготовки льняной ровницы к прядению используется ряд опасных для окружающей среды веществ. Альтернативой является использование электрохимически активированных водных растворов. Но метастабильность этих растворов требует учета времени релаксации их свойств. В работе приводятся экспериментальные данные по релаксации соответствующих растворов, которые можно использовать для обоснованного выбора режимов обработки льняной ровницы.

Abstract: A number of environmentally hazardous substances are used in the process of flax roving preparation for spinning. An alternative to them can be the use of electrochemical activated solutions. However, the metastability of such solutions requires time tracking of their properties'

relaxation. This article presents experimental data on the relaxation of relevant solutions that can be used for a well-founded selection of flax roving treatment procedures to ensure a required quality of flax yarn.

Ключевые слова: электрохимически активированные растворы, релаксация, католит, обработка льняной ровницы, льняная пряжа.

Keywords: electro-chemical activated solutions, relaxation, catholyte, treatment of flax roving, flax yarn.

Льняная ровница при подготовке к прядению подвергается химической обработке [1], целью которой является удаление из волокна лигнина и созданию условий для взаимного скольжения волокон в процессе прядения. Различают два вида химической обработки ровницы перед прядением: беление и варка. При втором из процессов производится ослабление связей между элементарными волокнами, но естественный цвет льняного волокна не изменяется.

Отработанные растворы содержат ряд реагентов имеющих 2-4 классы опасности в количествах, многократно превышающих ПДК для сточных вод. Перед их сбросом требуется нейтрализация кислот и щелочей (доведения pH до уровня 6,5–8,5) с последующим обессоливанием. Одним из альтернативных способов подготовки ровницы к прядению может быть ферментативная обработка [2-3]. Однако она нашла большее применение для модификации льняного волокна. Нами рассмотрена подготовка ровницы к прядению в электрохимически активированных (ЭХА) водных растворах [4–6].

Сущность электрохимической активации [7, 8] состоит в том, что обычная вода в результате анодной или катодной обработки в проточном диафрагменном электрохимическом реакторе переходит в метастабильное состояние, характеризующееся аномальной физико-химической активностью, которая постепенно убывает во времени (релаксирует). Раствор, получаемый на выходе катодной камеры, называется католит, а на выходе из анодной камеры анолит.

ЭХА позволяет без применения химических реагентов направленно изменять в очень широких пределах кислотно-основные, окислительно-восстановительные и каталитические свойства обычной воды и использовать такие метастабильные жидкости вместо традиционных растворов химических реагентов в различных технологических процессах.

Получение ЭХА растворов основано на использовании окислительно-восстановительных процессов, многократно ускоренных в специальных проточных диафрагменных электрохимических реакторах [8]. Для работы реактора подаваемая на его вход вода должна иметь слабую минерализацию менее 1 г/л, обеспечиваемую растворением в ней солевого раствора. Созданные растворы метастабильны, их химическая активность с течением времени снижается и через определенное время практически исчезает. В результате отходом производства, подлежащим сбросу, является раствор с общей минерализацией 650 ppm, не нуждающийся в дополнительной очистке. Таким образом, обработка ровницы в ЭХА растворе процесс экологически чистый, позволяющий существенно снизить загрязнение сточных вод и снизить затраты за счет исключения из технологической цепочки этапов очистки.

Для обработки ровницы без потери ее цвета (варки) используется католит, имеющий ярко выраженные восстановительные свойства.

Как показали эксперименты, описанные в [9, 10] обработка льняной ровницы в католите позволяет разрушать инкрусты и повышать мацерационную способность волокна. На этом эффекте основан ряд способов подготовки льняной ровницы к прядению [4, 5].

Следует отметить, что релаксацию с течением времени ЭХА-растворов, к которым относится и водный католит, необходимо учитывать при выборе режимов обработки [9].

Лабораторная установка для варки ровницы представляет собой реактор из нержавеющей стали, в который помещается ровница, намотанная на катушку с перфорированным

стволом. В состав установки входит насос и распределительный клапан, позволяющие по желанию экспериментатора обеспечить прокачку раствора изнутри катушки к ее периферии и в обратном направлении. Нагрев раствора и поддержание температуры на требуемом уровне обеспечивается электрическим нагревателем.

Предварительными экспериментами установлено, что обработка ровницы должна производиться при температуре около 60°C . Общеизвестно, что с ростом температуры скорость химических реакций возрастает. В связи с этим можно ожидать существенного влияния температуры на скорость релаксации ЭХА растворов по отношению к данным приведенным в [9]. Для выяснения этого вопроса проводились эксперименты по контролю водородного показателя католита в процессе нагревания приготовленного раствора. Для этого реактор экспериментальной установки заполнялся католитом, приготовленным при комнатной температуре, и имеющем $\text{pH}=11,43$. После чего производилось нагревание раствора с помощью нагревателя, входящего в состав экспериментальной установки, с контролем температуры и pH через каждые 5 мин. Результаты эксперимента приведены на рис. 1.

Сравнивая рис. 1 (кривая 2) с данными по релаксации католита при комнатной температуре [9] можно сделать вывод о существенном влиянии нагрева на активность католита. Результаты эксперимента показывают, что только в процессе нагревания т.е. подготовки раствора к обработке ровницы, его активность существенно снижается.

Еще одним существенным фактором, влияющим на активность ЭХА растворов, может выступать сам процесс взаимодействия раствора с обрабатываемой ровницей. Для изучения этого явления описанный эксперимент повторялся до достижения раствором температуры 60°C . После этого в реактор помещалась ровница на катушке и начиналась обработка при постоянной температуре 60°C . В процессе обработки изменение pH раствора контролировалось через каждые 15 мин. Результаты приведены на рис. 1 (кривая 3).

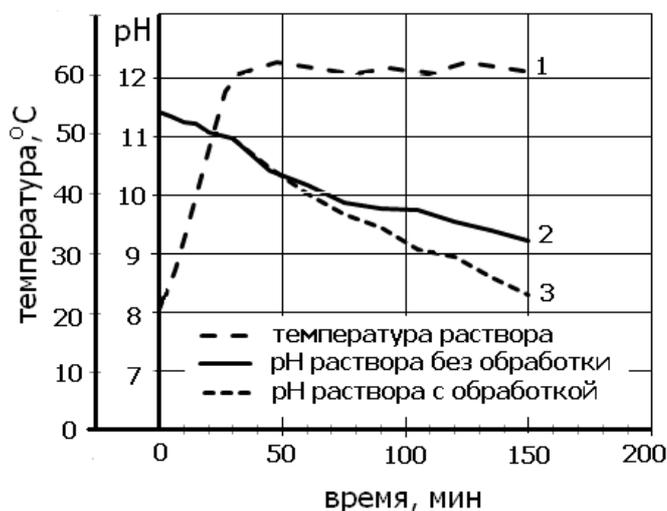


Рис. 1. Влияние температуры и времени обработки ровницы на активность католита

Из сравнения кривых 2 и 3 (рис. 1) видно, что снижение активности раствора при варке ровницы происходит интенсивнее. В результате этого эффективность обработки снижается ранее достижения требуемого результата. Для устранения этого явления необходима периодическая смена отработанного раствора новым, свежеприготовленным.

Анализ экспериментальных данных позволил сформулировать следующие рекомендации по выбору режимов получения католита оптимальных с точки зрения его активности:

- для создания минерализации при получении католита следует использовать поваренную соль NaCl [9],

- уровень минерализации можно контролировать по току, проходящему через проточный электрохимический реактор, поддерживая его на уровне около 5А [9],
- вода, поступающая в реактор, должна быть нагрета до 60°С,
- с учетом релаксации водородного показателя католита обработка должна начинаться не позднее чем через 0,5 часа после его приготовления,
- для сохранения активности раствора при обработке ровницы каждые 15 минут должна производиться частичная смена раствора в химическом реакторе.

Список литературы

1. Bast and other plant fibres. Edited by Robert R Franck, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, Cambridge, England, 2005, 397 p.
2. Sedelnik, N; Zareba, S; Szporek, J. Preparation of Enzymatically Modified Flax Fiber for Producing of Rotor-Spun Yarn for Apparel: *Fibres & Textiles*, vol. 14, No1 (55), 2006, P. 22-26.
3. Sedelnik, N.: Effect of Biological Modification of Technical Flax Fibres. *Fibres & Textiles*, vol. 7, No3 (26), 1999, P.19-21.
4. Рудовский П.Н., Петров В.Л., Гаврилова А.Б., Соркин А.П., Алексов Н.В., Красильщик Э.Г., Филлипок А.Н. Способ формирования и подготовки льняной ровницы к прядению. РФ пат. 2404300, 2010.
5. Рудовский П.Н., Соркин А.П., Смирнова С.Г., Гаврилова А.Б. Способ формирования и подготовки некрученной ровницы к прядению и устройство для его осуществления. РФ пат. 2467103, 2012.
6. Rudovskiy, P.N.; Sorkin, A.P.; Smimova, S.G. Preparation of rovings to spinning in the reactor for electrochemical activation of water: *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* 2013, No3(345), P. 51-55.
7. Бахир В.М., Задорожний Ю.Г. Устройство для электрохимической обработки воды. РФ патент № 2078737, 1997.
8. Бахир В.М., Задорожний Ю.Г., Реактор для электрохимической обработки жидкости. РФ патент № 2153474, 2000.
9. Рудовский П.Н., Букалов Г.К., Собашко Ю.А., Смирнова С.Г. Выбор технологии подготовки льняной ровницы к прядению с учетом необходимости снижения экологической нагрузки на окружающую среду. *Topical areas of fundamental and applied research VI*. (June 22-23 2015), Create Space. North Charleston, SC, USA., P.106-116.

УДК 685.34

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА МАССУ ДЕТСКОЙ ОБУВИ ON THE DISTRIBUTION OF FACTORS INFLUENCING THE MASS OF CHILD FOOTWEAR

Валентина Владимировна Костылева, Наталья Сергеевна Радченко
Valentina Vladimirovna Kostyleva, Natalya Sergeevna Radchenko

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: kostyleva.vv@mail.ru; radddik89@mail.ru)

Аннотация: Представлены результаты статистического анализа варьирования факторов, влияющих на массу детской обуви. На эмпирическом материале ОАО «Егорьевская обувь» подтверждена необходимость дифференциации массы детской обуви в зависимости от ее групповой принадлежности и назначения.

Abstract: The results of a statistical analysis of the changes in factors affecting the mass of children's shoes are presented. The empirical material of the Open Joint-Stock Company "Egorievsk-shoes" confirms the need to differentiate the mass of children's footwear, depending on its belonging to the group and destination.

Ключевые слова: детская обувь, типы обуви, коэффициент вариации, масса обуви.

Keywords: Children's shoes, types of shoes, coefficient of variation, weight of shoes.

Известно, что неправильно сконструированная и подобранная обувь препятствует осуществлению нормальных опорно-двигательных функций стопы, детской в частности, и вызывает серьезные физиологические изменения, как в стопе, так и в организме в целом. Физиологические свойства (в числе которых масса обуви) характеризуют соответствие обуви силовым и скоростным возможностям человека. В Стандартные нормы направлены на ограничение массы обуви и различаются в зависимости от вида и назначения обуви, половозрастного признака, материалов низа и верха и других факторов. Для определения значимости факторов, влияющих на массу обуви мы провели опрос представителей мировых брендов детской обуви: Conguitos, Mayoral, Baby Ketty srl, Superfit, Missouri, Primigi, Garvalin, Ricosta. Для исследования нами были выделены такие факторы, влияющие на массу обуви, как вид обуви, группа обуви, материалы деталей верха обуви (наружных, промежуточных, внутренних), материалы деталей низа обуви, размер обуви.

Проведенный статистический анализ, позволяющий сравнить вариацию одного и того же фактора у разных групп экспертов, а также сопоставление вариации разных признаков у одних и тех же групп экспертов показал, что наименьший разброс мнений приходится на фактор «материалы деталей низа обуви», для которого коэффициент вариации составляет 0,17. Далее по показателю коэффициента вариации (рис.1) следует фактор «материалы деталей верха обуви: наружных, промежуточных, внутренних» (0,24). В целом изменчивость значений этого фактора колеблется в интервале от 0,24 до 0,27. Затем следует фактор «группа обуви» со значением коэффициента вариации равным 0,25. Наименьший разброс мнений по этому фактору приходится на полуботинки и сапожки осенне-весеннего сезона носки, для остальных видов обуви интервал колеблется от 0,22 до 0,28.

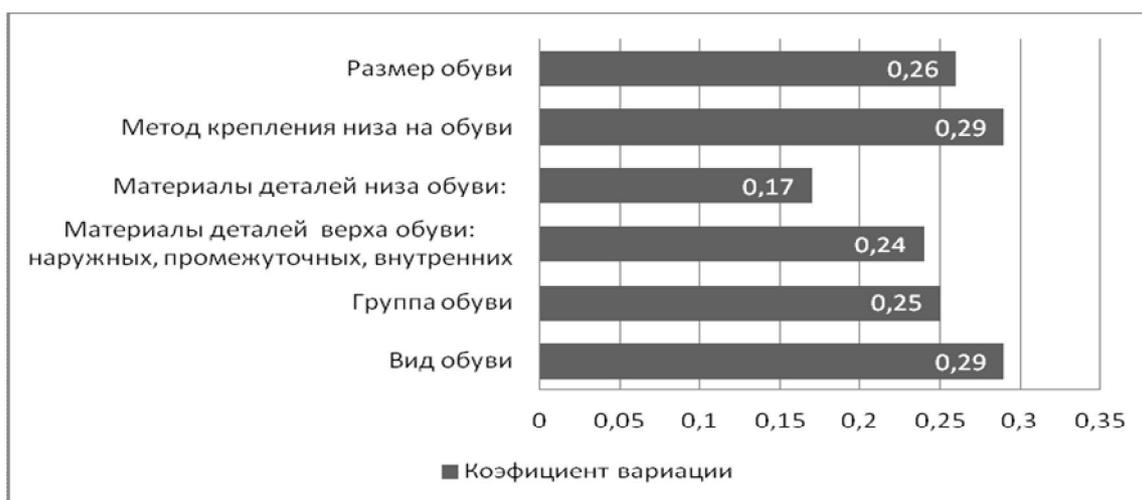


Рис.1. Коэффициенты вариации факторов, влияющих на массу обуви

Фактор «размер обуви» характеризуется коэффициентом вариации, равным 0,26, при разбросе мнений от 0,25 до 0,3. Для фактора «метод крепления низа на обуви» минимальное значение коэффициента вариации фиксируется для полуботинок осенне-весеннего сезона носки, при этом для остальных видов обуви его интервал изменчивости колеблется от 0,22 до 0,29. Для фактора «вид обуви» коэффициент вариации составил 0,29. Так как значение ко-

эфициента вариации во всех случаях не превышает 0.33, то изученная совокупность является однородной, а результаты оценки - достоверными [2]. Однако, проблема состоит в установлении обоснованного уровня массы обуви. В ТР ТС 007/2011, Приложение 13 [3], масса обуви указана только на пинетки, повседневную, летнюю и домашнюю обувь и для всей обуви независимо от вида должна составлять не более 120 г. Ассортимент продукции ОАО «Егорьевск-обувь» составляют туфли летние открытые, туфли, полуботинки, ботинки, сапожки (в том числе утепленные), сапоги. Масса обуви ясельной всех видов и туфель летних всех половозрастных групп, производимой ОАО «Егорьевск-обувь», превышает нормы ТР ТС 007/2011. Следовательно, масса других типов обуви (наличие меховой подкладки, массивной подошвы, степень закрытости стопы обувью - сезон носки) будет еще выше.

Анализ значительного эмпирического материала ОАО «Егорьевск-обувь» показывает, что для летней обуви подошва из ТЭП весит в среднем 50-60 г, зимней - 75-80 г. Это говорит о том, что масса обуви одной группы должна быть разной для разных видов обуви и назначения. В подтверждение сказанному обратимся к работе [4]. Например, для туфель ясельных летних с закрытой пяточной частью производства ОАО «Егорьевск-обувь», масса составляет 140 г. Если принять, что при этом масса подошвы составляет 60 г, то результат согласуется с данными [4], в соответствии с которыми на массу подошв приходится 15 - 40% от общей массы обуви. Таким образом, изготовить летние туфли (босоножки) массой от 60 г (ясельные) до 80 г (школьные) [3] не представляется возможным. Очевидно, необходимо уточнить, что в ТР ТС 007/2011 понимается под обувью летней.

Список литературы

1. Радченко Н.С., Костылева В.В. Ранжирование факторов, влияющих на массу обуви: Science in the modern information society VIII, North Charleston, SC, USA 29406 2016. С.-71-75.
2. http://studopedia.ru/17_130695_koeffitsient-variatsii.html
3. О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков: ТР ТС 007/2011 – 2011. – утв. Решением Комиссии Таможенного союза № 797 от 2011.09.23. 60 с.
4. Зыбин Ю.П., Ключникова В.М. и др. Конструирование изделий из кожи: учебник для вузов. – Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 264 с.

УДК 675.04: 615.36

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОЖЕВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА TECHNOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL ASPECTS OF LEATHER PRODUCTION

Вячеслав Иванович Чурсин
Wjacheslav Ivanowich Chursin

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва*
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: mars8848@rambler.ru)

Аннотация: Рассмотрены перспективные технологические направления жидкостных процессов кожевенного производства, позволяющие снизить экологическую нагрузку на окружающую среду.

Abstract: Prospective technological directions of liquid processes of tanning production are considered, allowing to reduce the ecological load on the environment.

Ключевые слова: отмока, золение, пикелевание, дубление, соединения хрома,

химические материалы, технологии.

Keywords: soaking, liming, pickling, tanning, chromium compounds, chemical materials, technologies.

Экологические аспекты на протяжении последних лет являются определяющими при разработке новых технологических процессов кожевенного производства. Технология переработки кожевенного сырья в готовую кожу состоит из последовательности выполнения различных, но взаимосвязанных процессов и операций, выбор и назначение которых определяют качество получаемой продукции.

Существующую традиционную технологию производства кож для верха обуви можно представить в виде отдельных модулей: отмочно-зольные, преддубильно-дубильные, красильно-жировальные процессы и отделочные операции.

Основываясь на результатах научных работ, выполненных в последние годы преподавателями кафедры Технологии кожи и меха, можно отметить существенный прогресс в решении наиболее значимых вопросов кожевенного производства, позволяющих снизить экологическую нагрузку на окружающую среду. Общая тенденция новых разработок - это замена или существенное снижение расхода гидроксида кальция, сульфида натрия, хлорида натрия, соединений хрома в жидкостных процессах.

Предметом повышенного внимания технологов являются отмочно-зольные процессы, поскольку именно на этой стадии производства сточные воды являются наиболее загрязненными веществами органического и неорганического происхождения. При этом необходимо учитывать высокую потребность в водных ресурсах, большую продолжительность жидкостных обработок и их решающее влияние на качество готовой продукции. Очистка этих стоков предполагает значительный расход энергии, средств, времени и пространства, часто связана с использованием дефицитных и небезопасных реагентов. Так, каталитическое окисление сульфатов в присутствии солей марганца и кобальта может привести к более сильному загрязнению стоков из-за их высокой токсичности. Аэрация сульфидсодержащих стоков с использованием солей марганца происходит медленно и неполно. Существует ограничение на содержание марганца в сточных водах, составляющее для кожевенных заводов 10-100 г/м³ стоков.

После преддубильно-дубильных процессов стоки представляют опасность из-за содержания в них растворенных соединений хрома и нейтральных солей, особенно, хлоридов. Учитывая, что хлориды из сточных вод не могут быть удалены коагуляцией, осаждением или биологической очисткой, сокращение их использования в технологии следует признать актуальным. К наиболее распространенным загрязняющим веществам, используемым на этой стадии, относятся аммонийные соли. Аммонийный азот является высокотоксичным (ПДК-0,05 мг/дм³), поэтому удаление его из сточных вод и доведение его содержания до уровня ПДК требует многостадийных обработок, например, вначале биологическая нитрификация (окисление), а затем биологическая денитрификация (восстановление до азота).

Нами предложены и обоснованы два наиболее рациональных технологических метода снижения экологической нагрузки на сточные воды в отмочно-зольных процессах. Первый метод не требует существенной перестройки традиционных отмочно-зольных процессов, и заключается в использовании вспомогательных препаратов Анавит ПСБ и Анавит СПА [1]. Обработка сырья Анавитом ПСБ, в состав которого входят природные полисахариды, позволяет увеличить растворимость гидроксида кальция, ускоряет проникновение компонентов зольной жидкости в структуру дермы, предотвращает повреждение лицевой поверхности при работе на малых жидкостных коэффициентах. Анавит СПА предотвращает появление отдушистости и способствует увеличению выхода кож по площади. Технология проведения отмочно-зольных процессов с использованием вспомогательных материалов целевого назначения позволяет повысить качество кожи, сократить длительность отмочно-зольных процессов,

сократить расход химических материалов, улучшить экологические характеристики производства. Новая технология позволяет сократить расход гидроксида кальция на 40 % и сульфида натрия на 15 % по сравнению с действующими технологиями; снизить содержание сульфидов в конце зольения с 3 – 5 г/л до 1 г/л; повысить сортность кож до 2,5 % за счет уменьшения вортистости, стяжки и ликвидации отдушистости; увеличить выход кож по площади до 3% за счет лучшего разделения структуры дермы.

Вторая технология предусматривает кардинальную перестройку последовательности отмочно-зольных процессов [2]. Процесс отмочки начинается в кислой среде в присутствии ароматических дикарбоновых или оксикарбоновых кислот, которые обладают антисептическим эффектом, что позволяет проводить кислую отмочку без применения токсичных биоцидов. Длительность отмочки составляет 4-5 часов, после чего проводится пероксидно-щелочное обезволаживание без применения гидроксида кальция с минимальным расходом сульфида натрия (1,2% от массы сырья).

Высокая степень обводненности сырья, достигаемая в результате кислой отмочки, позволяет обеспечить оптимальные условия для проникания компонентов зольной жидкости к волосяным сумкам, что способствует ослаблению связи волоса с дермой, разрыхлению клеточных структур эпителия, получению более чистого голя. В отработанном растворе обнаруживаются только следовые количества сульфидов. Длительность процесса сокращается в два раза, исключается возможность выделения сероводорода в производственные помещения, сокращаются транспортные и складские расходы на доставку и хранение запасов извести, улучшаются условия труда работников предприятия. Основные экологические преимущества новой технологии приведены в табл. 1.

Таблица 1. Сравнительные экологические характеристики технологий отмочно-зольных процессов

Загрязнение сточных вод, кг/т сырья	Традиционная технология	Технология с использованием вспомогательных веществ	Технология кислой отмочки
Сульфидами	5,7	1,5	0,1
Взвешенными веществами	31,1	21,4	10,2

Основным препятствием для внедрения новой технологии отмочки было опасение, связанное с возможностью повреждения деревянных барабанов пероксидно-щелочными растворами. Однако, с появлением на рынке оборудования пластиковых барабанов, это опасение теряет свою значимость.

Как уже говорилось, наиболее токсичными веществами, содержащимися в стоках преддубильно-дубильных процессов, являются соединения хрома и аммонийные соли. При обеззоливании применяются кислые соли, например сульфат аммония и слабые органические кислоты, например молочная или фталевая. Принимая во внимание токсичность аммонийного азота в отношении водной флоры и фауны, высокое значение ХПК и БПК, возможность образования нитратов, следует обращать особое внимание на снижение использования азотсодержащих химических материалов в технологическом процессе.

Сульфат аммония может быть полностью или частично заменен карбамидфосфатными соединениями (препарат Бепикор) [2]. Эти соединения представляют собой продукты взаимодействия карбамида и фосфорной кислоты и характеризуются значением pH - 6,0-6,5. Оптимальный расход препарата Бепикор для обеззоливания голя составляет 1,5 %.

Хромовое дубление в настоящее время является самым распространенным - более 80% готовой кожи вырабатывается с использованием дубящих соединений хрома. Уникальная пространственная конфигурация хромовых комплексов, оптимальным образом вписывающаяся в структуру трехспиральной спирали молекулы коллагена, обеспечивает высокую термостойкость и хорошие потребительские свойства кож этого метода дубления.

В то же время сравнительно высокий расход дубящих соединений хрома (7-8% от массы голя) приводит к тому, что хромовые соединения в значительных объемах попадают в сточные воды. Предельно допустимая концентрация (ПДК) перед сбросом в природные водоемы составляет 0.02 мг/л по хрому (VI) и 0.07 мг/л по хрому (III) считая на оксид хрома. Соединения хрома осложняют очистку сточных вод от других загрязнителей, поскольку угнетают жизнедеятельность аэробных бактерий.

Нами предложены три варианта решения этой проблемы:

- увеличение степени выбираемости соединений хрома из обрабатываемого раствора (беспикельное дубление);
- предотвращение возможности образования шестивалентного хрома в коже при использовании комбинированных дубителей;
- бесхромовое дубление реакционноспособными органическими соединениями.

Беспикельное дубление привлекает технологов тем, что при использовании данного метода отпадает необходимость применения солей, кислот и карбоната натрия для регулирования основности хромового дубителя. При расходе препарата - 1,5% от массы голя и расходе дубящих соединений хрома - 1,8 %, считая на оксид хрома, за 2,0 - 2,5 часа дубления достигается полный прокрас среза дермы, а температура сваривания полуфабриката через 6 - 7 часов обработки составляет 107 - 108 °С при содержании оксида хрома в отработанной жидкости до 1,5 г/л [2]. При обработке недвоенного голя рекомендуется использование дубящих соединений хрома основностью 28 -30 %.

Беспикельная подготовка к дублению обеспечивает необходимую стабилизацию структуры дермы и частичную дезактивацию функциональных групп коллагена, что исключает нажор при введении в раствор дубящих соединений хрома и ускоряет их диффузию во внутренние слои дермы. Использование разработанных на кафедре комбинированных хромовых дубителей (Лигнохром), содержащих растительные компоненты, позволяет обеспечить устойчивость соединений хрома к окислению в процессах крашения и жирования. Использование комбинированного дубителя Лигнохром в красильно-жировальных процессах способствует получению сквозного прокраса при расходе красителя менее 2%, без использования вспомогательных материалов, обеспечивает улучшение раскройных свойств за счет снижения анизотропии прочностных характеристик, повышает экологическую безопасность готовой кожи [3].

Теоретические основы бесхромового дубления с использованием реакционноспособных органических соединений были опубликованы 15 лет назад [2]. Промышленные испытания технологии производства кож бесхромового дубления, утверждение ТУ на этот вид кожи и использование бесхромовых кож при изготовлении обуви показали перспективность этого направления. Учитывая определенную инертность кожевенного, а особенно обувного производства, а также экономические проблемы прошедших лет технология бесхромового дубления оказалась мало востребованной. Однако, последние работы зарубежных исследователей и ужесточение экологических требований к кожевенному производству позволяют определить устойчивую тенденцию к выпуску бесхромовых кож. Основную задачу технологи видят в том, чтобы компенсировать потери эластичности и термостойкости кож бесхромового дубления за счет новых химических материалов, используемых в красильно-жировальных процессах. Эффективность технологии в отношении загрязненности сточных вод представлена в табл. 2.

Предложенные нами технологические решения бесхромового дубления, позволяющие получить светлый полуфабрикат с температурой сваривания 80-85 °С, который можно подвергать двоению и строганию, являются на сегодняшний день наиболее приемлемыми для получения экологически чистой кожи.

Таблица 2. Сравнительная характеристика сточных вод от преддубильно-дубильных процессов

Показатель	Технология			
	Традиционная	С применением дубителя Лигнохром	Бепикор Эко	Бесхромовое дубление
ХПК, г/л	4,4	2,4	1,4	3,0
рН	4,2	4,0	4,0	6,8
Содержание, г/л:				
взвешенных веществ	2,6	1,5	1,2	1,2
азота аммонийного	7,5	7,5	1,0	4,5
хлоридов	12,8	8,2	2,1	0,4
сульфатов	25,0	12,3	5,0	-
оксида хрома	3,6	1,7	0,6	-

К основным преимуществам технологии бесхромового дубления следует отнести возможность дубления без использования пикельных систем; отсутствие соединений хрома в сточных водах и вторичных продуктах переработки (стружка, обрезь, кожевенная пыль), что позволяет дополнительно использовать до 70% белков в фармацевтике, медицине, производстве биополимеров, кормовых добавок; возможность работы по замкнутому циклу водопотребления.

Неотъемлемой частью кожевенного производства является рациональное и экономически выгодное использование отходов. На кафедре разработана инновационная технологическая схема переработки недубленых отходов (гольевой спилок, обрезь) в белковый порошок, с получением на его основе композиций и пленок, которые могут быть применены в качестве матриц для инкорпорирования в их структуру лекарственных препаратов при разработке средств контролируемой доставки физиологически активных компонентов, а также съедобных упаковочных материалов [4]. Создана технология получения кормовых добавок из обезжиренной мездры. Разработана технология получения из хромсодержащих отходов серии композиционных материалов с низкой удельной массой, которые могут найти применение в производстве отделочных строительных материалов, сэндвич-панелей, в качестве шумо- и теплоизолирующих компонентов. Разработана технология использования хромовой стружки в качестве материала для покрытий спортивных и детских площадок с регулируемым уровнем упругости, обеспечивающим защиту от травм.

Таким образом, приведенные в настоящей работе инновационные технологии проведения жидкостных процессов кожевенного производства и переработки, образующихся на различных стадиях вторичных продуктов, позволят существенно улучшить эколого-экономические показатели промышленных предприятий.

Список литературы

1. Маллашахбанов Ш.А., Чурсин В.И. Интенсификация подготовительных процессов кожевенного производства с использованием целевых вспомогательных материалов. Труды ЦНИИКП. - М., 2004. С. 36.
2. Чурсин В.И. Теоретические основы и практика новых нетрадиционных технологий кожевенного производства Автореф. дис. ... докт. техн. наук. - М.: МГАЛП, 1999. 50 с.
3. Черкашин И. В., Чурсин В. И. Свойства и применение нового комбинированного дубителя в производстве кожи // Кожевенно-обувная промышленность. - 2012. № 4. С.34.
4. Громова К.А., Чурсин В.И. Получение белковых продуктов из отходов кожевенного производства // Материалы международной научно-технической конференции "Переработка отходов текстильной и легкой промышленности: теория и практика". - Витебск: ВГТУ. 2016. С.192.

УДК 624.028

**ВЛИЯНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ФИЗИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ПРОЦЕСС
ПОЛИМЕРИЗАЦИИ КЛЕЕВ
THE INFLUENCE OF COMBINED PHYSICAL FIELDS ON THE PROCESS
OF ADHESIVES POLYMERIZATION**

Виктор Михайлович Попов*, Алексей Николаевич Внуков,
Андрей Валерьевич Латынин*
Viktor Mikhaylovich Popov*, Alexey Nikolaevich Vnukov**, Andrey Valeryevich Latynin***

**Воронежский государственный лесотехнический университет Г.Ф. Морозова,
Россия, Воронеж*

**Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh
(e-mail: etgvglta@mail.ru)*

***Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина,
Россия, Воронеж*

***Military Educational and Scientific Centre of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air
Force Academy, Voronezh
(e-mail: etgvglta@mail.ru)*

Аннотация: исследуется влияние на прочность клеевого соединения и скорость полимеризации от воздействия на клей магнитным полем и ультразвуком

Abstract: Impact from exposure of magnetic field and ultrasound on adhesives on the bonding strength and the rate of polymerization is studied

Ключевые слова: клеевое соединение, полимеризация, прочность, магнитное поле, ультразвук.

Keywords: adhesive bonding, polymerization, strength, magnetic field, ultrasound.

Во многих отраслях отечественной промышленности широкое применение находят полимерные клеи [1, 2], которые с полным основанием можно отнести к классу инновационных материалов. Создаваемые на их основе клеевые соединения применяются в таких областях техники, как авиация, космонавтика, системы военного назначения, при производстве товаров народного потребления.

Одним из основных требований к клеям является надежность клеевых соединений на их основе. Применяемые в настоящее время клеи и технологические приемы склеивания не отвечают современным требованиям по созданию прочных конструкций, особенно функционирующих в режиме повышенных механических нагрузок. К наиболее перспективным, предложенным в последнее время следует отнести методы модифицирования клеев путем воздействия магнитными [3] или электрическими [4] полями. Протекающие при этом под энергетическим воздействием физического поля процессы упорядочения структурных элементов полимерной матрицы клеев приводят к повышению когезионной и адгезионной прочности соединений на модифицированных клеях.

Для создания клеевых соединений с еще более высокой прочностью предлагается метод, в основу которого заложено совместное воздействие на клей магнитного поля и ультразвука. Дополнительное воздействие на клей ультразвуком согласно [5] ведет к интенсивной перестройке надмолекулярных структур полимерной основы клея, сопровождаемой вырождением остаточных внутренних напряжений, как правило, значительно снижающих прочность клеевых соединений.

Для подтверждения выдвинутых выше положений на специальной установке, позволяющей создавать в рабочей ячейке с неотвержденным клеем магнитное поле напряженностью до $H=30 \cdot 10^4$ А/м и ультразвуковые колебания до $n=22$ кГц, проводилась обработка клея марки К-153 (ТУ 6-05-1584-86), применяемого для склеивания металлов и клея марки КФ-Ж (ГОСТ 14231-88) для склеивания древесины. Время обработки клеев в магнитном поле составляло 20 мин и ультразвуком 5 мин.

Обработанный в комбинированном физическом поле клей наносился на поверхности гостированных образцов из стали марки Ст 20 и древесины дуба. После полимеризации клеев в клеевой прослойке в термошкафу при температуре 40^0C в течение суток образцы испытывались на машине ИР-50-3 на предел прочности при сдвиге для стальных образцов и на предел прочности при скалывании вдоль волокон образцов из древесины. Полученные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты испытаний прочности клеевых соединений на основе модифицированных клеев

Напряженность магнитного поля $H \cdot 10^{-4}$, А/м	Частота ультразвуковых колебаний n , кГц	Предел прочности при сдвиге τ , МПа (клей К-153)	Предел прочности при скалывании σ_v , МПа (клей КФ-Ж)
0	0	6,5	3,7
5	15	7,4	4,1
	22	8,5	4,5
10	15	9,6	4,8
	22	10,5	5,4
15	15	10,9	6,7
	22	11,4	7,2
24	15	11,8	8,1
	22	12,2	8,8

Из табл. 1 видно, что обработкой клеев совместно магнитным полем и ультразвуком можно добиться создания клеевых соединений прочностью в два и более раз выше, чем соединения на основе необработанных клеев.

На повышение клеящей способности модифицированных клеев кроме упорядочения структуры оказывает влияние уплотнение полимерной матрицы, о чем свидетельствуют результаты рентгеноструктурного анализа, полученные с помощью дифрактометра. Так, для клея КФ-Ж под действием магнитного поля и ультразвука межатомное расстояние уменьшилось на 25%.

При воздействии на клей комбинированным полем наблюдается также особенно ценный для практики эффект ускорения процесса полимеризации. В табл. 2 приведены полученные опытным путем данные по зависимости времени полимеризации клея КФ-Ж от напряженности магнитного поля и частоты ультразвуковых колебаний.

Таблица 2. Влияние полимеризации клея в зависимости от напряженности магнитного поля и частоты колебаний ультразвука

Напряженность магнитного поля $H \cdot 10^{-4}$, А/м	Частота ультразвуковых колебаний n , кГц	Время полимеризации t , с
0	0	71,2
5	15	69,6
	22	68,4
10	15	67,6
	22	66,1
15	15	64,0
	22	63,1

24	15	60,1
	22	58,7

Данные табл. 2 свидетельствуют о значительном снижении времени полимеризации (почти на 15 с) при обработке клея в комбинированном поле.

Таким образом, модифицированием клея комбинированным полем можно повысить производительность труда оператора склеивания с одновременным повышением прочности клеевого соединения.

Список литературы

1. Кардашов Д.А., Петрова А.П. Полимерные клеи. - М.: Химия, 1983. 256 с.
2. Вильнав Ж.Ж. Клеевые соединения. - М. Техносфера, 2007. 384 с.
3. Попов В.М., Новиков А.П. Влияние магнитной обработки полимерных клеев на прочность клеевых соединений на их основе // Механика композиционных материалов и конструкций. 2012. Т.18. № 3. С. 414.
4. Попов В.М., Никулин С.С., Латынин А.В., Шендриков М.А. Механизм воздействия электрического поля на прочность клеевых соединений // Журнал прикладной химии. 2013. Т. 86. Вып. 4. С. 643.
5. Кестельман В.Н. Физические методы модификации полимерных материалов. - М.: Химия, 1980. 224 с.

УДК 685.31

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ФОРМЫ ОБУВИ THE CHARACTERISTIC OF THE CROSS-SECTION OF THE INTERNAL FORM OF FOOTWEAR

Сергей Юрьевич Киселев
Sergey Yurjevich Kiselev

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

Аннотация: Рассмотрены вопросы установления функциональной связи между геометрическими параметрами поперечного сечения внутренней формы обуви.

Abstract: The problems of establishing a functional connection between the geometric parameters of the cross-section of the internal form of footwear.

Ключевые слова: характеристика сечения, колодка, внутренняя форма обуви, периметр, габаритные размеры.

Keywords: Characteristic of the section, the last, internal form of the footwear, perimeter, overall dimensions.

Вопрос взаимосвязи габаритных размеров и периметра поперечного сечения внутренней формы обуви вызывает давний интерес у исследователей. Это объясняется желанием установить закономерности, задающие принципы формообразования поверхности колодки и обуви, и тем самым придать процессу проектирования обувной колодки математическую стройность.

Пожалуй, первым, кто всерьез занялся изучением данного вопроса, является А.А.Рындич, посвятивший ему раздел в своей кандидатской диссертации [1].

Для оценки формы поперечно-вертикальных сечений стопы А.А. Рындичем было предложено понятие характеристики сечения λ , связывающей между собой обхват и габаритные размеры стопы по ширине и высоте на участке от точки сгиба стопы до конца 5 пальца.

Предложенная им для расчета λ формула имеет вид:

$$\lambda = O / (B + Ш), \quad (1)$$

где O - периметр сечения, мм; B - высота сечения, мм; $Ш$ - ширина сечения, мм;

Значения λ , рассчитанные А.А. Рындичем на основе антропометрических данных Ю.П.Зыбина, Л.П.Николаева и Х.Х. Лиокумовича, представлены в табл. 1.

При том, что за прошедший с момента получения этих данных период времени средние значения размерных признаков стоп существенно изменились, общие пропорции стоп, на наш взгляд, можно считать неизменными. Соответственно и значения λ сохранили близкие значения.

Значения характеристики поперечного сечения стопы λ возрастают по мере продвижения от точки сгиба стопы к ее переднему отделу.

Для определения значения λ в зависимости от положения сечения А.А.Рындичем была предложена следующая зависимость:

$$\lambda = 0,3 * X + 1,5, \quad (2)$$

где X - абсцисса данного сечения, выраженная в долях от длины стопы в интервале от точки сгиба до конца пятого пальца, т. е. между сечениями 0,41Д - 0,8Д.

Таблица 1. Размерные параметры стоп (мм) и соответствующие значения характеристики сечения λ

Признак	Мужская стопа				Женская стопа			
	О	Ш	В	λ	О	Ш	В	λ
Точка сгиба (0,41)	281	84,7	87	1,63	-	-	-	-
Середина стопы (0,5)	258	91,3	67	1,64	230	81	59	1,64
Наружный пучок (0,62)	247	100	50	1,65	-	-	-	-
Внутренний пучок (0,73)	241	99	39	1,74	219	90	35	1,75
Конец 5 пальца (0,8)	212	92	30	1,74	-	-	-	-

Значения λ , полученные по экспериментальным данным и путем расчета по уравнению (1) представлены в табл. 2.

Отмечая важность предложенной характеристики поперечного сечения стопы λ как основы для проектирования сечений колодки в области гребня, в то же время нельзя согласиться с тем, что, как пишет А.А. Рындич, «логически рассуждая можно утверждать, что точно такая же характеристика должна быть сохранена и в одноименных сечениях колодки» [1]. На наш взгляд, очевидно, что колодка в области гребня по своим пропорциям существенно отличается от стопы. При близких значениях периметров, сечения колодки значительно уже и выше соответствующих сечений стопы. Поэтому, при проектировании сечений колодки следует использовать значения характеристики λ , найденные не для стопы, а для определенной группы колодок с учетом вида обуви и высоты приподнятости пятки [2].

Таблица 2. Экспериментальные и расчетные значения характеристики сечения λ

Способ определения	Значения λ по сечениям				
	0,42Д	0,5Д	0,61Д	0,73Д	0,8Д
Экспериментальный	1,63	1,64	1,65	1,74	1,74
Расчетный	1,62	1,65	1,68	1,72	1,74

Еще одним недостатком предлагаемой А.А.Рындичем методики проектирования колодки с использованием характеристики λ , на наш взгляд, является то, что он предлагает стро-

ить поперечные сечения колодки в области гребня перпендикулярно отрезку, соединяющему точки на следе колодки в сечениях 0,345Д и 0,69Д (рис. 1), что затрудняет получение исходных данных стопы и последующий переход от сечений стопы к сечениям колодки.

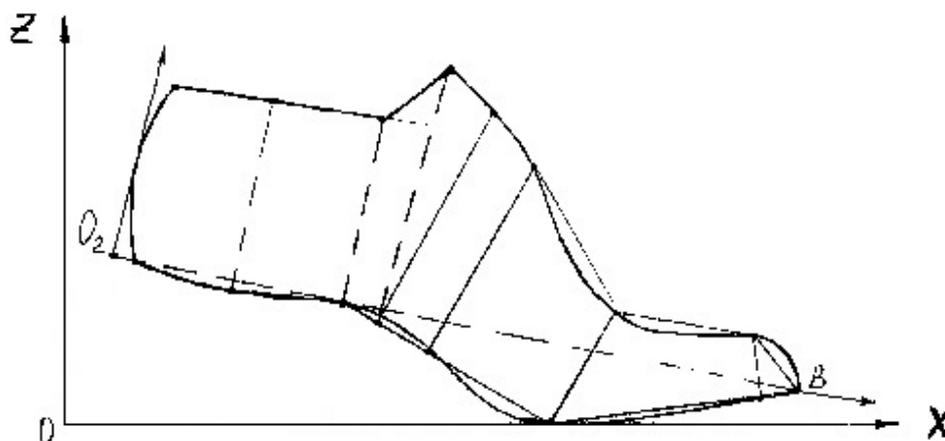


Рис. 1. Задание оси колодки по методике А.А. Рындича

Нами предлагается новый подход в определении характеристики поперечного сечения внутренней формы обуви (ВФО), заключающийся в следующем. Плоскости поперечных сечений ВФО предлагается задавать перпендикулярно направлению нейтрального базиса стопы, поскольку, как указывает В.А. Фукин, это позволяет обеспечить сопоставимость геометрической информации при обмере стоп и проектировании колодок с различной приподнятостью пятки [3]. Значения характеристики сечения рассчитываются на основе данных обмера колодок для различных половозрастных групп и видов обуви.

Ниже, в табл. 3 приведены значения габаритных размеров по ширине и высоте и периметров сечений выбранной в качестве тестовой мужской колодки для закрытой обуви 270 размера, найденные экспериментальные значения λ , а также значения $\lambda_{расч}$ и $\lambda'_{расч}$, найденные расчетным путем по предлагаемым формулам в зависимости от положения сечения. Здесь же даны найденные расчетным путем для заданных значений B и III значения периметров сечений $O_{расч}$ и $O'_{расч}$ (обмеры и расчеты выполнены при участии студ. Зайцевой П.А. и Лебедевской Ю.Р.).

Таблица 3. Экспериментальные и расчетные значения характеристики сечения λ

Сечение в долях от длины стопы, S	0,5	0,62	0,68	0,73	0,8
Ширина по габариту сечения, III , мм	78	90	94	96	91
Высота по габариту сечения, B , мм	95	76	63	51	37
Периметр сечения, O , мм	280	270	255	245	222
$\lambda = O / (B+III)$	1,62	1,63	1,62	1,67	1,73
$\lambda_{расч} = 2,375 * S^2 - 2,719 * S + 2,387$	1,621	1,614	1,636	1,668	1,731
$O_{расч} = (B+III) * \lambda_{расч}$, мм	280,4	267,9	256,9	245,1	221,6
$\lambda'_{расч} = 9,2253 * S^3 - 15,703 * S^2 + 8,9024 * S - 0,0598$	1,619	1,622	1,633	1,660	1,735
$O'_{расч} = (B+III) * \lambda'_{расч}$, мм	280,0	269,3	256,5	244,0	222,1

Из представленной графической зависимости характеристики поперечного сечения λ от положения сечения S (рис. 2) видно, что она имеет нелинейный характер. Учитывая форму кривой, в качестве аппроксимирующей функции была выбрана полиномиальная зависи-

мость. Нами были получены 2 варианта формулы, задающей зависимость λ от S , использующие полиномы второй и третьей степени. Как видно из графиков и найденных расчетным путем значений λ и O наилучший результат дает аппроксимация полиномом третьей степени.

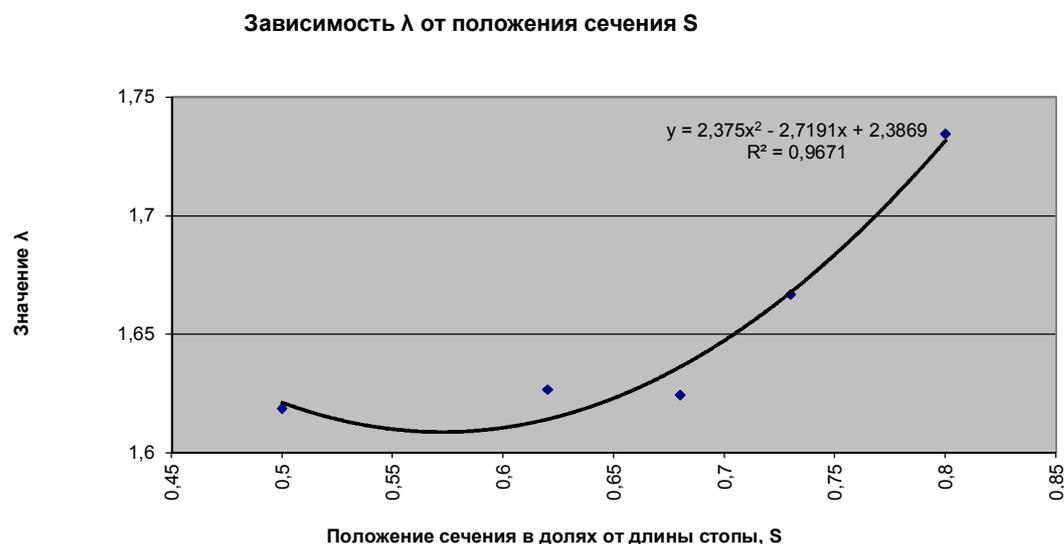


Рис. 2. Экспериментальная и теоретические зависимости характеристики сечения λ от положения сечения S (а – полиномиальная зависимость второй степени; б – полиномиальная зависимость третьей степени)

Найденные значения характеристики поперечного сечения λ и предложенные функциональные зависимости λ от положения сечения S могут быть использованы при проектировании сечений колодок для мужской закрытой обуви, в частности для определения габарита по высоте по известным значениям габарита по ширине и периметра сечения [4,5]. В ходе дальнейших исследований предполагается установить аналогичные зависимости, связывающие параметры колодок для других групп и видов обуви.

В настоящее время, у характеристики поперечного сечения λ появилась еще одна область применения. В ходе виртуального подбора обуви по данным обмера стопы не всегда имеется возможность определить периметр поперечного сечения внутриобувного пространства, в то время, как габаритные размеры по ширине и высоте могут быть измерены достаточно точно.

Использование характеристики поперечного сечения λ позволяет с определенной долей приближения рассчитать значение периметра сечения внутриобувного пространства по известным габаритным размерам сечения и таким образом оценить степень соответствия параметров стопы и обуви.

Список литературы

1. *Рындич А.А.* Основы проектирования обувных колодок и верха обуви массового производства: Дисс. ... канд. техн. наук. – М.: МТИЛП, 1954, 179 с.
2. *Киселев С.Ю.* Автоматизированное проектирование и изготовление технологической оснастки для производства обуви и протезно-ортопедических изделий: Дисс. ... докт. техн. наук. – М.: МГУДТ, 2004, 392 с.
3. *Фукин В.А.* Теоретические основы проектирования внутренней формы обуви. – М.: Экономическое образование, 2010, 386 с.
4. *Лыба В.П., Киселев С.Ю., Фукин В.А.* Расчет параметров поперечных сечений рациональной обувной колодки // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. 1992. № 1. С.65.
5. *Киселев С.Ю., Фукин В.А., Шарипова Е.И.* Построение контура открытого сечения колодки по данным стопы // Кожевенно-обувная промышленность. 2006. №4. С. 43.

УДК 67.05

АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ШВЕЙНЫХ СТРОЧЕК В ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ANALYSIS OF THE ACCURACY OF THE PERFORMANCE OF SEWING LINES IN LIGHT INDUSTRY

М.Д. Никулин, Алексей Владимирович Канатов, Владимир Васильевич Сторожев
M.D. Nikulin, A.V. Kanatov, V.V. Storogev

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

Аннотация: Точность контура имеют особенно существенное значение при дискретной обработке, в частности при соединении деталей нитками, когда вследствие неправильного выполнения операции ее требуется повторить. Следует обеспечить точное позиционирование инструмента относительно ранее выполненных проколов, иначе произойдет чрезмерное разрушение материала соединяемых деталей. Исследование включает в себя: разработку схемы образования суммарной погрешности обработки, анализ элементов, определяющих суммарную погрешность.

Abstract: The accuracy of the circuit are particularly significant when discrete processing, in particular when connecting parts with a thread, when due to incorrect operation it is required to repeat. You should provide precise positioning of the tool relative to the previously performed puncture, otherwise there will be excessive destruction of the material parts to be joined. Research includes: design of education total error handling, analysis of elements defining the total error.

Ключевые слова: точность, погрешность, суммарная погрешность, контурная обработка, погрешность проектирования.

Keywords: the accuracy, inaccuracy, total error, contouring error design.

Одним из основных показателей качества и надежности работы машины является точность выполнения операции, которая характеризуется величиной невязки Δ

$$\Delta = f_n(t) - f_p(t),$$

где: $f_n(t)$ - заданная функция; $f_p(t)$ - функция, воспроизводимая машиной; t – аргумент (время или координата)

Технологический процесс характеризуется многофакторным воздействием комплекса систематических и случайных величин и функций на выходной контролируемый параметр, причем факторы могут быть взаимосвязаны и независимы. Каждая из функций выражения (1) представляет собой комбинацию функций или величин, определяющих его вид.

Принцип инверсии, широко применяемый при решении вопросов точности к взаимозаменяемости в машиностроении, когда деталь выступает в качестве объекта сначала обработан, затем измерения, и наконец детали механизма, позволяет создать единую систему суммирования алиментарных погрешностей на всем протяжении изготовления детали и включения ее в состав кинематической цепи, точность функционирования которой должна отвечать заданным требованиям. Для обработки изделий легкой промышленности, в которой применяются материалы и технологические процессы, в значительной степени, отличающиеся от материалов и процессов, имеющихся в машиностроении, схема точностного расчета на этапе анализа взаимодействия инструментов и объекта обработки требует существенного уточнения и изменения по сравнению с аналогичными схемами, применяемым в других отраслях народного хозяйства.

При контурной обработке в производстве изделий из кожи, в частности, основными объектами точностного исследования являются: точность воспроизведения формы и размеров контура системой перемещающим ей объект обработки с учетом обеспечения заданной равномерности подачи инструмента вдоль контура. Условия взаимодействия инструментов, участвующих в выполнении технологического процесса, между собой и с объектом обработки; экономичность изготовления систем для контурной обработки.

Точная воспроизводимость контура и равномерность подачи имеют особенно существенное значение при дискретной обработке, в частности при соединении деталей нитками, когда вследствие неправильного выполнения операции ее требуется повторить. В этом случае следует обеспечить точное позиционирование инструмента относительно ранее выполненных проколов, иначе произойдет чрезмерное разрушение материала соединяемых деталей.

С учетом специфики контурной обработки в производстве изделия из кожи общая задача точностного исследования в данной работе включает в себя:

- а) разработку схемы образования суммарной погрешности обработки;
- б) анализ элементов, определяющих суммарную погрешность;
- в) составление математической модели, обеспечивающей преобразование элементарных составляющих погрешностей контурной обработки изделий из кожи в суммарную выходную;
- г) решение распределительных задач для механизмов перемещения объекта контурной обработки с учетом экономичности изготовления и надежности работы оборудования.

Образование суммарной погрешности контурной обработки в производстве изделий из кожи.

Основное условие обеспечения заданной точности изготовления изделия может быть записано в виде выражения

$$\Delta_{\Sigma} \leq \varepsilon$$

где ε - технологический допуск на обработку; Δ_{Σ} - суммарная погрешность обработки, производная от составляющих элементарных погрешностей, определяемых погрешностью полуфабриката и неточностью работы машины на рассматриваемой технологической операции.

Если ε и Δ_{Σ} являются функциями от времени t , то в вероятностной постановке можно выразить с помощью математического ожидания $M = \{\Delta_{\Sigma}(t)\}$ и дисперсии $\sigma^2\{\Delta_{\Sigma}(t)\}$ функции $\Delta_{\Sigma}(t)$:

$$M\{\Delta_{\Sigma}(t)\} + 3\sigma\{\Delta_{\Sigma}(t)\} \leq \varepsilon(t).$$

В качестве аргумента вместо t может быть обобщенная координата L или ее составляющие по соответствующим осям координат.

Суммарная погрешность контурной обработки в производстве изделий из кожи может быть условно представлена в виде суммы

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\Pi} + \Delta_{\Sigma},$$

где Δ_{Π} - погрешность контура на полуфабрикате до обработки его на исследуемой позиции (ее можно назвать исходной погрешностью); Δ_{Σ} - погрешность обработки, определяемая точностью системы, выполняющей исследуемую операцию (см. рис. 1).

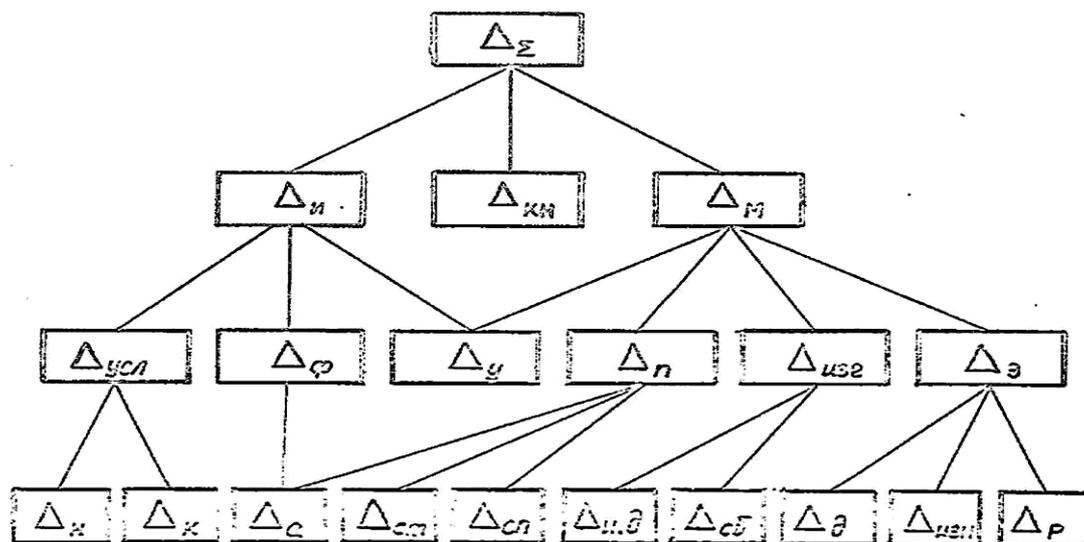


Рис. 1.

Условность такого разбиения заключается в том, что состав каждого из слагаемых зависит от вида и этапа контурной обработки. По методу инверсии каждая из составляющих Δ_{Σ} может являться Δ_{Π} , и наоборот, любая из составляющих Δ_{Π} может быть переведена в состав Δ_{Σ} .

В указанной выше постановке погрешность Δ_{Π} является своего рода связующим звеном между точностными свойствами различных систем, осуществляющих последовательное преобразование образа изделия (чертежа, совокупности геометрических параметров или логических условий и т.д.) в его реальное воплощение - готовое (на рассматриваемом этапе) изделие. Погрешность Δ_{Π} может быть представлена суммой.

$$\Delta_{\Pi} = \Delta_{УСЛ} + \Delta_{Ф},$$

где $\Delta_{Ф}$ - погрешность формы и размеров контура, вызванная неточностью выполнения предшествующих операции; $\Delta_{УСЛ}$ - погрешность обработки, вызванная допущениями, принятыми вследствие объединения различных контуров в одну группу.

Последняя может быть разбита на составляющие погрешности

$$\Delta_{\text{усл}} = \Delta_{\text{н}} + \Delta_{\text{к}}$$

от объединения в одну группу обработки контуров нескольких смежных номеров изделий ($\Delta_{\text{н}}$), контуров, схожих по конфигурации ($\Delta_{\text{к}}$).

Погрешность обработки на рассматриваемой позиции $\Delta_{\text{м}}$ является следствием неточности воздействующих импульсов машины, на которой происходит обработка:

$$\Delta_{\text{м}} = \Delta_{\text{п}} + \Delta_{\text{изг}} + \Delta_{\text{э}}$$

где $\Delta_{\text{п}}$, $\Delta_{\text{изг}}$, $\Delta_{\text{э}}$ - погрешности, возникающие соответственно при проектировании, изготовлении и эксплуатации машины.

Каждая из этих погрешностей может быть тоже разложена на соответствующие составляющие.

Так, погрешность проектирования можно представить в виде суммы

$$\Delta_{\text{п}} = \Delta_{\text{а}} + \Delta_{\text{ст}} + \Delta_{\text{сп}},$$

где $\Delta_{\text{а}}$ - погрешность аппроксимации, интерполяции заданного контура и программирования обработки; $\Delta_{\text{ст}}$ - погрешность синтеза механизмов; $\Delta_{\text{сп}}$ - ошибка, определяемая условиями взаимодействия рабочих органов машины в процессе контурной обработки и зависящая от способа перемещения объекта обработки.

Погрешность изготовления машины $\Delta_{\text{изг}}$ вследствие рассеивания размеров звеньев в пределах заданных допусков и неточности сборки может быть представлена суммой погрешностей $\Delta_{\text{изг}} = \Delta_{\text{и.д}} + \Delta_{\text{сб}}$, изготовления деталей ($\Delta_{\text{и.д}}$) и сборки ($\Delta_{\text{сб}}$).

В процессе эксплуатации машины изменяются точностные параметры ее элементов. Эти изменения могут быть циклическими или накапливающимися. В общем случае эксплуатационные погрешности $\Delta_{\text{э}}$ могут быть выражены суммой

$$\Delta_{\text{э}} = \Delta_{\text{д}} + \Delta_{\text{изн}} + \Delta_{\text{р}}$$

погрешностей от деформации деталей при работе машины ($\Delta_{\text{д}}$); износа трущихся поверхностей ($\Delta_{\text{изн}}$); разладки механизмов и систем ($\Delta_{\text{р}}$).

Погрешность установки $\Delta_{\text{у}}$ не может быть однозначно отнесена ни $\Delta_{\text{п}}$, ни к $\Delta_{\text{м}}$, так как она зависит и от погрешностей установочных баз и от погрешностей контура полуфабриката, который в изделиях из кожи обычно является базой для установки объекта обработки.

Следует отметить также ошибку контроля готовой продукции $\Delta_{\text{кн}}$, которая не зависит или, по крайней мере, не должна зависеть ни от $\Delta_{\text{п}}$, ни от $\Delta_{\text{м}}$.

Влияние каждой из рассмотренных составляющих на выходную суммарную погрешность обработки неодинаково и во многом определяется взаимозависимостью факторов, способа и режима контурной обработки.

Схема взаимодействия элементарных погрешностей, составляющих суммарную погрешность $\Delta_{\text{э}}$ показана на рис. 1.

Список литературы

1. Сторожев В.В. Машины и аппараты легкой промышленности [Текст]. – М.: Академия, 2010.
2. Сторожев В. В., Феоктистов Н.А. Систематика и мехатроника технологических машин и оборудования: Монография.

УДК 685.312

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИЗГИБНОЙ ЖЕСТКОСТИ ОБУВИ В ФАЗУ ТОЛЧКА
EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE BENDING BEND STRAIGHT
OF THE SHOE IN THE PHASE OF THE BLITTING**

**Валентина Владимировна Костылева, Константин Сергеевич Кочетков,
Ольга Владимировна Синева
Valentina Vladimirovna Kostyleva, Konstantin Sergeevich Kochetkov,
Olga Vladimirovna Sineva**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: kostyleva.vv@mail.ru; kochetkovks@mail.ru; olga-mgudt@mail.ru)*

Аннотация: Рассмотрена работа плюснефалангового сустава под воздействием обуви различной жесткости. Приводятся угловые характеристики плюснефалангового сустава, установленные в среде графического редактора на шарнирно-стержневой модели свободной нижней конечности.

Abstract: The work of the metatarsophalangeal joint under the influence of various stiffness shoes is considered. The angular characteristics of the metatarsophalangeal joint, established in the environment of the graphic editor on the hinge-rod model of the free lower limb, are presented.

Ключевые слова: изгибная жесткость, плюснефаланговое сочленение, максимальный изгиб стопы в пучках, угол изгиба

Keywords: Bending stiffness, metatarsal phalangeal articulation, maximum bending of the foot in bundles, bending angle

Обувь предохраняет стопу от различных внешних воздействий. Современные условия жизни вынуждают человека длительное время находиться в обуви, что противоречит естественному развитию стопы.

Проблемы формирования и состояния архитектуры стопы усугубляются при ношении неправильно подобранной обуви. Поэтому, жесткость обуви нельзя рассматривать отдельно от биомеханики ходьбы.

На экспериментальном приборе МГУДТ [1,2] мы определяли изгибную жесткость конструкции эталона-образца с вкладышами из различных материалов. Образец изгибали на 25 градусов, фиксируя усилие изгиба в Н [3].

В исследованиях по оценке влияния изгибной жесткости на биомеханику нижних конечностей испытуемый должен был пройти 10 шагов в образце-эталоне обуви с различными вкладышами. Ходьба фиксировалась на видеокамеру с частотой 60 кадров в секунду.

В исследованиях в качестве испытуемого выступал молодой человек, спортсмен, 24-х лет, ростом 180 см и весом 80 кг, с развитой мускулатурой нижних конечностей, без патологических отклонений в их строении.

На правой нижней конечности испытуемого в анатомических точках, необходимых для биомеханического анализа ходьбы, размещались маркеры (рис. 1).

Известно, что основное воздействие излишней изгибной жесткости проявляется в фазе толчка, когда стопа и обувь, следуя за стопой, достигают максимального изгиба за весь цикл шага. В связи с этим, в наших исследованиях рассмотрены угловые характеристики суставов именно в фазе толчка. Для получения данных о величине угла изгиба в суставах в фазе толчка намеченные маркерами точки соединили так, как это изображено на рис. 2.

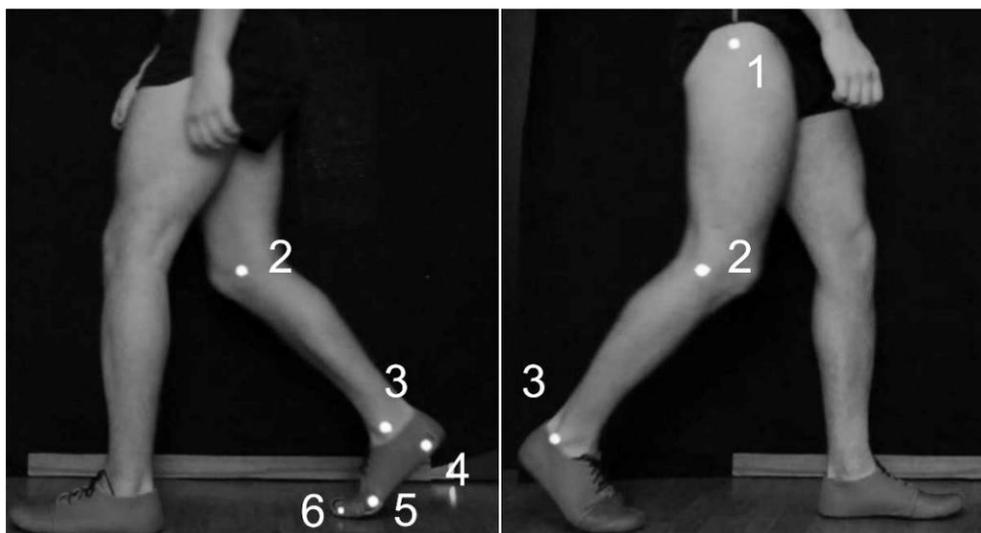


Рис. 1. Расположение маркеров в точках:
 1 – центр вращения тазобедренного сустава; 2 – центр вращения коленного сустава; 3 – центр вращения голеностопного сустава; 4 – середина пятки; 5 – головка первой плюсневой кости; 6 – середина второй фаланги большого пальца

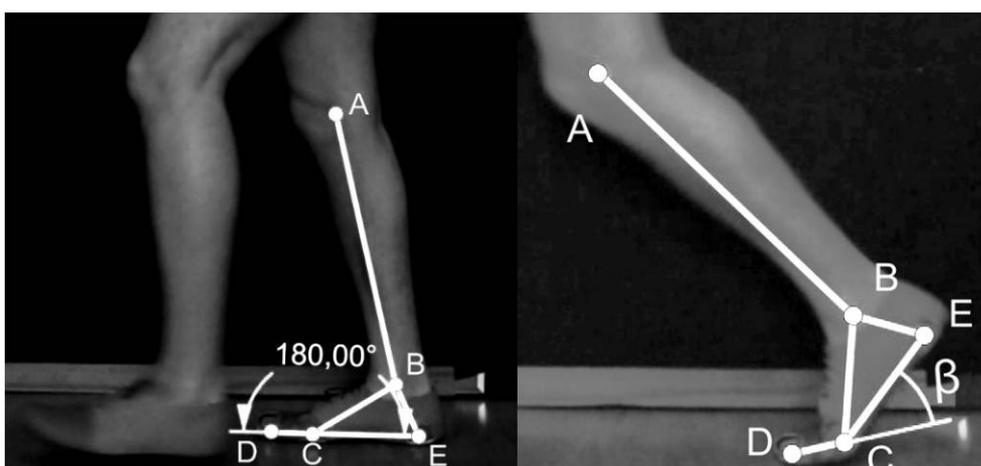


Рис. 2. Шарнирно-стержневая система свободной нижней конечности в фазе:
 а – опоры на всю стопу; б – толчка

Таким образом, мы получили шарнирно-стержневую модель стопы, по которой в среде графического редактора определялись угловые характеристики плюснефалангового сустава.

Из каждого видеоряда отбирали по десять кадров, соответствующих максимальному изгибу стопы в пучках, затем из них выделялся один ключевой кадр, на котором значение суставных углов было близко к наиболее часто повторяющемуся значению из отобранных.

Результатом исследований явился ряд кадров, соответствующий моменту максимального изгиба стопы в плюснефаланговом сочленении правой ноги испытуемого. Обработав полученные кадры, мы получили ряд соответствующих шарнирно-стержневых схем плюснефалангового сустава.

Изменения угла изгиба в плюснефаланговом сочленении показаны в табл. 1.

Изгибная жесткость обуви оказывает прямое влияние на работу плюснефалангового сустава, косвенно сказываясь на всех остальных. Этот показатель является наиболее важным в наших исследованиях, так как плюснефаланговое сочленение находится непосредственно в обуви. Данные таблицы демонстрируют рост величины угла изгиба в плюснефаланговом

суставе, связанный с ростом изгибной жесткости конструкции обуви. Увеличение угла свидетельствует о том, что в жесткой обуви стопа не достаточно изгибается. Разница между углом изгиба в плюснефаланговом суставе без обуви и в обуви изгибной жесткостью 20 Н достигает 18°.

Таблица 1. Зависимость угла изгиба плюснефалангового сустава от изгибной жесткости обуви в фазу толчка

Изгибная жесткость обуви, Н	0 (Без обуви)	1	2	4	6	8	10	12	15	20
Угол изгиба плюснефалангового сустава, град.	139	140	140	149	148	148	148	148	153	157

При опоре на всю стопу угол DCE равен 180° (рис.2, а). Примем угол изгиба стопы при опоре на всю стопу, равным 0^0 , и найдем фактический изгиб стопы в момент толчка:

$$\beta = 180 - \angle DCE,$$

где β – величина изменения угла плюснефалангового сустава с момента опоры на всю стопу до момента максимального изгиба стопы в момент толчка (рис.2, б); $\angle DCE$ – угол в плюснефаланговом сочленении. Таким образом были получены максимальные величины изменения угла изгиба стопы в плюснефаланговом суставе за полный цикл шага.

Установлено, что при ходьбе в обуви с изгибной жесткостью 20 Н, угол изгиба в плюснефаланговом суставе уменьшается на 42%, то есть практически в 2 раза, по сравнению с ходьбой без обуви. Только обувь с изгибной жесткостью 1 и 2 Н не оказывает значительно влияния на угловые характеристики в плюснефаланговом сочленении. В диапазоне жесткости от 4 до 12 Н наблюдаем в сущности одинаковые значения углов изгиба в плюснефаланговом суставе.

Список литературы

1. Кочетков К.С., Костылева В.В., Синева О.В. Концепция прибора для определения изгибной жесткости // Дизайн и технологии. 2015. № 49. С. 29 – 31.
2. Ноу-хау: №22-20-2016 КТ от 28.10.2016 г. Приспособление для определения изгибной жесткости обуви. – М: МГУДТ, 2016.
3. ГОСТ 9718- 2013 «Обувь. Метод определения гибкости». М.: Госстандарт. – 9 с.

УДК 687.1

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ МЕХОВОЙ ОДЕЖДЫ INNOVATIVE APPROACH TO THE DESIGN OF FUR GARMENTS

Марина Анатольевна Гусева, Елена Георгиевна Андреева
Marina Anatolievna Guseva, Elena Georgievna Andreeva

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: guseva_marina67@mail.ru)

Аннотация: Рассмотрен инновационный подход к проектированию меховой одежды. Показано влияние различных факторов на проектирование конструкций. Предложены рекомендации по выбору прибавок на свободное облегание на основных горизонтальных уровнях конструкции.

Abstract: The paper considers classical and innovative approaches to the design of fur garments. It shows the influence of different factors on the design of structures of garment. It recommends for the choice of garment ease on the main horizontal levels.

Ключевые слова: одежда из меха, конструирование одежды, прибавки на свободное облегание, вид меха, высота волосяного покрова шкурки, опушенность меха, методы раскроя.

Keywords: clothing made of fur, designing clothes, garment ease, kind of fur, fur length of semi-finished product, hairiness of the fur skins, methods of cutting.

Исторически натуральный мех использовали для изготовления одежды, головных уборов, обуви [1]. Среди основных направлений современного развития проектирования меховой одежды можно выделить: 1) эстетические аспекты – разработка меховых изделий в качестве атрибутов роскоши или произведений искусства; и 2) утилитарные аспекты – например, - в качестве средства для защиты от холода [2]. Для потребителей меховой одежды особенно важны актуальный покрой [3] и силуэт модели [4], соответствие дизайнера направлению моды [5] и качество пушно-мехового полуфабриката [6].

Хотя российский меховой рынок заполнен одеждой зарубежных производителей [7], и отечественные меховые предприятия стали использовать возможность представлять свою продукцию на зарубежных площадках. Положительным результатом этого стала стимуляция процесса поиска новых дизайнерских идей и технологических решений проектируемых изделий, что обуславливает позитивную перспективу развития отечественной меховой отрасли в условиях глобальной конкуренции. Тем не менее, можно отметить и существующую инертность развития конструктивного и технологического проектирования новых моделей меховой одежды, так как для многих отечественных производителей удобнее закупать за рубежом конструкторско-технологическую документацию благодаря доступности информации с мировых подиумов, что негативно сказывается на инновационном потенциале предприятий [8]. Эти обусловлена своевременность и актуальность исследований в области систематизации конструкторско-технологической информации для процесса проектирования меховой одежды.

Проектирование мехового изделия начинается с детальной проработки эскиза [9-11]. Новые технологии отделки [12] пушно-мехового полуфабриката, направленные на улучшение его свойств [13], способствовали появлению нового, не характерного ранее для этого вида материала, ассортимента одежды: меховых юбок, блуз, топов, платьев и брюк (рис. 1а).

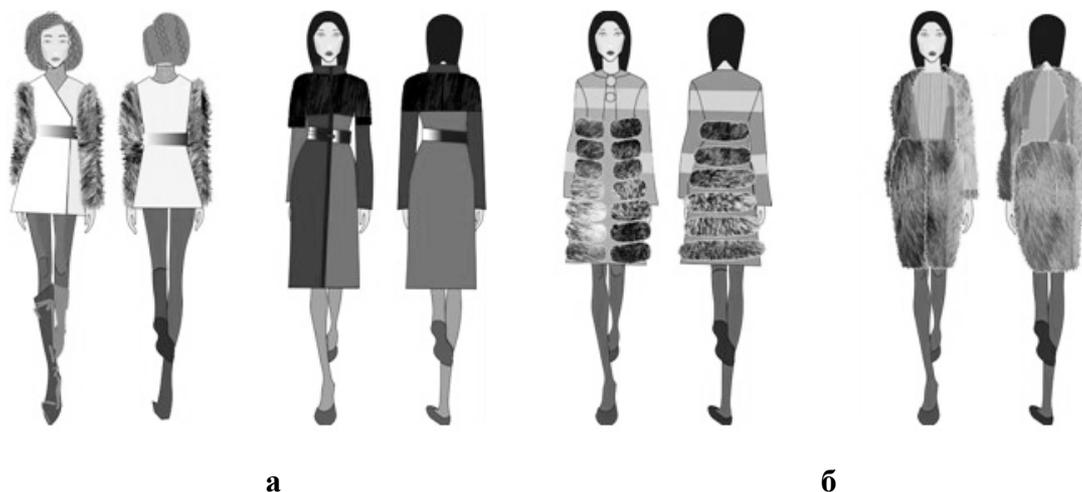
Появились изделия, комбинированные из меховых и текстильных деталей, причем мех стал выступать не только в качестве традиционных отделочных элементов (воротника или манжет), но и как основные детали конструкции (рукава, деталей стана или юбки) (рис. 1б).

Современные дизайнеры отказываются от гендерной дифференциации в использовании меха. Не рекомендуемые ранее для мужской одежды шкурки лисицы, норки [9, С.13] успешно предлагаются в современных мужских изделиях (рис. 1в), а считавшиеся ранее «детскими» меха кролика и мелких грызунов после специальной отделки (крашения, стрижки, щипки и т.п.) приобрели популярность в качестве отделки люксовых моделях женской одежды (рис. 1в).

Возникновение современной ассортиментной концепции меховых изделий предопределило новые вызовы, стоящие перед конструкторами меховых предприятий: недостаточно навыков традиционно разрабатывать проектную документацию на новые модели, а необходимо и умение подбирать определенные виды меха, имеющего широкую вариативность разных свойств, чтобы создавать образцы, адекватно отражающие самые смелые замыслы дизайнеров.

Традиционный процесс проектирования конструкций меховой одежды отличается двумя основными подходами: 1) макетный способ [10], предполагающий получение шаблонов

деталей с помощью накладки ткани на фигуре или манекене, определения расположения швов, подрезов и выточек для обеспечения проектируемой формы, последующей раскладки макета изделия на плоскости для оформления контуров конструкции, при котором форма и композиционное решение одежды обусловлены видом меха и фактурными особенностями волосяного покрова; и 2) расчетно-графический способ, предполагающий построение конструкции с учетом размерных признаков фигуры человека и прибавок на свободное облегание, зависящих от вида меха, способов раскроя и проектируемой формы одежды [9, 11, 14-16].



в

**Рис. 1. Инновационный ассортимент одежды из меха:
а – дизайн Афанасьевой Д.С.; б – дизайн Ефремовой В.;
в – дизайн Бернюковой А.С. (магистранты РГУ им. А.Н. Косыгина)**

Недостатком макетного способа является высокая трудоемкость проектных решений и низкая достоверность визуализации проектируемого мехового изделия представлением макета из ткани из-за существенных различий в упругости, жесткости и драпируемости используемых материалов. Применение расчетно-графического способа требует наличия существенного практического опыта конструктора по работе с разными видами меха, имеющими широкий диапазон формообразующих свойств и влияющими на процесс конструктивного моделирования. Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что специализированная методика проектирования конструкций меховой одежды должна учитывать комплекс факторов, характерных для пушно-мехового полуфабриката, путем обоснования и систематизации соответствующих прибавок на свободное облегание.



На кафедре художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина» проведены исследования зависимости конструктивных прибавок в меховых изделиях от различных факторов: силуэтного решения [3], методов раскроя шкур [17], покроя, вида меха и высоты волосяного покрова, опушенности [18]. Проведены измерения 791 моделей меховой одежды, различающихся по основным силуэтам и ассортиментной группе (рис. 2). Установлено, что каждый из вышеуказанных факторов влияет в той или иной степени на особенности конструктивного решения модели меховой одежды.

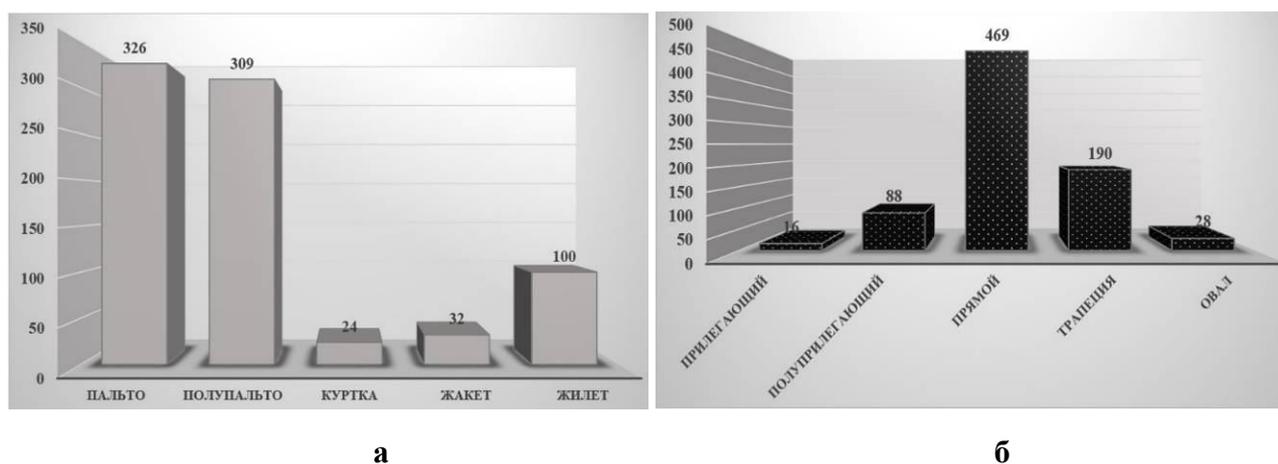


Рис. 2. Характеристика экспериментальной выборки исследуемых моделей меховой одежды: а – по ассортименту; б – по силуэтному решению

Результаты исследования влияния разных материаловедческих факторов на пространственную конфигурацию мехового изделия свидетельствуют об обратной зависимости конструктивных параметров, определяющих свободу облегания одежды, от высоты волосяного покрова.

Кроме того, установлена взаимосвязь значений конструктивных прибавок по основным горизонтальным уровням конструкции от вида меха, его физических свойств (наличия стрижки, опушенности), технологических параметров (используемых методов раскроя), конструктивных параметров (силуэта и покроя), ассортиментной группы изделия и антропометрических параметров потребителей.

Сопоставление экспериментальных значений конструктивных прибавок по основным горизонтальным уровням в меховых изделиях разных силуэтов промышленного изготовления позволило сформулировать рекомендации для выбора значений прибавок на свободное облегание в конструкциях одежды с учетом совокупности всех выделенных факторов (табл.1).

Таблица 1. Изменение конструктивных прибавок по основным горизонтальным уровням в зависимости от силуэта мехового изделия

Силуэт	Кол-во наблюдений	Мин.	Макс.	Коэффициент вариации	Среднее±С.К.О. $\mu \pm \sigma$
<i>Прибавка к ширине изделия на уровне глубины проймы, Пг, см</i>					
Прилегающий	16	2	1,5	9,9	6,5 ± 3,2
Полуприлегающий	88	11	3,0	13,3	9,1 ± 2,6
Прямой	469	59	2,9	18,2	8,2 ± 3,1
Трапециевидный	190	24	4,0	17,2	8,6 ± 2,8
Овальный	28	4	5,7	20,2	10,2 ± 4,4
<i>Прибавка к ширине изделия на уровне талии, Пт, см</i>					
Прилегающий	16	4,1	13,4	49,3	7,4 ± 3,7
Полуприлегающий	88	6,3	22,8	37,4	13,0 ± 4,9
Прямой	469	7,2	28,5	21,4	17,2 ± 3,7
Трапециевидный	190	17,2	37,6	19,7	22,0 ± 4,3
Овальный	28	15,9	53,5	50,9	24,2 ± 12,3
<i>Прибавка к ширине изделия на уровне бедер, Пб, см</i>					
Прилегающий	16	-3,0	5,5	235,6	1,1 ± 2,7
Полуприлегающий	88	0,0	16,7	65,5	6,5 ± 4,3
Прямой	469	-2,2	16,7	53,9	6,7 ± 3,6
Трапециевидный	190	7,0	31,0	37,1	14,8 ± 5,5
Овальный	28	2,8	15,3	40,8	9,7 ± 3,9

В заключении статьи следует отметить, что выявленное влияние конструктивных, технологических, материаловедческих, антропометрических и производственных факторов на конфигурацию внешней и внутренней формы меховых изделий является предпосылкой для разработки объективной методики конструирования меховой одежды, позволяющей обоснованно учитывать особенности конкретного изделия, чтобы в каждом проектном решении оперативно и достоверно воплощать замысел дизайнера.

Список литературы

1. Пармон Ф.М. Композиция костюма. – М.: Триада плюс, 2002. 312 с.
2. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Петросова И.А. Использование натурального меха в исторической одежде россиян // *Universum: технические науки*. 2017. № 1 (34). С.30-37.
3. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Мартынова А.И. Исследование конструктивных прибавок в меховых изделиях различных силуэтов // *Дизайн и технологии*. 2016. № 52. С.50-60.
4. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Петросова И.А. Основные силуэтные и стилевые решения меховой одежды // *Естественные и технические науки*. 2015. №11. С.509-512.
5. Гусева М.А., Андреева Е.Г. Композиция пространственной формы меховой одежды // *Научный журнал КубГАУ*. 2016. №119. С.31-43.
6. Новиков М.В. Показатели качества пушно-мехового полуфабриката // *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. - 2015, №8. С.54-63.
7. Гусева М.А., Андреева Е.Г. Анализ антропометрического соответствия современной меховой одежды промышленных коллекций // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2016. № 5-3 (47). С.78-81.
8. Петросова И.А., Гусева М.А., Зарецкая Г.П., Гончарова Т.Л., Мезенцева Т.В., Андреева Е.Г. Современные тенденции развития и кадровое обеспечение меховой отрасли РФ // *Современные наукоемкие технологии*. 2016. № 10-2. С.369-373.
9. Кутюшев Ф.С. Скорняжное производство. – М.: Легпромбытиздат, 1989. 224 с.

10. Цепкина И.А., Николаевская В.А. Моделирование и художественное оформление меховых изделий. – М.: Легкая индустрия, 1973. 211 с.
11. Пармон Ф.М. Проектирование и изготовление изделий из шубной овчины – М.: Легпромбытиздат, 1989. 192 с.
12. Гусева М.А., Андреева Е.Г. Инновационные технологии отделки в традиционном ассортименте меховых изделий // *Universum: технические науки*. 2016. № 7. С.4.
13. Стрепетова О.А., Викторова Н.С., Новиков М.В. Драпируемость различных видов пушно-мехового полуфабриката // *Швейная промышленность*. 2014. №5. С.36 – 39.
14. Питэнин Д.М. Изготовление меховой одежды. – Киев: Техника, 1975. 112 с.
15. Бужинский Ч., Дуда И., Джежа Р., Сулига Л. Скорняжное производство/ пер. с польск. – М.: Легпромбытиздат, 1985. 128 с.
16. Казас В.М., Поелуева А.П. Меховое производство. – М.: Мир книги, 2011. 304 с.
17. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Петросова И.А. Влияние метода раскроя шкур на конструктивные параметры меховых изделий // *Вестник Казанского технологического университета*. 2017. Т.20. № 5. С.56-60.
18. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Петросова И.А. Влияние опушенности шкур на конструктивные параметры меховой одежды // *Сборник материалов XXI Международной научно-практической конференции «Кожа и мех в XXII веке: Технология, качество, экология, образование»*. Улан-Удэ: ВСГУТУ, 2016. С.153-159.

УДК 685.3

**МНОГОФАКТОРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ
ОПТИМАЛЬНОМ ВЫБОРЕ ПАКЕТА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБУВИ ИЗ ВОЙЛОКА
MULTIFACTOR EXPERIMENT PLANNING WITH THE OPTIMAL CHOICE
OF A PACKAGE OF MATERIALS FOR FELT FOOTWEAR**

**Леонид Израильевич Гинзбург, Ирина Николаевна Леденева
Leonid Izrailevich Ginzburg, Irina Nikolaevna Ledeneva**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: InfTech-SAPR@yandex.ru, ipkmgudt@yandex.ru)*

Аннотация: для оптимального выбора пакетов материалов с целью повышения формоустойчивости обуви с верхом из войлока было использовано многофакторное планирование эксперимента. Были получены многофакторные регрессионные зависимости, характеризующие влияние технологических параметров пакетов материалов на формоустойчивость обуви с верхом из войлока. С использованием полученных многофакторных зависимостей были установлены оптимальные значения технологических параметров в исследованной области многофакторного пространства, обеспечивающие требуемый уровень формоустойчивости обуви с верхом из войлока.

Abstract: to optimize the choice of packages of materials in order to improve the form-stability of footwear with a top of felt, multifactorial experiment planning was used. Multivariate regression dependences were obtained that characterize the influence of the technological parameters of packages of materials on the form-stability of shoes with a top of felt. With the use of the obtained multifactor dependences, optimal values of technological parameters in the studied area of multifactorial space were established, which ensure the required level of form stability of shoes with a top of felt.

Ключевые слова: уравнения регрессии, планирование экстремальных экспериментов, многокритериальная оптимизация, формоустойчивость обуви из войлока.

Keywords: regression equations, planning of extreme experiments, multi-criteria optimization, form stability of footwear from felt.

При производстве обуви важным этапом является применение различных способов создания формы, которые определяют внешний вид модели и срок её жизни. Формоустойчивость обуви является одним из существенных фактором сохранения ее внешнего вида.

Процесс создания формы изделия является сложным и многоплановым технологическим процессом, подверженным влиянию различных помех. Одной из основных целей этого процесса является получение пакета материалов, обеспечивающего требуемую форму готового продукта. Обладая высокими теплозащитными и очень хорошими формовочными свойствами, войлок в то же время отличается недостаточной формоустойчивостью. Для повышения формоустойчивости войлока традиционно используют различные добавки. При этом принятие решения о том, какие выбрать добавки и в каком количестве, связано с проведения достаточно сложных и дорогих экспериментов, поэтому оно принимается, как правило, на интуитивном уровне, что делает этот процесс малоэффективным. Кроме того, совокупное воздействие отдельных факторов не всегда равно простой их сумме из-за явления взаимодействия факторов.

Использование пакетов материалов для повышения формоустойчивости обуви с верхом из войлока представляется в этой ситуации наиболее эффективной технологией.

Пакеты материалов представляют собой многокомпонентную систему, характеризующуюся значительным числом взаимосвязанных параметров. Задача исследования таких систем заключается в установлении зависимости между входными параметрами — факторами и выходными параметрами — показателями качества функционирования системы и определении уровней факторов, оптимизирующих выходные параметры системы.

Способность заготовки верха обуви принимать и сохранять форму изделия в течение длительного срока носки зависит от соотношения упругих и вязких показателей свойств материалов, входящих в ее состав. В связи с этим за основу при исследовании формоустойчивости обуви с верхом из войлока взяты упруго-пластические показатели, которые определяются свойствами используемых пакетов материалов.

Проведенное априорное ранжирование факторов [1] позволило выделить следующие упруго-пластические факторы, существенно характеризующие формоустойчивость обуви с верхом из войлока:

1. Предел прочности при разрыве, МПа
2. Остаточное удлинение, %
3. Пластичность, %
4. Модуль упругости, МПа

Пакет материалов состоял из войлока, как основного материала, и регилина и характеризовался такими технологическими параметрами как: толщина войлока и ширина регилина, варьируя которыми можно достичь оптимальных значений целевых показателей в заданной области многофакторного пространства, а, следовательно, обеспечить надежную формоустойчивость пакета материалов.

В условиях неполного знания механизма явлений для оценки совместного влияния всех технологических параметров и выбора их оптимальных значений эти задачи могут быть решены постановкой экстремальных многофакторных экспериментов [2].

Существуют различные методы решения задачи многокритериальной оптимизации функций многих переменных. В работе для поиска оптимума функций многих переменных использовался метод главного критерия. Метод главного критерия позволяет свести задачу многокритериальной оптимизации к задаче однокритериальной оптимизации с ограничения-

ми. В качестве главного критерия использовался целевой показатель - предел прочности при разрыве.

$$\begin{aligned}
 & f_1(x_1, x_2) \rightarrow \max \\
 & c_1 \leq f_2(x_1, x_2) \leq d_1 \\
 & c_2 \leq f_3(x_1, x_2) \leq d_2 \\
 & c_3 \leq f_4(x_1, x_2) \leq d_3 \\
 & a_1 \leq x_1 \leq b_1 \\
 & a_2 \leq x_2 \leq b_2
 \end{aligned}$$

Здесь x_1 - толщина войлока, x_2 - ширина регилина, $f_1(x_1, x_2)$ - предел прочности при разрыве, $f_2(x_1, x_2)$ - остаточное удлинение, $f_3(x_1, x_2)$ - пластичность, и $f_4(x_1, x_2)$ - модуль упругости.

Особенность данной задачи состоит в том, что функции $f_i(x_1, x_2)$, $i = 1, 4$ неизвестны, и их значения при конкретных значениях управляемых параметров x_1, x_2 могут быть определены только с помощью соответствующего активного эксперимента.

Решение задачи многокритериальной оптимизации состава пакета материалов, обеспечивающего оптимальный уровень формоустойчивости, состоит из трех этапов.

Цель первого этапа планирования экстремального эксперимента - получение математических моделей для каждого целевого показателя $f_i(x_1, x_2) = a_0^i + a_1^i x_1 + a_2^i x_2 + a_{12}^i x_1 x_2$, $i = 1, 4$ и определение области допустимых решений X .

Для оценки коэффициентов регрессионных зависимостей и нахождения области оптимума был проведен полный факторный эксперимент типа 2^2 . На каждом уровне факторов было проведено по десять испытаний. Таким образом, всего на первом этапе было проведено 40 испытаний.

Испытания пакетов материалов проводились на напольной разрывной машине Инстрон 5566 фирмы «Instron» (Англия) при различной скорости. В результате испытаний определялись основные упруго-пластические показатели, определяющие формовочную способность пакетов материалов и их формоустойчивость. Влияние технологических факторов на показатели формоустойчивости исследовались при скорости испытаний 150 м/с.

На основании априорной информации были выбраны следующие основные уровни и интервалы варьирования управляемых факторов.

Таблица 1. Факторы технологического процесса

Независимые переменные	Уровни варьирования			Интервал варьирования
	-1	0	+1	
Толщина войлока - x_1 (мм)	2.5	4.25	6	1.75
Ширина регилина - x_2 (мм)	20	30	40	10

После обработки результатов испытаний были получены следующие уравнения регрессии:

Расчеты показали, что область оптимума это область $\{(3.0;4.0),(35,40)\}$. Т.е. толщина войлока меняется в интервале от 3.0 до 4.0 мм., а ширина регилина от 35 до 40 мм.

При этом оптимальные значения основных критериальных показателей находятся в интервалах:

- предел прочности при разрыве – [9,39; 13,06]
- остаточное удлинение – [10,38; 12,305]
- пластичность – [48,32; 52,13]
- модуль упругости – [32,555; 37,39]

На втором этапе для формирования критерия оптимизации использовались планы второго порядка – центральные композиционные планы.

Завершающий этап – исследование области оптимума. Для этого использовался метод крутого восхождения Бокса-Уилсона [3], который позволяет значительно сократить время поиска оптимума.

В результате были получены следующие результаты. Оптимальное значение предела прочности при разрыве 10,36 Мпа достигаются при толщине войлока 3,8 мм и ширине регилина – 36 мм. При этом достигаются следующие значения целевых показателей:

- Остаточное удлинение – 14,51%
- Пластичность – 37,9%
- Модуль упругости – 17,05 Мпа

Сравнение с упруго-пластическими показателями кожаной обуви показывает, что достигнуты весьма сопоставимые результаты. Так для кожаной обуви значение показателя предел прочности при растяжении лежит в интервале от 10 до 15 МПа, значение показателя остаточное удлинение в интервале от 10 до 12%, значение показателя пластичность от 40 до 50% , а значение показателя модуль упругости от 15 до 50 МПа.

Таким образом, использование аппарата математического планирования многофакторного эксперимента позволило установить статистические зависимости основных целевых показателей формоустойчивости от управляемых параметров и обосновать выбор оптимальных значений управляемых параметров.

Список литературы

1. Зарицкий Б.П., Леденева И.Н., Гинзбург Л.И. Априорное ранжирование факторов, влияющих на формоустойчивость обуви с верхом из обуви. // Дизайн и технологии. № 52. 2016.
2. Заякина С.Б., Аношин Г.Н. Многофакторное планирование эксперимента при выборе оптимальных условий проведения атомно-эмиссионного анализа с применением дугового двухструнного плазмотрона. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. №3. 2011.
3. Гальченко В.Г., Гладкова Т.А., Берестнева О.Г. Планирование и обработка результатов эксперимента. Изд-во Томского политехнического университета, 2014.

УДК 677.054.32

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ РАСЧЁТЫ МЕХАНИЗМОВ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ KINEMATICS COMPUTATION FOR MECHANISMS BASED ON EXPERIMENTAL DATA

Владимир Ильич Терентьев, Владимир Александрович Григорьев
Vladimir Ilyich Terentyev, Vladimir Alexandrovich Grigoryev

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия., Москва*
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: homo_87@mail.ru)

Аннотация: Рассмотрено получение уравнений кинематики привода зевобразовательного механизма, в которых параметр угловой скорости введен форме аппроксимирующей зависимости, представляющей переменную угловую скорость главного вала ткацкой маши-

ны. Аппроксимирующая зависимость была построена с использованием приближающих полиномов Чебышева.

Abstract: Obtaining of the kinematics equations for shedding mechanism, wherein the angular velocity parameter is introduced as an approximate dependence that is an variable angular velocity of the loom main shaft, was considered. This approximation dependence was set up using the Chebyshev approximation polynomials.

Ключевые слова: аппроксимация, неравномерность вращения, уравнение кинематики.

Keywords: approximation, kinematics equation, variable angular velocity

Кинематические исследования узлов ткацкой машины, в частности зевобразовательного механизма, проводятся, обычно, с использованием аналитических зависимостей, в которых одним из значимых параметров является частота (ω) вращения приводного вала, принимаемая при расчётах как постоянная величина. Вследствие этого экстремальные расчётные значения ускорения выходного звена существенно отличаются от реальных, что обусловлено неравномерностью вращения приводного вала ткацкой машины. Для получения расчётных значений ускорений, более близких к реальным по максимальным значениям, предлагается введение в уравнения кинематики частоты вращения главного вала ткацкой машины в форме зависимости, учитывающей её переменный характер.

Задача получения аналитической формы кинематических зависимостей с учётом неравномерности вращения приводного вала затруднена ввиду того, что изменение угловой скорости приводного вала в течение одного оборота и от оборота к обороту, носит характер изменения случайной величины. В связи с этим было предложено получение вероятностной зависимости, описывающей частоту вращения главного вала, в виде аппроксимирующей функции на основе экспериментальных данных записи частоты вращения, усреднённых по нескольким оборотам. Для аналитического представления данных записи неравномерности частоты вращения главного вала была использована полиномиальная аппроксимация, основанная на среднеквадратичном приближении. Из известных методов полиномиальной аппроксимации (алгебраическими степенными многочленами и тригонометрическими многочленами) был проведен выбор конкретного вида аппроксимирующей функции, которая обеспечивала хорошее представление данных эксперимента в отношении точности и простоты вида полученной расчётной зависимости.

Оценки точности аппроксимации, как меры отклонения аппроксимирующей функции $P_n(x)$ от распределения данных аппроксимации, описываемых некоторой неизвестной непрерывной функцией $f(x)$, производилась с использованием критерия равномерной аппроксимации на интервале $a \leq x \leq b$, как величины

$$\Delta(P, f) = \max_{a \leq x \leq b} |f(x) - P(x)|,$$

и критерия согласия – критерия Кокрена (G -критерия)

Как показал анализ экспериментальной кривой неравномерности вращения приводного вала, среди известных аппроксимирующих функций хорошее соответствие данным эксперимента показывают функции, полученные с использованием ортогональных полиномов Чебышева [1], разложение по которым имеет меньшую абсолютную ошибку по сравнению с другими методами. Кроме этого полиномиальный вид функций Чебышева удобны для операций, связанных с дифференцированием и интегрированием.

Угловая частота вращения была представлена аппроксимирующей зависимостью, полученной на основе экспериментальных данных при частоте вращения главного вала $\omega_{г.в.} = 23,3 \text{ с}^{-1}$ ткацкой машины СТБ-180. На рис. 1 представлены кривая 1 изменения угловой скорости, усреднённая по 10 оборотам главного вала ткацкой машины, и кривая 2, построенная по аппроксимирующему полиному Чебышева 3-й степени.

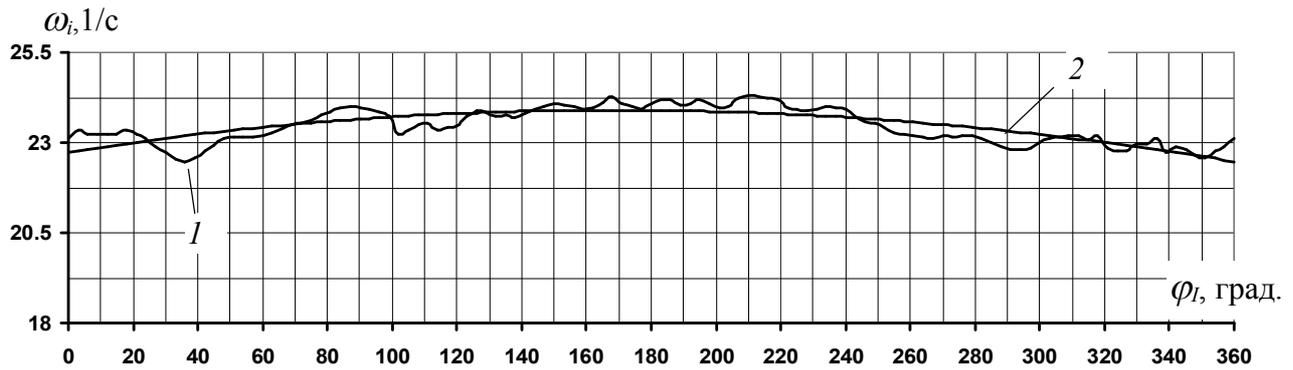


Рис. 1. Кривые изменения угловой скорости главного вала по данным эксперимента и аппроксимирующей зависимости

Согласно способу Чебышева, приближающий многочлен пишется в виде суммы многочленов,

$$P(x) = a_0 f_0(x) + a_1 f_1(x) + a_2 f_2(x) + \dots + a_m f_m(x), \quad (1)$$

в которой $\varphi_r(x)$ есть многочлен степени r вида $\varphi_r(x) = x^r + \alpha_1^{(1)} x^{r-1} + \dots$,

$$a_r = \frac{\sum y_i \varphi_r(x_i)}{\sum [\varphi_r(x_i)]^2} \quad (r = 0, 1, 2, \dots, m).$$

В аппроксимирующем многочлене по способу Чебышева, количество членов устанавливалось из условия, что расчетные значения, которые отстоят от математического ожидания более чем на q среднеквадратических отклонений составляет менее $1/q^2$. Для экспериментальных данных, представленных кривой 1 на рис. 2, была получена следующая аппроксимирующая зависимость, описываемая полином третьей степени, удовлетворяющим критериям качества аппроксимации:

$$\varpi(\varphi) = 22,742412 + 0,793964\varphi - 0,138911\varphi^2 + 0,000913\varphi^3. \quad (2)$$

Расчётные значения частоты вращения по аппроксимирующей зависимости (2), на фоне кривой экспериментальных данных представлены в виде кривой (2).

Применительно к кулачковому приводу механизма ремизного движения (МРД) введение в расчётные уравнения кинематики выходного звена привода при синусоидальном законе движения угловой частоты вращения в форме зависимости (2) с тремя членами приводит к следующим уравнениям для скорости и ускорения.

Угловая скорость выходного звена

$$\omega_{вз} = \frac{\beta_d}{\varphi_d} (a_0 + a_1 \varphi_i + a_2 \varphi_i^2 + a_3 \varphi_i^3) \cdot \left[1 - \cos \left(2\pi \frac{\varphi_i}{\varphi_d} \right) \right], \quad (3)$$

в котором φ_i - текущий угол поворота главного вала ткацкой машины, β_d - полный ход выходного звена силового привода и φ_d - угол поворота вала, соответствующий полному ходу β_d , a_0 , a_1 , a_2 и a_3 - постоянные коэффициенты при текущем φ_i , где $a_0 = \omega_0$; ϖ_0 - статистическое среднее значение частоты вращения.

Выражение для расчёта углового ускорения в этом случае имеет вид:

$$\varepsilon_{вз} = \frac{\beta_d}{\varphi_d} \left\{ \varepsilon_i \cdot \varpi_i \left[1 - \cos \left(2\pi \frac{\varphi_i}{\varphi_d} \right) \right] + \varpi_i^2 \cdot \frac{2\pi}{\varphi_d} \sin \left(2\pi \frac{\varphi_i}{\varphi_d} \right) \right\}, \quad (4)$$

где $\varepsilon_i = a_1 + 2a_2\varphi_i + 3a_3\varphi_i^2$.

На рис. 2 представлены кривые изменения ускорения при постоянной частоте вращения главного вала (кривая 1) и с учётом неравномерности вращения (кривая 2) по формуле (4).

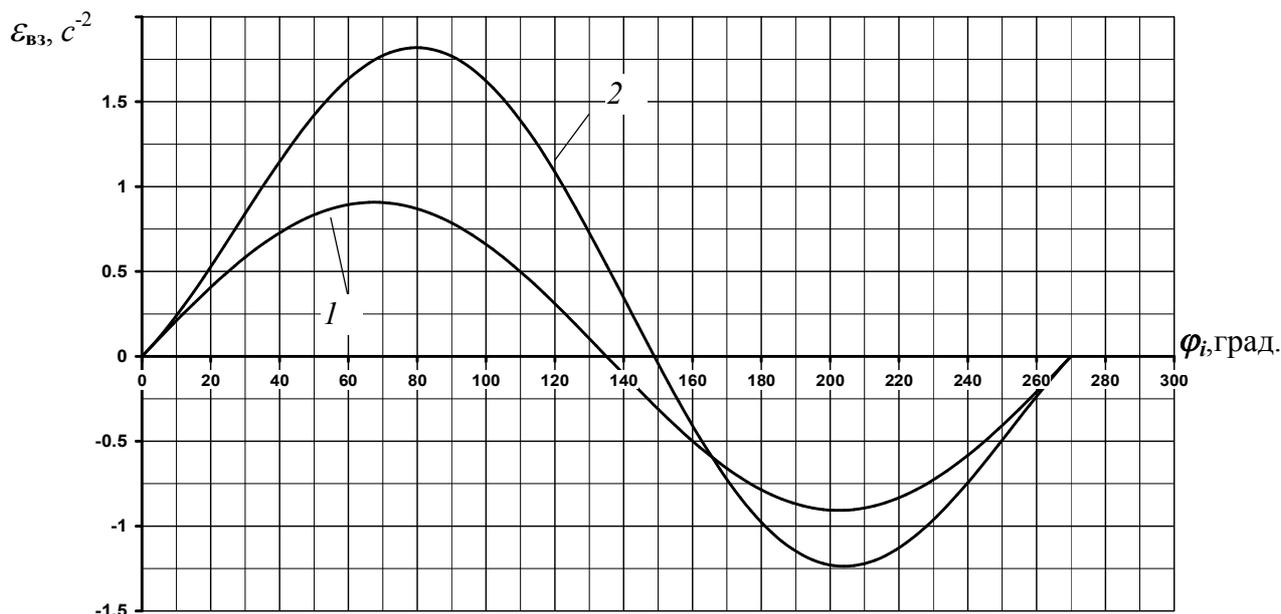


Рис. 2. Кривые изменения ускорения

Как видно, значения ускорений выходного звена силового привода механизма ремизного движения существенно отличаются по величине максимальных значений. В частности, максимальное значение ускорения кривой 2 примерно в 2 раза превышает максимальное значение ускорения кривой 1.

Заключение

На примере экспериментальных данных, представляющих угловую частоту вращения главного вала ткацкой машины, рассматриваемых как случайные величины, показана возможность получения аппроксимирующих зависимостей с использованием полиномиальной аппроксимации. Применительно к кривой распределения экспериментальных данных для угловой частоты вращения главного вала ткацкой машины СТБ приемлемые результаты обеспечиваются аппроксимацией с использованием полиномиальных степенных зависимостей, полученных с использованием полиномов Чебышева.

По полученным уравнениям кинематики проведены расчеты угловой скорости и углового ускорения выходного звена силового привода зевобразовательного механизма.

Список литературы

1. Гутер Р.С., Овчинский Б.В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта. – М.: Наука, 1970. – 432 с.

УДК 677.03

**МИКРОНЕЙР ВОЛОКОН – КОМПЛЕКСНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ СОРТИРОВОК ХЛОПКА
MICRONAIRE FIBERS IS A COMPREHENSIVE INDICATOR OF TECHNOLOGICAL
EFFICIENCY SORTS OF COTTON**

**Вячеслав Оганесович Симонян, Наталия Алексеевна Королева
Vyacheslav Novanesovich Simonyan, Nataliya Alekseevna Koroleva**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва*

*The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: simonyanvo@yandex.ru, nalekor@mail.ru)*

Аннотация: Рассмотрены вопросы комплексной оценки качества хлопковых волокон. Показано, что комплексный показатель волокон Микронейр отражает не только линейную плотность волокон, но и их штапельную длину и долю коротких волокон. Установлено, что микронейр типовых сортровок тем меньше, чем меньше линейная плотность пряжи, для которой она рекомендуется.

Abstract: Examines matters relating to the comprehensive assessment of the quality of cotton. It is shown that the composite index fibers Micronaire reflects not only the linear density of fibers, but also their staple length and proportion of short fibers. Found that the smaller the sorting model micronaire, the smaller the linear density of yarn for which it is recommended.

Ключевые слова: комплексная оценка качества хлопковых волокон, микронейр, комплексный показатель геометрических свойств волокон, штапельная длина, доля коротких волокон.

Keywords: integrated assessment of the quality of cotton, micronaire, composite measure geometric properties of fibers, staple length, percentage of short fibers.

В текстильной промышленности для экспрессной оценки качества хлопковых волокон используется показатель «Микронейр» (Mic), который, в сущности, отражает сопротивление потоку воздуха пробы хлопковых волокон определенной массы, помещенной в цилиндр установленного диаметра. Прежде всего, следует отметить, что показатель микронейр волокон определен достаточно высокой точностью, ошибка измерений на современных приборах не превышает 1,5%, а по результатам межлабораторных испытаний (серийные испытания Цельвегер Устер, Бременских межлабораторных испытания и испытания Американского сельскохозяйственного ведомства) межлабораторный разброс значений микронейр при использовании приборов NVI не превышает 2,5% [1]. То есть измерение показателя микронейр на современных приборах осуществляется с достаточно высокой точностью и воспроизводимостью. Многочисленные исследования, показали – микронейр волокон является комплексной характеристикой прядильной способности (прядильной ценности) хлопковых волокон. Причем, по мнению исследователей, этот показатель отражает линейную плотность и зрелость волокон и это положение зафиксировано определением показателя микронейр в межгосударственном стандарте Узбекистана: «Показатель микронейр – *Micronaire (Mic)*- характеристика тонины и зрелости хлопкового волокна, определяемая по воздухопроницаемости пробы волокна».

Вот как интерпретируется оценка показателя микронейр (табл. 1) фирмой Спинлаб (США) – создателем лабораторного комплекса NVI, для оценки качества хлопковых волокон. Тонина хлопковых волокон находится в диапазоне от 2,0 до 6,0 микронейр.

Таблица 1. Характеристика тонины волокон в зависимости от показателя микронейр

Микронейр	Характеристика тонины волокон	Примечания
Ниже 2,9	Очень тонкое	Возможно небольшое по периметру, но зрелое волокно (хорошее волокно)
2,9 – 3,7	Тонкое	Различной степени зрелости и (или) величины периметра волокна
3,8 – 4,6	Среднее	Средней зрелости и (или) величины периметра волокна
4,7 – 5,5	Грубое	Обычно полностью развитое (полной зрелости), но значительной величины периметра волокна
5,6 и выше	Очень грубое	Полностью зрелое волокно большого периметра

Такая характеристика показателя микронейр убеждает в том, что основным критерием величины показателя является тонина волокон. В связи с этим для расчета (оценки) линейной плотности волокон по показателю микронейр предлагаются различные формулы.

По методу, предложенному доктором Г. Куглер (инженерное бюро, СОСНА Гмбх, Германия) [2], нами получена формула для расчета тонины волокон:

$$T_e = (0,1362Mic - 0,392654)1000, \quad (1)$$

где T_e – тонина волокон, мтекс.

Проф. К.И. Корицкий предложил для оценки линейной плотности волокон по ее микронейру использовать формулу [3]:

$$T_e = 38,22Mic. \quad (2)$$

На основе экспериментальных исследований О.Н. Платонова и Н.А. Маслова предложили другую формулу [4]:

$$T_e = 67,387 + 23,287Mic. \quad (3)$$

Авторы этих формул отмечают, что результаты такого расчета являются неточными, ориентировочными, что для более точной оценки необходимо учитывать зрелость волокон.

В табл. 2 приведены результаты расчетов линейной плотности волокон в зависимости от значения микронейр по формулам (1), (2), (3), которые подтверждают, что все эти формулы позволяют получить лишь ориентировочную оценку линейной плотности волокон.

Таблица 2. Расчетная линейная плотность хлопковых волокон по показателю микронейр

Тип хлопка	Фактическая линейная плотность, мтекс	Микронейр	По формуле К.И. Корицкого	По методу Г. Куглера	По формуле Платоновой – Масловой
Гребенной	141	3,92	149	141	158
Кардный	181	4,21	160	180	165
Кардный, 175-Ф	167	4,70	179	247	176
Кардный, С-4727	170	4,90	187	274	181
Кардный, Ташкент 6	170	4,70	179	247	176
Кардный, АН-402	180	4,80	183	261	179

Исследования прядильной ценности хлопковых волокон показали, что микронейр целом наиболее полно отражает качество хлопковых волокон. Необходимы исследования, позволяющие раскрыть более полно сущность микронейр как комплексного показателя хлопковых волокон.

Для комплексной оценки качества хлопковых волокон проф. К.И. Корицкий предложил использовать безразмерный комплексный показатель геометрических свойств волокон [3]:

$$\Delta = \frac{0,1L_{шт}(1-0,01n_k)z}{\sqrt{T_E}}, \quad (4)$$

где $L_{шт}$ – штапельная массодлина волокон, мм.; n_k – доля коротких волокон, %; z – зрелость волокон; T_E – линейная плотность волокон, текс.

Исследования подтвердили, что комплексный показатель геометрических свойств волокон отражает технологическую эффективность (прядельную ценность) волокон и показали, что между предложенным комплексным показателем геометрических свойств волокон и показаниями прибора ЛПС-4 (аналог прибора Микронейр) имеется функциональная зависимость.

На рис.1 приведены кривые зависимости между показателями на приборе ЛПС-4 и комплексным показателем геометрических свойств волокон (кривые для 4-7 типов, I-V сортов хлопка). Вертикальные пунктирные линии проходят через средние значения показаний прибора, горизонтальные пунктирные линии – средние значения комплексного показателя геометрических свойств волокон.

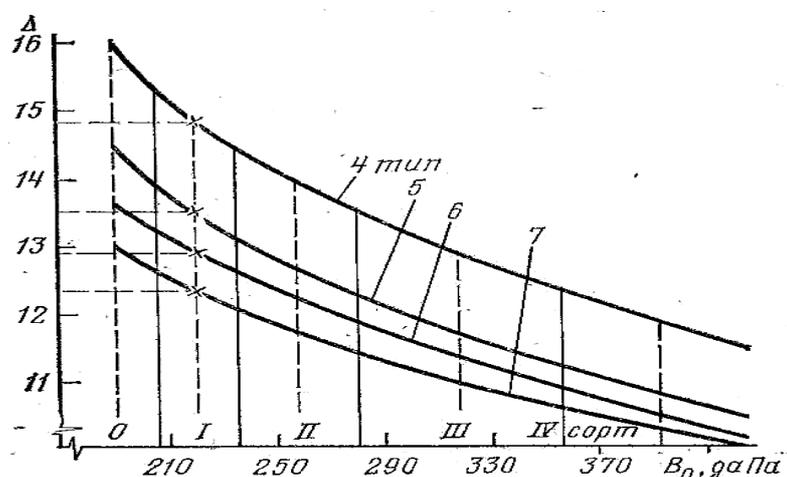


Рис. 1. Связь между комплексным показателем геометрических свойств волокон и прибора ЛПС (аналога прибора Микронейр)

Графики описываются уравнением кубической параболы [2]

$$\Delta = a - bB + cB^2 - dB^3,$$

где B – показания прибора ЛПС.

Из установленной зависимости между комплексным показателем геометрических свойств волокон и показаниями прибора ЛПС, следует, что и показатель микронейр должен зависеть не только от линейной плотности волокон и их зрелости, но и от их штапельной длины и доли коротких волокон.

Испытания на приборе микронейр с использованием калибровочного хлопкового волокна подтвердили, что с увеличением доли коротких волокон микронейр калибровочного хлопка растет.

На рис. 2 приведена зависимость основных показателей качества пряжи от комплексного показателя геометрических свойств волокон [3]. Пунктирными линиями показаны оптимальные значения комплексного показателя геометрических свойств волокон для максимальной относительной разрывной нагрузки, коэффициента вариации по разрывной нагрузке пряжи и разрывного удлинения.

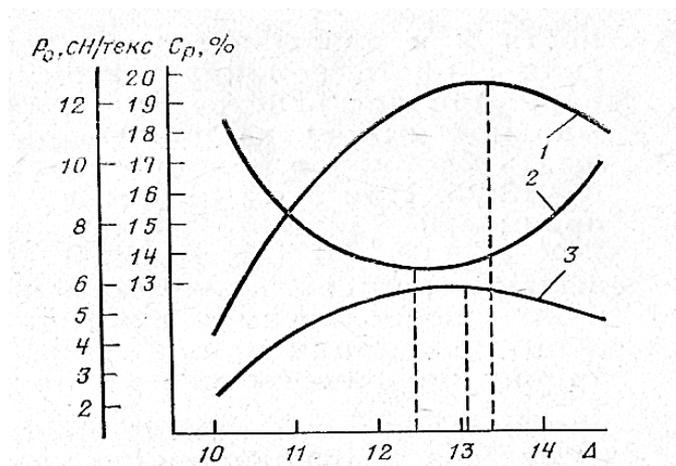


Рис. 2. Зависимость относительной разрывной нагрузки пряжи (кривая 1), коэффициента вариации по относительной разрывной нагрузке (кривая 2) и разрывного удлинения (кривая 3) от комплексного показателя геометрических свойств хлопковых волокон (по К.И. Корицкому)

Нами проведена оценка комплексного показателя геометрических свойств волокон по формуле (4) для типовых сортровок хлопка [5], предназначенных для выработки кардной кольцевой пряжи ткацкого и трикотажного назначения (табл. 3, 4).

Таблица 3. Типовые сортровки кардной основной пряжи кольцевого способа прядения

Линейная плотность пряжи, текс	14	25	29	34	50
Типовая сортровка	4-I	5-I (60%); 5-II (40%)	6-I (60%); 6-II (40%)	6-II (60%); 6-I (40%)	6-II

Таблица 4. Типовые сортровки кардной пряжи кольцевого способа прядения трикотажного назначения

Линейная плотность пряжи, текс	15,4	25	29	38	56
Типовая сортровка	3-I (60%); 2-I (40%)	5-I	5-I (60%); 6-I (40%)	6-I (60%); 5-II (40%)	6-I (60%); 6-II (40%)

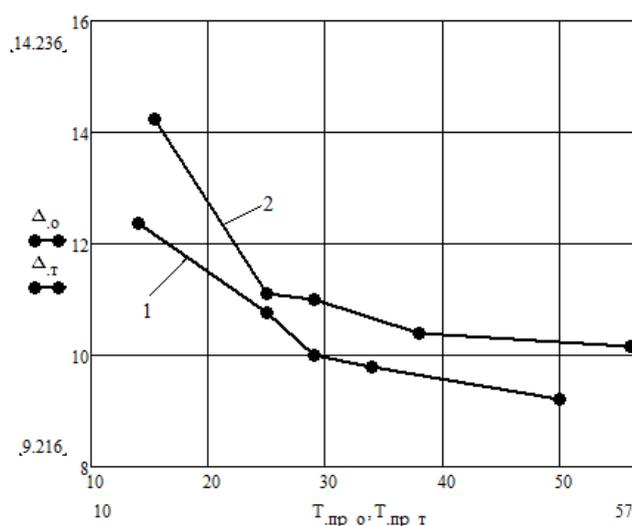


Рис. 3. Комплексный показатель геометрических свойств волокон типовых сортровок хлопка для кардной кольцевой пряжи ткацкого (кривая 1) и трикотажного (кривая 2) назначения

Результаты анализа (рис. 3) подтверждают, что комплексный показатель геометрических свойств хлопковых волокон является чувствительной оценкой технологической эффективности смеси хлопковых волокон, особенно для выработки пряжи малых линейных плотностей.

Список литературы

1. Qualitatsmanagement in der spinnerei. Uster News Bulletin. N39 august, 1993.
2. Куглер Г. Переводные коэффициенты характеристик хлопковых волокон с западноевропейских стандартов на российские//Текстильная промышленность. №1. 1996. - С. 35-38.
3. Корицкий К.И. Техничко-экономическая оценка и проектирование текстильных материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.
4. Платонова О.П., Маслова Н.А. Применение «HVI» в текстильной промышленности. Пособие. - М.: «Учеба» МИСиС. 2001.
5. Проектирование технологии производства хлопчатобумажной пряжи: учеб. пособие / Симонян В.О., Галкин В.Ф., Дмитриев О.Ю., Тарасов В.Л. – М.: ИНФРА-М, 2017. + Доп. материалы [Электронный ресурс; режим доступа <http://www.znaniium.com>].

УДК 677.074.1

РАЗРАБОТКА АССОРТИМЕНТА КОМБИНИРОВАННЫХ ОГНЕ- И ТЕРМОСТОЙКИХ НИТЕЙ ДЛЯ СТРУКТУР ЗАЩИТНЫХ ТКАНЕЙ THE DEVELOPMENT OF A PRODUCT RANGE OF COMBINED FIRE – AND HEAT-RESISTANT THREADS FOR STRUCTURES PROTECTIVE FABRICS

Павел Евгеньевич Сафонов*, **Наталья Марковна Левакова***,
Сергей Семенович Юхин**,
Pavel Evgen'evich Safonov*, **Nataliya Markovna Levakova***, **Sergey Semenovich Yukhin****

* ООО «ТЕКС-ЦЕНТР», Россия, Москва

* TEKS-CENTRE Ltd., Russia, Moscow

(e-mail: info@teks-centre.ru)

** Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Россия, Москва

** The Kosygin State University of Russia, Moscow

(e-mail: sergeyyukhin@yandex.ru)

Аннотация: В статье представлены результаты разработки структур и технологии изготовления комбинированных огне- и термостойких нитей, предназначенных для изготовления защитных тканей, приведены результаты экспериментального исследования основных свойств разработанных нитей.

Abstract: The paper presents the results of the development of structures and technologies of production of combined fire - and heat-resistant threads intended for the manufacture of protective fabrics, the results of experimental studies of the basic properties of the developed yarns.

Ключевые слова: комбинированные нити, технологичность нитей, структура нити.

Keywords: combined threads, weavability threads, thread structure.

Актуальность работы обусловлена необходимостью совершенствования структур и повышения эксплуатационных свойств защитных тканей, предназначенных для изготовления специальной одежды военнослужащих, пожарных, спасателей, металлургов и т.д.

Для совершенствования существующих и разработки новых структур защитных тканей предлагается использовать комбинированные огне- и термостойкие нити. К отличительным

особенностям разрабатываемых комбинированных нитей относятся:

- высокая прочность при растяжении;
- высокая устойчивость к истиранию;
- заданная изгибная жесткость;
- высокая технологичность при переработке в ткачестве;
- компоненты комбинированной нити должны обеспечивать ткани высокую огне- и термостойкость;

- хорошая крашиваемость комбинированной нити, способность ткани, изготовленной из таких нитей окрашиваться в различные цвета, в том числе маскировочные.

Таким образом, можно сформулировать две основные задачи работы:

- разработка структуры и технологии получения комбинированных огне- и термостойких нитей;
- разработка рациональной структуры и временных технологических режимов изготовления защитной ткани из комбинированных огне- и термостойких нитей.

По результатам обзора литературных источников [1-3] предложено для создания комбинированных огне- и термостойких нитей использовать два компонента:

- 1) высокопрочную комплексную синтетическую нить, обладающую высокой огнестойкостью и термостойкостью (например, пара-арамидные нити семейства Руслан);
- 2) пряжу из синтетических волокон, обладающую высокой термостойкостью и приемлемой огнестойкостью (например, пряжи из полиоксидадиазольных, мета-арамидных или модифицированных полиакрилонитрильных волокон).

Из работ [4,5] известно об опыте изготовления комбинированных огнетермостойких нитей на базе арамидных нитей Русар и пряжи Арселон на оплеточных машинах или прядильно-крутильных машинах. Однако авторами не проводился сравнительный анализ свойств нитей различных способов производства, также не проведено детального исследования свойств тканей, изготовленных из комбинированных нитей различных структур. Как будет показано в настоящей статье способ производства и структура комбинированной нити оказывает существенное влияние на ее технологичность при переработке в ткачестве и потребительские свойства ткани.

Для изготовления комбинированных нитей, отвечающих заданным требованиям, в настоящей работе предложено скручивать между собой их компоненты или обкручивать (оплетать) комплексную арамидную нить пряжей, что должно обеспечить внешний вид, пригодный для изготовления ткани, которая подвергается в дальнейшем крашению и печати.

На рис. 1 представлена фотография разработанных огне- и термостойких комбинированных нитей на основе нити Руслан и пряжи Протекс 100%. Видно, что технология обкручивания позволяет наиболее эффективно «закрыть» трудноокрашиваемый арамидный компонент комбинированной нити.

Отметим, что при технологии скручивания арамидной нити с пряжей соотношение компонентов в комбинированной нити стремится к 50:50%, при этом, если натяжение компонентов было одинаковым, то они в равной степени изгибаются и выступают на поверхность. При технологии обкручивания содержание пряжи может существенно превышать содержание арамидной нити-сердечника – 60...85:40...15%, в этом случае пряжа покрывает прямолинейный сердечник, имеющий большее натяжение, по винтовой линии.

Особый интерес представляет вопрос оценки поведения комбинированных нитей различных структур при переработке по переходам ткацкого производства. Для оценки технологичности разработанных нитей предложено определить их устойчивость к истиранию в условиях, имитирующих условия на ткацком станке. Для этого была разработана специальная методика испытаний [6,7], согласно которой нити подвергаются циклической истирающей нагрузке о зубья берда или глазки галев на модифицированном приборе ИПП.

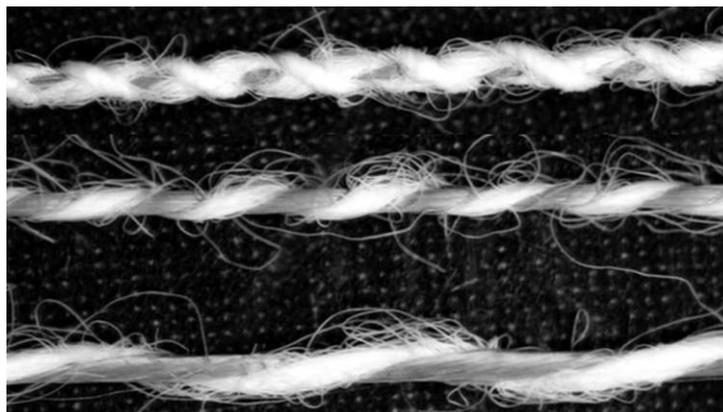


Рис. 1. Внешний вид разработанных комбинированных нитей, сверху вниз: обкрученная в двух направлениях нить, обкрученная в одном направлении и скрученная нить

Установлено, что в зависимости от структуры комбинированной нити и вида используемых галев, о которые происходит истирание, наблюдается различный характер разрушения. При истирании скрученной нити о проволочные галева с впаянным глазком компоненты комбинированной нити обрываются одновременно, тогда, как при истирании о пластинчатые галева первой всегда обрывается пряжа. При истирании нитей, обкрученных пряжей в одном или двух направлениях, обо все типы глазков галев, первой всегда разрушается пряжа-оплетка. Это обстоятельство можно считать серьезным недостатком обкрученных нитей.

На рис. 2 представлена фотография, которая демонстрирует разрушение пряжи Протекс при истирании комбинированной нити о различные виды глазков галев. Очевидно, что разрушение пряжи приводит к ухудшению внешнего вида ткани в целом, на ее поверхности появляются трудноокрашиваемые арамидные нити. Таким образом, можно сделать вывод о том, что обкрученные нити, несмотря на потенциально лучшую крашиваемость, уступают в технологичности скрученным нитям.



Рис. 2. Разрушение пряжи при истирании комбинированных нитей о различные типы галев

Следующий показатель, характеризующий не только технологичность нитей, но и параметры строения, и потребительские свойства ткани, это показатель жесткости нити при изгибе. Для решения задачи по определению жесткости нити воспользуемся положениями геометрически нелинейной теории изгиба упругой нити при больших перемещениях при усло-

вии нагружения нити-консоли сосредоточенной и распределенной нагрузкой. Для определения жесткости воспользуемся подходом, разработанным проф. В.П. Щербаковым [8].

Установлено, что пряжа Протекс 30 текс имеет жесткость $0,3 \text{ сН*мм}^2$, что на порядок меньше, чем арамидные нити Руслан 29,4 текс – $2,8 \text{ сН*мм}^2$. При скручивании пряжи и комплексной нити их жесткости суммируются. У комбинированных обкрученных нитей жесткость при изгибе гораздо выше, чем у скрученных нитей. Так после обкручивания нити Руслан 14,3 текс пряжей в двух направлениях жесткость увеличивается в 2,3 раза, а после обкручивания нити Руслан 29,4 текс в одном направлении жесткость увеличивается в 5 раз. Таким образом, жесткость обкрученных нитей нельзя представить как простую сумму жесткостей составных компонентов нити. В табл. 1 представлены значения основных показателей свойств разработанных нитей, в том числе полуцикловые свойства при растяжении, значения жесткости при изгибе и устойчивости к истиранию о глазки галев.

Таблица 1. Основные показатели физико-механических свойств комбинированных огнетермостойких нитей

Наименование показателя	Обозначение образца комбинированной нити		
	Скрученная	Обкрученная	
		в одном направлении	в двух направлениях
Соотношение нить/пряжа, %	49/51	43/57	17/83
Линейная плотность, текс	59,2	67,9	83,1
Диаметр нити, мм	0,38	0,31	0,43
Удельная плотность, г/см ³	0,52	0,90	0,57
Разрывная нагрузка, сН	7106,9	8317,5	4164,6
Удлинение при разрыве, %	5,1	4,4	4,3
Удельная работа разрыва, Дж/г	24,9	26,1	10,5
Жесткость при изгибе, сН*мм ²	3,1	14,7	4,3
Устойчивость к истиранию о глазки галев, циклы*			
проволочных	6695	186	397
пластинчатых	500	77	282

* - испытание прекращается сразу после обрыва одного из компонентов комбинированной нити (пряжи-оплетки).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что наибольшей технологичностью отличаются именно скрученные нити, они имеют высокую устойчивость к истиранию, малую жесткость и линейную плотность, высокую прочность при растяжении, приемлемый диаметр, что позволяет изготовить ткань с комплексом заданных эксплуатационных свойств. Однако скрученные нити после крашения и печати заведомо будут иметь менее насыщенный цвет по сравнению с обкрученными нитями вследствие присутствия на их поверхности длинных участков трудноокрашиваемых арамидных нитей.

В заключении статьи следует отметить, что разработанные комбинированные огне- и термостойкие нити имеют свои преимущества и недостатки. На данный момент для изготовления защитных тканей целесообразным представляется использование нитей, полученных способом скручивания компонентов на тростильно-крутильных машинах, в подобных нитях компоненты имеют одинаковое натяжение при скручивании и, как следствие, имеют примерно одинаковую степень изгиба и соотношение компонентов. Однако необходимо продолжить работы, направленные на совершенствование структур обкрученных нитей (повышение технологичности нитей при переработке в ткачестве), полученных на крутильно-оплеточных машинах, так как использование таких нитей позволяет расширить диапазон цветовых решений в готовой ткани.

Список литературы

1. Перепелкин К.Е. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты. — СПб.: Научные основы и технологии, 2009. 380 с.
2. Перепелкин К.Е., Маланьина О.Б., Пакшвер Э.А., Макарова Р.А. Сравнительная оценка термических характеристик ароматических нитей (полиоксазольных, полиимидных и полиарамидных) // Химические волокна. 2004. № 5. С. 45-48.
3. Михайлин Ю.А. Тепло-, термо- и огнестойкость полимерных материалов. – СПб.: Научные основы и технологии, 2011. 416 с.
4. Денисова Е.В. Разработка структуры и технологии получения неоднородных нитей для технических изделий: Дис. ... канд. техн. наук. – М.: ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2015. 96 с.
5. Алахова С.С. Комбинированные огнетермостойкие нити. Технический текстиль, 2005, № 12. Режим доступа: <http://rustm.net/catalog/article/79.html> (дата обращения: 19.03.2017).
6. P.E. Safonov, N.M. Levakova, and S.S. Yukhin. Evaluation of the Industrial Processability of High-Strength and High-Modulus Yarns in Weaving, Taking into Account Abrasion Resistance. *Fibre Chemistry, Vol. 47, No. 5, pp. 397-402, January, 2016.* (doi:10.1007/s10692-016-9701-x).
7. Исследование многоциклового характера характеристик к истиранию арамидных нитей: Методические указания. / Сост. Юхин С.С., Сафонов П.Е. – М.: МГУДТ, 2013. 20 с.
8. Щербаков В.П., Скуланова Н.С. Основы теории деформирования и прочности текстильных материалов / Монография. – М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2008. 268 с.

УДК 621.77:678.073

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ФОРМОВАНИЯ В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ THE FEATURES OF THE MOLDING IN THE SOLID STATE

Владимир Федорович Скородумов, Елена Владиленовна Бондаренко
Vladimir Fedorovich Skorodumov, Elena Vladilenovna Bondarenko

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: svf1950@yandex.ru)

Аннотация: Рассмотрены некоторые особенности процесса формования в твердом состоянии, свойства изделий, получаемых при использовании данного метода, перспективы применения.

Abstract: Some features of the molding in the solid state, properties of products, obtained using this method, prospects of development.

Ключевые слова: формование, твердое состояние, температура плавления, температура стеклования.

Keywords: molding, solid state, melting point, the glass transition temperature.

Традиционные методы переработки термопластов связаны с переводом материала в вязкотекучее состояние при температурах на 50-70° выше температуры плавления. В этом случае получают изотропные, с недостаточной прочностью детали, которые не могут быть использованы в качестве силовых элементов конструкций. Другими недостатками традиционных методов переработки термопластов являются: 1) длительный цикл переработки при изготовлении толстостенных изделий, что приводит к высокой стоимости таких изделий, причем толщина изделий не превышает 8-10 мм; 2) малая степень реализации потенциальных возможностей перерабатываемых материалов, что приводит к низким механическим

свойствам изделий; 3) невозможность переработки материалов с очень высокими молекулярными массами, а, следовательно, и вязкостями, из-за невозможности или большой трудности перевода в вязкотекучее состояние.

Одним из направлений реализации материало- и энерго-сберегающих технологий является формование в твердом состоянии (ФТС), при котором можно сократить длительность рабочего цикла и повысить прочностные и эксплуатационные свойства готовых изделий, по существу превратить низкопрочные термопластичные материалы в конструкционные [1]. Метод позволяет: 1) на 15-20% сократить энергозатраты, 2) в 3-6 раз повысить производительность изготовления изделий (при толщинах более 3 мм), 3) на 10-20 градусов повысить теплостойкость, и, самое главное, 3) в 3-5 раз (а иногда и в 10 раз) увеличить прочность получаемых изделий.

Сущность метода ФТС заключается в пластической деформации объемных заготовок при комнатной температуре (холодное формование) и при температуре на 10-30° ниже температуры плавления термопластов (горячее формование) обычными способами обработки металлов давлением. Методом ФТС получают объемные детали, главным образом, осесимметричные, в том числе силовые элементы для различных станков и узлов, в том числе и для легкой и текстильной промышленности: шестерни, звездочки, колеса, храповики, шкивы, валики, тройники, трубчатые и профильные детали, стаканы, плиты и др. (см. например, [2]). Использование полимерных деталей в данном случае существенно снижает шум в ткацких цехах и энергозатраты на работу станков и механизмов.

Для метода ФТС не является препятствием изготовление толстостенных (40-50 мм) изделий, тип и характер применяемого материала: высокомолекулярный это термопласт, наполненный или вторичный. Это влияет только на параметры технологического процесса: температуру, удельные нагрузки и время выдержки.

Повышение механических свойств происходит за счет деформационного упрочнения при пластическом деформировании находящегося в твердом состоянии термопласта вследствие разворота цепей и создания текстуры – структурной анизотропии.

Особенностью деформации термопластов в твердом состоянии является наличие участка упрочнения на зависимости "сопротивление деформированию – деформация". При формовании полимеров целесообразно работать с твердыми термопластами, когда можно создать изделие определенной формы, но и повысить его механические свойства.

Следует отметить, что пластическая деформация термопластов, особенно в случае нагретых заготовок, сопровождается процессами релаксации внутренних напряжений аморфной фазы, уменьшением дефектности кристаллитов и рекристаллизации, которая обеспечивает образование более равновесной и стабильной структуры, как это происходит при деформации металлов с разупрочнением. Рекристаллизация является причиной некоторого возврата деформации при изменении формы полимерного изделия, которое можно учесть корректировкой размера формующего инструмента.

При литье под давлением охлаждение детали происходит в неизотермических условиях. При этом возникает неоднородность структуры и свойств, появляются внутренние напряжения. В случае использования метода ФТС нагревом заготовок перед формованием фактически осуществляется отжиг материала, т.е. термообработка ниже температуры плавления. Это также приводит к более равномерной конечной структуре изделия.

В случае ФТС при деформации образуется сложная текстура и структурная анизотропия, благоприятные для работы детали. Меняя схему деформации, можно направленно регулировать повышение механических свойств в изготавливаемой детали, создавая в ней упрочнение в нужном для работы направлении. Таким образом, в результате сдвига по плоскостям скольжения макромолекул в кристаллической решетке при пластическом деформировании происходит изменение физических свойств материала, т.е. фактически проводится его физическая модификация.

Процесс ФТС можно автоматизировать. В результате, метод ФТС позволяет:

- расширять номенклатуру деталей машиностроения при использовании упрочненных деталей из пластмасс в качестве силовых деталей и крупногабаритных и толстостенных изделий;

- дает возможность экономии металла - при замене металлических деталей пластмассовыми и полимерного материала более дешевым - в результате повышения его прочности при переработке;

- расширить применяемые типы и марки материалов вследствие независимости формования от молекулярной массы и вязкости материала, а также дает возможность переработки наполненных, легированных и композиционных материалов, а также вторичных термопластов.

Метод ФТС позволяет, например, простые полиолефины фактически превратить по прочности в конструкционные пластмассы, весьма дефицитные и дорогие.

Одним из немногих недостатков метода ФТС является неопределенность температуры процесса. Например, в случае «холодного формования» оборудование может оказаться нероботоспособным или вообще выйти из строя из-за очень высокой температуры плавления полимера, намного превышающей комнатную температуру, что должно привести к существенному повышению прилагаемого давления.

В случае горячего прессования, как уже отмечалось, температура процесса должна быть ниже на 10-30 градусов температуры плавления полимера. При отсутствии данных о температуре плавления легко превысить температуру разложения полимера со всеми вытекающими последствиями.

Кроме того, поскольку процесс происходит с применением давления, для поддержания в ходе процесса указанной разницы между температурой плавления и температурой процесса необходимо знать зависимость температуры плавления от прилагаемого давления, что является достаточно трудоемкой экспериментальной и теоретической задачей [3-5]. Однако, если вести процесс ФТС ниже на 10-30 градусов температуры плавления (температуры стеклования в случае аморфных полимеров), как показывают экспериментальные данные, возможно повысить некоторые механические характеристики получаемых изделий практически на порядок [6]. Безусловно, в данном случае аппаратное оформление должно быть более сложным.

Список литературы

1. Покровский Е.М., Калашникова В.Г., Липатова Л.П. Перспективные методы формования высокопрочных изделий на основе гибкоцепных полимеров // Обз. инф. Сер. Научно-технические прогнозы в области физико-химических исследований. М.: НИИТЭХИМ, 1988. 86 с.

2. Покровский Е.М., Скородумов В.Ф. Пластическое деформирование стеклонеполненных полимеров // //Химические волокна. 1998. № 6. С.28-29.

3. Скородумов В.Ф., Годовский Ю.К. Плавление полиэтиленоксида при повышенных давлениях // //Высокомолекулярные соединения. 1985. Т. Б27. № 12. С. 910-914.

4. Скородумов В.Ф., Годовский Ю.К. Плавление и кристаллизация полиэтиленоксида в смесях с полиметилметакрилатом при повышенных давлениях // Композиционные полимерные материалы. 1987. Вып. 32. С. 15-20.

5. Скородумов В.Ф. Термодинамический анализ плавления и стеклования полимеров при высоких давлениях. Автореф. дис. ... докт. физ.-мат. наук. М.: ИНЭОС им. А.Н.Несмеянова РАН, 2010. 44 с.

6. Скородумов В.Ф., Покровский Е.М. Некоторые аспекты формования в твердом состоянии высокопрочных изделий из полиэтилена // Тез. Докл. международной научно-технической конференции "Современные наукоёмкие технологии и перспективные материалы" (Прогресс-98), 2-5 июня 1998 г. Иваново, ИГТА, 1998. С. 316-317.

УДК 685.34

**СИНТЕЗ ЭСКИЗОВ МОДЕЛЕЙ ОБУВИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ГРАФИЧЕСКИХ ПРИМИТИВОВ
SYNTHESIS OF SKIN MODELS WITH THE USE OF GRAPHIC PRIMITIVES**

**Екатерина Игоревна Разина, Валентина Владимировна Костылева
Ekaterina Igorevna Razina, Valentina Vladimirovna Kostyleva**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва*

*The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: rkdiz@mail.ru, kostyleva.vv@mail.ru)*

Аннотация: Представлен порядок разработки эскизов с использованием средств графического редактора Corel Draw на примере женской обуви.

Abstract: The order of development of sketches with use of means of graphic editor Corel Draw on an example of female footwear is presented.

Ключевые слова: эскиз, проектирование, графические программы, компоновка элементов.

Keywords: sketch, design, graphic programs, layout of elements.

Обеспечение потребителей качественными товарами в определенные сроки и сохранение конкурентоспособности на рынке – первоочередная задача для обувной промышленности, включая обувную. Такие задачи предполагают совершенствование процесса художественного проектирования, т.к. именно он определяет коммерческую эффективность современного производства и качество будущего изделия, отвечающее предпочтениям покупателей. Изменения промышленного производства в сочетании с опытом проектного авангарда требуют поиска новых путей формообразования, которые направлены на достижение художественной выразительности формы изделий. Все большее значение придается использованию художественного конструирования в разработке и оптимизации широкого ассортимента моделей обуви [1].

Сегодня, когда компьютер выступает как интеллектуальный инструмент, художественное проектирование определяется новыми направлениями создания объектов материальной среды.

Эскизное проектирование - творческий этап работы, и в то же время, один из самых ответственных. Именно на этом этапе определяется стиль и образ будущего изделия. Конечная форма обуви определяется формообразующими элементами, выбор которых зависит от функциональных, конструктивных и эстетических требований к ней. Для осуществления эскизного проектирования с помощью компьютерных средств используются различные специализированные графические программы. Оставив вопросы эволюции компьютерных технологий применительно к рассматриваемой задаче, изложим предлагаемые решения на примере разработки эскизов женской обуви. Идеология предполагает наличие базы колодок предприятия, базы деталей верха и деталей низа. Таким образом, создание эскиза сводится к компоновке различных элементов, находящихся в этих базах.

Все разработанные базы – колодок, деталей верха и низа обуви – составляют одну общую, глобальную базу элементов для эскизного проектирования. Представим алгоритм действий при использовании средств графического редактора Corel Draw [2, 3]. В пункте Инструменты главного меню программы Corel Draw выбираем подпункт Альбом. При этом в качестве рабочей папки служит папка с элементами базы. Тогда справа появится присоеди-

нённое окно, в котором отображаются иконки, показывающие каждый из элементов, находящихся внутри выбранной папки базы. Для того, чтобы импортировать какой-либо элемент базы в рабочий файл, нужно подвести указатель мыши к элементу, нажать левую кнопку мыши и, удерживая её, “перетащить” элемент в рабочую область. Таким образом разработка эскиза с применением Альбома включает:

1. Создание нового файла.
2. Импорт из Альбома нужной колодки на рабочий лист.
3. Импорт из Альбома деталей верха и низа.
4. Определение порядка взаимного расположения элементов, цветового решения (если эскиз создается в цвете, выбираются наиболее рациональные, обусловленные художественной и технологической целесообразностью).

5. Группировка элементов.
6. Удаление из эскиза колодки.

Созданные с использованием разработанной глобальной базы эскизы моделей женской обуви представлены на рис.1.

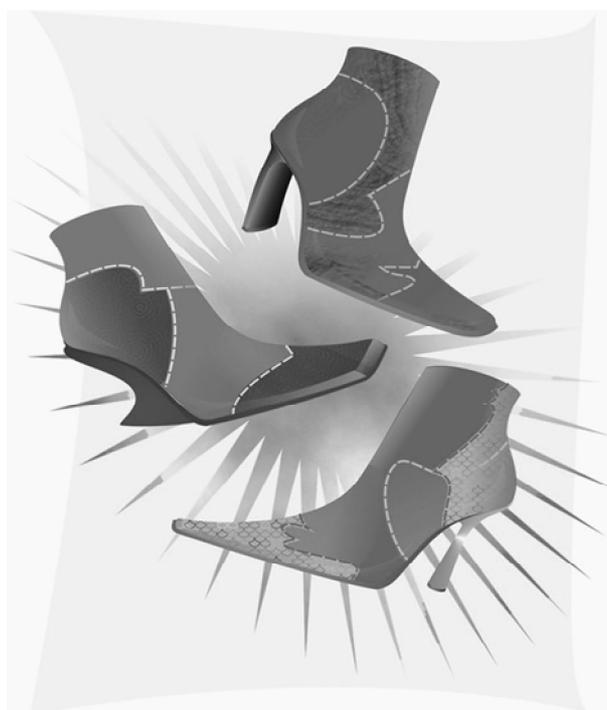


Рис. 1. Эскизы моделей обуви, разработанных с использованием глобальной базы элементов

Эскиз можно перемещать на листе, увеличивать, уменьшать, компоновать с другими (для этого в один файл импортируются созданные таким же образом другие эскизы). Предлагаемый метод упрощает процесс эскизного проектирования. Однако следует заметить, что степень упрощения напрямую зависит от структуры базы и элементов её составляющих. Это и является предметом последующих исследований.

Список литературы

1. Антонов И.В. Разработка метода художественного проектирования обуви на основе комбинаторного формообразования. Автореферат дис. ... на соискание канд. наук. - М.: 2015. – 21с.
2. Комолова Н. В. Самоучитель CorelDRAW 12 / Тайц А. М., Тайц А. А. -- СПб.: БХВ-Петербург, 2004. -- 640 с.
3. Андрианов В. И. Самое главное о... CorelDRAW. – СПб.: Питера, 2004. – 127 с.

УДК 687.02

**РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ
ОБЪЕМНО-СИЛУЭТНОЙ ФОРМЫ ЖЕНСКОЙ ОДЕЖДЫ
В СИСТЕМЕ ТРЕХМЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
DEVELOPMENT OF THE DESIGNER DATABASE FOR VISUALIZATION
OF THE VOLUME AND SILHOUETTE FORM OF WOMEN'S CLOTHING
IN THREE-DIMENSIONAL SYSTEMS**

**Наталья Александровна Сахарова
Nataliya Aleksandrovna Sakharova**

*Ивановский государственный политехнический университет, Россия, Иваново
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
Ivanovo State Polytechnical University, Russia, Ivanovo
(e-mail: nata1_77@bk.ru)*

Аннотация: В работе рассмотрены вопросы в области проектирования модных объемно-силуэтных форм (ОСФ) женской одежды. Разработана конструкторская база данных, позволяющая в современных САПР 3D визуализировать ОСФ и управлять механизмом ее изменения.

Abstract: Questions on design of fashionable forms of a women's clothing are considered. The designer database allowing to visualize the form and to control the mechanism of its change in the three-dimensional systems is developed.

Ключевые слова: объемно-силуэтная форма, женские фигуры, моделирование формы поверхности одежды, база данных, визуализация системы «фигура – одежда».

Keyword: volume and silhouette form, female figures, simulation, modeling of apparel surfaces, database for visualization of the system «figure – clothes».

Настоящая работа реализуется в рамках одного из научных направлений кафедры конструирования швейных изделий ИВГПУ.

Учитывая активное внедрение «одевающих» САПР, одним из перспективных направлений в области проектирования одежды является высокоточное моделирование (визуализация) системы «фигура – одежда». Подобная 3D визуализация позволяет дизайнеру осуществлять поиск модных ОСФ одежды, определять пути гармонизации формы за счет силуэтных прибавок, их сочетаний, приемов конструктивного моделирования и декора. Для потребителей, в частности, покупателей Интернет-магазинов, возможность видеть свой 3D аватар и осуществлять он-лайн примерку во многом упрощает процесс покупки моделей одежды, а для продавцов – сокращает количество возвратов по причине несоответствия размера или ОСФ.

Для успешной и объективной визуализации системы «фигура – одежда» необходима достаточная количественная база данных, разработке которой посвящена настоящая работа. Объектом исследования явилось женское демисезонное пальто, как наиболее востребованный вид женской одежды, имеющийся в гардеробе практически каждой женщины.

В объеме ранее проведенных исследований [1-5]:

- проанализированы методики конструирования женского демисезонного пальто (общее число методик составило 15);
- построены в САПР 2D чертежи конструкций по исследуемым методикам с заданными значениями силуэтных прибавок для прилегающего, полуприлегающего, прямого и трапе-

циевидного силуэтов на условно-типовую фигуру 164-92-100 (общее число чертежей составило 41);

- разработана номенклатура параметров чертежей конструкций, с помощью которых можно управлять ОСФ (29 параметров);

- выполнена оценка параметров по чертежам конструкций отдельно для каждого силуэта;

- установлено, что предложенные в методиках варианты сочетаний силуэтных прибавок не позволяют сохранить заданную в базовом размере ОСФ при проектировании пальто на фигуры меньших и больших размеров;

- получены формализованные зависимости между величинами силуэтных прибавок для четырех силуэтов, позволяющие на этапе разработки чертежей конструкций в САПР 2D гармонизировать форму пальто на фигуры разных размеров. В табл. 1 представлены регрессионные модели на примере полуприлегающего силуэта.

Таблица 1. Математические статистики регрессионных уравнений, установленные для полуприлегающего силуэта женского демисезонного пальто

Параметры уравнения $y=a_0+a_1x$				F-критерий	R Square
у	х	a_0	a_1		
P_6	P_r	1.13	0.57	3.47	0.91
P_6	P_r	1.61	0.65	3.43	0.95
P_r	P_r	-0.74	0.88	3.72	0.90
$P_{шс}$	P_r	0.22	0.18	4.20	0.87
$P_{шт}$	P_r	-3.36	0.64	3.41	0.90

Статистическая обработка данных выполнена с использованием IBM SPSS Statistics. Адекватность уравнений проверена с помощью критерия Фишера $F_{крит}=2.98$ ($n=10$). Коэффициент детерминации близок к 1, что говорит о высокой тесноте связи.

В соответствии с полученными соотношениями рассчитаны оптимизированные величины прибавок: $P_r=8,0$ см, $P_r=6,5$ см, $P_6=6,0$ см. Процентное распределение P_r по участкам: спинка, пройма, полочка 15-50-30% выбрано по результатам ранее проведенных исследований, как наиболее рациональное с точки зрения обеспечения антропометричности конструкции в статике и динамике;

- рассчитаны по полученным регрессионным уравнениям величины силуэтных прибавок и определены оптимальные варианты их сочетания с точки зрения гармонизации ОСФ пальто для всех исследуемых силуэтов (табл.2).

Таблица 2. Диапазоны изменения величин силуэтных прибавок, рекомендуемые для проектирования женского демисезонного пальто

Обозначение силуэтной прибавки	Диапазоны изменения величин силуэтных прибавок, см для:			
	прилегающего силуэта	полуприлегающего силуэта	прямого силуэта	трапециевидного силуэта
P_r	6,0-9,5	7,5-10,0	9,0-12,0	7,5-10,0
P_r	4,5-5,5	6,5-9,0	19,5-22,0	19,5-21,5
P_6	4,0-5,5	5,0-6,5	7,0-10,5	8,0-9,5

Известно, что даже небольшие изменения силуэтных прибавок приводят к появлению ОСФ с новыми показателями. Поэтому для управления механизмом изменения ОСФ в САПР 3D необходимо иметь данные о воздушных зазорах и установить закономерности между ними и величинами силуэтных прибавок. При совместном их действии проявляется синергетический эффект.

В соответствии с данными таблицы 2 разработаны модели пальто на условно-типовую фигуру 164-92-100. Получены наборы горизонтальных и вертикальных сечений системы

«фигура – пальто», определены величины воздушных зазоров. Сечения разделены радиусами, проведенными под разными углами из единого центра. Шаг между радиусами составил 10° (рис.1). Измеряли расстояния от сечения женской фигуры до одноименного сечения пальто по направлению луча и по нормали к поверхности. Таким образом, были определены значения воздушных зазоров в 20 точках сечений на 11 антропометрических уровнях (линии $O_{г3}$, O_T , $O_б$, линии плеч, линии $O_{г1}$, $O_{г4}$, $\frac{1}{2}$ расстояния между линиями на уровнях $O_{г4}$ и O_T и O_T и $O_б$, $O_п$, $O_{локтя}$, $O_{зап}$).

Наиболее информативными точками сечений являются:

- 1 – точка на средне-сагиттальной линии со стороны переда;
- 5 – сосковая точка;
- 9 – передний угол подмышечной впадины;
- 10 – точка на линии бокового контура;
- 15 – лопаточная точка;
- 19 – точка на средне-сагиттальной линии со стороны спинки;
- 20 – задний угол подмышечной впадины (см. рис.1).



Рис. 1. Схема измерения величин воздушных зазоров системы «фигура – пальто»

На следующем этапе получены регрессионные уравнения для расчета величин воздушных зазоров в информативных точках сечений, которые являются в уравнениях зависимыми переменными от величин силуэтных прибавок (табл.3).

Таблица 3. Регрессионные уравнения для расчета величин воздушных зазоров в информативных точках сечений (фрагмент таблицы)

Уровень горизонтальных сечений	Вид регрессионного уравнения	Коэффициент корреляции
Уровень линии груди	$H1=2.121-0.055*Пг$	-0.56
	$H5=0.3+0.042*Пг$	0.58
	$H9=-2.589+0.618*Пг$	0.66
	$H10=3.332-0.27*Пг$	0.71
	$H20=5.168-0.355*Пг$	-0.73
	$H15=0.211+0.160*Пг$	0.78
	$H19=0.911+0.118*Пг$	0.69
$Пг=1.37+0.74*Пт$		
Уровень линии талии	$H1=0.585+0.100*Пт$	0.61
	$H5=-0.163+0.329*Пт$	0.71
	$H9=0.373+0.271*Пт$	0.78
	$H10=2.478+0.026*Пт$	0.57
	$H20=0.642+0.334*Пт$	0.81
	$H15=3.061+0.101*Пт$	0.68

	$H_{19}=0.541+0.424*Пг$	0.65
$Пб=1.41+0.53*Пг$		
Уровень линии бедер	$H_{11}=-1.275+0.427*Пб$	0.71
	$H_5=-1.050+0.410*Пб$	0.62
	$H_9=0.650+0.052*Пб$	0.54
	$H_{10}=3.55-0.335*Пб$	-0.75
	$H_{20}=0.450+0.156*Пб$	0.63
	$H_{15}=1.063-0.032*Пб$	-0.60
	$H_{19}=3.07-0.374*Пб$	-0.79

Примечание: критический коэффициент корреляции для доверительной вероятности $p = 95\%$ составляет $r_{крит} = \pm 0.75$.

Уравнения позволяют воспроизвести механизм формирования воздушных зазоров под влиянием силуэтных прибавок и получить максимально-реалистичные конструктивно-обоснованные оболочки пальто. Кроме того, используя полученные уравнения, можно градуировать ОСФ, заданную в базовом размере, при проектировании пальто на фигуры разных размеров.

Таким образом, сформирована конструкторская база, включающая:

- значения силуэтных прибавок и воздушных зазоров системы «фигура – пальто»;
- номенклатуру конструктивных параметров, управляющих механизмом изменения ОСФ пальто;
- набор математических моделей, позволяющих рассчитать оптимальные сочетания силуэтных прибавок для гармонизации ОСФ пальто четырех силуэтов для фигур разных размеров на этапе 2D проектирования;
- набор математических моделей, определяющих взаимосвязь между величинами воздушных зазоров и силуэтных прибавок и позволяющих визуализировать систему «фигура – пальто» на этапе 3D проектирования.

Использование разработанной базы данных позволит конструктору воспроизводить ОСФ по сочетанию силуэтных прибавок, оценивать ее по номенклатуре конструктивных параметров и посредством регулирования величин воздушных зазоров корректировать ОСФ на 3D аватаре.

Список литературы

1. Сахарова Н.А. Исследование вопросов гармонизации объемно-пространственной формы женское одежды для фигур разных полнотных групп // Материалы междунар. науч.-техн. конф., 49 Международная научно-техническая конференция преподавателей и студентов. - Витебск: ВГТУ, 2016, ч.2. С. 153-155.
2. Сахарова Н.А. Разработка информационной базы данных для оптимизации процесса проектирования одежды модных объемно-пространственных форм // Материалы междунар. науч.-техн. конф. «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (Инновации 2015)». – М.: МГУДТ, 2015, Ч.4. С. 119-120.
3. Сахарова Н.А. Конструктивные прибавки как индикаторы объемно-силуэтной формы одежды // Материалы междунар. науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы науки в технологиях текстильной и легкой промышленности (ЛЕН-2016)». – Кострома: КГТУ, 2016. С.199-200.
4. Сахарова Н.А., Кузьмичев В.Е., Цан Ни. Прогнозирование признаков объемно-пространственной формы женских платьев по чертежам их конструкции // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2013. №4. С.92-100.
5. Сахарова Н.А., Кузьмичев В.Е., Цан Ни. Технология виртуального проектирования объемно-пространственной формы женских платьев по чертежам их конструкций // Швейная промышленность. 2011. №2. С.38-41.

УДК 677.022

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРЯЖИ НОВЫХ СТРУКТУР
ИЗ НАТУРАЛЬНЫХ И ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН
YARN PRODUCTION TECHNOLOGY OF NEW STRUCTURES OF NATURAL
AND CHEMICAL FIBERS**

**Вячеслав Оганесович Симонян
Vyacheslav Hovanesovich Simonyan**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство) Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: simonyanvo@yandex.ru)*

Аннотация: Предлагается принципиально новый подход к технологии переработки натуральных и химических волокон, предусматривающий отдельную их переработку и формирование пряжи двухслойной структуры. Показано, что двухслойная структура позволяет повысить прочность пряжи и разрывное удлинение, снизить неравномерность по прочности пряжи, максимально использовать преимущества волокон.

Abstract: Proposes a fundamentally new approach to technology for the processing of natural and chemical fibers, providing separate their processing and forming of double-layer yarn structure. It is shown that two-layer structure allows you to increase the strength of the yarn and breaking elongation, reduce coefficient of variations of breaking tenacity, maximize the benefits of fiber.

Ключевые слова: химические и натуральные волокна, двухслойная структура пряжи, технология, свойства волокон и пряжи.

Keywords: chemical and natural fibers, yarn two-layer structure, technology, properties of fibers and yarn.

Потребность в текстильных материалах имеет устойчивую тенденцию роста. Эта потребность обеспечивается непрерывным ростом объемов производства волокон. Темпы роста объемов производства химических волокон значительно превышают темпы роста объемов производства натуральных волокон [1, с.30]. Поэтому доля химических волокон в общем объеме производства волокон непрерывно растет и в 2013 году достигла 73 % (рис.1). И это тенденция сохраняется.

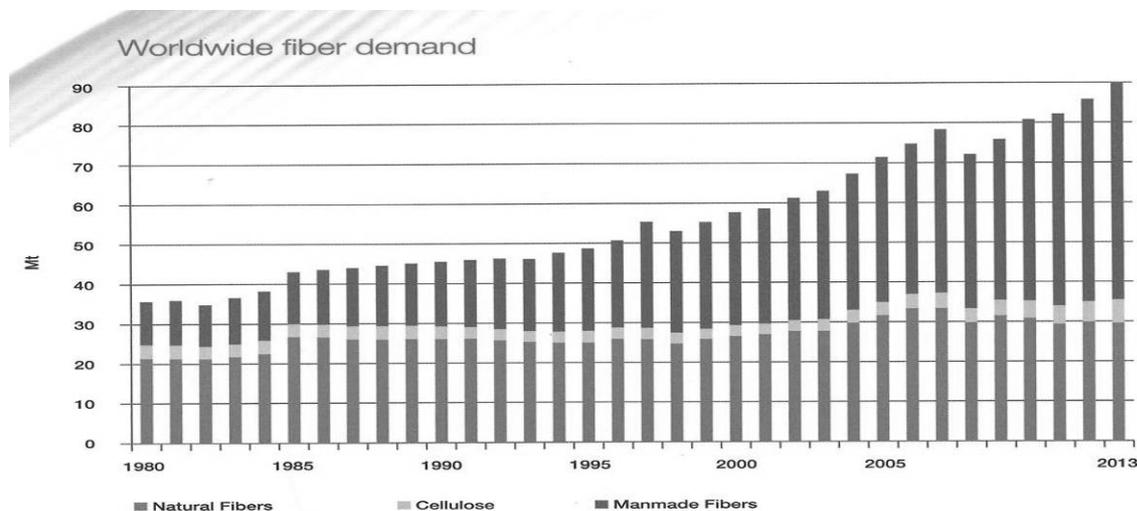


Рис. 1. Производство натуральных и химических волокон [1]

Текстильные материалы из натуральных волокон преимущественно востребованы потребителями ассортимента «Домашнего текстиля», которые должны создать комфорт и обеспечивать экологическую чистоту среды обитания человека. Текстильные материалы из химических волокон и нитей, как правило, востребованы потребителями ассортимента «Технического текстиля», к которым предъявляются требования определенных физико-химических свойств, при обеспечении безопасности их производства и использования.

Потребность в натуральных волокнах имеет устойчивую тенденцию роста, существенно превышающие темпы роста объемов их производства. Эта потребность обеспечивается за счет расширения использования в прядении смесей химических штапельных волокон и натуральных волокон. Причем, при выработке смесовой пряжи стремятся получить максимально однородную смесь, где натуральные и химические волокна равномерно распределяются по сечению пряжи [2,3,4,5]. Для эффективного решения этой задачи рекомендациями предусмотрены определенные ограничения на линейную плотность и длину химических волокон, используемых для смешивания с натуральными волокнами.

Использование химических волокон в прядении позволяет не только увеличить сырьевую базу отрасли, но и расширить ассортимент выпускаемых текстильных материалов, создать новый ассортимент, часто с уникальными свойствами, открыть новые ниши на рынке текстильных материалов. Вместе с тем, ассортимент пряжи из смеси натуральных и химических волокон ограничен возможностью их использования в ассортименте тканей и трикотажа.

При вложении химических волокон в смеси с натуральными меняются разрывные характеристики пряжи. На рис. 2 показан график изменения разрывных характеристик пряжи из смеси хлопковых волокон с вискозными и полиэфирными волокнами.

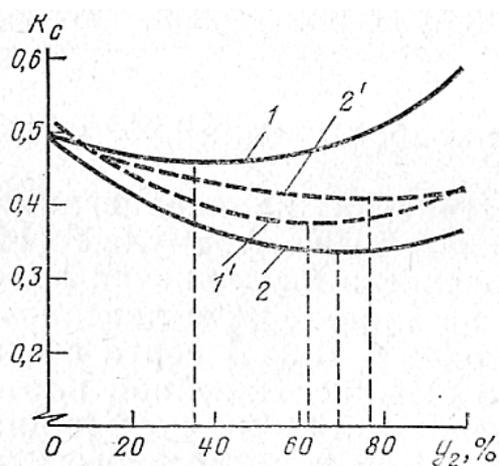
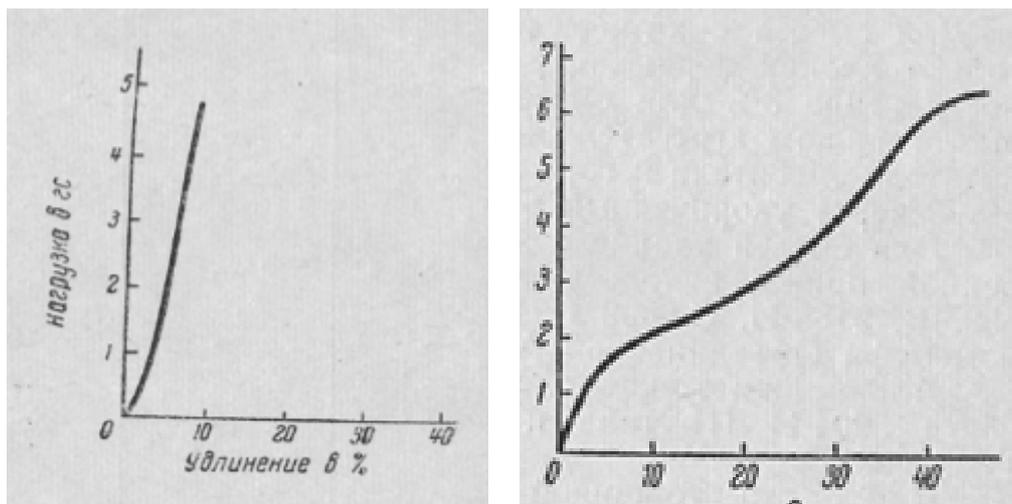


Рис. 2. График изменения разрывных характеристик пряжи из смеси разнородных волокон по К.И. Корицкому. (Кривые 1 и 2 – изменение коэффициента использования прочности волокон в пряже, кривые 1' и 2' разрывные удлинения пряжи)

Минимальное значение коэффициента использования прочности волокон в хлопко-вискозной пряже (кривая 1) соответствует вложению в смеси 35% вискозных волокон, а в хлопко-полиэфирной пряже (кривая 2) 69% полиэфирных волокон. Существенное падение прочности пряжи при вложении в смесь полиэфирных волокон происходит вследствие большой разницы в разрывных характеристиках хлопковых и полиэфирных волокон [3] (рис. 3).

Между тем, структура пряжи, даже классической кольцевой пряжи, далека от совершенства. Это отражается на ее свойствах [2; 5.]. Так, например, коэффициент использования прочности волокон в пряже составляет от 30 до 50%.



а) б)

**Рис. 3. Типичная диаграмма разрыва
а) хлопкового волокна, б) полиэфирного волокна [2]**

Особенность кольцевой пряжи – различная интенсивность кручения волокон в сечении пряжи. Можно показать, что между коэффициентом крутки диаметром пряжи имеется зависимость:

$$\alpha_T = \frac{K\sqrt{1000\gamma}}{2} d_{пр}, \quad (1)$$

где γ – объемная плотность пряжи, K – крутка пряжи.

Из этой формулы следует, что в центре пряжи коэффициент крутки равен нулю и возрастает до заправочной с приближением к наружному слою. Вместе с тем следует отметить, что при формировании пряжи сами волокна скручиваются вокруг своей оси. Причем, чем ближе к центру пряжи, тем сильнее волокна закручены. Так что волокна в центре пряжи получают деформацию кручения равную заправочной, не располагаясь по винтовой линии. В связи с этим, при растяжении пряжи, напряженное состояние волокон в сечении пряжи различно [5] (см. рис. 3) и основную нагрузку воспринимают наружные слои пряжи. Таким образом, прочностные характеристики кольцевой пряжи определяются свойствами волокон, расположенных в периферийных слоях.

Кольцевая пряжи имеет сложно-штопорную структуру, в которой отдельные волокна мигрируют от центра к периферии и обратно. Миграция волокон в сечении пряжи лишь частично связана с процессом вытягивания в вытяжном приборе. Основной причина такого поведения волокон связана с особенностями формирования пряжи из волокнистой мычки. Экспериментальные исследования с использованием меченных волокон подтверждают, что мычка на выходе из вытяжного прибора в основном сохраняет ручьистую структуру питающего продукта (ровницы), а в пряже меченные волокна мигрируют с внешних слоев пряжи в внутренние и обратно.

Разработка новых эффективных структур пряжи и технологии их производства является одним и важных направлений в развитии технологии прядения.

На кафедре текстильных технологий разработана технология раздельной переработки натуральных и химических волокон с последующим формированием пряжи двухслойной структуры. Разделение волокон на группы в зависимости от их свойств или их прядильной способности позволяет вырабатывать двухслойные структуры пряжи (рис. 4), в которых периферийные слои отражают потребительские свойства, а внутренний, стержневой слой – решают технологические, экономические и прочие производственные вопросы с учетом требований потребителей.

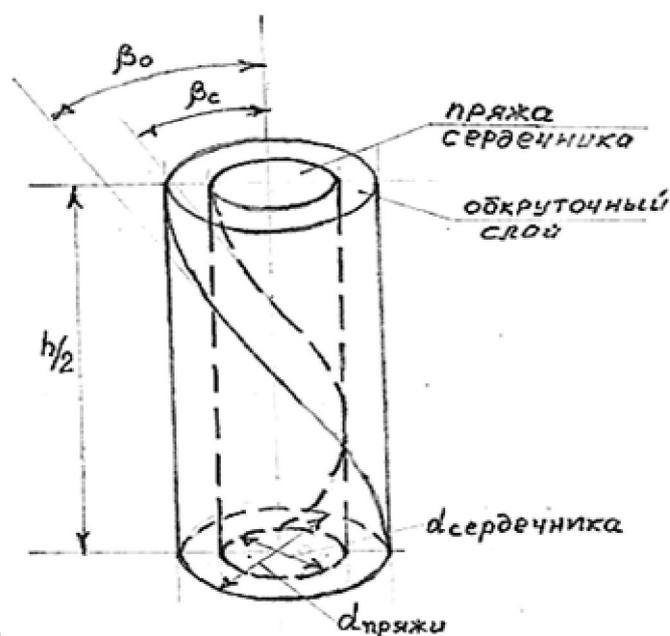


Рис. 4. Двухслойная структура пряжи

Учитывая, что при растяжении пряжи основную нагрузку воспринимают наружные слои пряжи, то есть прочностные характеристики пряжи определяются характеристиками волокон расположенных в периферийных слоях, во внутренних слоях пряжи можно располагать волокна – «наполнители», например, короткие волокна.

Технология выработки пряжи двухслойной структуры предусматривает отдельную переработку химических и натуральных волокон. При этом отсутствуют какие-либо ограничения на характеристики полиэфирных волокон, которые накладываются при смешивании волокон.

Исследования американских, немецких и советских (А.Н. Ванчиков) ученых показали, что оптимальная длина и линейная плотность волокон, обеспечивающие максимальную прочность пряжи [2], указаны в табл. 1.

Таблица 1. Оптимальные линейная плотность и штапельная длина химических волокон

Линейная плотность, мтекс ($N_{\text{тк}}$)	Штапельная длина, мм
415 (2400)	75 – 80
333 (3000)	65
167 (6000)	50
133 (7300)	40

На кафедре «Текстильные технологии» РГУ им. А.Н. Косыгина выработаны экспериментальные образцы двухслойной хлопко-полиэфирной и шерсто-полиэфирной (100 текс) пряж, в которых внутренний слой (сердечник) – полиэфирные волокна, наружный – натуральные волокна.

Для выработки двухслойной хлопко-полиэфирной пряжи (40 текс) использовались: полиэфирные волокна линейной плотностью 333 текс и штапельной длиной 65 мм.; хлопковые волокна из средневолокнистого (кардного) хлопка (60% хлопок; 40% полиэфирные волокна).

Для сравнительной оценки качества пряжи из средневолокнистого хлопка был выработан контрольный вариант хлопчатобумажной пряжи (100% хлопок).

Исследования показали, что двухслойная структура пряжи позволяет значительно улучшить качество пряжи: относительная разрывная нагрузка экспериментальной пряжи выше на 30-40%, неровнота по относительной разрывной нагрузке ниже в 1,5-1,7 раза, относительное разрывное удлинение пряжи выше более, чем 2 раза. Выработка пряжи проходила без обрывов, что подтверждает высокую устойчивость процесса прядения при использовании полиэфирного сердечника.

Материальные потоки в прядильном производстве имеют следующие особенности [4;5;6;7]. В гребенной системе прядения выделяемые отходы для достижения высокого качества пряжи передаются и успешно используются для переработки в смесях кардной системы прядения. В кардной системе прядения отходы после очистки возвращаются в переработку как обраты производства, хотя известны более эффективные варианты, когда эти отходы передаются для переработки в аппаратной системе прядения, либо в производстве нетканых материалов. Отходы аппаратной системы прядения это либо обраты производства, либо добавки к смесям для производства нетканых материалов.

В гребенной системе прядения шерсти гребенные очесы являются отходами и не используются. Между тем, гребенные очесы высококачественные волокна, единственный недостаток которых – малая длина волокон. Разработана технология выработки пряжи двухслойной структуры, в которой внутренний слой – смесь гребенных очесов и полиэфирных волокон (50%:50%), а наружный слой – чистшерстяные волокна.

Выработан опытный образец пряжи, который подтвердил высокую эффективность предложенной технологии. При сохранении прочностных показателей, экспериментальная пряжа имеет более высокое разрывное удлинение.

Двухслойная структура пряжи позволяет значительно расширить использование химических волокон при максимальном сохранении ценных потребительских свойств шерстяных волокон.

Список литературы

1. Andreas Engelhard. The Fiber Year. Fibers and filaments, the experts' magazine, no.18 may 2014.
2. Ваничков А.Н., Справочник по переработке химических волокон по хлопчатобумажной системе. – М.: Легкая индустрия, 1970.
3. Корицкий К.И. К вопросу проектирования прочности и разрывного удлинения пряжи из разных волокон // Известия ВУЗов. 1961. №1.
4. Гусев В.Е. Химические волокна в текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1971.
5. Разумеев К.Э. Проектирование шерстяной гребенной ленты и пряжи на основе инструментального определения свойств невыттой шерсти. – М.: «Оргсервис-2000», 2005.
6. Симонян В.О. Практикум по логистике: учебное пособие. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2012.
7. Симонян В.О., Галкин В.Ф., Дмитриев О.Ю., Тарасов В.Л. Проектирование технологии производства хлопчатобумажной пряжи: учебное пособие. - М.: Инфра М. 2017.+доп.материалы [Электронный ресурс: режим доступа <http://www.znaniium.com>].

УДК 687.1

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ЛЮДЕЙ, НАХОДЯЩИХСЯ
В ИНВАЛИДНОЙ КОЛЯСКЕ
THE PECULIARITIES FOR DESIGNING CLOTHES FOR DISABLED PEOPLE**

**Ольга Владимировна Пищинская, Эмилия Николаевна Чулкова
Olga Vladimirovna Pischinskaya, Emilia Nikolaevna Chulkova**

*Новосибирский технологический институт (филиал) РГУ им. А.Н. Косыгина, Россия,
Новосибирск*

*Novosibirsk Technological Institute (branch) the Kosygin State University of Russia, Russia,
Novosibirsk*

(e-mail: pischinskay@mail.ru)

Аннотация: Рассмотрены некоторые особенности разработки конструкций плечевой одежды для людей, находящихся в инвалидной коляске.

Abstract: Some peculiarities of the development of the designs of shoulder clothes for people in a wheelchair were researched.

Ключевые слова: конструкция одежды, люди с ограниченными возможностями.

Keywords: clothing design, disabled people.

К созданию одежды для людей с ограниченными возможностями передвижения, в том числе и при помощи кресла-коляски, предъявляются особые требования, определяемые образом их жизни. У человека, находящегося в положении «сидя», другие визуально воспринимаемые пропорции фигуры. При моделировании такой одежды особенно важна эстетика, соответствие направлениям моды. Одежда для людей с ограничениями передвижения должна выступить в качестве стимулятора психической активности, инициативы, перемен и разнообразия в образе жизни человека. Эстетическая роль одежды состоит в ее способности доставлять человеку чувственно-эмоциональное удовлетворение собственной гармонией с внешней средой, внешним видом и личностью человека, что очень важно для данной категории потребителей. Обычная одежда серийного выпуска может быть неудобной в эксплуатации, вызывать физический и психологический дискомфорт. Психофизиологические показатели – это показатели соответствия одежды физиологическим свойствам и психологическим особенностям человека. Это показатели обеспечения удобства надевания и снятия одежды, удобства пользования отдельными элементами одежды. Вопрос их выбора может быть решен на стадии предварительных исследований проектной ситуации путем проведения маркетинговых исследований по изучению требований и предпочтений потребителей спецодежды [1].

В изделиях для людей, находящихся в инвалидной коляске, необходимо учитывать специфические требования к конструкции: к форме и параметрам горловины, виду и покрою рукавов, расположению и конструкции застежек, размещению декоративно-функциональных элементов. Особые требования предъявляются к низу рукавов, они не должны попадать в колеса, путаться при движении и пачкаться.

В одежде для людей с ампутацией нижних конечностей показатель эргономичности определяется рациональностью расположения и надежностью функционирования застежки, гладкостью поверхности подкладки, доступное расположение карманов.

Наиболее важными показателями эргономики могут считаться показатели антропометрического соответствия из-за наличия отклонений от условно-типового телосложения, связанных с патологическими изменениями опорной поверхности и осанки.

В процессе проектирования одежды на морфологически измененные фигуры людей с ограниченными возможностями по здоровью, как правило, важное место отводится способам задания антропометрических данных с последующим отражением их в конструкции одежды. Получение достоверных сведений о нарушениях опорной поверхности тела или отклонениях в способах передвижения человека позволяет конструктору одежды учитывать эти отличия от условно-типовых фигур.

При построении базовых конструкций для людей, находящихся в инвалидных креслах, следует учитывать динамические характеристики человека. В положении «сидя» динамические изменения или динамические эффекты будут происходить при отведении рук вперед и назад, при сгибании и разгибании их в локтевом суставе и при наклоне туловища вперед. Для определения динамических эффектов предлагается выполнять следующие измерения:

- Шг.в, Шс.в - ширина груди, ширина спины, когда руки согнуты и направлены вперед;
- Шг.н, Шс.н - ширины груди, ширины спины, при этом руки согнуты, отведены назад и лопатки максимально сближены;
- Др.зап.д - рука согнута в локтевом суставе, измеряется от плечевой точки через выступающую точку локтевого сустава до запястья;
- Др.зап.с – от точки основания шеи сбоку через плечевую точку до линии обхвата запястья;
- Дтс.д - туловище наклонено вперед, руки и голова опущены вниз; измеряется от линии талии сзади до точки основания плечевого шва параллельно позвоночнику;
- Впк.д - туловище наклонено вперед, руки опущены вниз; измеряют от линии талии сзади до конечной точки плечевого шва.

Конструкция изделия должна обеспечивать заданную форму, сокращение конструкторских работ, в технологии изготовления должны применяться наиболее прогрессивные методы обработки. Проведенный анализ эксплуатации одежды людьми с особенностями телосложения и передвигающихся в креслах-колясках, позволил выявить систему эргономических требований к одежде:

- одежда на сидячем человеке должна соответствовать форме и размерам его нижней части тела;
- одежда людей с ограниченными возможностями по здоровью должна обеспечить им удобство ее надевания и снятия;
- необходимо обеспечение удобства пользования определенными функциональными элементами в одежде;
- устранение риска попадания одежды в рабочие детали инвалидного кресла;
- одежда должна предотвратить повреждение кожных покровов из-за трения швов с телом в местах длительного контакта с инвалидным креслом;
- исключение излишних заломов и складок на поверхности сидения;
- возможность изменения плотности облегания изделия с учетом полнотной группы потребителя.

Современная функционально-эстетическая одежда - это сложная инженерная конструкция, которая позволяет инвалиду, с одной стороны, обслуживать себя самостоятельно или с минимальной помощью, а с другой стороны, внешне выглядит эстетично и не отличается от обыкновенных повседневных костюмов, и при этом она снабжена функциональными элементами, которые упрощают ее использование. Функциональными элементами одежды для людей с ограниченными возможностями передвижения называются элементы, которые обеспечивают снятие и надевание одежды.

Одним из функциональных элементов, обеспечивающих самостоятельное одевание одежды инвалидом, является контактная лента «Велькро» в сочетании с различными конструктивными решениями изделий. Ее можно располагать в боковых, средних, локтевых швах плечевых и поясных изделий.

Застежка-молния состоит из двух рядов звеньев, укрепленных на полосках ленты, замка, который при передвижении замыкает или размыкает звенья, и ограничителя хода замка. Ограничитель хода замка бывает разъемным или неразъемным. Для адапционной одежды используют преимущественно замки с неразъемным ограничителем. Можно располагать во всю длину в боковых швах брюк, для изготовления одежды инвалидам -колясочникам. Использование колец пластмассовых или силиконовых, обшитые тканью верха, служат для облегчения захвата протезом руки или кисти деталь изделия для расстегивания и застегивания застежки, для надевания верхней одежды и брюк. Наибольшее предпочтение отдается застежке «велькро», магнитной застежке, кнопкам и застежке-молнии, так как именно они позволяют быстро и без лишних движений снимать и надевать одежду (рис.1).



Рис. 1. Функциональные элементы одежды для инвалидов-колясочников, которые обеспечивают выполнение человеком различных реабилитационных мероприятий, в том числе снятие и надевание одежды

Одежда, приспособленная к инвалидам, по эстетическим показателям не должна отличаться от обычной современной одежды, а в функциональном отношении должна позволять пользоваться ею самостоятельно или облегчить постороннюю помощь. Это обеспечит повышение уровня психофизической реабилитации и социально-бытовой адаптации инвалидов. Изучение потребительских предпочтений путем выполнения социологических исследований позволит создавать конкурентоспособные изделия специального назначения с максимальной функциональной защитой и комфортностью.

Список литературы

1. Пищинская О.В. Использование результатов маркетинговых исследований для обоснования функционально-конструктивного решения специальной одежды // Технологии и материалы в производстве инновационных потребительских товаров: сб. науч. статей к 80-летию со дня рождения В.А. Фукина. М., Изд-во: ФГБОУ ВО "Московский государственный университет дизайна и технологии", 2015. С. 99-103.
2. Пищинская О.В. Особенности конструкции плечевого изделия для мужчин в положении «сидя» / Э.Н. Чулкова, А.Ю. Зотова // Изделия легкой промышленности как средства повышения качества жизни лиц с ограниченными возможностями по здоровью: практические решения: с. науч. статей. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2017. С. 109-113.

УДК 687.12: 153

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНФЕССИОНАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ DESIGN FEATURES CONFESSIOAL CLOTHING

Любовь Викторовна Золотцева, Елена Владимировна Холоднова
Lyubov Viktorovna Zolottseva, Elena Vladimirovna Holodnova

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: LVZolottseva@yandex.ru; ev-xolodnova @yandex.ru)

Аннотация: Рассмотрены особенности процессов проектирования конфессиональной одежды, сформулированы направления исследований по разработке эффективных методов конструирования и технологии облачений священнослужителей Русской Православной церкви, обоснована актуальность научных подходов к созданию одежды с использованием элементов национальных традиций.

Abstract: The features of design processes confessional clothing, formulated directions for the development of effective design methods and technologies vestments of priests of the Russian Orthodox Church, substantiates the relevance of scientific approaches to the creation of clothes with elements of national traditions.

Ключевые слова: конфессиональная одежда, метод конструкция, технология, изготовление, качество, изделие.

Keywords: confessional clothing, method, design, technology, manufacturing, quality, product.

Одежда – это одно из важнейших проявлений самобытной культуры народа. Культурные ценности являются фундаментом воспитания молодежи. В РГУ им. А.Н. Косыгина искусству создания одежды обучаются студенты из разных регионов нашей многонациональной и многоконфессиональной страны. В дальнейшем, эти представители молодого поколения, будет вносить свой вклад в создание общего культурного пространства России используя полученные знания об исторических и национальных традициях. Помимо большого числа культур и языков в России присутствует множество различных вероисповеданий. Все виды религий своими традициями отражают историю жизни человечества, особенности быта, взаимоотношения между людьми. Они являются носителями моральных норм, ценностей и идеалов общества. Во многих конфессиях, в том числе и в Русской Православной Церкви (РПЦ), служители используют при богослужениях особые священные одежды. Сформировавшийся современный облик предметов конфессиональной одежды – это плод исторического и культурного развития многих поколений в контексте национального самосознания, что подтверждается отличием и одновременно взаимозаменяемостью русских и греческих облачений, внешней схожестью одежд мусульман разной национальной принадлежности, яркой индивидуальностью атрибутов некоторых восточных религий.

Актуальность внимания к данной тематике обусловлена отсутствием научных и качественных практических разработок в области создания одежды духовенства. Одним из важнейших проявлений социальных преобразований нашей эпохи является активное возрождение церковной жизни. Происходит восстановление старых и открытие новых приходов, увеличивается численность духовных лиц и возрастает спрос на повседневные и богослужебные облачения. Промышленные предприятия по выпуску церковной одежды практически отсутствуют, такую одежду производят в небольших мастерских. Качество изделий и их трудоёмкость зависят от квалификации и опыта мастеров-ремесленников, которые трудятся при хра-

мах. Возрастающий спрос на церковную одежду и облачения требует увеличения производства. Предметы облачений отличаются сложными пакетами материалов, оригинальной конструкцией и спецификой технологических решений. Кустарные методы изготовления характеризуются значительной долей ручного труда, а изделия – неудовлетворительным качеством.

В нашей стране и за рубежом не существует центров, на базе которых проводилась бы подготовка профессиональных специалистов по созданию облачений священнослужителей и предметов текстильного убранства храмов. Кафедра художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий РГУ имени А.Н. Косыгина осуществляет исследования и разработки в области церковного шитья, отвечающие современному уровню развития технологий. Научно-исследовательская работа направлена на разработку процессов создания облачений, отличающихся малой трудоёмкостью изготовления, минимальными затратами материалов и высоким качеством изделий. Полученные научно-практические результаты служат базой подготовки профессиональных специалистов по созданию конфессиональной одежды. Под руководством опытных преподавателей студенты и магистранты разрабатывают церковную одежду с учётом канонов разных религиозных направлений. Созданы макетные и выставочные образцы одежды для священнослужителей Русской Православной Церкви (РПЦ), армянских и греческих облачений. Работа ведётся в следующих направлениях:

- формирование и поэтапное развитие новых знаний предметной области создания одежды духовенства;
- консолидация творческих сил специалистов в области церковного шитья с целью изучения и развития национальных традиций;
- разработка методов проектирования технологии одежды для духовенства;
- исследование состава и свойств пакетов материалов, применяемых для изготовления церковной одежды, поиск новых материалов с заданными свойствами;
- исследование и систематизация способов конструктивного моделирования традиционной одежды православного духовенства;
- разработка методов изготовления одежды для духовенства;
- разработка информационных технологий производства церковной одежды;
- разработка пакетов прикладной нормативно-технической документации процесса промышленного производства облачений священнослужителей разных конфессий.

Особенностью одеяний духовенства Русской Православной Церкви является то, что процессы их проектирования и изготовления должны осуществляться с обязательным соблюдением требований канонов, символики и традиций. В силу исторических обстоятельств во многом были утрачены принципы формирования системы «облачение – отделка – материал», в результате чего, отсутствует взаимосвязь между художественным, конструкторским и технологическим решениями изделий. Это приводит к низкой технологичности продукции и снижению эстетических показателей ее качества. Научные разработки по данной проблематике практически отсутствуют. Отдельные сведения о видах облачений для духовенства содержатся в богословской литературе. Однако в информационных источниках невозможно найти полноценную и исчерпывающую информацию о методах проектирования и процессах изготовления швейных изделий церковного назначения.

Христианство в России имеет более чем тысячелетнюю историю. Выбор Святого равноапостольного князя Владимира православного вероисповедания для своего народа во многом был обусловлен рассказом его послов, приехавших из Византии, которые были поражены красотой богослужения в константинопольском храме Святой Софии. Многие изменились в жизни русского народа со времён Крещения Руси, но одно осталось неизменным: убранство наших православных храмов поражает своим великолепием и даёт ощущение благодати.

Одежда духовенства имеет несколько названий: одеяния, облачения, ризы. Иногда эти названия употребляются как синонимы, иногда имеют различный смысл. Это объясняется тем, что Церковь сохранила многие обороты речи, которые в настоящее время вышли из светского употребления. Одеяния духовенства – это совокупность предметов одежды духовных лиц. Одно одеяние – это отдельный предмет одежды, элемент костюма. Облачение – это костюм духовного лица определённого звания. Ризы – это верхние богослужебные литургические одеяния духовенства. Одежда духовенства РПЦ в зависимости от ее назначения подразделяется на повседневную и богослужебную. Структура состава служителей построена по иерархическому принципу. Архиерейские облачения отличаются от диаконских и иерейских, одеяния монахов – от одеяний «белого» духовенства, а женские одеяния – от мужских изделий. Каждому духовному лицу свойственно ношение определённых одеяний, в зависимости от места в церковной иерархии. Костюм духовного лица является носителем информации о сане или звании носчика. В комплекты одежды для священнослужителей входят предметы, перечень которых утверждён канонами церкви.

Огромное значение в создании облачений для духовенства имеет символика. В рамках научных исследований, которые проводятся на кафедре художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий, систематизирована классификация требований символики одежды духовенства, которые определяют соответствие изделий церковному укладу и особенностям деятельности духовных лиц. Выявлено, что символами являются как полный костюм священнослужителя (комплект облачения), так и каждый предмет и элемент. Например, диаконское облачение – символ ангельских одежд. Каждый предмет этого костюма, например, стихарь – символ несшитого хитона Иисуса Христа. Элементы предмета облачений, например, отделка галунами на рукавах стихаря и по низу изделия знаменует узы связанного Христа. Материалы, из которых изготовлены предметы облачений, могут символизировать сияние Христа. Эти требования являются приоритетными при выборе художественно-конструктивных решений предметов облачений.

Для решения поставленных задач разработана концепция процесса проектирования и изготовления облачений духовенства РПЦ. В концепции объединены два подхода к характеристике предметов облачений. Во-первых, учитывалось то, что церковная одежда является необходимым атрибутом при совершении религиозных действий и её изготовление осуществляется по специальным правилам, содержащим информацию о канонах, традициях и символике. Во-вторых, установлено, что предметы облачений относятся к текстильным изделиям, поэтому концепция включает разработку способов и методов конструкции и технологии швейных изделий. Разработанная концепция процесса проектирования технологии облачений позволила определить круг системно-информационных и эвристических элементов, которые необходимы для проектирования одежды духовенства с учётом использования возможностей современного промышленного производства.

На основе изучения религиозных традиций и канонов разработана конструкция предметов облачений и храмового убранства. В частности, создана конструкция и технология монашеской женской одежды, которая легко воспроизводима и может быть представлена в моделях современной бытовой одежды, соответствующих стандартам и направлениям мировой моды. Разработанная технология конфессиональной одежды предусматривает использование промышленного оборудования и автоматизированного проектирования на базе применения информационных технологий [2]. Принципы проектирования облачений духовенства, а также современной светской одежды с использованием элементов национальных традиций, внедрённые в учебный процесс, способствуют воспитанию молодых людей в духе уважения к своей духовной, исторической и культурной принадлежности. Воспитание, которое отражает народные традиции как опыт концентрированного выражения культурных основ общества, призвано развивать у молодежи патриотические чувства к истории и историческим

символам, традициям и символике своей Родины и стимулировать проявление духовности и нравственности по отношению к наследию предметов быта и одежды народов России.

Список литературы

1. Золотцева Л.В., Афолина, Н.Я., Холоднова Е.В., Бертман Н.В. Разработка метода проектирования одежды духовенства Русской Православной церкви // Дизайн и технологии. 2015. №47(89). С. 41 – 46.

2. Золотцева Л.В., Бертман Н.В., Афолина Н.Я. Разработка метода комплексного проектирования женской профессиональной одежды //Дизайн и технологии. 2016. № 47. С. 42 – 46.

УДК 677.314.022.043.3

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ АППАРАТНЫХ И КАМВОЛЬНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ШЕРСТЯНОЙ ОТРАСЛИ THE ANALYTICAL STRENGTH PROPERTIES DESIGN OF HARDWARE AND WORSTED COMPOSITES FOR WOOL INDUSTRY

**Нина Сергеевна Скуланова, Татьяна Федоровна Цепенюк
Nina Sergeevna Skulanova, Tatiana Fyodorovna Tsepenuk**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва*

The Kosygin State University of Russia, Moscow

(e-mail: prydenieskulanova@mail.ru; prydenieskulanova@mail.ru)

Аннотация: Проведено аналитическое проектирование свойств аппаратных и камвольных смесей для предприятий шерстяной отрасли для тонкой, полутонкой, полугрубой шерсти. Используются теоретические методы проектирования для основных групп современной классификации смесей.

Abstract: The analytical strength design of hardware and worsted composites for thin, half-thin and half-coarse wool for wool industry was held. The theoretical methods of design for major groups modern of composites classifications were used

Ключевые слова: Камвольная пряжа, аппаратная пряжа, смеси, шерсть.

Keywords: worsted yarn, hardware yarn, composites, wool.

В настоящее время на предприятиях шерстяной отрасли в аппаратной и камвольной системе прядения проектирование смесей проводится по уточненным классификациям ЦНИИ шерсти в соответствии с ГОСТом 30702-2000 на шерстяное волокно. Это позволяет повысить качество технологического процесса, выработать пряжу малых линейных плотностей для создания тканей современных структур. В зависимости от тонины шерсти по типовым нормативам в уточненной классификации суконных смесей установлены шесть чистошерстяных групп и десять групп с вложением химических волокон до 40% и более 40% для тонкой, полутонкой, полугрубой, грубой шерсти, в камвольной системе прядения установлены четыре чистошерстяные группы и пятнадцать групп с вложениями вискозного, лавсанового и нитронового волокна. [1,2,3,4,5]. Смеси новой уточнённой классификации не имеют прогнозов по прочностным свойствам пряжи, оптимальным значениям смеси, не связаны с определением минимальной линейной плотности пряжи в зависимости от неровноты по линейной плотности, коэффициента использования прочности волокон в пряже, коэффициента скольжения и жесткости волокон в смеси. В работе впервые проведены аналитические расчеты прочности аппаратной и камвольной пряжи по уточнённой классификации с использо-

ванием аналитического метода проектирования проф. В.П. Щербакова для всех групп классификации смесей [2]. Коэффициент скольжения волокон определен по формуле:

$$k_c = 1 - \frac{2}{3 \cdot \bar{l}_B} * \sqrt{\frac{d_B Q}{2\mu(1 - \cos^2 \beta)}}, \quad (1)$$

где \bar{l}_B – средняя длина волокна, d_B – диаметр волокна, Q – длина волны миграции, μ – коэффициент трения между волокнами, β – угол кручения.

Коэффициентом реализации средней прочности волокна в пряжи определен по формуле:

$$k = \frac{(a * e)^{\frac{1}{\alpha}}}{\Gamma(1 + \frac{1}{\alpha})}, \quad (2)$$

где α – параметры распределения Вейбулла прочности волокон, $\Gamma(x)$ – гамма функция Эйлера.

Прочность волокна, пересчитанная на длину волокна, определялась по формуле:

$$\bar{P}_B(l) = P_* \left(\frac{l_0}{l}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \Gamma(1 + \frac{1}{\alpha}). \quad (3)$$

Прочность пряжи вычислена по формуле:

$$\bar{P}_* = \bar{P}_B(l) * m_i * (\sum_n^1 e_i) * k * k_c * \langle \cos \vartheta \rangle, \quad (4)$$

где $\bar{P}_B(l)$ – средняя прочность волокон длиной l , сН, m_i – число волокон наиболее жесткого компонента, $\sum_n^1 e_i$ – сумма соотношения жесткостей к наиболее жесткому компоненту, k – коэффициент реализации средней прочности волокон в пряже, k_c – коэффициент скольжения волокон в пряже, $\langle \cos \vartheta \rangle$ – усредненный косинус угла кручения.

В аппаратной системе прядения для десяти групп классификации смеси тонкой шерсти 21 мкм, полутонкой 26 мкм, полугрубой 30-33 мкм шерсти определены границы изменения линейной плотности пряжи 100 текс (80-45 текс); жесткости компонентов смеси: 2094 сН-5628сН; коэффициентов реализации прочности волокон в пряже 0,57-0,9, прочности наиболее жесткого волокна в зависимости от его длины 4,2-17,3 сН, теоретической прочности одиночной аппаратной пряжи 330 сН-780сН. Результаты расчетов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Данные расчета прочности аппаратной пряжи

Состав смеси	Долевое содержание компонента, %	Прочность волокна, сН	Удлинение волокна, %	Жесткость компонента, сН	Коэффициент скольжения	Коэффициент реализации средней прочности волокон	Сумма соотношения жесткостей волокон	Теоретическая прочность пряжи, сН
1-С Шерсть мериносая 64к, III дл., сорн., (M21IIIмз)	100	6,19	26,9	3566,73	0,916	0,576	1	329,72
2-С Шерсть мериносая 64к, III дл., сорн., (M21IIIмз)	72,5	6,19	26,9	2531,23	0,916	0,576	1,47	344,07
2-С Очес камвольный 64к, III дл.	27,5	6,43	21,6	1190,74				
2.1-С Шерсть мериносая 64к, III дл., сорн., (M21IIIмз)	75	6,19	26,9	2738,33	0,916	0,576	1,736	439,52
2.1-С Капроновое волокно	25	13,72	27,9	2016,20				
2.2-С Шерсть мериносая 64к, III дл., сорн., (M21IIIмз)	55	6,19	26,9	2094,02	0,916	0,612	1,546	592,56

2.2-С Капроновое волокно	45	13,72	27,9	3835,70				
3-С Шерсть полутонкая помесная 58к - 56к, III дл., сорн., (Пт/П26-28Шмз)	100	7,93	25,7	3887,86	0,915	0,624	1	398,3
3.1-С Шерсть полутонкая помесная 58к - 56к, III дл., сорн., (Пт/П26-28Шмз)	75	7,93	25,7	3054,75	0,915	0,624	1,644	514,47
3.1-С Капроновое волокно	25	13,72	27,9	1967,03				
3.2-С Шерсть полутонкая помесная 58к - 56к, III дл., сорн., (Пт/П26-28Шмз)	55	7,93	25,7	2159,92	0,915	0,612	1,627	599,95
3.2-С Капроновое волокно	45	13,72	27,9	3442,29				
4-С Шерсть кроссбредная 50к - 48к, III дл., сорн., (К30-33Шмз)	100	21,80	27,5	5628,36	0,909	0,664	1	708,97
4.1-С Шерсть кроссбредная 50к - 48к, III дл., сорн., (К30-33Шмз)	75	21,80	27,5	4122,18	0,909	0,664	1,298	674,1
4.1-С Капроновое волокно	25	13,72	27,9	1229,39				
4.2-С Шерсть кроссбредная 50к - 48к, III дл., сорн., (К30-33Шмз)	55	21,80	27,5	3012,36	0,909	0,664	1,735	779,44
4.2-С Капроновое волокно	45	13,72	27,9	2212,9				

Аналитическое проектирование составов смеси позволяет прогнозировать прочностные свойства аппаратной пряжи при изменении долевого содержания в смесях шерсти различной тонины 15 мкм; 21-23 мкм; 23-28 мкм; 26-28 мкм; 30-33 мкм и химических волокон.

В камвольной системе прядения для десяти основных групп уточненной классификации для тонкой, полутонкой и полугрубой шерсти (22 мкм; 24 мкм; 30 мкм;) и нитронового волокна для пряжи линейной плотности 19-42 текса определены границы изменения минимальной линейной плотности пряжи, жесткости волокон в смеси 41 сН-79сН; коэффициентов реализации прочности волокон в пряже 0,8-0,6; коэффициентов скольжения 0,97-0,98; прочности наиболее жесткого волокна в зависимости от его длины 7,5сН- 14,1 сН; теоретической прочности одиночной камвольной пряжи 96сН-282,3сН. Результаты расчетов представлены в табл. 2.

Таблица 2. Данные расчета прочности камвольной пряжи

Состав смеси	Долевое содержание компонента, %	Прочность волокна, сН	Удлинение волокна, %	Жесткость волокна, сН	Коэффициент реализации средней прочности волокон	Коэффициент скольжения волокон	Прочность одиночного волокна наиболее жесткого компонента, сН	Теоретическая прочность одиночной пряжи, сН
1-К Шерсть мериносовая 64к, I дл., сорн., (М22Iмз)	100	8,5	34,25	41,505	0,833	0,977	7,633	96,256
1-К Шерсть мериносовая 64к, I дл., сорн., (М22Iмз)	100	8,5	34,25	41,505	0,833	0,976	7,633	108,212
1-К Шерсть мериносовая 64к, I дл., сорн., (М22Iмз)	100	8,5	34,25	41,505	0,833	0,974	7,632	157,586

1.3-К Шерсть мериносовая 64кI сор., (M22Iмз).	50	8,5	34,25	41,262	0,833	0,98	7,555	105,32
1.3-К Нитроновое волокно	50	12,65	35	54,06				
1.3-К Шерсть мериносовая 64кI сор., (M22Iмз).	50	8,5	34,25	41,262	0,833	0,98	7,557	121,7
1.3-К Нитроновое волокно	50	12,65	35	54,06				
1.3-К Шерсть мериносовая 64кI сор., (M22Iмз).	50	8,5	34,25	41,262	0,621	0,978	10,682	162,4
1.3-К Нитроновое волокно	50	12,65	35	54,06				
2-К Шерсть мериносовая 64к, I дл., сорн., (M24Iмз)	100	8,98	35,00	46,31	0,571	0,975	6,768	173,9
2.3-К Шерсть мериносовая 64кI сор., (M24Iмз).	50	8,98	35,00	46,31	0,621	0,973	11,71	261,2
2.3-К Нитроновое волокно	50	12,65	35	79,06				
3-К Шерсть кроссбредная 50к, I дл., сорн., (K30Iмз)	100	13,73	38,5	66,65	0,793	0,975	14,049	248,7
3.3-К Шерсть кроссбредная 50к, I дл., сорн., (K30Iмз)	50	13,73	38,5	66,65	0,621	0,976	10,987	282,3
3.3-К Нитроновое волокно	50	12,65	35	54,06				

Теоретические расчеты с использованием нового метода позволяют прогнозировать прочностные свойства камвольной пряжи в диапазоне 19-42 текса при варьировании долевого вложения нитронового волокна [1;3].

Выводы

1. Проведено аналитическое проектирование прочностных свойств аппаратных и камвольных смесей для предприятий шерстяной отрасли и разработаны инновационные методы проектирования смеси.

2. Теоретически установлены диапазоны изменения минимальной линейной плотности пряжи, коэффициентов использования прочности волокон в пряже, коэффициентов скольжения для проектирования составов смеси при изменении долевого вложения тонкой, полутонкой, полугрубой шерсти и химических волокон в соответствии с уточненной классификацией смеси.

Список литературы

1. Скуланова Н.С., Попова Е.Р. и др. Аналитическое проектирование прочности камвольной пряжи линейной плотностью 19-42 текс. // Хим. волокна. 2015. №6. С. 83-86.
2. Щербаков В.П., Скуланова Н.С. Аналитические методы проектирования нити и пряжи. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2007. 73 с.
3. Скуланова Н.С., Попова Е.Р. и др. Аналитический расчет прочности скрученной камвольной пряжи // Хим. волокна. 2016. №1. С. 55-57.

4. Скуланова Н.С., Попова Е.Р., Колесников Ю.П. Теоретический расчет прочности аппаратной пряжи с оптимальным вложением в смеси полиамидных волокон //Хим. волокна. 2011. №2. С. 23-25.

5. Скуланова Н.С., Колесников Ю.П., Попова Е.Р. Проектирование прочностных свойств пряжи с использованием полиакрилонитрильных волокон //Хим. волокна. 2011. №2. С. 26-28.

УДК 687.1

**ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ
GENERALIZED MODEL OF THE PROCESS OF PARAMETRIC DESIGNING
CLOTHESNTS**

**Варвара Владимировна Гетманцева, Елена Георгиевна Андреева
Varvara Vladimirovna Getmantseva, Elena Georgievna Andreeva**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: getmantseva@inbox.ru)*

Аннотация. В статье приведены результаты анализа процесса проектирования одежды, как параметрической вариабельной многофакторной системы. Рассмотрены параметры, используемые при проектировании внешней формы и конструкции изделий, и параметры, влияющие на процесс проектирования. Изложены основные этапы разработки обобщенной модели процесса параметрического проектирования одежды.

Abstract. The paper presents the results of the analysis of the process of designing clothes, as a parametric variable multifactorial system. It shows parameters used in the design of the external shape and design of the products and the parameters that affect the design process. It describes the main stages of the development of a generalized model of the process parametric design of clothing.

Ключевые слова: параметрическое проектирование одежды, внешняя форма одежды
Keywords: parametric design of clothing, the external shape of the garment

В условиях современного производства становится все более важным внедрение прогрессивных методов проектирования одежды, основанных на модернизации производства и предоставляющих возможность интеграции производителей как с региональными, так и с глобальными партнерами [1]. Для этого информационно-технологическое, методологическое и техническое обеспечения процесса проектирования должно соответствовать специфике организации производства [2]. Современный уровень и темпы развития техники позволяют реализовать процесс проектирования одежды в едином информационном пространстве посредством организации единой параметрической системы [3].

Автоматизация проектирования одежды связана с моделированием творческой деятельности конструктора в виртуальной среде, исследованием закономерностей описания объекта проектирования на всех этапах, изучением механизма поэтапного преобразования информации, анализом влияния разных факторов на процесс проектирования одежды.

Процесс проектирования и изготовления изделий является многофакторной стохастической системой, в которой изменение любого параметра меняет состояние системы и конечный результат процесса. *Структура* процесса художественного проектирования может быть отображена в виде этапов преобразования информации, включающей в себя совокуп-

ность параметров и правил, установленных в заданной предметной области (с учетом слабой формализуемости этих знаний).

Для разработки *структурной модели* процесса параметрического проектирования одежды были определены: совокупность элементов параметрического описания объекта проектирования (внутрисистемных параметров); методика взаимодействия и взаимовлияния внутрисистемных параметров; совокупность внешних факторов (влияющей параметрической информации); алгоритмы влияния внешних факторов на функционирование системы; методика функционирования процесса художественного проектирования как параметрической вариативной многофакторной системы; методы оценки результатов функционирования процесса параметрического проектирования одежды.

С целью определения структуры параметрической системы процесс проектирования одежды рассмотрен как две информационно взаимосвязанные и взаимозависимые составляющие: этап художественного проектирования (ХП) и этап конструктивного проектирования (КП) (рис.1). *Результатом процесса* параметрического проектирования является пакет графических документов, необходимых для изготовления образца.

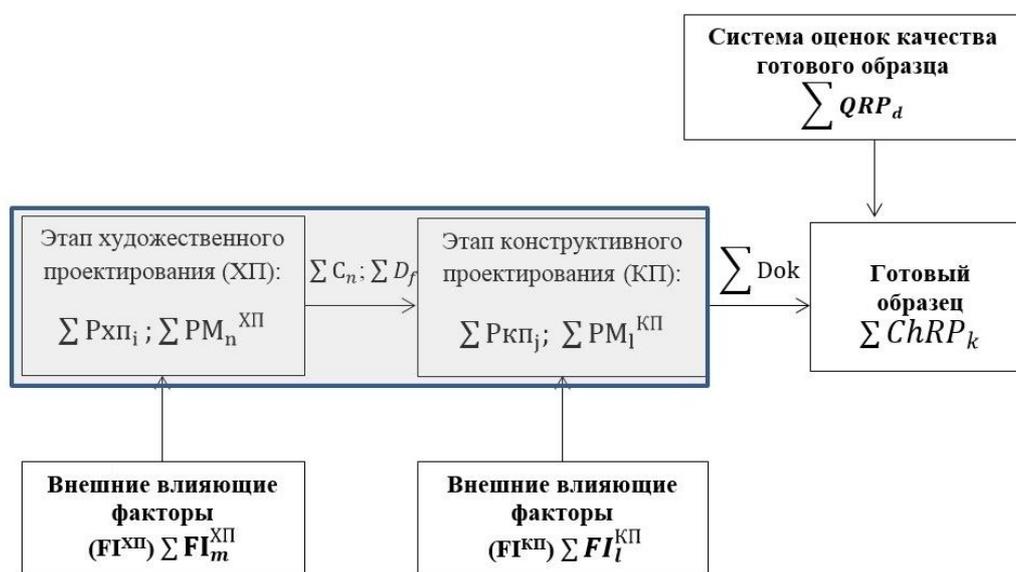


Рис. 1. Обобщенная модель процесса параметрического проектирования одежды

На этапе художественного проектирования определяется внешняя форма изделия и концепция внешнего образа [4]. Объектом, формируемым на этапе художественного проектирования, является виртуальный прототип изделия, описанный системой параметров и заданный графически в 3D пространстве [5].

Система параметров, описывающих объект на этапе художественного проектирования ($\sum P_{ХП_i}$) включает следующие параметры характеризующие:

- ❖ ассортиментную концепцию (*assortment*, $P_{as}^{ХП}$);
- ❖ используемые материалы и их свойства (*material properties*, $P_{mp}^{ХП}$),
- ❖ характер отделки и фурнитуру (*decoration*, $P_d^{ХП}$);
- ❖ конструктивно-композиционное решение модели (*external image model*, $P_{ei}^{ХП}$);
- ❖ варианты технологического решения (*technological decision*, $P_{td}^{ХП}$) и др.

На этапе конструктивного проектирования определяются технические и инженерные решения, с помощью которых идея модели может быть воплощена в заданном материале [6]. Объектом, формируемым на этапе художественного проектирования, является развертка пространственной формы изделия, заданная графически в 2D пространстве.

Система параметров, описывающих объект проектирования на этапе конструктивного проектирования ($\sum P_{кпj}$) включает параметры характеризующие:

- размерные признаки предполагаемого потребителя (*figure measurement*, $P_{fm}^{кп}$);
- конструктивно-композиционное решение модели (*external image model*, $P_{ei}^{кп}$);
- способы и приемы конструктивного решения модели (*methods for the preparation design*, $P_{md}^{кп}$);
- элементы технологического решения (*technological decision*, $P_{td}^{кп}$) и др.

Формирование графических отображений виртуального прототипа изделия на этапах художественного и конструктивного проектирования основано на методах параметрического моделирования (*parametric modeling*, PM). Параметрическая система проектирования одежды включает в себя информационно взаимосвязанные подсистемы графического изображения объекта проектирования: трехмерный (3D) эскиз и двухмерную (2D) развертку изделия [7]. На этапе формирования 3D эскиза используются методы моделирования внешней формы фигуры [8], [9] и пространственной формы изделия ($\sum PM_{\text{н}}^{кп}$). Построение развертки основано на инженерных методах построения развертки (конструирования) заданной пространственной формы изделия ($\sum PM_{\text{г}}^{кп}$).

Элементами 3D эскиза являются графический прообраз фигуры человека (виртуальный 3D манекен) и графический прототип внешнего образа модели одежды (3D модель изделия). Совокупность параметров, задающих описание 3D манекена, определяется системой размерных признаков. 3D модель изделия формируется на основе параметров, описывающих объект на этапе художественного проектирования. Элементами двухмерной развертки является исходная базовая конструкция и модельная конструкция изделия.

Системы параметров этапов художественного и конструктивного проектирования являются *внутренними* взаимосвязанными *параметрами* системы параметрического проектирования одежды. Характер взаимодействия и взаимовлияния внутренних параметров представлен в виде *модели преобразования внутренних параметров* (рис. 2), где:

- A_S – совокупность параметров преобразования элементов описания объекта проектирования в графическое отображение на этапе художественного проектирования;
- V_K – совокупность параметров преобразования элементов описания объекта проектирования в графическое отображение на этапе конструктивного проектирования;
- C_N – совокупность параметров преобразования элементов описания объекта проектирования на этапах художественного и конструктивного проектирования;
- D_F – совокупность параметров взаимосвязи графических моделей 3D эскиза и развертки изделия.

Внутренняя организация системы параметрического проектирования во многом определяется внешними влияющими факторами (*external influencing factors*, FI), изменение которых приводит к различным вариациям внутренних параметров и свойствам конечного продукта. В качестве внешних влияющих факторов выделены:

- социальный заказ;
- развитие и использование инновационных материалов;
- использование инновационных технологий проектирования;
- использование инновационных технологий производства;
- использование инновационных технологий изготовления изделий;
- требование качества ИСО.

В случае социального заказа значения ряда параметров, описывающих объект на этапе художественного проектирования, определяются однозначно или задаются ограничивающими условиями. Использование материалов с нанопокрытиями, с введением оптоволокна и других инновационных материалов требует учитывать их специфические свойства на этапе конструктивного проектирования при выборе вариантов конструктивного и технологического решений [10]. Использование инновационных технологий изготовления одежды, напри-

мер, в направлении clean tech, предполагает вариабельность, гибкость и мобильность процессов проектирования и производства, позволяющие интегрировать разные производственные структурные элементы. На внешнюю форму изделий влияют способы их изготовления, поэтому развитие таких новых технологий, как изготовление мультиаксиальных, цельновязанных, цельнотканых, цельноплетеных, композиционных изделий, предусматривает программирование основных характеристик изделия на этапе проектирования [11].

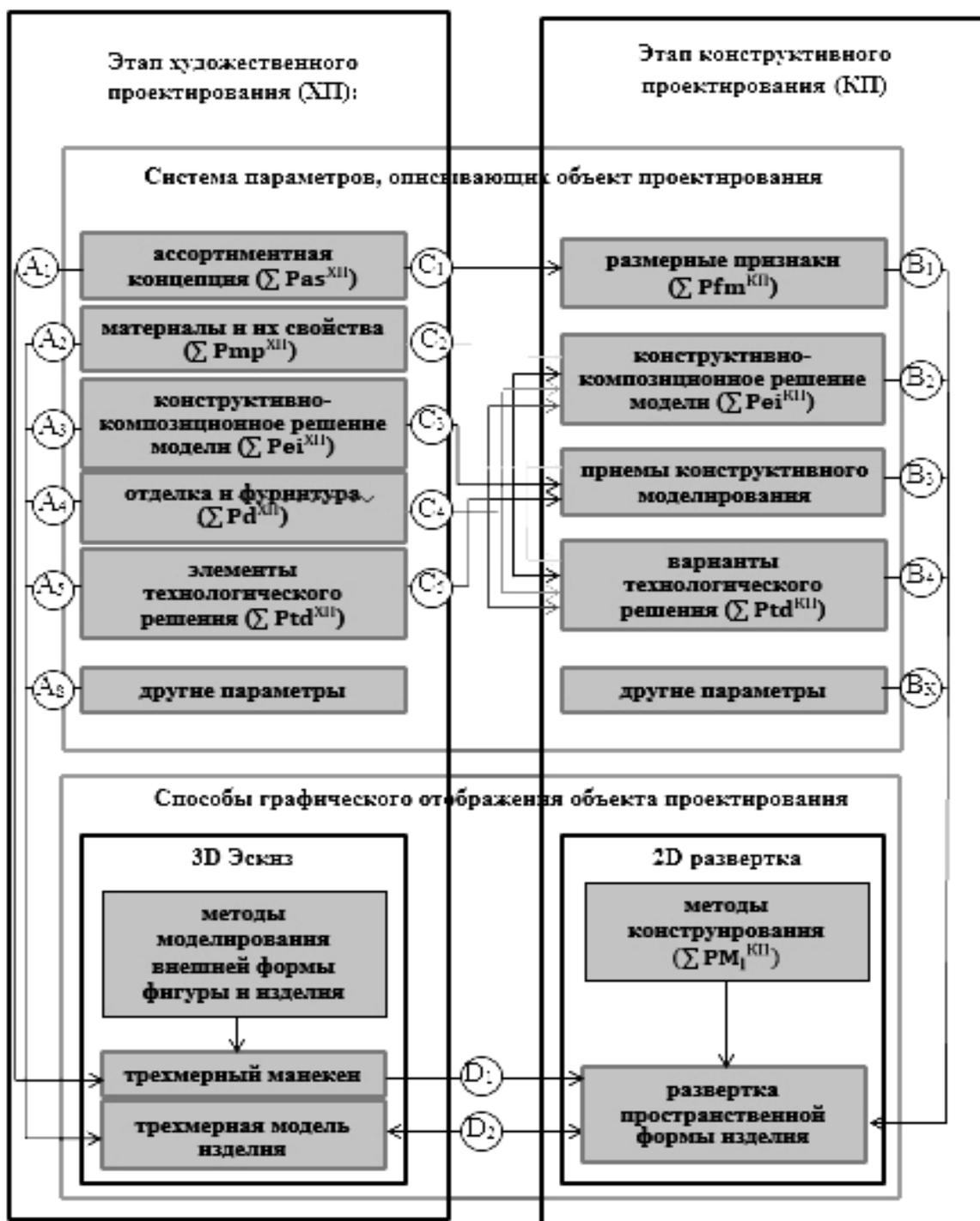


Рис. 2. Модель преобразования внутренних параметров процесса параметрического проектирования одежды

Степень общего влияния внешних факторов может быть оценена коэффициентом оптимизации k_{op} , показывающим насколько необходимо и целесообразно учитывать внешние параметры. Уровень соответствия параметров готового изделия общепринятым стандартам, требованиям рынка, спросу и др. устанавливается посредством системы оценок качества готового образца (*quality assessment system*, ΣQRP_d).

Результатом функционирования системы параметрического проектирования одежды в виртуальной среде является пакет документов (ΣDok), необходимых для изготовления готового образца, описанного системой характеристик ($\Sigma ChRP_d$) (см.рис. 1).

Глубокое и детальное изучение параметров системы проектирования и изготовления одежды способствует повышению достоверности прогнозирования проектного результата и соответственно качества готового изделия и позволяет улучшить качество автоматизации процесса проектирования швейных изделий.

Список литературы

1. Андреева Е.Г., Гетманцева В.В., Лаврис Е.В., Петросова И.А. Инновационные подходы и пути совершенствования процессов проектирования швейных изделий// В сборнике «Актуальные проблемы науки в развитии инновационных технологий для экономики региона».- Кострома: КГТУ, 2010. С.125-126.
2. Pakhomova T.A., Getmantseva V.V., Andreeva E.G. Disigning children's clothes with a 3-dimensional parametric dress form// В сборнике: «Fashion Connecting» 2012 Korea-China International Conference.- Hangzhou: Zhejiang Sci-Tech University, 2012. С. 76-78.
3. Андреева Е.Г., Петросова И.А., Чупикин Д.А., Гетманцева В.В., Бояров М.С. Разработка систем автоматизированного проектирования конкурентоспособных текстильных изделий/ Отчет о НИОКР № 11411.0816900.19.050 от 13.04.2011 г. (Минпромторг РФ). 205 с.
4. Гетманцева В.В., Струневич Е.Ю. Андреева Е.Г. Интеллектуализация начальных этапов проектирования моделей одежды// Дизайн и технологии. 2008. №9. С.66-71.
5. Getmantseva V.V., Galtsova L.O., Boyarov M.S., Andreeva E.G. Virtual Dummy Development in 3D Environment/ В сборнике: «Grand Fashion Proceedings», KF&CDA. 2011. С.45-47.
6. Гетманцева В.В., Гончарова А.С., Никитина Н.Г., Андреева Е.Г. Влияние показателей физико-механических свойств тканей на пространственную форму плечевого изделия// Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2011. № 9 (330). С.88-94.
7. Бояров М.С., Гетманцева В.В., МаксUTOва М.Т., Андреева Е.Г. Средства разработки САПР одежды с учетом 3D-специфики// Дизайн и технологии. 2011. № 22 (64). С.39-42.
8. Бояров М.С., Андреева Е.Г., Гетманцева В.В. Разработка параметрического способа моделирования внешней формы фигуры человека// Дизайн и технологии. 2012. № 31 (73). С.44-49.
9. Гетманцева В.В., Гальцова Л.О., Бояров М.С., Гусева М.А. Методика проектирования виртуального манекена// Швейная промышленность. 2011. №6. С. 32-34.
10. Петросов К.С., Андреева Е.Г., Петросова И.А. Устройство подачи управляемых оптических сигналов в одежде// Заявка на изобретение РФ № 2016111387 от 28.03.2016.
11. Лаврис Е.В., Базаев Е.М., Андреева Е.Г. Цельнотканые объемные оболочки с комбинацией двухниточных и трехниточных переплетений// Швейная промышленность. 2006. № 6. С. 42-43.

УДК 677.054

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ АБСОЛЮТНОГО И ОТНОСИТЕЛЬНОГО
ПРИНУДИТЕЛЬНОГО УДЛИНЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРЯЖИ
В ПРОЦЕССЕ ЗЕВООБРАЗОВАНИЯ
DETERMINATION OF ABSOLUTE AND RELATIVE WARP ELONGATION
DURING THE SHEDDING**

**Елена Николаевна Хозина, Ольга Сергеевна Журавлева
Elena Nikolaevna Khozina, Olga Sergeevna Zhuravleva**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: hozina2006@yandex.ru, zhuravlevaos@yandex.ru)*

Аннотация: произведен расчет абсолютного и относительного удлинения нитей основы для каждой из 10-ти ремиз для конструктивно-заправочной схемы ткацкой машины типа СТБ(У) при изменении угла зева от минимума 12° до максимума 34°. На основе полученных результатов можно устанавливать оптимальную величину зева, что позволит снизить обрывность основы и поднять производительность труда и оборудования.

Abstract: absolute and relative warp elongation for each of ten heald frames of shuttleless loom according to variation of shedding angle from minimum 12° to maximum 34° have been calculated. Using of the exploration results gives the opportunity of fixing optimal shed value that in its term reduces warp breakage and increase productivity.

Ключевые слова: основная нить, ремизная рама, зев, абсолютное удлинение, относительное удлинение.

Keywords: warp, heald frame, shed, absolute elongation, relative elongation.

Расчет абсолютного и относительного удлинения нитей основы для каждой из 10-ти ремиз рассмотрим для конструктивно-заправочной схемы (КЗС) ткацкой машины ТМ типа СТБ(У) (рис.1) с параметрами, наиболее часто встречающимися на предприятиях текстильной промышленности.

Известно [1], что на величину абсолютного удлинения нити влияет величина подъема глазка галева, ведущего основную нить, расстояние до ремизки от точки начала зева (ТНЗ) и расстояние от ремизки до конца зева, т.е. до той точки, где основа продолжает оставаться горизонтальной. Этой точкой является для верхней ветви зева нижняя поверхность первой от ремизки планки основонаблюдателя, а для нижней ветви – нижний пруток основонаблюдателя (ТПН1 – технологический пруток нижний, первый).

Вычисления будем производить при угле зева, изменяющемся от минимума (14°) до максимума (32°) при расстоянии L_0 от точки приборя утка (ТПУ) до 1-ой ремизки равным 138,2 мм, а до 10-ой ремизки – 246,2 мм. Примем также, что длина заднего зева приблизительно равна длине переднего зева до последней ремизки ремизного блока, а верхняя и нижняя ветви зева оканчиваются в одной точке и находятся на линии заправки ТМ, т.е. $L_{33i} = L_{10}$.

$$L_{\zeta} = L_{10} + L_{\zeta 10},$$

где: L_{ζ} – полная длина зева по линии заправки ткацкой основы, м; L_{10} – длина переднего зева до 10-ой ремизки по линии заправки ткацкой основы, м; L_{3310} – длина заднего зева (33) до 10-ой ремизки по линии заправки ткацкой основы, м; $L_{3310} = 2L_{10}$.

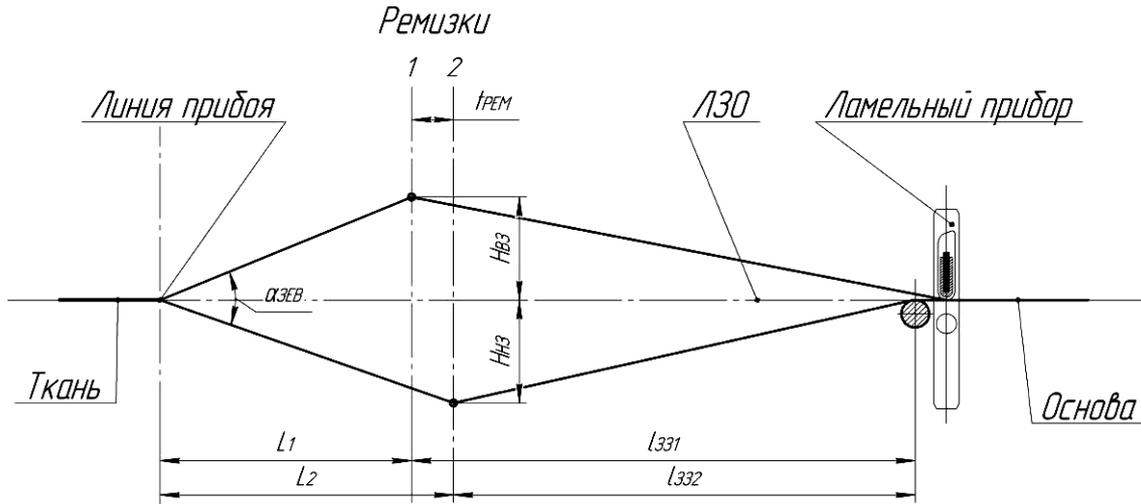


Рис. 1. Форма и параметры зева

Полное раскрытие зева происходит после приборья очередной уточины к опушке ткани и перемещения берда на расстояние, равное ширине приборной полоски λ_{π} , зависящей от вида и типа нитей основы, от плотности ткани по основе и утку, от фазы строения ткани [2], от натяжения основных нитей в момент приборья [3] и т.д. Величина приборной полоски для тканей бытового назначения не превышает 1,2 – 5,5 мм, т.е. захватывает зону формирования ткани, в которую входит 3...7 уточин. Поэтому принимаем:

$$L_i = L_0 - \lambda_{\pi}$$

Основная нить имеет минимальную длину в ткацкой заправке на ТМ, если она располагается по линии заправки, а сама линия заправки совпадает с горизонталью ТМ (ГТМ). В этом случае можно считать, что зев будет симметричным относительно горизонтали.

Подсчитаем для этого идеального случая абсолютное и относительное удлинение основных нитей при раскрытии зева для каждой из 10-ти ремиз. Все нити или отдельная нить ткацкой заправки в момент заступа находятся на горизонтали, и зев имеет нулевой угол раскрытия $\alpha_{zi} = 0^0$. Расчет проводим при следующих исходных данных: $\lambda_{\pi} = 3,2$ мм, $L_{3310} = L_{10} = 138,2$ мм, $t_{рем} = 12$ мм, $l_0 = 486$ мм, $L_{10} = 243$ мм.

Минимальная длина нити l_0 в зоне зевобразования в момент заступа равна:

$$l_0 = L_p = L_i + L_{zzi} = 2L_{10}$$

где
$$Li = (L_o - \lambda_{nn}) + t_{рем}(i - 1), \quad l_0 = 2(L_0 - \lambda_{nn}) + 18t_{рем}$$

Основная нить удлиняется на величину Δl_i , зависящую от номера ремизки i , длин переднего и заднего зевов, величины перемещения глазка галева, или высоты зева $H_{zi}/2$,

или угла зева $\alpha_{zzi}/2$:
$$\Delta l_i = L_i / \cos \alpha_{zzi} / 2 + (l_0 - L_i) / \cos \alpha_{zi} / 2 + l_0$$

где:
$$\alpha_{zi} / 2 = \arctg(H_{zi} / 2) / (l_0 + L_i), \quad H_{zi} / 2 = L_i \cdot \tg(\alpha_{zi} / 2)$$

Следовательно:

$$\Delta l_i = L_i / \cos \alpha_{zi} / 2 + (l_0 - L_i) / \cos[\arctg((L_i / l_0 - L_i) \cdot \tg(\alpha_{zi} / 2))] - l_0 \quad (1)$$

Определим значения абсолютного удлинения основной нити при следующих исходных данных: длина шага $\alpha_{zi} = 2^0$, количество ремизок i от 1 до 10, угол зева изменяется от $\alpha_{zi}^{\min} = 12^0$ до $\alpha_{zi}^{\max} = 34^0$. Результаты расчета по формуле (1) представлены в табл. 1.

Полученные величины абсолютного удлинения основной нити при зевобразовании будут использоваться при определении значений ее относительного удлинения.

Максимальную величину относительного удлинения основной нити на ТМ при зевобразовании определим по формуле:

$$\varepsilon = \Delta l_{zi} / l_{T3} = \Delta l_{zi} / (l_0 + l_{oz} + \pi d_{no} / 4 \dots 5) \quad (2)$$

где l_{oc} – расстояние от 1-ой ламельной рамки до поверхности подвижного скало, d_{ii} – диаметр подвижного скало.

Задаваясь длиной заправки $l_{oz} \approx 1020 \text{ мм} \approx 1,02 \text{ м}$, рассчитаем величину относительного удлинения основной нити при зевобразовании по формуле (2). Результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 1. Значения абсолютных удлинений Δl_{ig} основной нити при зевобразовании

Зона зевобразования	№ п.п	α_{zi} , градусы	$\alpha_{zi}/2$ градусы	Номер ремизной рамы ТМ СТБ(У), счет от берда									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зона минимальных зевов	1	12	6	1,03	1,16	1,30	1,45	1,62	1,77	1,99	2,20	2,25	2,68
	2	14	7	1,41	1,58	1,78	1,98	2,21	2,45	2,71	2,99	3,31	3,70
	3	16	8	1,84	2,07	2,33	2,60	2,89	3,21	3,55	3,92	4,33	4,78
Зона технологических зевов	4	18	9	2,33	2,63	2,95	3,29	3,66	4,07	4,50	4,97	5,49	6,06
	5	20	10	2,89	3,26	3,65	4,08	4,54	5,03	5,57	6,16	6,80	7,50
	6	22	11	3,51	3,95	4,43	4,95	5,51	6,11	6,76	7,47	8,25	9,10
	7	24	12	4,19	4,72	5,29	5,91	6,76	7,29	8,07	8,92	9,85	10,86
	8	26	13	4,93	5,56	6,24	6,96	7,75	8,59	9,51	10,51	11,59	12,78
Зона максимальных зевов	9	28	14	5,74	6,48	7,26	8,11	9,02	10,00	11,07	12,23	13,50	14,88
	10	30	15	6,62	7,47	8,37	9,35	10,40	11,53	12,76	14,10	15,55	17,14
	11	32	16	7,57	8,54	9,57	10,69	11,89	13,18	14,59	16,11	17,77	19,59
	12	34	17	8,59	9,68	10,86	12,12	13,48	14,95	16,55	18,27	20,15	22,21

По углам зева α_{zi} в табл. 1 и табл. 2 можно выделить 3 зоны: зона минимальных зевов 12°–16°, зона технологических зевов 18°–26° и зона максимальных зевов 28°–34°.

Анализ результатов табл. 1 и табл. 2 показал, что абсолютное удлинение не зависит от вида основной пряжи, но в некоторой степени зависит от наладки ТМ (установка ламельного прибора, регулировка положения и вращения скало). Кроме того, величина относительного

удлинения, приобретенная нитью при зевобразовании, зависит только от геометрических параметров зева, т.е. определяется параметрами заправочной схемы ТМ.

Известно, что в ткачестве при выборе вида нитей основы учитываются показатели разрывного удлинения и разрывной нагрузки ошлихтованной (эмульгированной, замасляной) пряжи. Практика ткачества показала, что для снижения обрывности основы и повышении производительности труда и оборудования необходимо, чтобы относительное удлинение основной пряжи при зевобразовании не превышало 15–25% от ее относительного разрывного удлинения $\varepsilon_{раз}$.

Таблица 2. Значения относительных удлинений ε основной нити при зевобразовании при расчетной длине основной нити в ткацкой заправке

Зона зевобразования	№ п.п	α_{zi} , градусы	$\alpha_{zi}/2$ градусы	Номер ремизной рамы ТМ СТБ(У), счет от берда									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зона минимальных зевов	1	12	6	0,13	0,15	0,17	0,19	0,22	0,26	0,30	0,34	0,40	0,46
	2	14	7	0,18	0,21	0,23	0,26	0,31	0,36	0,42	0,47	0,54	0,65
	3	16	8	0,24	0,27	0,30	0,34	0,41	0,50	0,54	0,62	0,71	0,82
Зона технологических зевов	4	18	9	0,30	0,34	0,38	0,43	0,52	0,60	0,68	0,78	0,90	1,05
	5	20	10	0,38	0,42	0,47	0,54	0,63	0,80	0,85	0,98	1,11	1,29
	6	22	11	0,46	0,51	0,58	0,65	0,77	0,93	1,10	1,18	1,35	1,57
	7	24	12	0,55	0,61	0,69	0,77	0,91	1,10	1,24	1,40	1,61	1,88
	8	26	13	0,64	0,72	0,81	0,91	1,10	1,24	1,41	1,64	1,90	2,22
Зона максимальных зевов	9	28	14	0,75	0,84	0,94	1,10	1,23	1,41	1,64	1,92	2,22	2,56
	10	30	15	0,86	0,97	1,10	1,23	1,40	1,61	1,92	2,20	2,54	2,90
	11	32	16	0,98	1,11	1,25	1,40	1,57	1,91	2,18	2,52	2,92	3,30
	12	34	17	1,11	1,26	1,41	1,57	1,87	2,16	2,48	2,86	3,31	3,80

Для выбора типа пряжи технологи могут пользоваться результатами, представленными в табл.2. Для этого им необходимо:

– знать конкретную величину относительного удлинения основной пряжи, которую будут заправлять на ТМ;

– вычислить допустимое относительное удлинение заправляемой основной пряжи: $[\varepsilon_{zi}]$

и принять допустимую величину $[\varepsilon_{zi}] = (0,15 \dots 0,25) \varepsilon_{раз}$;

- определить по табл. 2 параметры зева, соответствующие величине вычисленного допускаемого относительного удлинения (угол зева и номера ремизок, соответствующие $[\varepsilon_{zi}]$);
- установить на ТМ параметры зева, которые бы обеспечили величину относительного рабочего удлинения основы ниже допускаемой величины.

Выводы

1. Разработана методика установки оптимальной величины технологического зева при переработке практически любой пряжи: по остаточному относительному удлинению и разрывной нагрузке можно оценивать возможность использования имеющейся в наличии пряжи для получения ткани даже со сложными раппортами переплетения.

2. Увеличение высоты установки скало, или смещение ламельного прибора к ремизкам, увеличивают величину относительного удлинения основы и ведут к ее перенапряжению в процессе ткачества, а также приводят к увеличению разнотянутости ветвей зева;

Список литературы

1. Талавашек О., Сватый В. Бесчелночные ткацкие станки. Пер. с чеш. М.: Легпром-бытиздат, 1985. 335 с.
2. Гордеев В.А., Волков П.В. *Ткачество*. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
3. Королёв А.Н., Терентьев В.И. Исследование натяжения основы на высокоскоростном ткацком станке // Известия вузов. Технология текстильной промышленности, 2012. № 3. С. 100–101.

УДК 685.34

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРОДАЖИ ОРТОПЕДИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ И СРЕДСТВ РЕАБИЛИТАЦИИ THE ELEMENTS OF TECHNOLOGY OF SALES OF ORTHOPEDIC AND REHABILITATION EQUIPMENT

**Валентина Владимировна Костылева, Илья Самуилович Зак,
Александр Николаевич Максименко
Valentina Vladimirovna Kostyleva, Il'ja Samuilovich Zak,
Aleksandr Nikolaevich Maksimenko**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: kostyleva.vv@mail.ru, all-max@mail.ru)*

Аннотация: Предложены элементы продаж ортопедических изделий и средств реабилитации с использованием информационных технологий. Сформированы требования к разработке единого электронного каталога ассортимента товаров социального назначения.

Abstract: Elements of sales of orthopedic products and rehabilitation means with use of information technologies are offered. Formed requirements for the development of a single electronic catalog of the range of social goods.

Ключевые слова: интернет-магазин, ортопедическая обувь, средства реабилитации.

Keywords: Internet shop, orthopedic footwear, rehabilitation means.

В настоящее время для приобретения ортопедических изделий и средств реабилитации покупатели вынуждены тратить много времени на посещение нескольких торговых точек или на просмотр множества специализированных интернет-магазинов. При этом доля товаров, представленных на рынке данного региона, может оказаться среди той части ассорти-

мента, которую покупатель не просмотрит в силу отсутствия полных просматриваемых каталогов. От своевременности доступа покупателя к тому или иному средству реабилитации в свободной продаже зависит эффективность и скорость лечения.

Необходимость в разработке данного предложения происходит из ситуации объективного подхода к решению важнейшей социальной задачи – созданию равных возможностей для лиц с ограниченными возможностями во всех сферах жизни общества, обеспечения доступности физического, социального, экономического и культурного окружения [1].

Предлагаются элементы технологии продажи ортопедических изделий и средств реабилитации, которая устраняют отмеченные недостатки технологии продаж, применяемых в настоящее время.

Они обеспечат минимизацию затрат времени покупателя на выбор товаров и гарантирует полноту просматриваемых покупателем каталогов ассортимента ортопедических изделий и средств реабилитации.

Предлагаемая технология продаж средств реабилитации и ортопедических изделий предусматривает выполнение следующих действий:

1) объединение в единый каталог определенных видов ортопедических изделий и средств реабилитации, предлагаемых для продажи в определенный момент на рынке данного региона;

2) описание товаров, включенных в объединенный каталог, эффективным набором наименований признаков и их значений, необходимых для выбора товаров покупателями;

3) описание задания покупателя на выбор товара тем же набором наименований и значений признаков, которыми описаны товары, представленные в едином каталоге.

Процесс выбора товаров из объединенного каталога осуществляется в несколько этапов, в ходе которых уточняется задание покупателя на выбор товара:

1) первый этап осуществляется на основе нечеткого запроса покупателя, выраженного в словесной форме. Назначение первого этапа – отсев тех товаров, которые заведомо непригодны для данного покупателя. Отсев выполняется в автоматизированном режиме без общения покупателя с продавцом;

2) формирование описания пожеланий покупателя, где происходит описание пожеланий покупателя тем же набором наименований и значений признаков, которым описаны товары коллекции. Выполняется специалистом магазина, который поддерживает контакт с покупателем (лично, через интернет или телефон);

3) сортировка товаров объединенной коллекции – отсев товаров, которые заведомо непригодны данному покупателю и остающиеся после сортировки части коллекции по степени соответствия пожеланий данного покупателя;

4) доставка оставшейся после сортировки части каталога ассортимента в пункт, удобный для посещения покупателем или покупателю на дом для примерки и визуального восприятия товаров.

Для реализации такой технологии продаж эффективно использовать современные информационные технологии и средства телекоммуникаций, которые позволяют с наименьшими затратами времени работать с большими объемами данных единого каталога ассортимента ортопедических изделий и средств реабилитации, обеспечивают автоматизированный отбор товаров из каталога, создают условия для возможности дистанционного общения покупателя с продавцом. В настоящее время, распространенным решением такой задачи является интернет-магазин.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, которые нуждаются в протезно-ортопедических изделиях и средствах реабилитации, продажи через интернет-магазин, должны учитывать, что это люди, которые:

- утратили здоровье, или нуждаются в его поддержке и сохранении;
- проходят лечение или профилактику;

– должны адаптироваться к нормальной жизни [2].

В связи с этим, электронная площадка должна содержать следующие элементы:

1) сопровождение каждого ортопедического изделия качественными фотографиями высокого разрешения, отображающими не только общий вид, но и его форму, фасон, цветовую гамму, основные конструктивные детали, элементы и материалы [3];

2) детальное описание, с указанием основных характеристик изделия: тип, разновидность, особенности конструкции и материала;

3) сопровождение изделий информацией об их медицинском назначении и применении: показания к применению, особенности, оказываемое действие, размеры, схемы использования и т.д.;

4) в электронном магазине протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации необходимо указание подробной информации о фирме-продавце, чтобы повысить доверие потенциальных покупателей, и контактную информацию сотрудников интернет-магазина (телефон, электронная почта) для решения любых вопросов клиента;

5) в электронной структуре интернет-магазина ортопедического снабжения следует уделять особое внимание грамотно построенной системе навигации сайта, а также поисковой системе, что обеспечит пользователю высокую степень вероятности удовлетворить свой запрос;

6) среди разнообразных способов доставки и оплаты товара в электронном магазине ортопедического снабжения обязательно предусмотреть доставку специализированной курьерской службой по адресу клиента и оплату наличными по факту доставки.

Список литературы

1. Корешников Д.В., Ковалев В.А. Вопросы улучшения системы обеспечения товарами социального назначения и развития социального предпринимательства // Вестник всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. – 2015. № 2. С. 91-95.

2. Овчинников Ю.Д., Выткалов С.О. Биомеханические свойства товаров // Наука 21 века: вопросы, гипотезы, ответы. – 2014. № 4. С. 131-35.

3. Костылева В.В., Разин И.Б., Синева О.В. Построение и функционирование информационной системы оперативного поиска ортопедических изделий и средств реабилитации. - М.: ФГБОУ ВО «МГУДТ», 2015. 15 с.

УДК 687.053

ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ГИБКОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ FEATURES OF THE TECHNOLOGICAL FLEXIBILITY OF EQUIPMENT FOR SMALL BUSINESSES

**Александр Станиславович Ермаков
Alexander Stanislavovich Ermakov**

*Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет, Россия, Москва
National Research Moscow State University of Civil Engineering, Russia, Moscow
(e-mail: tkei2011@yandex.ru)*

Аннотация: Построение современного конкурентоспособного процесса для выпуска различных по характеристикам и параметрам продукции на малых предприятиях требует создания гибких технологических систем. Предложены способы и принципы обеспечения технологической гибкости к оборудованию, позволяет в полной мере использовать его воз-

возможности с минимальными изменениями в его конструкции. В общем виде рассмотрение свойств и характеристик оборудования проведено по гибким технологическим системам. Рабочий процесс гибких технологических систем рекомендуется с реализацией гибкой технологии его выполнения. Полученные результаты могут быть использованы при создании гибких швейных технологических систем при индивидуальном пошиве изделий, в процессах малой и средней мощности.

Abstract: building a modern, competitive process for the production of various characteristics and parameters of products in small businesses requires the creation of flexible manufacturing systems. Proposed methods and principles provide the technological flexibility for equipment that allows full use of its capabilities with minimal changes to its design. In General, the consideration of the properties and characteristics of the equipment conducted at the flexible manufacturing systems. Workflow flexible technological systems is recommended with the implementation of flexible technology of its implementation. The obtained results can be used to create flexible sewing technology systems at individual tailoring of products, processes small and medium power.

Ключевые слова: гибкие производства, технологические системы, швейные машины.

Keywords: flexible production, technological systems, sewing machines.

Для повышения эффективности использования технологического оборудования в производстве изделий на малых предприятиях, как существующего оборудования, так и проектируемого – прежде всего необходимы знания о технологических характеристиках изделий. Наиболее рациональным способом организации малых производств товаров при частой сменяемости их конструктивно-технологических характеристик является применение гибких технологических систем. Однако существующее в литературе требования [1,2,3,4] к технологическому оборудованию для гибких технологических систем отражают лишь отдельные его параметры и не учитывают возможного всего его разнообразия.

Объектом исследования являлось функционирование швейных машин в гибких технологических системах, их структурный состав и факторы, влияющие на технологическую гибкость в производстве товаров для индивидуального потребителя.

Гибкость конструктивно-технологических решений изготавливаемых изделий обеспечивается автоматизированным проектированием (рис. 1) их конструкции (CAD) через многовариантность наличия конструктивно-отделочных элементов в изделиях при унификации отдельных технологических параметров и программного управления выполнением разнообразных геометрических их параметров, разнообразием швов и строчек и их параметров, их состава и сочетания в изделиях и другое.

Гибкость организационной структуры технологического процесса малого предприятия устанавливается за счет использования гибкой компьютеризированной системы управления связями между организационно-технологическими единицами, группирования технологических операций по свойствам обрабатываемых материалов и формированием для технологического процесса состава технологических систем с разнообразными технологическими возможностями, транспортными средствами и организационной оснасткой, мобильным кадровым обеспечением и др.

Гибкость технологии на каждом этапе изготовления швейного изделия может быть обеспечена за счет автоматизации ее проектирования (CAM) и задания структуры и состава технологических операций, формирования рациональных технологических режимов, что особенно эффективно при использовании швейных машин с электронным управлением (CNC), автоматизированного выполнения операций (основных и вспомогательных) с применением типового и оригинального программного обеспечения (CAE). Технологические связи между операциями в процессе осуществляются с использованием системы контроля технологического процесса или с применением справочно-информационных систем.

Гибкие технологические системы производства швейных изделий [3, 5] включают разнообразные по составу и функциональным возможностям структурных ее элементов - гибких швейных технологических систем (ГШТС) [5]. Исходные технологические параметры ГШТС устанавливаются из требований технологии [6, 7] выполнения швейных операций при пошиве изделий. На предприятиях сервиса эти требования устанавливает потребитель через систему CRM.

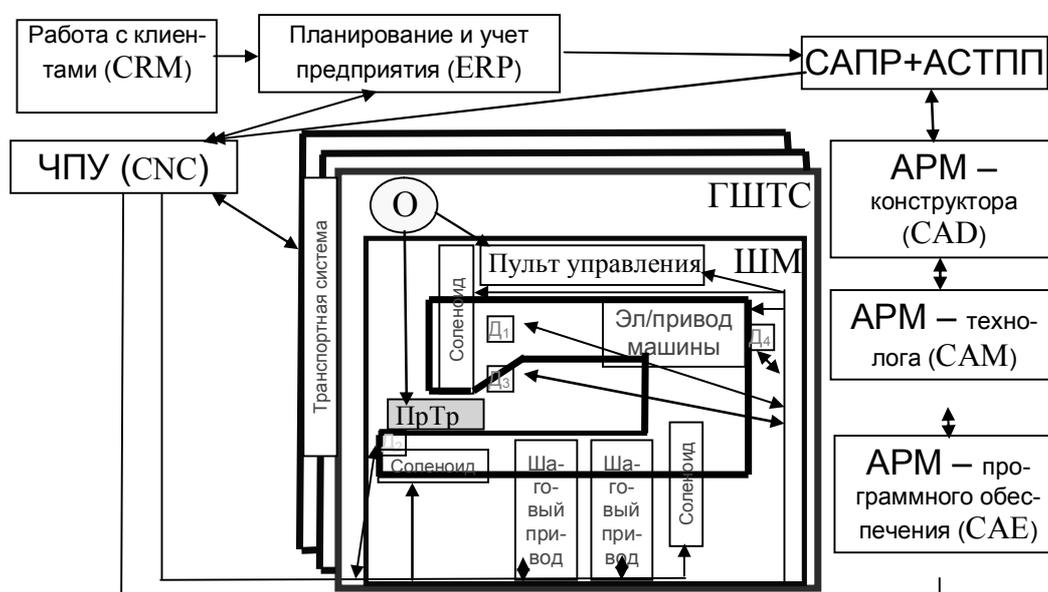


Рис. 1. Общая структура применения компьютеризированной технологии при производстве швейных изделий с участием в ней оператора (О), предметов труда (ПрТр), швейной машины (ШМ) и структурных элементов автоматизированной системы проектирования, подготовки и управления.

Оптимизация характеристик ГШТС выполняется с учетом их уровня рассмотрения и с следующих критериев в них: общие экономические (конкурентоспособность изделий, ресурсосбережение, рациональное качество, минимизация капитальных затрат, минимизация себестоимости и др.); технологические (широкий ассортимент обрабатываемых материалов, соответствие требований по качеству, производительность труда, интегрируемость в общую систему управления процессом, самоорганизация и др.); технические (максимальная загрузка оборудования, гибкость, восстанавливаемость, управляемость, доступный интерфейс и др.); рабочие процессы (адаптируемость, надежность и самодиагностика, простота в перенастройке и др.). Выполнения данных требований может быть достигнуто за счет использования комплекса различных видов обеспечений (рис. 2).

В ГШТС реализуются технологические способы обеспечения гибкости через каждую ее структурную составляющую от сырья, предметов труда до оператора (см. фрагмент табл. 2).

Во многом гибкость ГШТС устанавливается возможностями ее технологических средств, т.е. технологическими возможностями рабочих процессов швейных машин.

Исходные технологические параметры ГШТС, установленные из требований технологии выполнения швейных операций при пошиве изделий (рис.2), при их оптимизации уточняются:

- технологическими (параметры операции, шва, строчки, стежка на полуфабрикате, нитки, материал) [8, 9];
- техническими (частота вращения главного вала, мощность, уровень шума, вес, габариты, дополнительные устройства [4, 6, 10], инструменты);

- эксплуатационными (система управления и степень автоматизации [6, 8], самовосстановления, квалификация оператора и др.);
- сервисными (система диагностики [4], виды обеспечений [10]) и др.



Рис. 2. Процесс определения технологических параметров ГШТС



Рис. 3. Виды обеспечений гибкой швейной технологической системы ГШТС

В ГШТС используются технические средства (швейные машины) с гибкой системой управления ее рабочими процессами (CNC [6, 10]), с быстросменными или многопозиционными рабочими инструментами (табл. 1), средствами технологической оснастки с учетом

свойств обрабатываемых материалов и применяемых ниток, использование которых в операции и действия оператора (если предусматривается его участие) осуществляется по программе, разработанной в системе автоматизированного проектирования технологии (САМ [2]) и другое.

При таком решении данной проблемы требует создания ГШТС с применением систем искусственного интеллекта в швейной машины, реализующим гибкую технологию машинного стежка [9].

Таблица 1 - Технические средства обеспечения функциональной гибкости технических средств технологической системы

Уровень	I	II	III	IV			
Объект	Рабочий инструмент	Механизм	Машина	Установка			
Способ обеспечения гибкости параметров продукции	Быстросъемный	С переналаживаемым конструктивным решением В съемном модуле, агрегатном устройстве или приставке Подключаемый к - или отключаемый от обрабатываемого стежка	Многофункциональные возможности механизмов Дополнительный набор механизмов и устройств Управление параметрами механизмов по сменяемому исполнителю	Смена машин на рабочем месте по программе Изменяемая комбинация машин в установке			
	Многопозиционная установка				С управляемыми по программе параметрами С многопозиционной установкой	Управление параметрами механизмов через ЦПУ	Поворотный стол
	Переключение из одной позиции в другую						
	Установка дополнительных деталей на нем				Комбинируемые способы Другие	Система транспортных связей между машинами	
	Комбинируемые способы	Смена машин на рабочем месте по программе Изменяемая комбинация машин в установке	Управление параметрами механизмов через ЦПУ	Комбинируемые способы Другие			
	Другие				Многофункциональные возможности механизмов Дополнительный набор механизмов и устройств Управление параметрами механизмов по сменяемому исполнителю	Система транспортных связей между машинами	
	С переналаживаемым конструктивным решением	Управление параметрами механизмов через ЦПУ	Комбинируемые способы Другие				
	В съемном модуле, агрегатном устройстве или приставке			Смена машин на рабочем месте по программе Изменяемая комбинация машин в установке			
	Подключаемый к - или отключаемый от обрабатываемого стежка	Поворотный стол					
	С управляемыми по программе параметрами		Роботизированный комплекс				
	С многопозиционной установкой	Система транспортных связей между машинами					
	Комбинируемые способы		Комбинируемые способы Другие				
	Другие	Смена машин на рабочем месте по программе Изменяемая комбинация машин в установке					
	С переналаживаемым конструктивным решением		Управление параметрами механизмов через ЦПУ				
	В съемном модуле, агрегатном устройстве или приставке	Система транспортных связей между машинами					
	Подключаемый к - или отключаемый от обрабатываемого стежка		Комбинируемые способы Другие				

Принципами построения гибкой технологии машинного стежка являются: адаптируемость к изменениям пакета материала и конструктивно-технологических решений изделий, а именно - способность простого и быстрого переключения с одного параметра обработки на другой; надежность рабочих процессов, т.е. устойчивость к возмущениям, к изменениям режимов обработки; стабильность; восстанавливаемость, а также - простота в эксплуатации и управлении и др. Средствами для реализации гибкой технологии машинного стежка на данных принципах являются: применение съемных рабочих инструментов (например иглы, прижимной лапки, технологической оснастки и т.п.), системы управления (натяжения ниток, давления прижимной лапки, величины дифференциала двигателя ткани, длины стежка, направления транспортирования материала и др.); системы контроля и диагностики (диагностика отказов [5], предупреждения отказов, информирование оператора о нарушениях [11] и др.) и т.п.

Таким образом, представленные способы и принципы обеспечения функциональной гибкости технологических процессов и прежде всего ее технического, технологического, методического, информационного и других видов обеспечений могут быть использованы при создании гибких технологических систем изготовления швейных изделий и других товаров народного потребления на малых предприятиях.

Список литературы

1. *ТМАА Samadhi, Atin Sumihartati*, Model for Assembly Line Re-Balancing Considering Additional Capacity and Outsourcing to Face Demand Fluctuations - iMEC-APCOMS 2015, Materials Science and Engineering 114 (2016) doi:10.1088/1757-899X/114/1/012092
2. *Кулу-Заде Р.А.* Основы механизации производства одежды по индивидуальным заказам. – М.: МТИ, 1978. 74 с.
3. *Сучилин В.А.* Основы структурно-конструктивной адаптации швейного оборудования к условиям функционирования/ диссертация на соиск. учен. ст. доктора техн. наук по спец. 05.02.13 «Машины и агрегаты» (легкая промышленность) – М.: МГУС, 2000.
4. *Ермаков А.С.* Оборудование швейных производств: учебное пособие – М.: Издательство Юрайт, 2016. 299 с.
5. *Ермаков А.С., Писаренко И.В.* Диагностирование швейных технологических систем: монография – М.: РГУТиС, 2013. 232 с.
6. *Сункуев Б. С.* Расчет и конструирование машин и аппаратов: учебник - Витебск: УО «ВГТУ», 2014. 168 с.
7. *Ермаков А.С.* Проектирование механизмов краеобметочных машин предприятий сервиса: монография– М.: РГУТиС, 2008. 258 с.
8. *Marian Rybicki* Modelling of a Tachogram of Machine Sewing Process, FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe 2011. Vol. 19. No. 3 (86).
9. *Ермаков А.С.* Математическая модель рабочего процесса образования стежка на швейной машине//Вестник Ассоциации вузов туризма и сервиса. – М.: РГУТиС, 2008. №4. С.71-75.
10. *Сторожев В.В. Феоктистов Н.А.* Системотехника и мехатроника технологических машин и оборудования: монография — Москва: Дашков и К, 2015. 412 с.: ил.
11. *Ермаков А.С.* Оборудование швейных предприятий. Ч. 2. Машины-автоматы и оборудование в швейном производстве. – Москва, 2009.

УДК 685.34.016

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ ОБУВИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОНЛАЙН КОНСТРУКТОРОВ INDIVIDUALIZATION OF SHOES THE USAGE OF ONLINE DESIGNERS

Елена Сергеевна Рыкова, Анна Алексеевна Фокина
Elena Sergeevna Rykova, Anna Alekseevna Fokina

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow

Аннотация: рассмотрены особенности индивидуализации продукции с помощью онлайн-конструкторов на примере мировых брендов.

Abstract: the peculiarities of individualization of products with the help of online designers on the example of global brands

Ключевые слова: индивидуализация, обувь, потребители, онлайн-сервисы

Keywords: individualization, shoes, users, online services

Индивидуализация продукции - придание товару характеристик, отличающих его от сходной продукции других производителей. Обычно потребители делают выбор товаров из однородной продукции в зависимости от цены, поэтому производители часто индивидуализируют свою продукцию для того, чтобы создать еще один критерий принятия решения о

покупке. Идеей индивидуализации товаров является переориентация выбора потребителя на неценовые факторы [1].

Индивидуальное производство становится все более востребованным и доступным, услуги связанные с персонализацией (бренд, маркетинговое исследование, имидж, индивидуальный заказ, эксклюзив) все лучше оплачиваются, все чаще являются необходимой составляющей товара и занимают всё большую долю в структуре цены. Издержками производства в ряде случаев можно пренебречь.

Индивидуализированное производство представляет собой интеллектуально оснащенный тип производства, сохраняющий характер массового производства и опирающегося на гибкие технологии. Производства данного типа ориентируются на определенного потребителя, либо группу потребителей [1].

В обувном производстве мировые бренды перешли на путь индивидуализации довольно давно, в настоящее время такие бренды как Nike, Converse, Timberland и другие предоставляют возможность на своих официальных сайтах выбрать материал, цвет и различные принты для всех деталей обуви.

Компания Timberland, выпускающая одежду и обувь, запустила на сайте новый сервис. Платформа, пока доступная только покупателям из Европы, позволяет в онлайн-режиме создать свою модель и сделать заказ на её изготовление. Функция DesignYourOwn предназначена для персонификации одиннадцати видов обуви – от знаменитых шестидюймовых ботинок до мокасин (рис.1).

Заказчик может устанавливать на свой вкус различные характеристики модели – выбирать материал и цвет шнурков, выбрать собственную надпись для каблука, этикетки и язычка [2].

После того как проектирование обуви закончено, производитель обязуется в течение 4–6 недель создать её и доставить клиенту. Цена готовой модифицированной на сайте пары, в зависимости от модели и сделанных изменений, составляет от 150 до 270 евро.

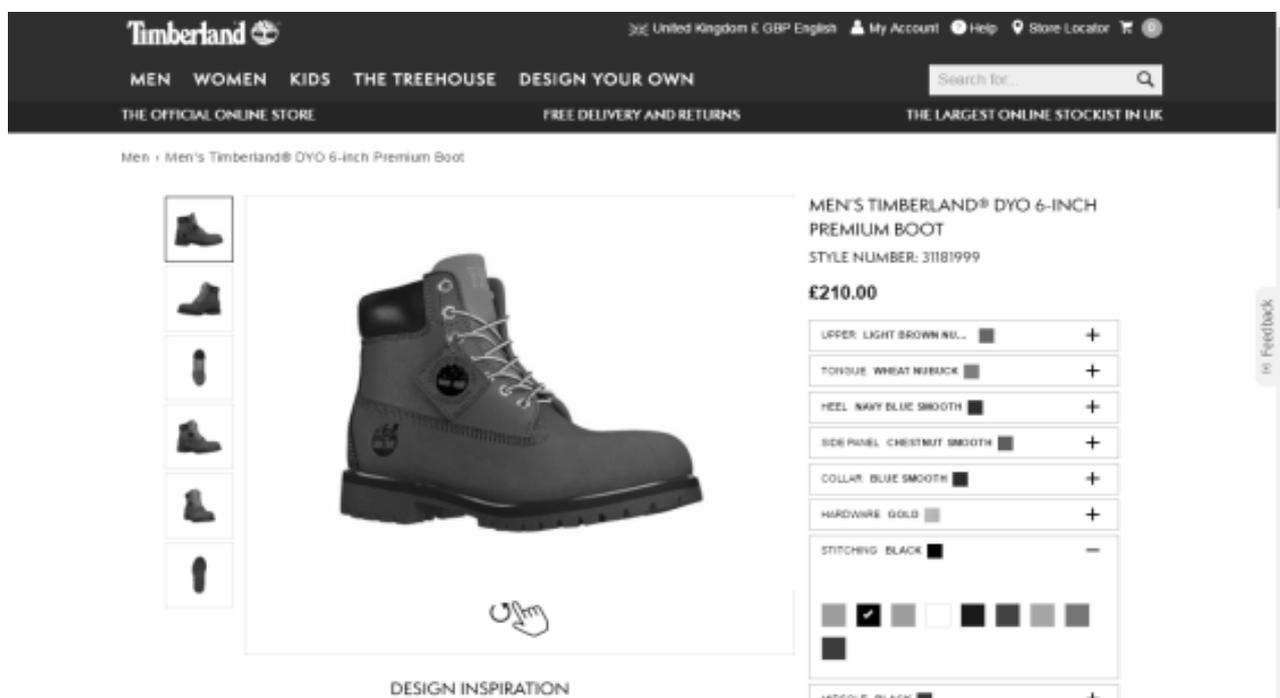


Рис. 1. Функция DesignYourOwn для индивидуализации продукции от компании Timberland

Легендарная марка JimmyChoo разработала онлайн-сервис, где можно заказать уникальные туфли с монограммой бренда. Ресурс позволит клиентам создавать индивидуальные

туфли на основе четырех популярных моделей: Anouk, Xenia, Lance и Tite. Клиенты бренда смогут выбрать цвет, один из четырех вариантов высоты каблука и материал для своих туфель-мечты: в ассортименте замша, шелк, кожа питона и крокодила, классическая матовая кожа. На индивидуальную пару обуви можно нанести монограмму, металлические символы будут располагаться на подошве рядом с фирменной гравировкой производителя (рис.2).

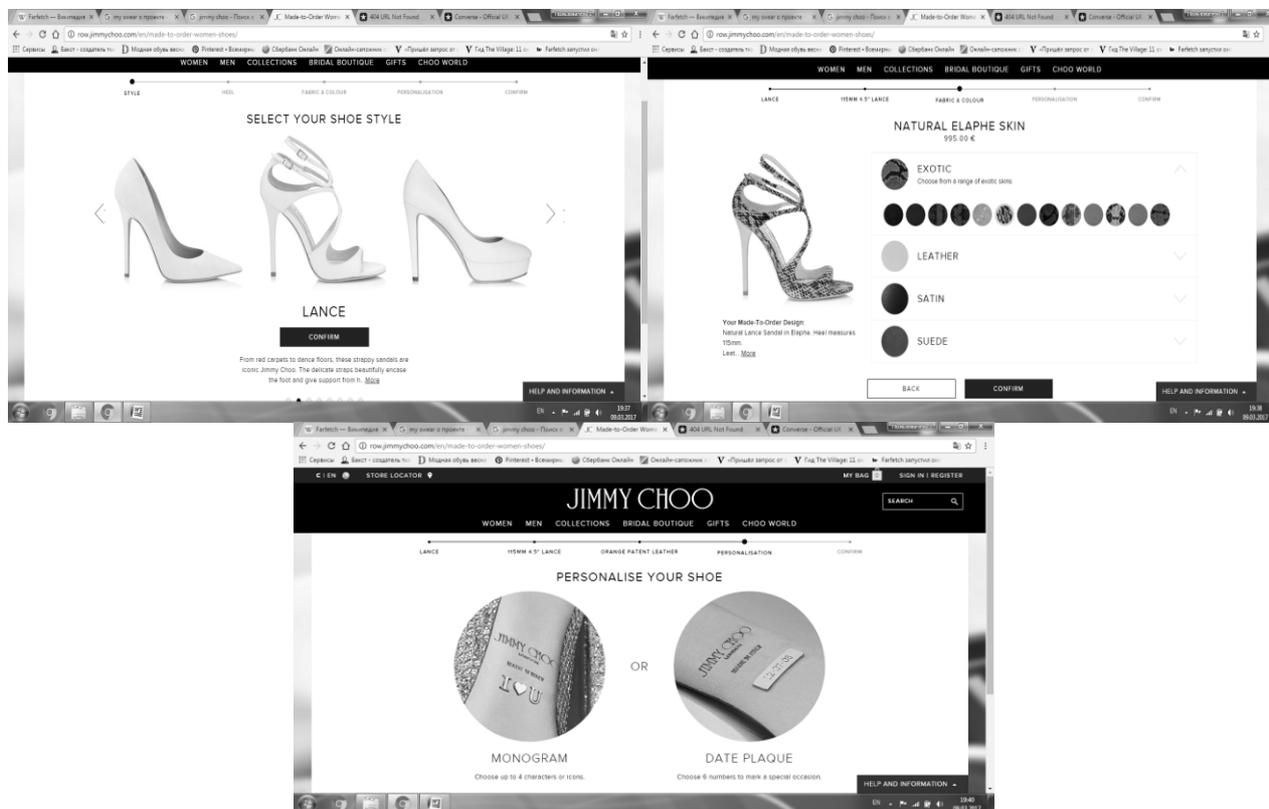


Рис. 2. Онлайн-сервис марки JimmyChoo

Компания ShoesofPrey — австралийский производитель кастомизированной женской обуви впервые в России предлагает покупателям приобрести эксклюзивные туфли ручной работы, создав собственный дизайн онлайн на сайте. В распоряжении покупателей широкий ассортимент материалов, включая итальянский шелк, мягчайшую телячью кожу, лакированную кожу, замшу, кожу питона и другие материалы более 100 различных расцветок (рис.3).

ShoesofPrey предлагает более трех триллионов различных комбинаций дизайнов, которые постоянно обновляются. В ассортимент компании входят балетки, ботильоны и туфли с различной приподнятостью пяточной части. Срок изготовления туфель составляет всего 6 недель, заказы ShoesofPrey доставляются по всему миру. Компания имеет неоценимый опыт изготовления красивой, качественной и удобной женской обуви и гарантирует потребителям возможность возврата товара [3].

Российская марка Afourcustomfootwear, родом из северной столицы - Санкт-Петербурга, основана в 2009 году, но несмотря на молодость не отстает от мировых производителей и предлагает своим клиентам изготовить обувь ручной работы (кроссовки, ботинки, броги) по выбранному ими онлайн дизайну.

Индивидуализация продукции может быть полной и неполной. В первом случае все производственные мощности переводятся на производство продукции на заказ, во втором случае часть производственных мощностей работает на заказ, а часть производит стандартную продукцию предприятия.

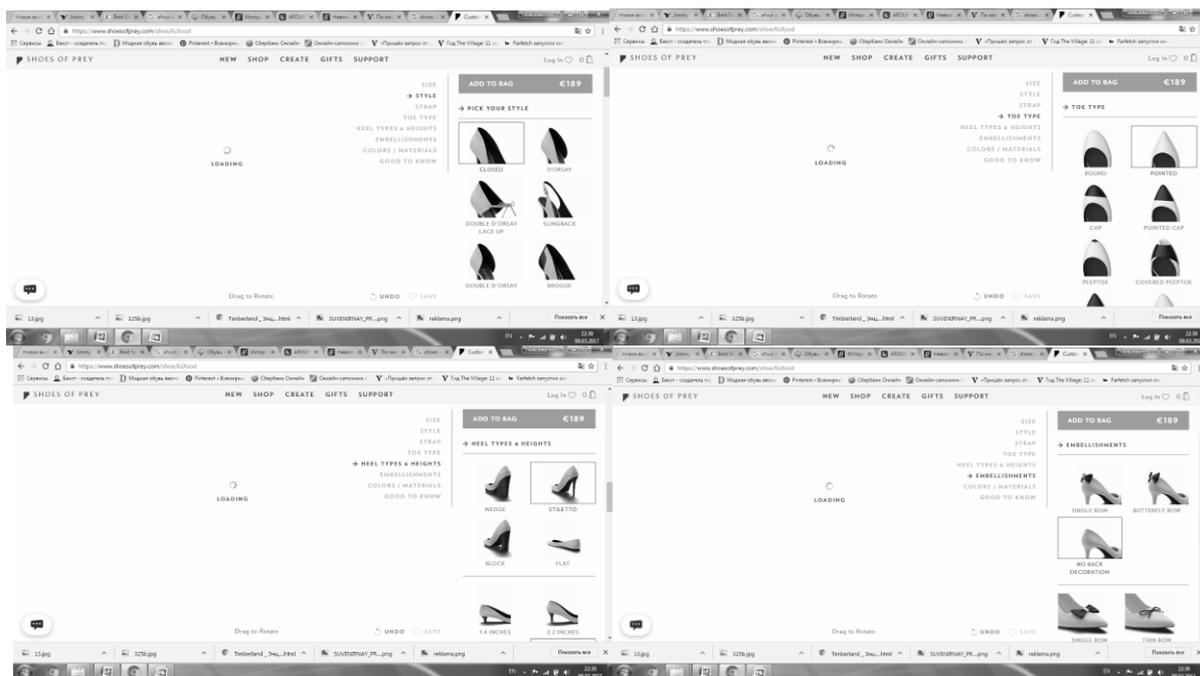


Рис. 3. Онлайн сервис компании ShoesofPrey

Переход к индивидуализированному производству повышает роль работников в производственных процессах. Необходимость гибкости функционирования предприятия в системе производства продукции по индивидуальным заказам предъявляет повышенные требования к персоналу.

Список литературы

1. Медведева О.А., Рыкова Е.С. Сервис онлайн конструкторов обуви на примере мировых брендов // Тезисы докл. Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности: сборник материалов Всероссийской научной студенческой конференции. Часть 1. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2017. 241 с.
2. <https://www.timberland.com/custom.html>
3. <http://citycelebrity.ru/citycelebrity/Post.aspx?PostId=17933>

УДК.664.653.122.; 664.653.124

ТЕРМИНОЛОГИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАМЕСА: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ TERMINOLOGY OF MIXING TECHNOLOGIES: PROBLEMS AND SOLUTIONS

**Валерий Петрович Янаков
Valeriy Petrovych Yanakov**

*Таврический государственный агротехнологический университет, Украина, Мелитополь
Tavria State Agro Technological University, Zaporizhia Oblast, City of Melitopol, Ukraine
(e-mail: yanakov@ukr.net)*

Аннотация: В статье приведены результаты исследования формирования терминологии в технологиях замеса хлебопекарного, макаронного и кондитерского теста. Реализация энергозатрат, характера, режима и метода энергетического воздействия тестомесильной машины возможна благодаря точности в оценке, анализе и управлении процессами тестоприготовления. Разработаны схемы методологии структуры работы тестомесильных машин и технологий замеса хлебопекарного, макаронного и кондитерского теста.

Abstract: The article presents research results of the terminology definition in bakery, pasta and confectionery kneading technologies. Realization of power inputs, definition, a mode and a method of power influence in the kneading machine is possible nobleness of accuracy in an estimation, the analysis and management of processes dough preparation. The schemes of the methodology of the structure during the work of kneading machines and technologies for kneading bakery, macaroni and confectionery dough are developed.

Ключевые слова: методика, технология, тестомесильная машина, тесто, энергозатраты, тестоприготовление.

Keywords: methodology, technology, kneading machine, dough, energy consumption, dough preparation.

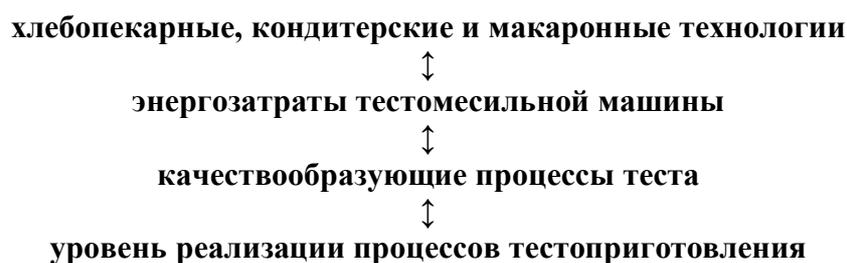
Научно-технический прогресс выдвигает ряд требований к пищевым технологиям — расширение ассортимента выпускаемой продукции с возможностью варьирования их качественными показателями, который реализуются через оперативный анализ качествообразующих процессов, структурной деформации теста и характера энергозатрат в период замеса. Данные методические подходы опираются на развитие энергосберегающих технологий в замесе, и их исполнение требует детального анализа применения и адаптации фундаментальных законов науки в тестоприготовлении [1].

В определении наиболее результативного исполнения процессного воздействия в ходе энергетического воздействия на тесто и перемешиваемое сырьё возникает ряд вопросов о структуре, взаимосвязи и направлении совершенствования эффективности алгоритма технологически обоснованного энергетического воздействия тестомесильной машины. Характер энергетического воздействия тестомесильных машин периодического или непрерывного действия носит идентичный характер. Данный научный подход представлен на рис. 1,2.

В связи с этим представляет особый интерес проведения исследований по разработке и обоснованию эффективности процессов перемешивания и сопутствующих процессов тестоприготовления. В этих условиях актуальным направлением в технологиях замеса является, возможность контроля и реализации применения терминологии:

- (B1) Главное задание пищевых технологий.
- (B2) Интенсификация технологического процесса замеса.
- (B3) Качество хлебопекарного, макаронного и кондитерского теста.
- (B4) Тестомесильные машины.
- (B5) Технологические материалы.
- (B6) Уровень технологической организации тестоприготовления.
- (B7) Уровень технической оснащённости тестомесильной машины.
- (B8) Уровень управляемости технологической системой замеса.
- (B9) Энергосбережение.

Осуществление данного научного подхода приводит к возможности варьирования качественными показателями и получению технологически обоснованного уровня однородности теста [2-4]. Определение направлений процессов данной группы пищевого оборудования реализуется через повышение эффективности алгоритма (B) взаимосвязи терминологии процессов и оборудования:



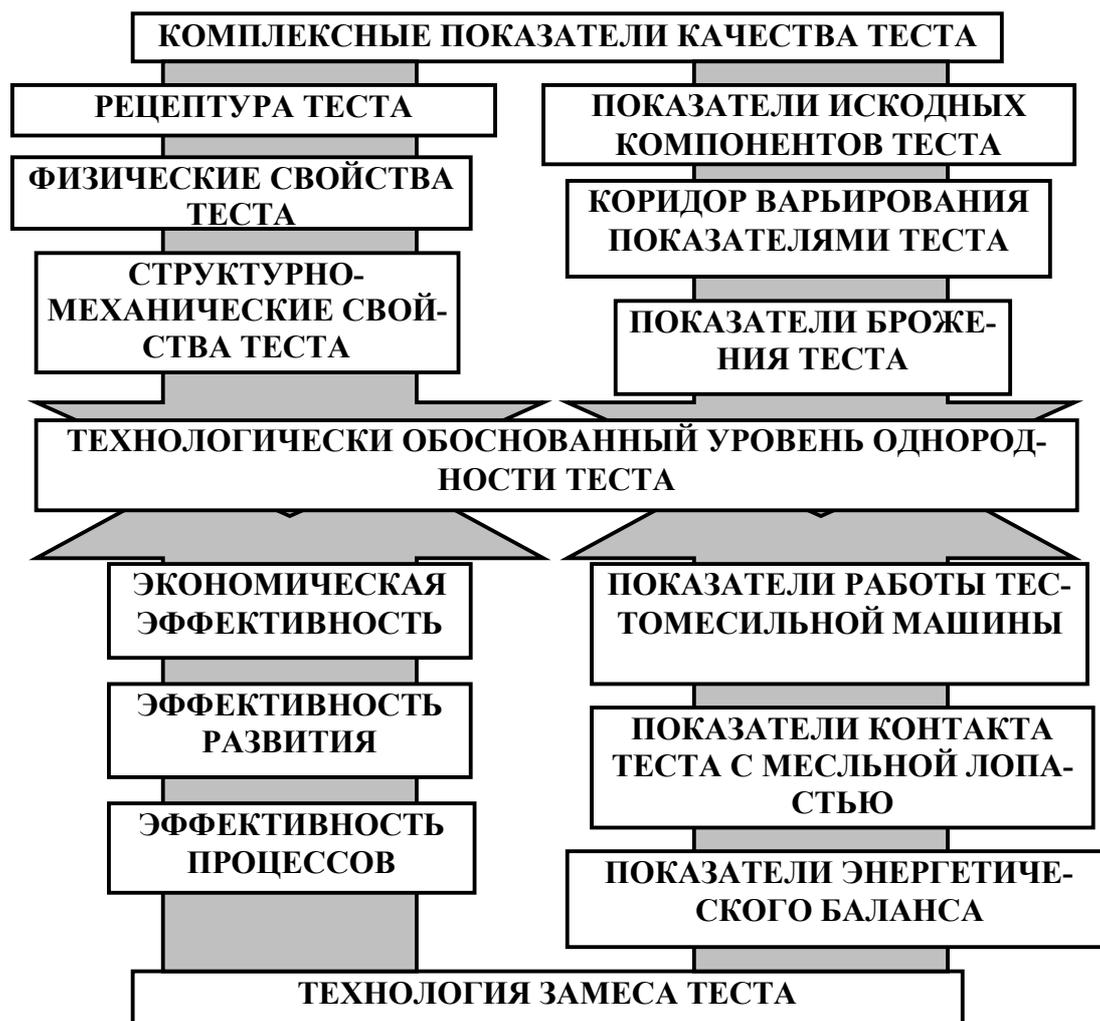


Рис. 1. Схема технологий замеса хлебопекарного, макаронного и кондитерского теста

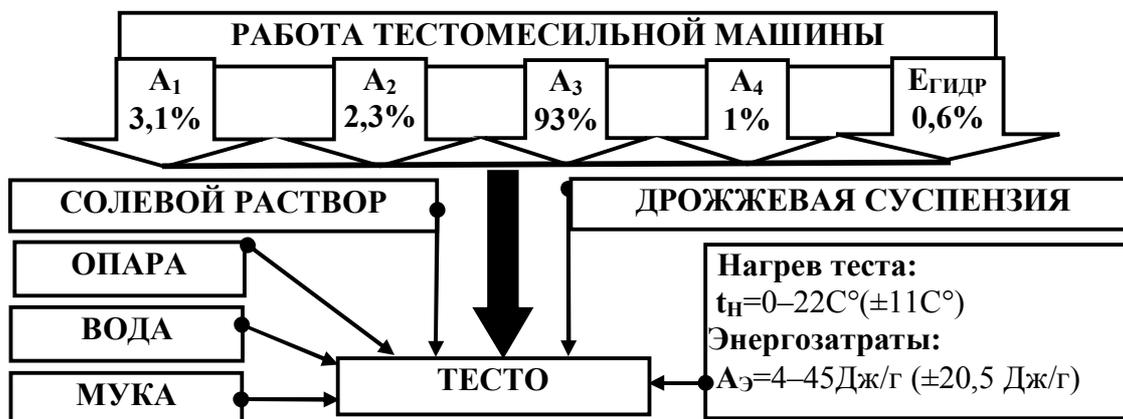


Рис. 2. Методология структуры работы тестомесильных машин

A1 – затрачиваемая на перемешивание массы; A2 – идущая на движение месильного органа; A3 – направленная на нагрев теста и перемешиваемого сырья; A4 – расходуемая на структурообразование теста; EГИДР – энергия от гидратации теста и перемешиваемого сырья

Для достижения технически обоснованных параметров тестоприготовления необходима реализация энергозатрат, характера, режима и метода энергетического воздействия тестомесильной машины. В исследованиях методологии работы тестомесильных машин возникает вопрос о точности применяемой терминологии [2-4]. Раскрытие задач направленности реализации интенсификация технологического процесса замеса опирается на нижеприведенную терминологию:

(B1) Главное задание пищевых технологий — осуществление задачи, реализуемой как максимально возможной в изготовлении продукции заданного уровня и качества, в пределах допустимых исходными количественными и качественными показателями рецептурных компонентов при наименьших материальных и научно-методических затратах. Объектом исследований является пищевое оборудование, процессы, рецептурное сырьё и выпускаемая продукция.

(B2) Интенсификация технологического процесса замеса — управление скоростью образования теста, итогом чего является увеличение производительности тестомесильной машины. Данный подход реализуется: ростом потенциала процессов, реализуемых в деже тестомесильной машины; увеличением кинетической энергии на перемешиваемое сырьё и тесто; уровнем передачи процессов энергетического воздействия энергопередающих устройств тестомесильной машины в качествообразующие процессы теста; одновременным увеличением трёх факторов (интенсификация процессов). Они применяются при анализе и корректировке энергетического воздействия тестомесильной машины изолированно или комплексно в зависимости от свойств выделенных процессов замеса.

(B3) Качество хлебопекарного, макаронного и кондитерского теста — совокупность свойств, количественных и качественных показателей, характеристики которых определяют способность удовлетворять требования применяемых технологий.

(B4) Тестомесильная машина — пищевое оборудование, предназначенное для осуществления технологической операции замеса теста. Работает в заданном режиме для преобразования процессов энергозатрат, характера, режима и метода энергетического воздействия на перемешиваемое сырьё и тесто.

(B5) Технологические материалы — сырьё, идущее по рецептуре на технологическую операцию замеса теста. Её количественные, качественные и структурно-механические параметры оказывают существенное влияние на процессы, реализуемые при энергетическом воздействии тестомесильной машиной.

(B6) Уровень технологической организации тестоприготовления — определение количества операций, процессов и их комбинаций, способности их изменения для выпуска различного уровня однородности и качества теста в пределах варьирования параметров реализуемых процессов и свойств перемешиваемого сырья.

(B7) Уровень технической оснащённости тестомесильной машины — степень оснащённости оборудования данного вида пищевой техникой техническими и технологическими средствами, технологией и научно-методологической обеспеченностью процессов замеса.

(B8) Уровень управляемости технологической системой замеса — степень достижения наилучших режимов функционирования, варьирования энергетического воздействия тестомесильной машины на перемешиваемое сырьё и тесто в технологической операции замеса. Определяется сложностью системы, характеризующей качество управления.

(B9) Энергосбережение — научный подход, при котором происходит совершенствование процессов и структуры энергетического воздействия на перемешиваемое сырьё и тесто в период замеса с целью снижения энергозатрат тестомесильной машиной, при одновременном повышении или стабилизации качества выпускаемой продукции (теста).

Анализ терминологии тестоприготовления, тестомесильных машин и технологий замеса показывает, определение взаимосвязи качествообразующих процессов теста с процессами энергозатрат, характера, режима и метода энергетического воздействия занимают основное

место в формировании новых подходов научно-технического прогресса в пищевых науках. Он основывается на методическом обосновании, теоретическом расчёте и экспериментальном подтверждении выполнения задач технологий замеса хлебопекарного, макаронного и кондитерского теста.

Его методическое решение, повышение эффективности алгоритма (В) направлений процессов данной группы пищевого оборудования, возможно, представить в виде уравнения:

$$B = \sum_{n=1}^{\infty} (B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + B_5 + B_6 + B_7 + B_8 + B_9 + \dots + B_i \dots + B_n) \quad (1)$$

где **(B1)** – возможность реализации пищевых технологий в соответствии с задачами, целями в хлебопекарном, макаронном и кондитерском производстве;

(B2) – потенциал, коридор параметров показателей варьирования интенсификации технологического процесса замеса;

(B3) – показатели рецептуры, качественных и количественных показателей перемешиваемого сырья и теста;

(B4) – технические, технологические и процессные возможности тестомесильной машины;

(B5) – требования ГСТУ, выдвигаемые пищевыми технологиями к сырью, идущему по рецептуре на технологическую операцию замеса;

(B6) – уровень реализации технологической организации тестоприготовления;

(B7) – уровень выполнения и возможность последующей модернизации технологической оснащённости тестомесильной машины;

(B8) – уровень осуществления управляемости технологической системой замеса в пределах варьирования факторов рецептуры, качественных и количественных показателей перемешиваемого сырья и теста;

(B9) – возможность управления энергозатратами, характером, режимом и методом энергетического воздействия тестомесильной машины.

Определение наиболее эффективной реализации процессного воздействия в тестоприготовлении основывается на методическом обосновании, теоретическом расчёте и экспериментальном подтверждении реализуемого алгоритма соответствия затрат мощности тестомесильных машин, эксплуатируемых в различных пищевых производствах, а также выполнению задач технологий замеса хлебопекарного, макаронного и кондитерского теста.

Реализация точности формулировки терминологии в оценке, анализе и управлении процессом замеса перемешиваемого сырья и теста ведёт к обоснованию и осуществлению новых подходов в научно-техническом прогрессе пищевых технологий.

Выводы

В результате проведения комплекса теоретических исследований установлена терминология тестоприготовления, тестомесильных машин и технологий замеса:

Проанализирована методология структуры работы тестомесильных машин и схема технологий замеса хлебопекарного, макаронного и кондитерского теста.

Установлен алгоритм эффективности технологически обоснованного энергетического воздействия тестомесильной машины.

Найдено методическое решение, повышение эффективности алгоритма направлений процессов тестоприготовления.

Список литературы

1. Янаков В.П. Обоснование параметров и режимов работы тестомесильной машины периодического действия: автореф. дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук: спец. 05.18.12. – "Процессы и оборудование пищевых, микробиологических и фармацевтических производств" / В.П. Янаков. – Донецк.: Мин-во образ. и науки Украины, Донецкий нац. ун-т экономики и торговли им. М. Туган-Барановского, 2011. 20 с.

2. Стабников В.Н. Процессы и аппараты пищевых производств / В.Н. Стабников, В.М. Лысянский, В.Д. Попов. – М.: Агропромиздат. – 1985. 512 с.

3. Липатов Н.Н. Процессы и аппараты пищевых производств / Н.Н. Липатов. – М.: Экономика. – 1987. 272 с.

4. Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевых производств / Г.Д. Кавецкий, А.В. Королев. – М.: Агропромиздат. – 1991. 432 с.

УДК 515(075)

ГРАФИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР В НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ GRAPHICS EDITOR IN DESCRIPTIVE GEOMETRY

Екатерина Анатольевна Мальцева*, Анна Олеговна Терехина**
Ekaterina Anatolyevna Maltseva*, Anna Olegovna Terehina**

** Российский государственный университет им. А.Н.Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Россия, Москва*

** The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: maleka1@rambler.ru)*

*** Государственное бюджетное образовательное учреждение г. Москвы лицей № 1533 (информационных технологий)*

*** State budget institution Moscow Lyceum # 1533 (information technology), Russia, Moscow*

Аннотация: Предлагается новый подход преподавания начертательной геометрии с использованием графического редактора КОМПАС.

Abstract: A new approach of teaching descriptive geometry by using the graphical editor of COMPASS.

Ключевые слова: начертательная геометрия, трехмерная компьютерная графика.

Keywords: descriptive geometry, three-dimensional computer graphics.

Изучение основ начертательной геометрии предполагает развитие пространственного мышления у студентов. Но в стремительно изменяющемся мире приходится смириться с тем, что с визуальной информацией дети сталкиваются намного раньше, чем с восприятием текстов. В связи с этим требуется принципиально новый подход к обучению студентов в сфере пространственного мышления. Ведь изучение начертательной геометрии – не самоцель! И если совсем скоро наступит эра представления машин и устройств в виде 3D моделей, то цель – умение читать чертежи – изменяется на способность будущих инженеров создавать пространственные модели (1).

Предлагаемая методика преподавания начертательной геометрии основывается на изучении студентами пространственных форм предметов с помощью графического редактора.

Поверхность любого пространственного объекта можно аппроксимировать участками простейших геометрических поверхностей (многогранной, цилиндрической, конической, сферической). Изучая многогранники, как самые простые 3D объекты, одновременно студенты осваивают и принципы работы графического редактора. Создавая свой первый 3D объект, студент воспринимает визуальную информацию о способах построения объемной модели (рис.1).

Изучая пирамиды, студенты сталкиваются с необходимостью применения дополнительных плоскостей, расположенных параллельно основным или наклоненных к основным под требуемым углом.

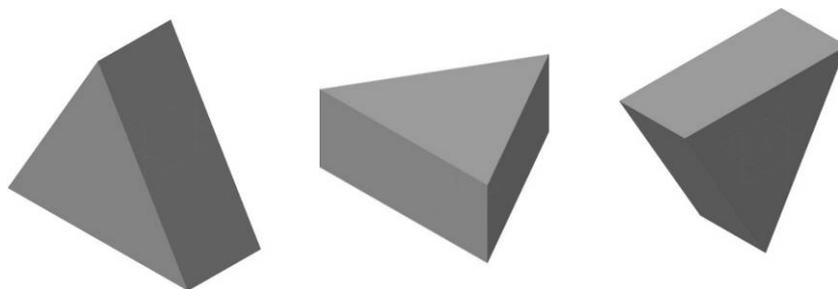


Рис.1. 3D модели призм

В качестве завершающей работы данного раздела студентам предлагается создать твердотельную модель многогранника по описанию. В описании используются общепринятые термины начертательной геометрии и без их знания невозможно выполнить данное задание. В качестве примера можно рассмотреть следующее задание.

Построить пирамиду, в основании которой лежит правильный шестиугольник, вписанный в окружность $\varnothing 100$ мм. Большая ось симметрии шестиугольника параллельна фронтальной плоскости проекций. Высота пирамиды, равная 100 мм, проходит через центр шестиугольника и перпендикулярна ему. Верхним основанием пирамиды является правильный шестиугольник, вписанный в окружность $\varnothing 20$ мм, и наклоненный к нижнему основанию под углом 30° . Построить 3 варианта пирамиды (рис.2).

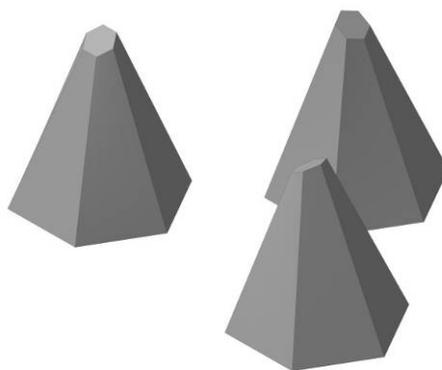


Рис.2. Пирамиды с вырезом

По одной из полученных моделей составляется полноценный ассоциированный чертеж с необходимыми размерами и надписями (рис.3).

На чертеже студент должен построить косое сечение, используя дополнительные функции программы «Ассоциированный чертеж».

Выполняя эту работу, студенты знакомятся с особенностями построения ассоциированного чертежа, косого сечения и простановкой размеров. Но главной целью этой работы является выбор вида спереди для построенной 3D модели.

Следующий этап – изучение поверхностей вращения, как наиболее распространенных в машиностроении. Сначала строятся линейчатые поверхности типа «Конус», «Цилиндр».

Основой для построения поверхностей типа «Параболоид» или «Гиперболоид» являются кривые, полученные на поверхности конуса. Такие работы выполняются по словесному описанию. Например, студенту предлагается построить усеченный конус, диаметры оснований которого соответственно равны 30 мм и 100 мм. Высота параллельна П2 и равна 100 мм. Парабола располагается на расстоянии 30 мм от левой крайней образующей конуса, а гипербола располагается на том же расстоянии от оси вращения конуса и параллельна П3. Полученные кривые использовать для построения однополостного гиперболоида, параболоида и

гиперболического параболоида. По результатам построения выполнить ассоциированный чертеж.

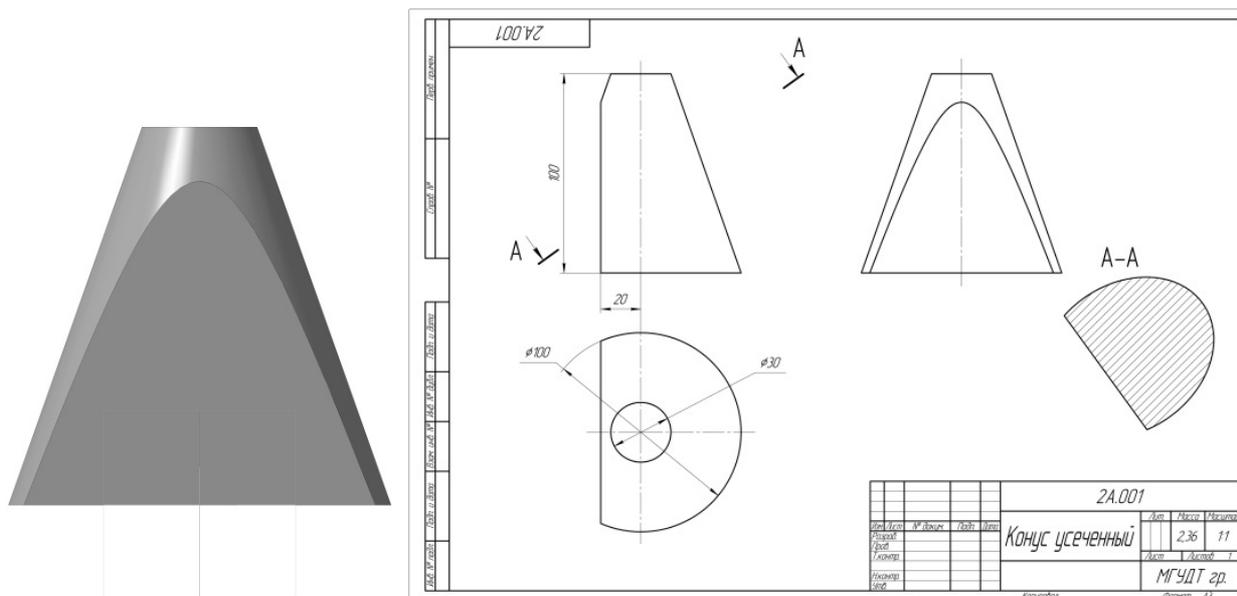
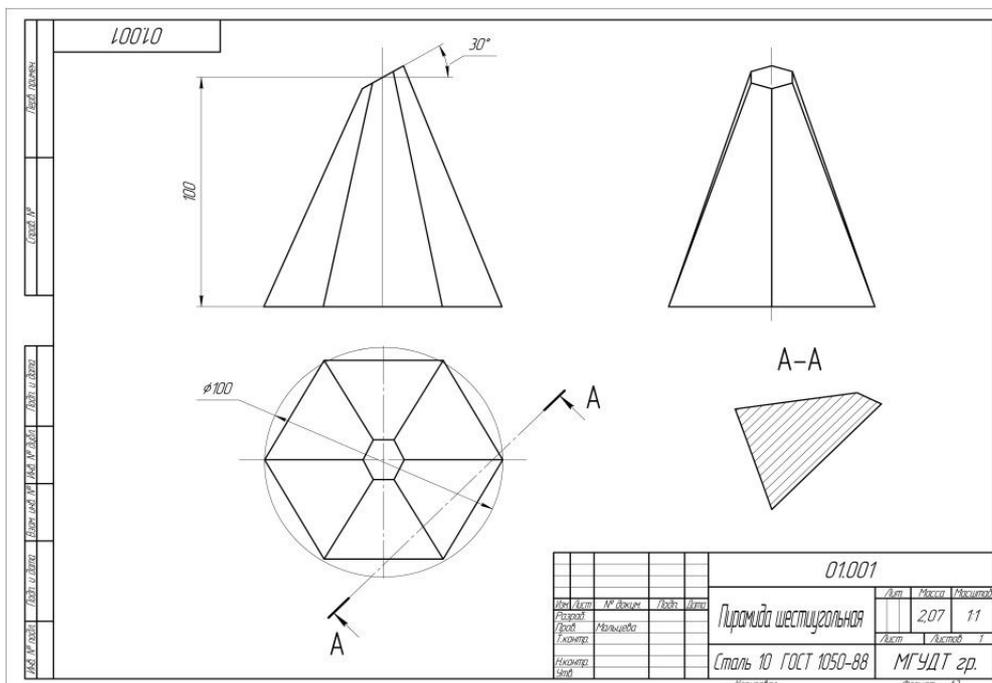


Рис. 3. Модель и ассоциированный чертеж пирамиды и конуса

На ассоциированном чертеже однополостного гиперболоида необходимо построить прямую, которую можно использовать для образования данной поверхности.

Кроме того, такую же точно 3D модель гиперболоида студенты должны построить, используя функцию параллельных плоскостей.

Последним разделом в этой части является изучение таких поверхностей, у которых образующие типа «Окружность», «Треугольник» перемещаются или по окружности, или по винтовой линии.

Список литературы

1. Четверухин Н.Ф. и др. Начертательная геометрия. – М.: Высшая школа, 1963.
2. Боголюбов С.К. Инженерная графика. – М.: Машиностроение, 2000.

УДК 678

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРЕМНЕЗЕМНЫХ ВОЛОКОН
DESIGNING OF COMPOSITE MATERIALS USING SILICA FIBERS**

**Лариса Ивановна Коротеева
Larisa Ivanovna Koroteeva**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: lik5111@yandex.ru)*

Аннотация: предложена схема определения на стадии проектирования основных физико-механических характеристик полимерных композиционных материалов, армированных непрерывными и дискретными волокнами, позволяющая сократить время разработки и энергоемкость изготовления композита при сохранении индивидуальности каждого компонента, его образующего.

Abstract: determination method of the main physical and mechanical composite materials characteristics during designing has been elaborated. It gives the opportunity of reducing of design time and energy intensity of composite materials production with preservation of its each component identity.

Ключевые слова: композиционный материал, матрица, связующее, наполнитель, адгезия, критическая длина волокна, прочность, упругость, объемное содержание наполнителя.

Keywords: composite materials, mould, binder, adhesion, critical fiber length, strength, elasticity, volume binder content.

Кремнеземные волокна — это стеклянные волокна с высоким (более 95%) содержанием окиси кремния (SiO_2). Материалы на основе этих волокон обладают уникальным комплексом свойств. Сочетание чрезвычайно высокой (более 1000 °С) термостойкости, высоких диэлектрических характеристик, химической стойкости и стойкости к жесткой радиации определило широкое использование кремнеземных волокон в виде волокнистых наполнителей к композиционным материалам.

Кремнеземные волокна составляют основу создания новых материалов для использования их в атомной энергетике, ракетостроении, самолетостроении и т.д.

При определении структуры и свойств композиционных материалов (КМ) заданными являются параметры изделия (прочность, упругость, термостойкость и т.д.), которое планируется изготавливать из данного композита.

В данной работе определены возможности КМ, полученного путем армирования короткими кремнеземными волокнами термореактивных, термопластических и металлических матриц. Предлагаемые матрицы имеют физическую, химическую и механическую совместимость с кремнеземными волокнами, что обеспечивает образование между ними прочного и специфического соединения, выдерживающего наиболее тяжелые условия работы.

Армирование короткими волокнами позволяет получать КМ с изотропной структурой, которые находят широкое применение при изготовлении изделий из КМ.

Проектирование КМ, армированных короткими волокнами, включает следующие стадии: определение критической длины армирующих волокон; определение допустимого объемного содержания наполнителя (волокон) в КМ; определение плотности КМ; определение

прочностных и упругих характеристик проектируемого композита; определение удельных значений прочности и упругости; установление энергетических затрат на изготовление КМ.

1. Определение длины армирующих волокон. Заданная длина волокон зависит от критической длины волокон ($l_{кр}$), которую можно определить по одной из следующих зависимостей [1, 2]:

$$l_{кр} = d_g \sigma_g / 2\tau_z, \quad (1)$$

$$l_{кр} / d_g = 1,15((1 - \nu_g^{0,5}) / \nu_g^{0,5}) \cdot (E_g / G)^{0,5} \quad (2)$$

где $\tau_z = \sigma_m \cdot \cos 45^\circ$; d_g – диаметр волокна; σ_g – прочность волокна при растяжении;

τ_z – напряжение сдвига, определяющее прочность границ “волокно-матрица”; ν_g – объемное содержание волокна в матрице; E_g – модуль упругости волокна; G – модуль сдвига матрицы; σ_m – прочность матрицы.

Формулой (2) можно пользоваться в том случае, если уже известно объемное содержание волокна ν_g в КМ.

В зависимости от прочности волокон и типа полимерной матрицы соотношение $l_{кр} / d_g$ может варьироваться от 10 до 1000.

На рис.1 представлены графики зависимости критической длины кремнеземных волокон от диаметра волокон и вида матрицы. Зависимости получены при прочности кремнеземных волокон $\sigma_g = 5,9 \text{ ГПа}$.

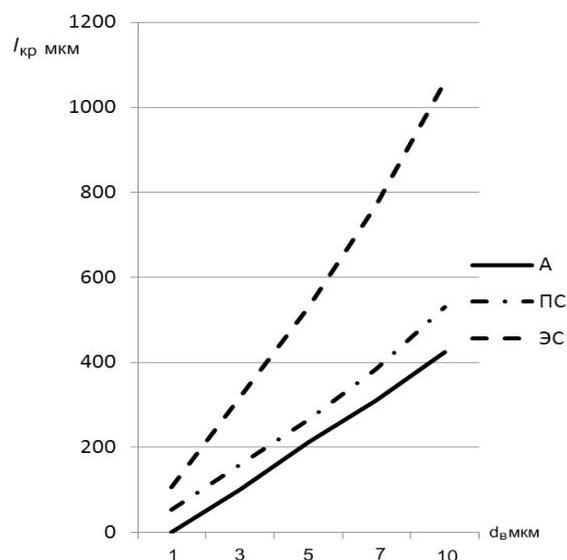


Рис. 1. Зависимость критической длины волокон ($l_{кр}$) от диаметра волокна (d_g) и вида матрицы

(ЭС - терморезистивная матрица ($\sigma_{эм} = 40 \text{ МПа}$); ПС- термопластичная матрица ($\sigma_{эм} = 77 \text{ МПа}$); А – металлическая матрица ($\sigma_{эм} = 100 \text{ МПа}$))

Расчеты показывают, что уже при $l > 10 l_{кр}$ волокно в КМ воспринимает до 90% внешней нагрузки, а на практике это чаще всего происходит только при $l > 100 l_{кр}$. Такое различие между расчетными и экспериментальными данными говорит о том, что к выбору длины волокон в КМ необходимо подходить с учетом большого количества параметров, влияющих на прочность композита.

2. Допускаемая объемная доля волокон в КМ. Содержание волокна (наполнителя) в КМ оказывает решающее влияние на прочностные свойства получаемого КМ.

Существуют понятия минимального (v_{min}), критического ($v_{крит}$), оптимального ($v_{опт}$) и максимального (v_{max}) содержания наполнителя.

При большем содержании наполнителя связующее не может образовать монолитную систему и получается пористый материал, прочность которого резко меняется. На практике максимальная доля волокна во избежание расслоения композиции чаще всего не превышает 0,7. Критический объем волокон обычно не превышает 0,2, т.е. $v_{крит} \approx 0,2$. Допустимый объем волокон v_g в матрице обычно лежит в пределах от $v_{опт}$ до v_{max} .

Допустимый объем волокон в матрице зависит от диаметра волокон (d_g) и минимально возможного расстояния между волокнами (δ_{min}), которое обеспечивает непрерывность матрицы.

$$v_g = 0,846 / (1 + \delta_{min} / d_g)^2,$$

где δ_{min} - прослойка матричного материала.

Величина прослойки матричного материала между волокнами (δ_{min}) зависит от геометрии укладки волокон в матрице (тетрагональная, гексагональная, статистически плотная, хаотически-ориентированная, с волокнами разного диаметра).

Так, например, при $\delta_{min} = 0,5d_g$ допустимый объем будет равен $v_g = 0,37$.

3. Плотность композита. Плотность проектируемого композита ($\rho_{км}$) с учетом правила аддитивности будет равна:

$$\rho_{км} = \rho_g \cdot v_g + \rho_m (1 - v_g),$$

где ρ_g , ρ_m – плотность кремнеземного волокна и плотность матрицы.

Зависимость $\rho_{км}$ от объемного содержания наполнителя v_g представлена на рис. 2.

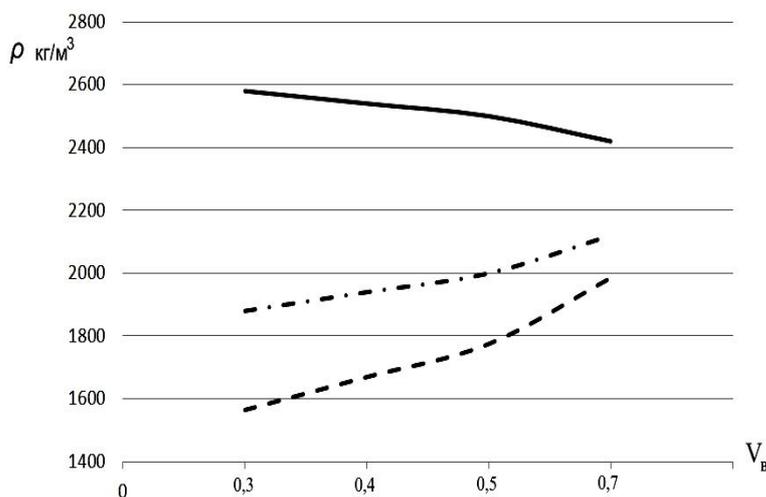


Рис. 2. Зависимость плотности КМ от объемной доли волокон в КМ (v_B) и вида матрицы

(ЭС - термореактивная матрица; ПС– термопластичная матрица; А– металлическая матрица)

4. Определение прочностных характеристик проектируемого композита. Прочность композита, армированного короткими волокнами, зависит от расположения волокон в матрице. Рассмотрим два варианта:

4.1. Короткие волокна ориентированы в направлении действия нагрузки. Прочность $\sigma_{км}$ КМ в этом случае можно определить с помощью зависимости, учитывающей критическую $l_{кр}$ и реальную длину волокон l :

а) при $l < l_{кр}$ прочность композита: $\sigma_{км} = (\tau_z l v_g / d_g) + \sigma_{мм}(1 - v_g)$,

где τ_z - разрушающее напряжение при сдвиге на границе раздела волокно-матрица; d_g - предел прочности волокна, ГПа; $\sigma_{мм}$ - предел текучести матрицы, ГПа; v_g - объемное содержание волокнистого наполнителя.

б) при $l > l_{кр}$ волокна могут быть нагружены до разрушения. Прочность композита в этом случае $\sigma_{км}$: $\sigma_{км} = \sigma_g v_g (1 - l_{кр} / 2l) + \sigma_{мм}(1 - v_g)$.

На рис. 3 представлена зависимость прочности КМ от объемного содержания наполнителя для разных материалов матриц при $d_g = 10$ мкм (при $l > l_{кр}$). Зависимость прочности композита от объемного содержания наполнителя для разных материалов матриц при $d_g = 10$ мкм (при $l < l_{кр}$) представлена в табл. 1.

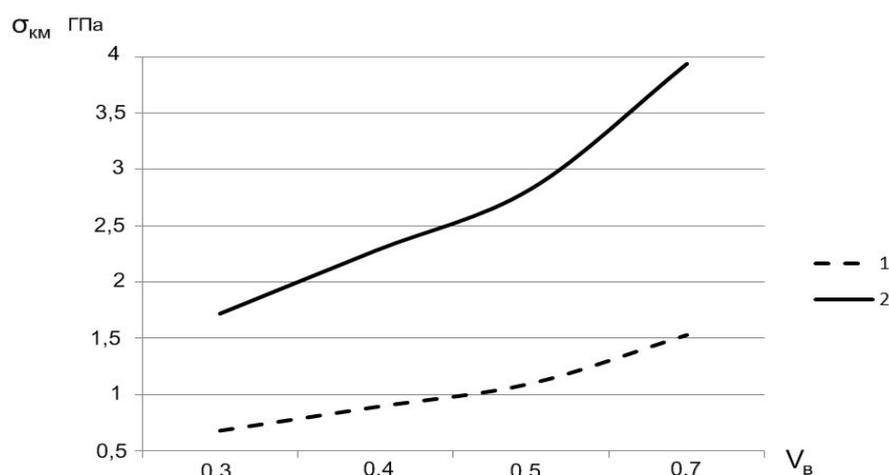


Рис. 3. Зависимость прочности КМ ($\sigma_{км}$) от объемного содержания наполнителя при $l > l_{кр}$ (1 – полимерная матрица; 2 – металлическая матрица)

Таблица 1. Зависимость прочности КМ ($\sigma_{км}$) от объемного содержания наполнителя при $l < l_{кр}$

Объемное содержание волокон	Прочность КМ, ГПа (при направленной ориентации волокон)			Примечание
	Эпоксидная	термопластическая	металлическая	
0,3	0,68	0,71	0,73	$l_{кр} = 1$ мм, $l = 0,9$ мм
0,4	0,89	0,915	0,93	
0,5	1,1	1,12	1,14	
0,7	1,53	1,53	1,55	

4.2. *Короткие волокна располагаются хаотично.* Как показывает практика [5], хаотичное расположение волокон значительно снижает эффект усиления волокнами матрицы. В этом случае одним из путей учета относительной эффективности усиления является использование коэффициента эффективности (коэффициента Кренчеля) при определении прочности композита [2, 5]:

$$\sigma_{км} = X\Phi v_g \sigma_g + \sigma_{мм}(1 - v_g),$$

где X – коэффициент Кренчеля, зависящий от расположения дискретных волокон в матрице; Φ – коэффициент, учитывающий распределение напряжений на концах волокон. Для однородного объемного распределения волокон можно принять $X = 1/16$, а $\Phi = 0,5$ (табл. 2).

Таблица 2. Значения прочности КМ при хаотическом расположении волокон

Объемное содержание волокон	Прочность КМ, МПа (при хаотическом расположении волокон)		
	Эпоксидная матрица	Термопластическая матрица	Металлическая матрица
0,3	84,7	114,8	130,5
0,4	98,9	124,7	139,5
0,5	113,2	134,3	147,2
0,7	141,9	154,5	162

5. Определение упругих характеристик КМ. Для определения модуля упругости композита, наполненного короткими волокнами, можно использовать следующие зависимости:

5.1. при $l < l_{кр}$ модуль упругости композита $E_{км}$ будет равен:

$$E_{км} = E_v v_v l / 2l_{кр} + E_m (1 - v_v),$$

где E_v, E_m – модули упругости волокна и матрицы;

5.2. при $l > l_{кр}$ модуль упругости композита равен:

$$E_{км} = E_v v_v (1 - l_{кр} / 2l) + E_m (1 - v_v).$$

Выводы

1. Формирование структуры композиционных материалов, а также оценку их физико-механических характеристик необходимо проводить на стадии проектирования композитов на основании требований, предъявляемых к изделиям из этих композитов.

2. Проведенные на стадии проектирования предварительные расчеты основных механических характеристик композиционных материалов позволяют сократить время разработки, энергоемкость изготовления композита при сохранении индивидуальности каждого образующего композит компонента.

Список литературы

1. Шульга А.В. Композиты. Ч.1. Основы материаловедения композитных материалов. – М.: НИЯУ МИФИ, 2013. 96 с.
2. Панова Л.Г. Наполнители для полимерных композиционных материалов: учеб. пособие. – Саратов: Саратовский государственный университет, 2010. 68с.
3. Полимерные композитные материалы. Свойства. Структура. Технологии. Учеб. пособие/ М.Л. Кербер, В.М. Виноградов, Г.С. Головкин и др.; под ред. А.А. Берлина. – СПб: Профессия, 2008 – 560 с.
4. Коротеева Л.И., Шаронов А.В., Астахов П.А. и др. Проектирование композиционных материалов с заданной структурой и свойствами.//Пластические массы, 2016. № 5-6. С 15-16.
5. Михайлин Ю.А. Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы.- СПб.: Профессия, 2006. 624 с.

УДК 685.3

**ИНТЕГРАЛЬНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ АНТИСТАТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБУВИ
INTEGRATED METHOD OF ESTIMATION OF ANTISTATIC PROPERTIES
OF SHOES**

**Ольга Александровна Белицкая
Olga Aleksandrovna Belitskaya**

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

Аннотация: В современных производственных условиях антистатическая обувь занимает определенную нишу в номенклатуре специальной обуви, технология производства и качество которой постоянно совершенствуется. Разработанный интегральный метод оценки антистатических свойств обуви позволит оценить специальную обувь, на разнообразных напольных покрытиях, в различных климатических условиях.

Abstract: In modern production conditions, antistatic footwear occupies a certain niche in the range of special footwear, production technology and quality of which is constantly being improved. The developed integral method for assessing the antistatic properties of shoes will allow to evaluate special footwear, on a variety of floor coverings, in different climatic conditions.

Ключевые слова: антистатическая обувь, специальная обувь, электростатика, испытания, интегральный метод.

Keywords: antistatic shoes, special shoes, electrostatics, tests, integral method.

В настоящее время проблема борьбы со статическим электричеством на производстве встала особенно остро. Электростатические заряды накапливаются на обуви и одежде персонала, на покрытиях полов, на поверхностях производственных столов и оборудования. Жизнедеятельность и работоспособность человека на производстве в немалой степени зависит от использования средств индивидуальных защиты, важной составной частью которого является специальная обувь.

Анализ производственных условий предприятий нефтегазовой отрасли, как наиболее крупной и интенсивно развивающейся, показал, что наличие распределенных электрических зарядов, которые создают электростатические поля и способны в результате разрядов зажигать горючие газы, пары или пыль, находящиеся в воздушной среде, обуславливают высокую электростатическую опасность. В результате детонации взрывов и пожаров происходят трагические случаи, и наносится ущерб производству. Согласно статистике, причиной взрывов паровоздушных смесей в 27% случаев было статическое электричество [1].

Еще одна из потенциально опасных отраслей – это электронной промышленности. Участок, защищенный от электростатических разрядов – это участок, оборудованный антистатическими элементами, необходимыми для снижения вероятности повреждения чувствительных к электростатическим зарядам электронных компонентов. Персонал, а также проводящие или рассеивающие элементы должны быть соединены электрически друг с другом и землей для выравнивания электрического потенциала между этими элементами. Размер участка может различаться, он может быть как рабочим местом в одном помещении, так и всей территорией производства.

Поэтому в нефтегазовой и электронной промышленности необходимо разрабатывать

комплекс методов самодиагностики искробезопасности для предупреждения разрядов статического электричества. К методам и средствам защиты можно отнести:

- увеличение влажности воздуха;
- заземление электризующихся объектов;
- использование нейтрализаторов;
- использование средств индивидуальной защиты, таких как специализированная антистатическая обувь и одежда, антистатические браслеты и индивидуальные регистраторы ЭСП.

В настоящее время производством антистатической обуви занимаются следующие страны: Англия, США, Германия, Франция, Венгрия, Финляндия, Китай. В России наибольшую популярность обрела финская обувь фирмы SIEVI. Так же известны такие фирмы, как COFRA (Италия), GIASCO (Италия) PERF (Италия), RED WING (США), DUNLOP (Нидерланды), АВЕВА (Германия) [2].

Российский рынок средств по охране труда, к которым, в том числе, относится специальная рабочая обувь, является сравнительно «молодым» — он начал формироваться в начале 90-х годов. Следует отметить, что ранее производилась преимущественно рабочая обувь универсального назначения (главным образом, кирзовые сапоги и валенки). За последние годы появилось несколько российских компаний, которые занимаются выпуском именно профессиональной обуви, предназначенной для защиты от статического электричества, предусматривающую подошву с четко заданным сопротивлением 10^7 Ом.

На АО выдается декларация, составленная на основании ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты», соответствует ГОСТ Р 53734.4.3-2010 «ГОСТ Р 53734.4.3-2010 (МЭК 61340-4-3:2001) Электростатика. Часть 4.3. Методы испытаний для прикладных задач. Обувь». Для того чтобы выйти на международный рынок, фирма, производящая АО, должна получить протокол испытаний, подтверждающий антистатические свойства обуви. Специальные лаборатории, созданные для этого, находятся в Европе [3].

Тем не менее, на нефтегазоперерабатывающих предприятиях не всегда соблюдаются меры безопасности. Очень часто персонал, обслуживающий накопительные емкости и другие взрывоопасные объекты, одет не по технике безопасности и на них не специальная обувь, а обычные валенки.

Для осуществления контроля при выполнении газоопасных работ целесообразно применять прибор ИРИ-04М, который предназначен для регистрации и индикации электромагнитных факторов и условий, создающих потенциальную искровую угрозу и вызванных «человеческим фактором», природными явлениями и техногенными отказами оборудования и электросетей. ИРИ-04М укрепляется на верхней одежде исполнителя на уровне нижней части груди и автоматически регистрирует световой и звуковой сигнализацией наличие опасных уровней статического электричества и переменного электрического поля. Диапазон регистрации напряженности электростатического поля от 0,8 до 30,0 кВ/м.

Для разработки интегральной методики оценки антистатических свойств обуви, нами предложена следующая схема испытаний специальной и повседневной обуви: испытуемый передвигается по напольному покрытию (поверхности земли) для накопления на теле электростатического заряда. Как только напряжение ЭСП возрастает, испытуемый останавливается в точке заземления, тем самым осуществляется спад напряжения ЭСП с одежды и с обуви. После считывания информации с прибора строится график зависимости напряженности ЭСП от времени (рис. 1).

После построения графика необходимо рассчитать время релаксации электростатического заряда. Для этого выделяется нужный участок кривой и к нему строится экспоненциальная линия тренда (рис. 2).

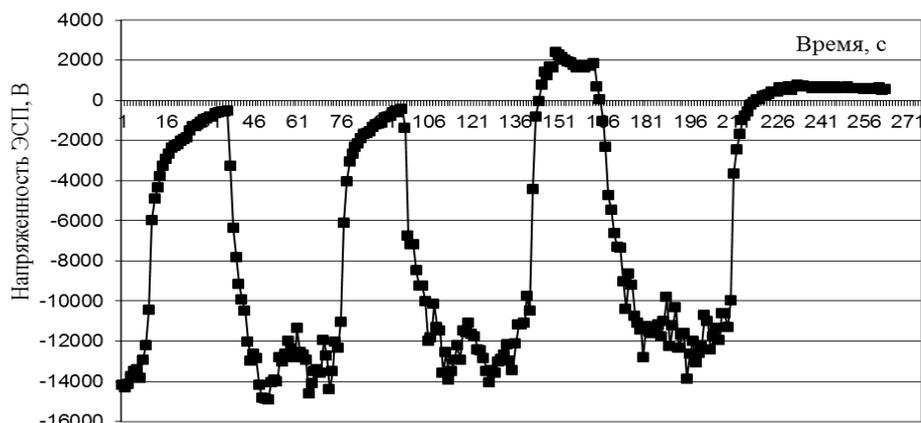


Рис. 1. Зависимость напряженности электростатического поля от времени при нарастании и спаде заряда



Рис. 2. Зависимость напряженности ЭСП отрезка времени, с построением экспоненциальной линии

Время релаксации электростатического заряда по формуле:

$$\tau = \frac{1}{z/\ln 2}, \text{ с} \quad [1]$$

где: τ – время релаксации электростатического заряда, с; z – величина, определяемая при аппроксимации в Excel.

Проведенные нами исследования показали, что материал верха, особенно если это натуральная кожа, а также метод крепления подошвы, незначительно влияет на значение напряженности ЭСП на испытуемом. Главное воздействие на накопление и релаксацию электростатических зарядов оказывает композиционный состав подошвенных материалов [3].

Разработанный интегральный метод оценки антистатических свойств обуви требует дальнейшего апробирования, но уже сейчас можно сказать, что с его помощью можно оценить стекание электростатического заряда с человека в различной обуви, на разнообразных напольных покрытиях, в широких климатических условиях. Такой метод позволит совершенствовать инновационные технологии производства обуви специального

назначения для отраслей российской экономики, которые обеспечивают национальную безопасность страны.

Список литературы

1. Черунова, И.В., Меркулова А.В., Горчаков В.В., Бринк И.Ю. Основы проектирования антиэлектростатической теплозащитной одежды (монография). Москва: Изд-во «Академия Естествознания», 2007. 128 с.

2. Белицкая О.А. Антистатическая обувь, как элемент защиты от электростатических разрядов // Материалы XII Международной научно-практической конференции «Кожа и мех в XXI веке: технология, качество, экология, образование» – Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2016. 464 с., с. 356-361.

3. Самсонова А.А., Белицкая О.А. Предпосылки развития антистатической обуви на российском рынке // Материалы X Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные науки сегодня», том 1 - North Charleston, SC, USA, 2016. 175 с., с. 90-92.

УДК 687.13

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОДЕЖДЫ С ЭЛЕМЕНТАМИ РЕАБИЛИТАЦИИ USE OF 3D MODELING FOR DESIGN OF GARMENTS WITH ELEMENTS OF THE REHABILITATIONS

Елена Геннадьевна Панферова
Elena Gennadevna Panferova

*Новосибирский технологический институт (филиал) РГУ им. А.Н. Косыгина, Россия,
Новосибирск
Novosibirsk Technological Institute (branch) the Kosygin State University of Russia, Novosibirsk
(e-mail: panferovaeg@mail.ru)*

Аннотация: В статье описаны результаты исследования процесса проектирования одежды с элементами реабилитации для детей-инвалидов, больных детским церебральным параличом. Рассмотрен вопрос обеспечения сохранения равновесия ребенка при использовании одежды с утяжелителями.

Abstract: In this article described results of research work of the process of designing garments with elements of the rehabilitations for children-invalids, affected by a child's cerebral paralysis. The issue of ensuring the balance of the child when using clothes with weighting agents is considered.

Ключевые слова: дети-инвалиды, детский церебральный паралич, проектирование одежды, элементы реабилитации.

Keywords: children-invalids, a child's cerebral paralysis, design of garments, elements of the rehabilitations.

Детский церебральный паралич (ДЦП) – не прогрессирующее поражение центральной нервной системы, недоразвитие головного мозга, которое проявляется двигательными нарушениями (параличами, подергиваниями), нарушением равновесия, нарушением речи, возможно интеллектуальными расстройствами, эпилепсией [1].

Двигательные нарушения церебральной природы неизлечимы, но подвержены благоприятному воздействию терапии. В настоящее время существует несколько направлений

реабилитации в одежде: использование реабилитационной одежды, одежды с элементами реабилитации и реабилитационных приспособлений [2].

Одежда с элементами реабилитации пригодна для постоянной носки. Она способствует коррекции осанки и двигательных нарушений ребенка-инвалида, тем самым повышая эффект от медикаментозного лечения и лечебной физкультуры. Важным условием при проектировании одежды с такими элементами реабилитации, как утяжелители, является обеспечение сохранения равновесия тела ребенка при использовании данной одежды в статике и динамике. Правило устойчивости – чем ближе находится вертикаль, опущенная из общего центра масс (ОЦМ) тела к центру опорной площади, образованной контурами ступней ног, тем устойчивей положение тела в пространстве. Сохранение равновесия тела зависит от величины площади опоры и высоты расположения ОЦМ тела. Чем ниже расположен ОЦМ тела и больше площадь опоры, тем выше устойчивость. Кроме того, необходимо помнить, что дети с ДЦП имеют поражение функций опорно-двигательного аппарата (ОДА). Поэтому им, в отличие от здоровых детей, удерживать равновесие значительно труднее, тем более при ходьбе. Следовательно, при проектировании одежды с утяжелителями для детей с ДЦП необходимо проверить изменение положения ОЦМ тела ребенка при внедрении в одежду утяжелителей в статическом положении и при ходьбе.

На основе цифрового фотоизображения ребенка с ДЦП (исследуемый: мальчик в возрасте 10 лет с С-образным искривлением позвоночника) в двух проекциях: вид спереди и сбоку выполнено построение геометрической 3D модели фигуры ребенка в статическом положении в программе Blender. На основе построенной 3D модели производится условное распределение массы тела ребенка по сегментам. В программе заменяют отдельные части тела ребенка-инвалида правильными геометрическими фигурами, такими как эллипс, эллиптический цилиндр, эллиптический конус. Расчет координат центра масс (ЦМ) каждого сегмента по осям X, Y, Z в программе Blender производится автоматически. Далее на основе полученных значений выполняется расчет координат ОЦМ тела ребенка в программе Microsoft Excel [3]. По результатам расчета на 3D модели фигуры ребенка указывается место расположения ОЦМ.

На основе комплексной характеристики перемещения ОЦМ тела ребенка-инвалида при ходьбе, полученной путем синхронной регистрации основных динамических и кинематических параметров движения, построены геометрические 3D модели фигуры ребенка-инвалида в программе Blender, которые соответствуют каждой из фаз цикла шага. По результатам исследований, цикл шага ребенка-инвалида состоит из 7 фаз: 1 – опора на стопу (правая нога) – опора на стопу (левая нога); 2 – опора на носок (правая нога) – опора на стопу (левая нога); 3 – перенос (отрывание), сгибание (правая нога) – опора на стопу (левая нога); 4 – опора на стопу (правая нога) – опора на стопу (левая нога); 5 – опора на стопу (правая нога) – опора на носок (левая нога); 6 – опора на стопу (правая нога) – перенос (отрывание), сгибание (левая нога); 7 – опора на стопу (правая нога) – опора на стопу (левая нога) [4]. Расчет координат ЦМ сегментов и ОЦМ тела ребенка для каждой фазы шага выполнен аналогично расчету ЦМ сегментов и ОЦМ тела ребенка в статике. Результаты расчета координат ОЦМ тела ребенка в статическом положении и для каждой фазы шага представлены в табл. 1.

Таблица 1. Координаты ОЦМ тела ребенка-инвалида в статике и динамике по 7 фазам шага

Номер фазы шага	Координаты ОЦМ, см.		
	Координата ОЦМ по оси X	Координата ОЦМ по оси Y	Координата ОЦМ по оси Z
Статика	-0,76932	-0,23826	-11,5574
1	-0,00023	0,34962	0,02727
2	0,05068	0,33794	0,06891
3	-0,00059	0,59916	0,26218

4	0,02692	0,3368	0,24172
5	-0,01586	0,33821	0,25874
6	0,08309	0,34002	0,26511
7	0,09547	0,33774	1,70152

Точка пересечения вертикали, опущенной из ОЦМ тела ребенка-инвалида в статике, на опорную площадь имеет незначительное отклонение от центра опорной площади, следовательно, фигура имеет равновесное положение. Анализируя все 7 фаз шага ребенка-инвалида, можно сделать вывод, что не во всех фазах тело ребенка имеет одинаковое равновесное положение. Это обусловлено тем, что происходит смещение положения ОЦМ в направлении от одной ноги к другой. В этот момент опорная реакция одной ноги минимизируется, а ОЦМ занимает высшее положение в вертикальной плоскости. Особенно наблюдается минимальная опорная площадь в 3 и 6 фазах шага, когда ребенок отрывает ногу от пола. Но положение тела ребенка, тем не менее, во всех фазах шага – равновесное. Ниже представлено цифровое изображение из программы Blender. Это проекция ОЦМ геометрической 3D модели фигуры ребенка-инвалида (в динамике, по 7 фазам шага) на опорную площадь (рис. 1).

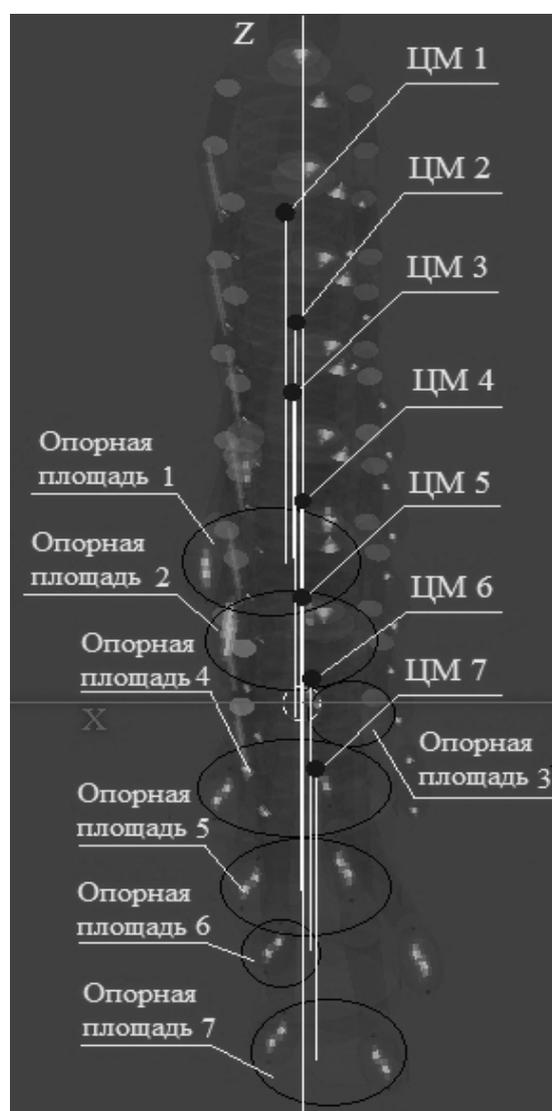


Рис. 1. Проекция ОЦМ геометрической 3D модели фигуры ребенка-инвалида (в динамике, по 7 фазам шага) на опорную площадь

Выбор места расположения и массы утяжелителя для одежды исследуемого ребенка произведен согласно разработанным ранее рекомендациям [3].

При добавлении утяжеляющего элемента к одному из сегментов тела происходит изменение крутящего момента относительно ЦМ, смещение ОЦМ. Поэтому необходимо проверить условие сохранения равновесия тела ребенка с учетом внедрения в одежду утяжелителя, в статике и динамике. Определение координат нового ОЦМ' тела ребенка, с учетом добавленного утяжелителя, (в статике и для всех 7 фаз шага) выполнено аналогично определению координат ОЦМ тела ребенка без утяжелителя (табл. 2).

Точка пересечения вертикали, опущенной из нового ОЦМ' системы (тело ребенка) на опорную площадь (в статике и по 7 фазам шага), располагается вблизи от центра опорной площади, в пределах ее границ, что подтверждает равновесие новой системы.

Причем, вертикали, опущенные из нового ОЦМ', пересекают опорную площадь на меньшем расстоянии от ее центра, чем вертикали из начального ОЦМ. Следовательно, тело ребенка-инвалида при внедрении утяжелителя в одежду на определенном уровне становится более устойчивым. Подтверждается правильность выбора места расположения утяжелителя и оптимальности его массы. Кроме того, расчет координат ОЦМ тела ребенка-инвалида на основе полученных в программе Blender координат ЦМ сегментов тела ребенка обеспечивает сокращение затрат времени на проектирование одежды с утяжелителями. Кроме того, дает возможность проверки правильности места расположения и массы утяжелителей в одежде.

Таблица 2. Координаты нового ОЦМ' тела ребенка-инвалида в статике и динамике по 7 фазам шага при добавлении утяжелителя

Номер фазы шага	Координаты ОЦМ', см.		
	Координата ЦМ' по оси X	Координата ЦМ' по оси Y	Координата ЦМ' по оси Z
1	2	3	4
Статика	-0,77864	-0,24467	-11,6477
1	-0,00316	0,35945	0,02605
2	0,05088	0,34535	0,06997
3	-0,00011	0,60657	0,26391
4	0,0274	0,34421	0,24372
5	-0,01565	0,34563	0,26073
6	0,0833	0,34743	0,2676
7	0,09607	0,34516	1,71788

Сохранение устойчивости тела ребенка-инвалида как в статике так и в динамике, оптимальная масса утяжелителей обеспечат комфортное состояние ребенка при использовании этой одежды, оказывая при этом корректирующее воздействие на его костную и мышечную системы.

Список литературы

1. *Детский церебральный паралич (ДЦП)* [Электронный ресурс] / Медицинский журнал «МЖ». – URL: <http://www.medicalj.ru/diseases/neurology/638-detskij-cerebralnyj-paralich-dcp-simptomu-lechenie>
2. *Заев В.А., Панферова Е.Г.* Проектирование одежды с элементами реабилитации для детей-инвалидов / В.А. Заев, Е.Г. Панферова // Известия вузов. Технология легкой промышленности, 2011. №3. С.75-77.
3. *Панферова Е.Г., Харлова О.Н., Заев В.А.* Проектирование одежды с элементами реабилитации для детей-инвалидов [Текст]: монография – Новосибирск: Издательство ФБОУ ВПО «НГАВТ», 2014. 60 с.
4. *Панферова Е.Г.* Использование элементов автоматизации для разработки одежды с утяжелителями / Е.Г. Панферова // Дизайн и технологии. 2016. №54. С.44-50.

УДК 677.074

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭВРИСТИЧЕСКОЙ САМООРГАНИЗАЦИИ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ
APPLICATION OF THE HEURISTIC SELF-ORGANIZATION METHOD FOR SOLVING
THE DIRECT AND REVERSE PROJECTING PROJECTS**

**Андрей Юрьевич Рогожин, Марина Анатольевна Гусева
Andrey Jurievich Rogozhin, Marina Anatolievna Guseva**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн,
Искусство), Россия, Москва*

*The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: nasty1606@mail.ru, guseva_marina67@mail.ru)*

Аннотация: Рассмотрена возможность применения метода эвристической самоорганизации для имитационного моделирования процесса формообразования поверхности одежды.

Abstract: The possibility of applying the method of heuristic self-organization for imitating modeling of the process of shaping the surface of clothing is considered..

Ключевые слова: формообразование поверхности одежды, обучение модели, гипотеза функционирования.

Keywords: forming of the surface of clothing, training models, the hypothesis of functioning.

Одним из актуальных направлений научных исследований в области автоматизированного проектирования одежды является создание технологии проектирования одежды в единой виртуальной среде, при которой исключалась бы необходимость изготовления натурального макета изделия [1]. Для этого, в первую очередь, необходимо разработать алгоритмы решения прямой и обратной задач проектирования одежды на таком уровне, чтобы конструктор мог вести отработку конструкции на виртуальном образе проектируемой модели. В настоящее время во многих представленных на рынке САПР одежды имеется возможность отображать пространственную форму будущего изделия, но степень достоверности их такова, что не исключает необходимости изготовления натурального макета. Кроме этого разработчики САПР не раскрывают сути методов, которые используются для решения этих задач, что не позволяет судить об их корректности. Представленные в различных публикациях принципы алгоритмического решения прямой и обратной задач проектирования основываются на абстрактных гипотезах о деформационных свойствах материалов, не имеющих экспериментального подтверждения.

Прямая задача проектирования одежды – это получение развёртки её деталей по заданной поверхности. Она разрешима только на опорных участках поверхности одежды. На участках свободного повисания разрешима только обратная задача проектирования одежды – получение пространственной формы одежды по заданным развёрткам её деталей [2]. Таким образом, процесс проектирования одежды представляет собой органическое сочетание этих двух задач и заключается в установлении взаимосвязи между поверхностью и развёрткой. На физическом уровне идет переход от недеформированного состояния материала в деформированное, в результате чего образуется задуманная конструктором пространственная форма изделия. Назовём такой переход процессом формообразования поверхности одежды.

Процесс формообразования поверхности одежды можно рассматривать как систему **материал-технология-человек**. Материал, а именно его деформационные свойства, во многом определяют форму поверхности, особенно на участках свободного повисания. С помощью технологии конструктор воздействует на материал, локально изменяя его свойства, с це-

лью заставить его принять задуманную им форму [3]. Одежда проявляет свои свойства как форма только при одевании на фигуру человека. Взаимодействие одежды с поверхностью фигуры человека, динамика его движений [4] влияет на форму одежды. Для алгоритмического решения прямой и обратной задач проектирования необходимо создать модель процесса формообразования поверхности одежды, обладающую свойствами обратимости.

Вопросами проектирования оболочечных объектов занимается теория оболочек, являющаяся разделом механики твёрдого тела. Основная задача, которую она решает, это описание напряженно-деформированного состояния оболочки с помощью систем дифференциальных уравнений. Теория достаточно хорошо развита для жестких оболочек, подчиняющихся закону Гука. Для сетчатых или тканых оболочек, обладающих сугубой анизотропией деформационных свойств, теория проработана слабо. Не получены даже дифференциальные уравнения, описывающие их состояние, дело ограничилось пока только постановкой задачи.

Для описания деформированного состояния тканой оболочки необходимо знать параметры деформационных свойств материалов. Но материаловеды не проводят комплексных исследований деформационных свойств материалов, участвующих в формообразовании поверхности одежды. Отсутствуют даже методики и инструментальные средства для этого. Различные деформационные параметры исследуются отдельно, на абстрактных образцах. Основной упор делается на разрывные нагрузки, направленные, как правило, в одном направлении (одноосные деформации).

В процессе формообразования поверхности одежды одновременно участвуют три вида деформации: деформация перекоса нитей основы и утка, деформация растяжения нитей и деформация изгиба. Для описания деформированного состояния необходимо определить долю участия каждого из видов деформаций в любой точке поверхности одежды. При одевании поверхности (на опорных участках) участвуют только деформации перекоса и растяжения нитей. Поэтому решить прямую задачу проектирования проще. На участках свободного повисания участвуют все три вида деформации, что значительно усложняет обратную задачу. Существенное участие в процессе формообразования принимает такое свойство ткани как предельно допустимый угол перекоса. При его достижении дальнейшая деформация перекоса не возможна и деформационные свойства материала скачкообразно изменяются. Он приобретает свойства жесткой оболочки и становится способен образовывать стабильные пространственные конструкции. Различные технологические факторы локально изменяют деформационные свойства [5]. Так, например, швы частично или полностью блокируют деформацию перекоса на границах деталей. Всё вышесказанное относится к ткани. Для трикотажа и других швейных материалов структура деформационных свойств будет другой.

Все основы большинства прикладных инженерных наук, в том числе и теории оболочек, положены математические методы. Модели объектов и процессов, получаемые этими методами называются математическими. Такой подход к описанию объектов окружающего мира считается детерминистическим, так как он основан на утверждении, что все процессы можно однозначно описать той или иной математической зависимостью. Для того чтобы получить математическую модель, необходимо полностью провести исследование внутренних связей описываемого объекта, что не всегда представляется возможным. При получении новой, дополнительной информации об объекте весь процесс математического моделирования необходимо проводить заново. С развитием технических наук было выявлено, что для моделирования многих сложных процессов невозможно применить математические методы. К таким процессам можно отнести процесс формообразования поверхности одежды, так как пока не удалось создать его адекватную математическую модель.

Для моделирования сложных процессов, в которых по каким-либо причинам невозможно проследить связь между входом и выходом, применяются кибернетические методы. В настоящее время появились целые направления технической кибернетики. С их помощью решаются такие сложные задачи как создание искусственного интеллекта, распознавание об-

разов, прогнозирование случайных процессов, моделирование систем массового обслуживания и т.д. Кибернетические методы основываются на принципе самоорганизации, который является альтернативой детерминистическому подходу и не требует глубокого исследования каждого элемента в отдельности.

Академиком А.Г. Ивахненко были разработаны теоретические основы **метода эвристической самоорганизации**, который к настоящему времени развился в целое научное направление, которое находит применение для решения широкого круга задач, в основном в системах оптимального управления [6]. Этот метод основывается на следующих принципах.

1. Исследуемый объект представляется как некий «чёрный ящик» и требуется составить модель, которая обладала бы свойствами реального объекта.

2. Внутренние параметры определяются в процессе обучения и самообучения модели.

3. Проводится серия экспериментов на реальном объекте, при этом фиксируются только входные и выходные параметры.

4. Всё множество экспериментальных данных делится на обучающую и проверочную последовательности.

5. Выдвигаются первичные гипотезы функционирования объекта, а затем осуществляются отборы лучших из них по эвристическим критериям. Эвристический критерий – это критерий порогового отбора полезной информации, основанный на опыте решения аналогичных задач, направленный на достижение требуемого для человека результата. Если генерацию и отбор гипотез осуществляет человек на основе своего опыта и интуиции, то речь идёт об обучении. Если это осуществляется по специальному алгоритму, то можно говорить о самообучении.

6. Первичная гипотеза проверяется на всём множестве обучающей последовательности. Если будет зафиксировано существенное отклонение выходных параметров модели от соответствующих экспериментальных данных, то выдвигается уточняющая гипотеза. Процесс обучения считается законченным, если модель покажет совпадение с экспериментальными данными на всём множестве обучающей последовательности.

7. Модель тестируется на проверочной последовательности и при необходимости процесс обучения может быть продолжен.

В общем случае, модели объекта, полученные методом эвристической самоорганизации, не являются математическими. Они представляют собой алгоритм (или компьютерную программу), внутренние свойства которого достаточно близки описываемому объекту. Такие модели принято называть **программными**. Особенностью таких моделей является их множественность.

Если структура модели в основном соответствует физической структуре объекта, то такая модель называется **имитационной** [7]. В этом случае внутренние характеристики модели, которые получаются в процессе её обучения, будут соответствовать характеристикам реального объекта. Таким образом, имитационная модель позволяет исследовать свойства объекта, не прибегая к их инструментальному измерению. Это очень актуально в тех случаях, когда выполнение таких измерений не возможно, или они требуют значительных затрат. Такой метод исследования называется **имитационным моделированием**, а воспроизведение течения процесса на компьютере – **имитационным экспериментом**.

Для моделирования процесса формообразования поверхности одежды предлагается применить метод эвристической самоорганизации, адаптировав его под особенности данного процесса. За основу берутся имитационные модели швейных материалов, в первую очередь ткани. Такие модели позволят одновременно решить две основные проблемы. Во-первых, на них можно проводить **исследования деформационных свойств материалов**, участвующих в формообразовании одежды, а также влияния на них различных технологических факторов, в частности швов, в результате проведения имитационных экспериментов на компьютере. В настоящее время проводить такие исследования на реальном материале невозможно из-за

отсутствия соответствующих методик и инструментальных средств. Во-вторых, полученные в процессе обучения модели процесса формообразования будут использоваться для решения прямой и обратной задач проектирования в САПР одежды.

Список литературы

1. Рогожин А.Ю., Гусева М.А. Концепция идеальной системы автоматизированного проектирования одежды // Дизайн и технологии. 2016. № 52 (94). С. 67-75.
2. Рогожин А.Ю. Двух- и трехмерные технологии в процессе проектирования одежды // Дизайн и технологии. 2012. №.31 (73) – С.33 – 36.
3. Гусева М.А., Чижова Н.В., Петросова И.А., Андреева Е.Г., Гетманцева В.В. Разработка конструкций швейных изделий сложных форм методом макетирования. Учебное пособие. – М.: 2016.
4. Гусева М.А., Петросова И.А., Андреева Е.Г., Саидова Ш.А., Тутова А.А. Исследование системы «человек-одежда» в динамике для проектирования эргономичной одежды. // Естественные и технические науки. 2015. № 11. С. 513-516.
5. Гетманцева В.В., Гончарова А.С., Никитина Н.В., Андреева Е.Г. Влияние показателей физико-механических свойств тканей на пространственную форму плечевого изделия. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2011. №6. С. 88-94.
6. Ивахненко А.Г. Системы эвристической самоорганизации в технической кибернетике. Киев: Техника, 1971. 371 с.
7. Павловский Ю.Н. Имитационное моделирование. - М.: Академия, 2008. 234 с.

УДК 677.051.1

МОДУЛЬНАЯ КОНЦЕПЦИЯ РАЗРЫХЛЕНИЯ, ОЧИСТКИ И ЧЕСАНИЯ ХЛОПКА НА АГРЕГАТАХ ФИРМЫ RIETER THE MODULAR CONCEPT OF OPENING, CLEANING AND CARDING COTTON ON UNITS OF THE COMPANY RIETER

**Марина Михайловна Бондарчук, Елена Валентиновна Грязнова
Bondarchuk Marina Mihajlovna, Gryaznova Elena Valentinovna**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: ivan-iva@yandex.ru)*

Аннотация: Рассмотрены разрыхлительно-очистительные агрегаты и кардочесальные машины для выработки хлопчатобумажной и смесовой пряжи по кардной и гребенной системам, пневмомеханическим и кольцевым способом прядения.

Abstract: Considered blowroom machines and carding machines for the production of cotton and blended yarn in combed and carded systems, rotor and ring-spinning technique.

Ключевые слова: разрыхлительно-очистительный агрегат, кипный рыхлитель, очиститель, смеситель, хлопок; лента; рабочие органы; барабан; валик; гарнитура; волокна, смесь.

Keywords: blowroom lines, bale opener, cleaner, mixer, fibres, cotton; tape; working bodies; drum; roller; headset;blending.

С момента своего основания в 1795 году в Швейцарии фирма Rieter обеспечивает высокие стандарты качества технологического оборудования для переработки хлопка и химических волокон. Все производственные заводы компании сертифицированы по ISO 9001. Rieter

является ведущим производителем текстильного оборудования, предлагающим всю линейку машин от кипоразборщиков до прядильных машин.

Разрыхлительно-очистительные линии фирмы «Rieter» (Швейцария) позволяют перерабатывать хлопок и смеси хлопка с химическими волокнами длиной до 65 мм благодаря использованию машины UNIBlend A81. При этом очистка происходит на нескольких ступенях, которые согласуются со свойствами сырья. Разрыхлительно-очистительные агрегаты имеют производительность до 1 200 кг/ч. В результате разборки кип на микрокочки происходит эффективная очистка на всех последующих машинах разрыхлительно-очистительного агрегата. Высокий уровень качества смешивания волокна достигается благодаря 3-кратному смешиванию на машинах UNICltan B 72/B76.

Автоматические кипоразрыхлители типа UNIfloc A11 [1] работают с ограниченными партиями, т. е. обрабатывается заданное количество кип, а при следующей ставке операция повторяется. Конструкция кипоразрыхлителей, кроме обычного способа смешивания волокна между различными слоями внутри кип, позволяет смешивать вместе клочки волокна из верхней части одной кипы, из средней части другой и из остаточного слоя третьей во время передвижений каретки.

UNIfloc A11 перерабатывает все сорта и виды хлопка и химволокна длиной до 65 мм. Кипы устанавливаются по обе стороны кипоразборщика в продольном или поперечном направлении, при этом съемный механизм способен перерабатывать до четырех различных ассортиментов. Благодаря особой конструкции зубьев на съемном валике и колосниковой решетке с близко расположенными зажимными планками происходит разрыхление волокна на микрокочки и равномерная переработка всей поверхности кип. Вращающиеся удерживающие валики на съемном механизме предотвращают смещение слоев кип и обеспечивают контролируемый точный съем по всей высоте кип. Съемный механизм опускается после каждого полного прохода на предварительно установленную или рассчитанную величину. Начальная и завершающая программа компенсируют различную твердость кип по их сечению и обеспечивают равномерный уровень производства. Встроенный во вращающуюся башню вентилятор всасывает клочки и направляет их в канал, расположенный между рельсами. Транспортировка к последующей машине происходит пневматическим путем.

Для ручной подачи сырья может применяться кипный питатель-смеситель В 34, разрыхляющий и очищающий волокно. Материал укладывают на транспортерную ленту, длина которой может составлять от 3 до 9 метров. Данные машины обычно находят свое применение на предприятиях с малой мощностью или с частой заменой обрабатываемого материала, а также с ограниченной производственной площадью. Питатель-смеситель В 34 особенно подходит в качестве машины для смешивания и разрыхления при выпуске одного ассортимента малыми партиями.

В условиях постоянно растущих цен на сырье применение угарного питателя-рыхлителя В 25 позволит повысить рентабельного производства пряжи. Машина позволяет перерабатывать обраты производства (различный волокнистый материал, клочки, остатки лент и разрыхленная ровница). В дополнение к снижению материальных затрат непрерывное питание обратами положительно влияет на качество пряжи и способствует повышению производительности очистительно-разрыхлительного агрегата.

Большой эффективностью и малыми размерами отличаются однобарабанные предварительные очистители фирмы Rieter UNIClean B11 или UNIClean B 12 с барабаном, покрытым проволочными рогульками [2, 3, с. 13]. На этих машинах волокна движутся по спирали вокруг барабана за счет смещения входного и выходного патрубков. Машины устанавливаются в разрыхлительной цепочке сразу после автоматического кипоразрыхлителя UNIfloc A 11. Производительность машины достигается до 1 400 кг/ч. Очистка производится без зажима (в свободном состоянии) и поэтому является бережной по отношению к волокну и одновременно эффективной. Система VARIOset позволяет производить оптимальную настройку количе-

ства и состава отходов путем изменения угла расположения колосников и частоты оборотов разрыхляющих барабанов [4, с. 23].

Машина UNIClean B 17, мощностью до 1 200 кг/ч, сконструирована для очистки сильно загрязненных натуральных волокон. Она эффективно очищает и обеспыливает волокно после его выхода из смесовой машины. Для этого предварительно разрыхленные клочки проходят без зажима семь оборотов по регулируемой очистительной колосниковой решетке.

В цепочке разрыхлительно-очистительных машины предназначенных для выработки пряжи кольцевого и пневмомеханического способа прядения по кардной системе фирмой Rieter предлагается устанавливать комбинированный накопитель – питатель и рыхлитель – очиститель волокна UNIstore A 79 с мощностью до 1 000 кг/ч. Емкость накопителя до 15 кг обеспечивает равномерное питание чесальных машин. Две основные версии машины A 79S служат для разрыхления волокон, машина A 79 с модулем R дополнительно очищает волокна. Одновременно с интенсивным, но бережным разрыхлением клочков происходит их обеспыливание.

Обеспыливание волокнистой массы, т. е. удаление пуха, пыли, мелких сорных примесей в последнее время приобрело большое значение. Связано это не только с тем, что поступающее сейчас сырье имеет повышенную засоренность, но и с возрастающими требованиями к качеству пряжи и с ужесточением требований производственной санитарии.

В конденсоре A 21 клочки с большой скоростью подаются на сетчатый барабан и благодаря этому очищаются от частиц пыли, микрочастиц и сорных примесей. Пыль и сорные частицы после этого отводятся вместе с отходящим воздухом к фильтровальной установке.

Пряжа, полученная из тщательно обеспыленного волокна, отличается повышенной равномерностью, отсутствием пороков - шишек и узелков, лучшими прочностными характеристиками. Особенно важно обеспыливание волокна при пневмомеханическом прядении, поскольку микропыль вызывает отложения в прядильном роторе и приводит к возникновению периодической длинноволновой неровноты пряжи, что, в свою очередь, приводит к браку ткани, например появлению "муарового эффекта" [4, с. 24].

Для смешивания организованным способом в поточных линиях используют одну или несколько смешивающих машин. В современных смешивающих машинах непрерывного действия эффект смешивания может достигаться в результате различной продолжительности пребывания в машине отдельных волокон, клочков однородных и разнородных компонентов, вошедших в камеру смесителя одновременно.

На смесовых машинах UNImix B 72 / B 76 применяется принцип трехкратного смешивания равным образом подходит как для хлопка, так и для химических волокон. Восемь смесовых камер обеспечивают не только эффективное смешивание, но также и высокую производительность [5]. Благодаря увеличенной емкости накопителя машины UNImix гарантируется высокая автономность агрегата.

В современных разрыхлительных линиях вместо трепальных машин используются пальчатые разрыхлители, в которых отсутствуют линии сетчатых барабанов. Волокно обеспыливается в меньшей степени. Поэтому использование обеспыливающих машин становится необходимостью. Фирма Rieter предлагает пальчатый разрыхлитель мод. UNIflex B60, который не только позволяет производить тонкую очистку волокна от сорных примесей и пороков, но еще и эффективно обеспыливает его. Питание машины осуществляется через бункер, работающий под избыточным давлением воздуха.

Основная часть волокнистой массы, выпускаемой агрегатом поточной линии, представляет собой клочки спутанных волокон.

На кардочесальной машине осуществляется: разъединение клочков (комплексов) спутанных волокон, составляющих до 80% массы питающего настила, на отдельные волокна; очистка волокон от сорных примесей и пороков волокон; вычесывание коротких (длиной менее 15 мм) и мертвых волокон; смешивание волокон; незначительное увеличение рас-

прямолинейности волокон (с 0,5 до 0,62); выравнивание волокнистого потока по толщине (массе) на коротких отрезках; утонение волокнистого настила в 80–150 раз и формирование чесальной ленты; укладка ленты в таз.

Критерием оптимальности параметров процесса чесания является технологическая и экономическая эффективность обработки волокнистой массы в последовательных зонах чесальной машины.

Для эффективной работы чесальной машины необходимо тщательно выбрать параметры заправки. Качество чесания определяется, в первую очередь, в зоне главного барабана. Здесь важную роль играет оптимальное количество движущихся шляпок, которые отвечают за очистку, а также удаление узелков и коротких волокон.

В зоне предварительного чесания применяются два дополнительных контрольных элемента. Они оптимизируют качество отходов кардочесальной машины, изменяя с помощью дополнительного вентилятора направление потоков воздуха на поверхности главного барабана. Явным результатом является уменьшение количества качественных волокон в отходах при высокой эффективности очистки. Уменьшение общего количества отходов кардочесальной машины при использовании этой системы составляет около 0,5 %. Отходы и шляпочный очес после очистки и разрыхления могут быть использованы в качестве компонентов сортировок для приготовления продукции других видов или для реализации [6, с.69].

Для обеспечения оптимальных условий работы шляпок необходимо соответствующим образом подготовить прочес. Это – задача зоны предварительного чесания с чистящими и чесальными элементами. Чем выше предварительное разрыхление, тем интенсивнее происходит чесание. Увеличенная зона окончательного чесания обеспечивает затем более высокую чистоту ленты и лучшую параллелизацию волокон.

Кардочесальная машина С 70 фирмы RIETER [7] может оснащаться шляпочными полотнами с 84-мя и 99-ю шляпками, при этом в активной зоне чесания располагается 28 или 32 шляпки соответственно, что оказывает существенное влияние на качество пряжи. Машина имеет рабочую ширину 1,5 м, большую активную зону чесания и тем самым существенно отличается от других моделей кардочесальных машин фирмы RIETER.

Существенное влияние на результат чесания оказывает точность установления разводок в зоне главного барабана – шляпки всей ширине машины и скорость движения шляпочного полотна. Разводку в данной зоне, устанавливают в зависимости от степени засоренности питающего настила, а также от требований, предъявляемых к качеству изготавливаемой пряжи. Как правило, меньшие разводки позволяют получить прочес лучшего качества. Необходимо учитывать, что при очень малых разводках длинные волокна могут разрываться, а при слишком малой разводке может быть повреждена гарнитура рабочих органов.

Для чесания хлопковых и химических волокон используют жесткую (пильчатую и цельнометаллическую), полужесткую игольчатую, эластичную игольчатую гарнитуры.

Для чесания смесей хлопкового и химических волокон используют такую же гарнитуру, что и при чесании хлопкового волокна. При чесании химических волокон, особенно синтетических, применяют гарнитуру с меньшей плотностью зубьев и меньшим углом наклона передней грани к радиусу.

Кардочесальные машины оснащаются лентоукладчиком. Можно использовать устройство смены тазов, рассчитанное на тазы высотой 1300 мм и диаметром 1000 мм. Современные чесальные машины могут работать с производительностью до 120–280 кг/ч.

Поскольку устройство смены тазов стоит отдельно от кардочесальной машины, к нему имеется оптимальный доступ со всех сторон. Проход для обслуживания между устройством смены тазов и кардочесальной машиной создает короткие пути передвижения между кардочесальными машинами. Благодаря автономному приводу на сенсорном экране кардочесальной машины можно очень точно отрегулировать величину вытяжки между кардочесальной машиной и устройством смены тазов. Неправильная вытяжка и обрывы ленты из-за слишком

сильного натяжения исключены. Еще одним преимуществом для удобства управления является автоматическое отделение ленты при смене тазов.

В зависимости от линейной плотности пряжи, сырья и способа прядения количество традиционных ленточных переходов возможно снизить за счет применения чесальных машин оснащенных регулятором линейной плотности.

Анализ технических характеристик чесальных машин фирмы RIETER (Швейцария) показал, что максимальной производительностью обладает машина фирмы RIETER C-70 – 280 кг/ч. Установлено, что полная замена шляпок на машинах RIETER длится 1,5 часа. На габаритные размеры чесальных машин оказывает значительное влияние вид лентоукладчика, что имеет огромное значение при расстановке оборудования на предприятии.

Список литературы

1. A11 UNIfloc Автоматический кипный рыхлитель // URL:<http://www.rieter.com/en/machines-systems/products/fibre-preparation/a-11-unifloc>
2. B12 UNIClean Эффективный и надежный очиститель // URL:<http://www.rieter.com/en/machines-systems/products/fibre-preparation/b-12-uniclean>
3. Оборудование текстильное, швейное. Информационно-справочный сборник. – М.: СПГУДТ и ООО «Партнеры», 2008. 244 с.
4. Бондарчук М.М., Грязнова Е.В. Современное оборудование для разрыхления и очистки хлопка // Новейшие достижения в науке и образовании: отечественный зарубежный опыт. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 31 октября 2015 г. 2-х частях. Часть I. Смоленск: ООО «НОВАЛЕНСО», 2015. С. 22-25.
5. B 72 / B 76 UNImix гомогенное смешивание – эффективное смешивание на минимальной площади. Смесовая машина // URL:<http://www.rieter.com/en/machines-systems/products/fibre-preparation/b-72-b-76-unimix>
6. Бондарчук М.М. Проектирование выхода пряжи, оборотов и отходов при выработке пряжи в хлопкопрядении. Альманах современной науки и образования. / В сборнике материалов МНТК «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ - 2015)», М.: МГУДТ, 2015. С. 68-72.
7. Высокоэффективная кардочесальная машина C-70 – максимально-активная зона чесания // <http://www.rieter.com/en/machines-systems/products/fibre-preparation/c-70-card>

УДК 687.023

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПАКЕТА ОДЕЖДЫ С ОБЪЕМНЫМ НЕСВЯЗНЫМ УТЕПЛИТЕЛЕМ С УЧЕТОМ ЛОКАЛЬНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ IMPROVEMENT OF DESIGN OF THE PACKAGE CLOTHING WITH DISJOINTED HEATER WITH CONSIDERING TO LOCAL OPERATIONAL DEFORMATIONS

Анна Сергеевна Рукавишникова
Anna Sergeevna Rukavishnikova

Донской государственный технический университет, Россия, Ростов-на-Дону
Don State technical University, Russia, Rostov-on-Don
(e-mail: annaru14@gmail.com)

Аннотация: В процессе эксплуатации одежды для защиты от пониженных температур несвязный объемный утеплитель подвергается деформации сжатия и перемещения на отдельных участках одежды за счет движения человека, что приводит к снижению теплового

сопротивления одежды. В статье предложено конструктивное решение теплозащитного пакета, которое позволит предотвратить миграцию утеплителя в отсеке пакета, тем самым обеспечивая стабильность теплозащитных свойств на локальных участках.

Abstract: During of wearing clothes for protect from low temperatures, the disjointed heater is subjected to deformation of compression and movement in local parts of clothing due to movement of a person. This leads to a decrease in the thermal resistance of clothing. The article proposes the construction of a thermal package that will prevent the migration of the heater of the package and ensure the stability of thermal properties in local parts of clothing.

Ключевые слова: теплозащитная одежда, объемный несвязный утеплитель, пакет одежды, теплозащитная куртка.

Keywords: heat clothes, disjointed heater, package of clothes, thermal jacket.

Проектирование теплозащитной одежды основано на изучении и использовании данных метеорологических условий, свойств рекомендуемых материалов для одежды, специфике деятельности и физической нагрузки человека и др. Условия непосредственной деятельности человека определяются характером его движения и локализацией этих движений относительно предметов труда или предметов одежды.

В качестве утеплителя большое распространение получили натуральные (перо-пуховая смесь водоплавающей птицы) и синтетические (hollowfiber, fibertech и др.) несвязные объемные утеплители, что обусловлено ее высокими теплоизоляционными и гигиеническими свойствами, экологичностью, длительным сроком эксплуатации, малой массой [1]. Несмотря на очевидные преимущества данных видов материалов в качестве утеплителя, они обладают разрозненной структурой, что является отрицательной характеристикой. В процессе эксплуатации одежды утеплитель подвергается многократным силовым воздействиям от движения человека в процессе трудовой деятельности. В результате деформации сжатия и перемещения первоначальная толщина утеплителя снижается. Это приводит к уменьшению толщины пакета и, следовательно, к снижению теплового сопротивления одежды. Стабильность заложенных изначально теплозащитных свойств одежды определяет ее основную функцию – защитную [2].

На участках одежды подвергающихся интенсивному сдавливанию за счет движения человека и его опоры на определенные участки самого изделия появляется нестабильность изначально заложенных теплозащитных характеристик, что приводит к локальным охлаждениям. Таким образом, комплекс механических воздействий на теплозащитный пакет одежды может быть представлен деформацией сжатия и сдвига. В процессе перемещения, элементы утеплителя занимают свободное пространство в зонах, наиболее удаленных от точек приложения внешней нагрузки, то есть мигрируют в радиальных направлениях от точки приложения силы. Сжатие и перемещение утеплителя вдоль отсека пакета одежды обусловлено циклическими воздействиями, повторяющими частоту движения человека. Учитывая все вышесказанное, становится актуальной проблема снижения миграции составляющих перо-пуховой смеси в пакете под воздействием внешних сжимающих нагрузок в процессе эксплуатации спецодежды. Для повышения стабильности теплозащитной функции одежды и сохранения рассчитанных параметров толщины изделия, следует сформировать специальные конструктивные решения для изделий с объемными несвязными утеплителями.

Если рассматривать типовой характер движений человека [4], то следует выделить следующие, наиболее подвергаемые деформациям участки одежды:

- плечевая опорная область;
- верхняя часть зоны бокового шва (под проймой);
- верхняя часть зоны нижнего шва рукава;
- зона на уровне локтя;
- зона на уровне колена.

Для обеспечения стабильных теплозащитных характеристик на локальных участках необходимо снизить миграцию утеплителя. Предлагается изготавливать дополнительную диагональную переборку вдоль отсека пуходержащей подкладки или двухслойного пакета самого изделия для создания дополнительного барьера. Это позволит изолировать часть утеплителя, создать эффект торможения частиц утеплителя в зоне контакта с дополнительной переборкой и тем самым предотвратить его миграцию в отсеке пакета.

В качестве материала переборки рекомендуется использовать хлопчатобумажный материал с начесом. Применение такой поверхности внутреннего слоя препятствует перемещению утеплителя внутри пакета, а также увеличивает суммарное тепловое сопротивление на данном участке. Перо-пуховая смесь, цепляясь бородочками и крючками за волокна на поверхности переборки, менее подвержена миграции. Конструкция пакета, в свою очередь, поможет равномерно распределить давление на локальный участок одежды. Утеплитель внутри такого пакета не будет «растекаться» по сторонам под действием сжимающей нагрузки в отличие от пакета с базовой конструкцией (двухслойный пакет с переборкой) [3]. Схемы конструкций пакетов одежды с объемным несвязным утеплителем представлены на рис. 1.

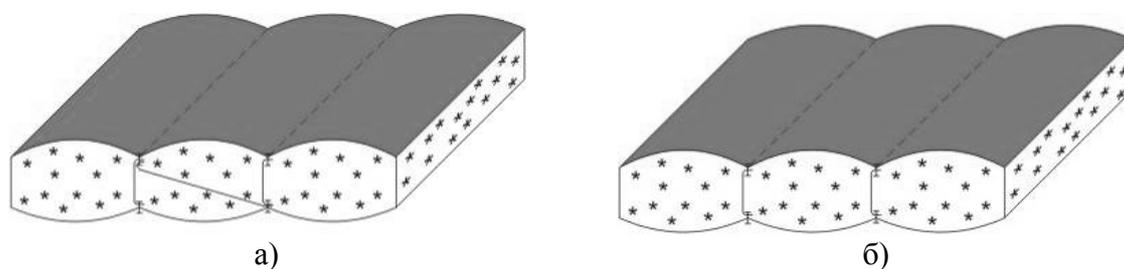


Рис. 1. Схемы конструкций пакетов для изделий с пуховым утеплителем
а) – конструкция пакета с диагональной переборкой б) – базовая конструкция пакета

Пример размещения дополнительной переборки в теплозащитном пакете на детали спинки на нижнем участке проймы и на уровне бокового шва, где утеплитель подвергается сдавливанию, представлен на рис. 2.

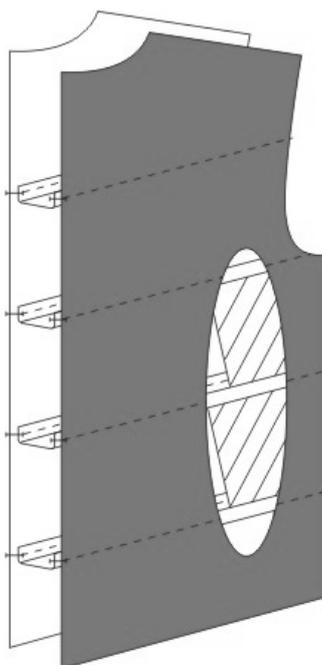


Рис. 2. Схема конструкции пакета спинки утепленной куртки с диагональными переборками

Для оценки эффективности предлагаемого решения локальной тепловой защиты разработана теплозащитная куртка с предлагаемым конструктивным решением теплозащитного пакета. Проведена серия натуральных экспериментальных исследований, результаты которых подтвердили стабильность изначально заложенных теплозащитных свойств модели с предлагаемым конструктивным решением пакета по сравнению с теплозащитной курткой с традиционным вариантом конструкции теплозащитного пакета (двухслойный пакет с переборкой) при прочих равных условиях [1].

Таким образом, разработанный способ совершенствования конструкции утепленной одежды с учетом локальных многоцикловых деформаций, позволяет обеспечить стабильность изначально заложенных теплозащитных характеристик одежды и, тем самым, ее высокое качество.

Список литературы

1. Лопатченко Т.П., Рукавишников А.С. Исследование деформационных свойств объемных утепляющих материалов для проектирования одежды и снаряжения специального назначения. Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2014. 178 с.
2. Чижик М. А., Иванцова Т.М., Доркин Д.В. Исследование суммарного теплового сопротивления перо-пуховых пакетов швейных изделий в различных эксплуатационных условиях // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2016. № 2 . С. 160-165.
3. Соприкина Т.Н. Исследование и разработка асимметричных пакетов швейных изделий с применением модифицированного куриного пера. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Шахты: ЮРГУЭС, 2007. 19 с.

УДК 677.016+677.017

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ФИЗИЧЕСКИХ, ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И ГИГРОСКОПИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕХНИЧЕСКИХ СУКОН В ПРОЦЕССЕ АППРЕТИРОВАНИЯ STUDY ON THE CHANGES OF PHYSICAL, PHYSICO-MECHANICAL AND HYDROSCOPIC PROPERTIES OF TECHNICAL FELTS IN DRESSING PROCESS

Григорий Игоревич Хазанов
Gregory Igorevich Hazanov

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: hasanov_gr_1957@rambler.ru)

Аннотация: Рассмотрены изменения свойств сукон для прессовой части бумагоделательных машин при проведении различных вариантов антимикробной отделки и аппретирования. Приведены результаты экспериментальных исследований физических, физико-механических и гигроскопических свойств текстильного материала.

Abstract: Considered property changes for press felts paper machine parts for various variants of antimicrobial finishes and dressing. Results of studies of physical, physico-mechanical and hydroscopic the properties of textile material.

Ключевые слова: прессовые сукна, антимикробная отделка, аппретирование, капиллярная пористость, водопоглощение.

Keywords: pressing cloth, antimicrobial finish, finishing, a capillary porosity, water absorption.

Сукна для прессовой части бумагоделательных машин выполняют функцию фильтра и упругой пористой подкладки в зоне отжима и отсоса воды из бумажной массы. Поэтому при эксплуатации они подвергаются вытяжке по длине, усадке по ширине, износу, особенно по краям, разрушению под действием микроорганизмов. Необходимые эксплуатационные свойства придаются текстильному материалу в процессе отделки, включающей промывку, антимикробную отделку и аппретирование.

На производстве для антимикробной отделки используется состав гидрохинон-бихромат калия с последующим аппретированием акриловой эмульсией М-1. Данная технология имеет ряд недостатков. Поэтому нами изучалась возможность применения для антимикробной отделки красителя хромового оранжевого с последующим аппретированием эпоксидной смолой Книтекс.

Эксперимент проводился на образцах прессового сукна марки ИКП-13.

Процесс аппретирования оказывает значительное влияние на физические, физико-механические и гигроскопические свойства текстильного материала. Образующаяся на его поверхности полимерная пленка снижает гигроскопические свойства (водопоглощение, капиллярную пористость, капиллярность), воздухопроницаемость и потерю разрывной нагрузки во влажном состоянии; увеличивает водоупорность. Возникающие между волокон склейки способствуют закреплению ворса и приводят к появлению жесткой структуры, препятствующей изменению размеров сукна, т.е. уменьшению усадки при замачивании на воде, удлинения при разрыве, пластической и полной деформации, увеличению упругой деформации (табл. 1) Жесткая структура ограничивает сжатие изделия, стабилизирует размеры, тем самым содействует возрастанию водопроницаемости.

Аппретированные образцы, предварительно окрашенные красителем хромовым оранжевым (по сравнению с обработанными составом гидрохинон-бихромат калия), сохраняют приобретенные ими при антимикробной отделке преимущества и на готовом изделии (табл.1).

Таблица 1. Изменение свойств прессовых сукон в процессе антимикробной отделки и аппретирования

Свойства технических сукон	Антимикробная отделка		Аппретирование		
	Состав гидрохинон-бихромат калия	Краситель хромовый оранжевый	Эмульсия М-1 после обработки гидрохинон-бихромат калия	Смола Книтекс	
				Гидрохинон-бихромат калия	Краситель хромовый оранжевый
Изменение размеров изделия (усадка) после замачивания на воде, %					
основа	0,3	0,5	0,6	0,3	0,4
уток	1,8	2,0	1,6	1,1	1,2
Водопоглощение, %	200,6	200,8	188,3	188,2	188,6
Капиллярность, мм					
основа	62	80	54	52	56
уток	155	250	115	74	86
Капиллярная пористость	3,053	3,275	2,765	2,682	2,728
Водопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2\text{с}$	8,68	9,85	11,76	15,4	16,02

Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2\text{с}$	402	404	382,1	386,5	387,9
Водоупорность, мм вод. ст.	74	42	140	156	125
Разрывная нагрузка в продольном направлении полоски сукна 50x100 мм, даН					
А) сухого					
основа	99,2	122,5	101,8	102,0	124,1
уток	304	315	306,0	305,0	317,0
Б) отжатого до 100%-ной влажности					
основа	93	98,5	92,5	93,6	114,9
уток	273	286	292	297,0	306,0
Удлинение при разрыве в продольном направлении полоски сукна 50x100 мм, даН					
А) сухого					
основа	37,9	38,6	36,0	29,5	30,0
уток	33,6	34,0	28,8	27,8	28,0
Б) отжатого до 100%-ной влажности					
основа	44,7	45,3	39,2	32,0	33,0
уток	36,9	36,9	33,4	30,5	30,6
Упруго-пластические свойства, деформации:					
упругая	0,28	0,29	0,3	0,34	0,34
пластическая	0,25	0,23	0,22	0,16	0,17
полная	0,53	0,52	0,52	0,50	0,51
Стойкость к истиранию, цикл	1429	1582	2840	8061	8436

Сравнение свойств сукон, обработанных эмульсией М-1, используемой на производстве, и смолой Книтекс, показывает, что при аппретировании последний текстильный материал обладает большей стабильностью линейных размеров по длине, ширине и толщине; стойкостью к истиранию; водо- и воздухопроницаемостью; меньшей потерей разрывной нагрузки во влажном состоянии.

Перечисленные различия указывают на явное превосходство эпоксидного полимера, что делает его применение целесообразным для отделки сукон.

По разработанной технологии была выпущена опытная партия прессовых сукон, которая прошла успешные испытания на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности.

УДК 67

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ ОДЕЖДЫ С РАЗЛИЧНЫМИ
ПОКАЗАТЕЛЯМИ ФОРМЫ
STUDY OF VISUAL PERCEPTION BY CLOTHES WITH DIFFERENT SILHOUETTES**

**О.В. Сурикова, М.С. Голикова, Е.В. Купцова, А.Н. Милентьева
O.V. Surikova, M.S. Golikova, E.V. Kuptcova, A.N. Milentieva**

*Ивановский государственный политехнический университет, Россия, Иваново
Ivanovo State polytechnic university, Ivanovo
(e-mail: kshi@ivgpu.com, ola_surikova@mail.ru, margarita-golikova@bk.ru)*

Аннотация: в работе изучены вопросы зрительного восприятия к изменению параметров формы женской одежды на фигурах разных размеров. Установлены показатели дифференциальной чувствительности зрительного восприятия к изменению величин силуэтных прибавок в женской одежде разных размеров.

Abstract: Were studied questions of visual perception to change parameters of a women's clothes form in different figures. Intervals of differential sensitivity of visual perception to change the silhouette of a women's clothes in different sizes were established.

Ключевые слова: одежда, типовые фигуры, форма одежды, чувствительность зрительного восприятия.

Keywords: clothes, standard figures, silhouette, sensitivity of visual perception.

Зрительное восприятие одежды на фигуре человека есть не только наблюдение, но и осмысление и классификация его формы. Наиболее значимым для восприятия формы одежды является ее силуэт. Историческая трансформация моды накопила множество разновидностей форм и силуэтов одежды. Методическая литература по конструированию одежды содержит большое количество рекомендаций по воспроизведению различных силуэтов в одежде. Такие рекомендации носят не четко детерминированный характер и как правило, отражают модные тенденции того времени, для которого они были разработаны. Очень часто одну и ту же величину конструктивной прибавки, согласно различным источникам, могут рекомендовать для проектирования одежды различных силуэтов [1]. Кроме того, в литературе не изучен вопрос визуального восприятия силуэта в одежде различных размеров.

Целью настоящего исследования является изучение зрительного восприятия одежды с различными показателями формы на фигурах различных размеров.

Для этого решены следующие задачи:

- сгенерированы геометрические модели системы «фигура-одежда» с различными показателями формы на фигурах разных размеров;
- изучены показатели дифференциальной чувствительности зрительного восприятия изменения силуэта в одежде разных размеров;
- выявлены рекомендации по заданию параметров формы в чертежах конструкции одежды, обеспечивающих заданный силуэт в одежде разных размеров.

За показатели формы одежды в настоящей работе приняты различные величины конструктивных прибавок в чертежах конструкции на основных антропометрических уровнях: груди, талии и бедер.

Объектами исследования являлись женские фигуры различных размеров и плечевая одежда различного силуэта и объема. Исследуемыми в работе силуэтами являются прилегающий, полуприлегающий и прямой. Весь диапазон женских типовых фигур разделен на

группы малых $OгЗ=80-88$ см, (базовый размер 84 см), средних $OгЗ=92-104$ (базовый размер 96 см) и больших размеров $OгЗ=108-136$ (базовый размер 128).

Геометрическая модель системы «фигура-одежда» построена в САПР «Грация» по размерным признакам женских типовых фигур и по найденным ранее зависимостям для расчета величин зазоров между одеждой и фигурой на различных антропометрических уровнях [2,3] (рис.1).

Для получения геометрических моделей системы «фигура – одежда» с различными силуэтами в САПР «Грация» генерировали цифровые модели с прибавками: к полуобхвату груди третьему 4,0-6,0 см, к полуобхвату бедер 3,0..5,0см, к полуобхвату талии от 2,0 до 12,0 см с шагом 0,5см.

Из геометрических моделей системы «фигура-одежда» сформированы пробы для проведения исследований показателей дифференциальной чувствительности зрительного восприятия формы одежды на фигурах разных размеров. Каждая проба состояла из эталонной формы и сравниваемой с ней. Сформированы эталонные формы одежды для трех видов силуэта: прилегающего, полуприлегающего и прямого для трех групп размеров: малых, средних и больших. Сравнимые формы отличались от эталонной по параметру прибавки по линии талии. Диапазон изменения прибавки по линии талии для каждого силуэта составил 5,0 см с шагом 0,5см.

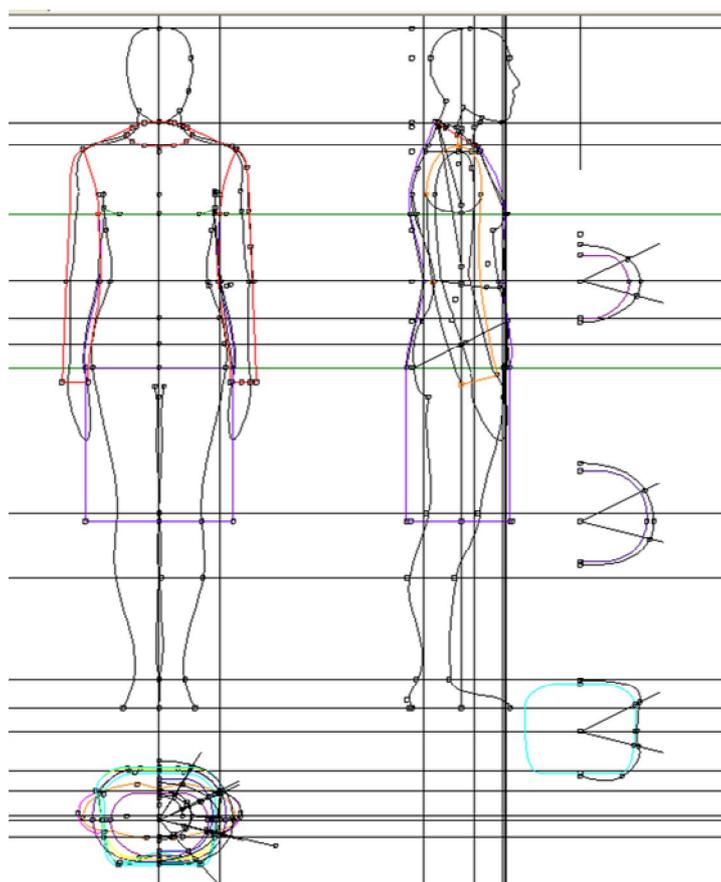


Рис. 1. Геометрическая модель системы «фигура-одежда», построенная в САПР «Грация»

Пример пробы для проведения исследований показателей зрительной чувствительности к изменению формы одежды, приведен на рис. 2.

Проведен экспертный опрос, в ходе которого экспертам-специалистам предъявляли пробы по каждой из которой эксперт должен дать суждение об идентичности или отличии в силуэтах двух сравниваемых форм – эталонной и сравниваемой.

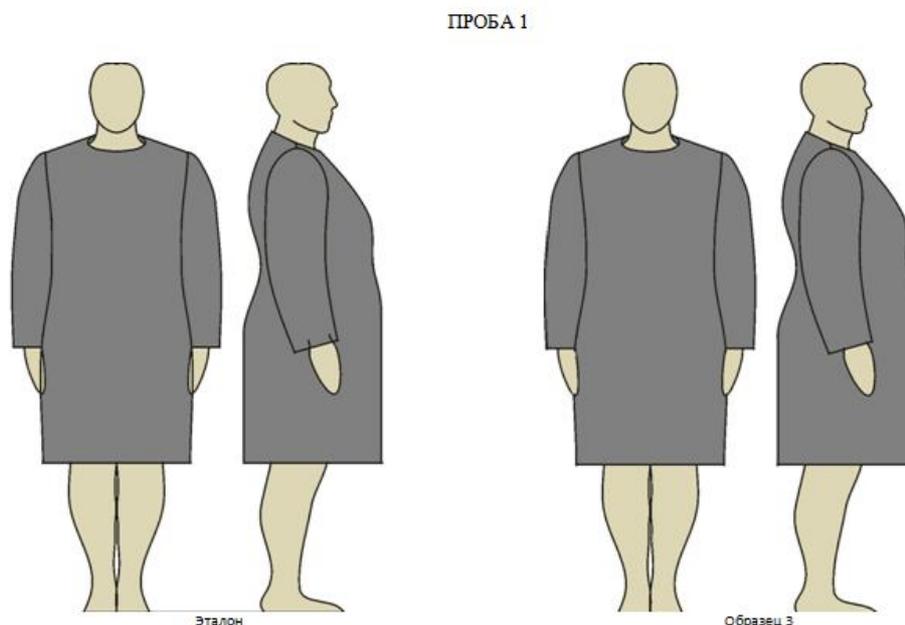


Рис. 2. Образец пробы для фигуры $O_{г3}=128$ см полуприлегающего силуэта

Выполнена обработка результатов исследования и согласно рекомендаций [4], определен разностный порог ΔS^* , т.е. изменение величин конструктивных прибавок, вызвавшее ощущение различия в силуэтах одежды.

Установлено, что зрительное восприятие силуэта одежды разных размеров не одинаково. В одежде больших размеров изменение прибавки по линии талии менее ощутимо для зрительного восприятия, чем в одежде малых размеров. Так, для одежды прилегающего и прямого силуэта разностный порог изменения прибавки по линии талии для одежды малых и средних размеров ($C_{г3}=80\dots104$) составляет $\Delta S^*=1,5$ см, а в одежде больших размеров $\Delta S^*=2,0$ см.

Полученные результаты будут положены в основу базы данных для методики задания величин прибавок в одежде различной силуэтной формы для фигур разных размеров. Использование данной методики позволит обеспечить заданный гармоничный силуэт одежды для всех росто-размерных вариантов модели одежды.

Список литературы

1. Сурикова О.В., Сурикова Г.И. САПР «Грация» для гармонизации пропорций женского костюма на фигурах разных размеров и ростов // Швейная промышленность. 2011. №1. С. 34-36.
2. Ахмедулова, Н.И. Совершенствование антропометрической базы данных для проектирования женской и детской одежды / Н.И. Ахмедулова, Н.В. Чебаевская, А.В. Кузнецова // Швейная промышленность. 2007. № 6.
3. Сурикова О.В., Сурикова Г.И., Кузьмичев В.Е. Принципы проектирования визуально-идентичных силуэтов одежды для женских фигур разных размеров // Технологии и материалы в производстве инновационных потребительских товаров. Сборник научных статей к 80 - летию со дня рождения В.А. Фукина Ч.1, М.: МГУДТ. 2015, С. 139-146.
4. Бардин В.К. Проблемы порогов чувствительности и психофизические методы. М: Наука, 1976. 223 с.

УДК 677.027.6

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОВМЕЩЕНИЯ АНТИМИКРОБНОЙ
ОТДЕЛКИ С АППРЕТИРОВАНИЕМ ТЕХНИЧЕСКИХ СУКОН ДЛЯ ПРЕССОВОЙ
ЧАСТИ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫХ МАШИН
TO STUDY THE POSSIBILITY OF COMBINING ANTIMICROBIAL FINISH WITH
THE DRESSING OF TECHNICAL FELTS FOR THE PRESS SECTION
OF PAPERMAKING MACHINES**

**Григорий Игоревич Хазанов
Gregory Igorevich Hazanov**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow*

Аннотация: Рассмотрены вопросы совмещения технологических операций антимикробной отделки и аппретирования прессовых сукон на основе применения оловоорганического латекса АБП-40 и эпоксидной смолы Книтекс. Для выбора рационального режима проведения совмещенной технологической операции использовалось ротатабельное центральное композиционное планирование эксперимента, получено уравнение регрессии для расчета водопоглощения.

Abstract: The considered questions of technological operations of the antimicrobial finish and apprecilove pressing cloth through the application of ORGANOTIN latex ABP-40 and epoxy resin Knytex. For the choice of rational mode of carrying out combined technological operations used a rotatable Central composite design of experiments, the resulting equation to calculate the absorption.

Ключевые слова: аппретирование, антимикробная отделка, ротатабельное центральное композиционное планирование эксперимента, эпоксидная смола, оловоорганический латекс.

Keywords: dressing, antimicrobial finish, rotatable central composite planning experiment, epoxy resin, ORGANOTIN latex.

При эксплуатации прессовые сукна для бумагоделательных машин подвергаются вытяжке по длине, усадке по ширине, износу, особенно по краям, воздействию микроорганизмов. Поэтому, в отделочном производстве они проходят технологические операции: антимикробную отделку и аппретирование, в результате которых достигается необходимый комплекс эксплуатационных свойств – стабильность линейных размеров, устойчивость к истиранию, закрепление ворса, защиты от биообрастания и биоразрушения. Нами исследовалась возможность совмещения технологических операций аппретирования и антимикробной отделки путем применения оловоорганического латекса АБП-40, обладающего сильными биоцидными свойствами, и эпоксидной смолы Книтекс. Смола Книтекс состоит из двух компонентов ЕРХ и ЕРS, которые использовались в соотношении 1:1. Лабораторный эксперимент проводился путем погружения сухих образцов сукна марки ИКП-13 в полимерный раствор в течение 1 минуты при рН 7 и температуре 20°С, с последующим отжимом до 100%-ной остаточной влажности, сушкой, совмещенной с термообработкой.

Выбор рациональных условий технологической операции осуществлялся с использованием метода ротатабельного центрального композиционного планирования эксперимента, на основе которого проводилось определение полиномиальной регрессионной многофакторной модели второго порядка с последующей оптимизацией процесса с помощью методов канонического преобразования уравнения регрессии и сканирования переменных. В качестве выходной переменной максимизировалось водопоглощение сукна (Y_1).

Эксплуатационные свойства прессовых сукон зависят от концентрации оловоорганического латекса и эпоксидной смолы, температуры сушки, совмещенной с термообработкой, служивших факторами при планировании эксперимента.

Факторы, уровни и интервалы их варьирования приведены в табл. 1, а экспериментальные данные в планируемом эксперименте в табл. 2.

Таблица 1. Факторы, уровни и интервалы их варьирования

Факторы X_1, X_2, X_3	Интервалы варьирования					Уровни варьирования
	-1,682	-1	0	1	1,682	
K_1	0	4	10	16	20	6
K_2	5	7	10	13	15	3
K_3	100	108	120	132	140	12

Таблица 2. Экспериментальные данные

X_1	X_2	X_3	Водопоглощение, %
+	+	+	200,9
+	+	-	200,9
+	-	+	175,2
+	-	-	180,9
-	+	+	209,0
-	+	-	195,3
-	-	+	181,5
-	-	-	189,9
0	0	-1,682	204,4
0	0	1,682	178,2
0	-1,682	0	185,6
0	1,682	0	196,4
-1,682	0	0	188,3
1,682	0	0	186,3
0	0	0	198,4
0	0	0	190,6
0	0	0	199,5
0	0	0	191,1
0	0	0	196,4
0	0	0	192,3

Интервалы варьирования факторов (табл. 1) выбирались исходя из того, что необходимая грибостойкость – 0 баллов – достигается после обработки текстильного материала раствором оловоорганического латекса не менее 5 г/л. Увеличение концентраций составляющих полимеров в пропитывающем растворе, смолы Книтекс больше 20 г/л и латекса АБП-40 - 15 г/л, ведет к уменьшению его стабильности.

K_1 (г/л), X_1 - концентрация составляющих эпоксидной смолы Книтекс в натуральном и безразмерном масштабе;

K_2 (г/л), X_2 – концентрация оловоорганического латекса АБП-40 в натуральном и безразмерном масштабе;

K_3 ($^{\circ}$ C), X_3 – температура сушки и термообработки в натуральном и безразмерном масштабе.

После обработки экспериментальных данных было получено уравнение для расчета водопоглощения.

$$Y_1 = 194,4 - 1,5X_1 + 7,1X_2 - 4,4X_3 + 1,6X_1X_2 + 3,5X_1X_3 - 1,4X_2X_3 - 2,1(X_1)^2 - 0,8(X_2)^2 - 0,7(X_3)^2. \quad (1)$$

Представленная математическая модель (1) позволила выбрать рациональные условия проведения совмещенной технологической операции: концентрации каждой составляющей смолы Книтекс по 5,5 г/л, латекса АБП-40 – 15 г/л, температура термообработки – 105⁰С.

На основании представленной технологии была выпущена опытная партия прессовых сукон, которая прошла успешные испытания на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности.

УДК 687.016

**СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО МУЖСКОГО БЕЛЬЯ
CONTEMPORARY APPROACH TO DESIGNING OF MULTIFUNCTIONAL
MENS UNDERWEAR**

Чжэ Чен*, Виктор Евгеньевич Кузьмичев,
Cheng Zhe*, Victor Eugenevich Kuzmichev****

**Уханьский текстильный университет, Китай, Ухань
* Wuhan Textile University, 1000 talent plan Laboratory, Wuhan, China
(e-mail: zcheng@wtu.edu.cn)*

***Ивановский государственный политехнический университет, Россия, Иваново
**Ivanovo State Polytechnic University, Ivanovo, Russia
(e-mail: kshi@ivgpu.com)*

Аннотация: С использованием технологии бодисканирования получена новая база данных о морфологии мужских фигур и предложена новая схема маркировки мужского белья с учетом выявленных проблем у потребителей. На основе этой базы знаний мы разработали новую классификацию подкорпусной части мужских фигур на основе массива антропометрической информации и усовершенствовали метод конструирования белья, чтобы устранить выявленные проблемы путем более точного и адаптированного построения чертежей.

Abstract: By scanning technology we have got new information about male bodies and created new classification of men's underwear by adopting one to consumer demands. On the base obtained, we have built new classification of lower torso in accordance with the mass male body dimensions and developed the method of underwear designing to solve the consumers problems by means of accurate and convenience pattern block making.

Ключевые слова: мужские фигуры, бодисканирование, бельё, классификация.

Keywords: male bodies, bodyscanning, underwear, classification.

Морфологические особенности человеческих фигур в полном объеме или относящиеся к их отдельным участкам или частям становятся объектом исследования при разработке методик проектирования разных видов одежды. В практике реального конструирования, общепринятой в разных странах, является полнота, характеризующая пластику фигуры и определяемая как разность между обхватами на смежных или отдаленных участках, например, талии и бедер. В зависимости от полноты фигуры чертежи конструкции адаптируют к ее морфологическим особенностям. В последнее время используют вес потребителя, косвенно характеризующий степень развития мышечной массы и жиротложения. Указанный подход применяют в течение десятилетий для проектирования почти всех видов плечевой и поясной одежды.

Наименее обоснованным и разработанным с антропометрических и конструкторских позиций является процесс проектирования мужского белья и подобных ему видов спортив-

ной и медицинской одежды для подкорпусной части фигуры. Необходимость совершенствования процесса проектирования указанных малообъемных видов одежды, особенно чувствительных к пластике фигуры, чем одежда свободной формы, и повторяющих или корректирующих её, вызвана комплексом эстетических, физиологических и функциональных причин:

- появление новых трикотажных материалов и возможность комбинирования в одном изделии нескольких материалов с различными показателями упруго-эластических свойств;
- расширение области использования благодаря необходимости выполнения новых функций (компрессионных, корректирующих, улучшающих достижения в водных и иных видах спорта);
- повышение художественных требований,
- необходимость выполнения физиологических требований.

Дополнительной причиной совершенствования белья является изменение формы и конструкции брюк, использование для их изготовления новых материалов, в частности стретчевых. Измененная пластика фигуры под влиянием компрессионной способности белья требует адаптации и к форме брюк.

После проведения нами социологических исследований по изучению потребительских предпочтений установлены основные проблемы, возникающие у мужчин России, Франции, Китая, Индии и Бангладеш при ношении повседневного белья. В порядке убывания основные проблемы возникают по следующим причинам [1]:

- 1) дискомфорт в паховой области отметили от 24 (россияне) до 60 (бангладешцы) % респондентов,
- 2) дискомфорт из материала (20-47 %),
- 3) дискомфорт в области гениталий (12-20 %).

Перечисленные факторы, относящиеся к конструкции белья и вызывающие проблемы у потребителей, требуют пересмотра состава антропометрического (с позиций более детального изучения морфологических особенностей мужских фигур) и методологического обеспечения процесса получения разверток деталей. Примером рационального подхода к проектированию белья может служить антропометрическая база для женских бюстгалтеров, содержащая дополнительные размерные признаки, учитывающие особенности грудных желез. В случае мужского белья для описания нижней части торса и расчета чертежей деталей используют тот же набор размерных признаков, что и для верхней одежды: обхваты талии, бедер, бедра и длину дуги через паховую область, что явно недостаточно для учета морфологических особенностей мужских фигур и расширения ассортимента мужского белья.

Целью настоящего исследования стала разработка новой классификации подкорпусной части мужских фигур и разработка новой методики конструирования белья.

160 китайских мужчин в возрасте 19-25 лет были измерены с помощью лазерного бодисканера Vitus Smart XXL.

Для определения морфологических особенностей были выполнены вертикальные (через паховую область) и горизонтальные (через обхват бедер) сечения. В качестве сравниваемых объектов были выбраны те фигуры, у которых обхваты талии и обхваты бедер были равными (соответственно 76,9 и 94,3 см).

Рис.1, а показывает выявленные нами различия, существующие на вертикальных (10 различий) и горизонтальных (3 различия) сечениях. Выявленные различия были измерены на виртуальных имиджах сканированных фигур. Горизонтальные сечения различаются по соотношениям между передней *11* и задней *13* частями полного обхвата из-за перемещения положения фронтальной плоскости *12*, проходящей через осевую линию центра тяжести и делящей фигуру на переднюю и заднюю части.

В вертикальной плоскости, помимо выступа живота *1*, глубины талии второй *2* и выступа ягодиц *3* и *4*, наибольший интерес представляют высота ягодичной точки *4* и признаки *6*, *7*, *8*, описывающие объем и положение гениталий.

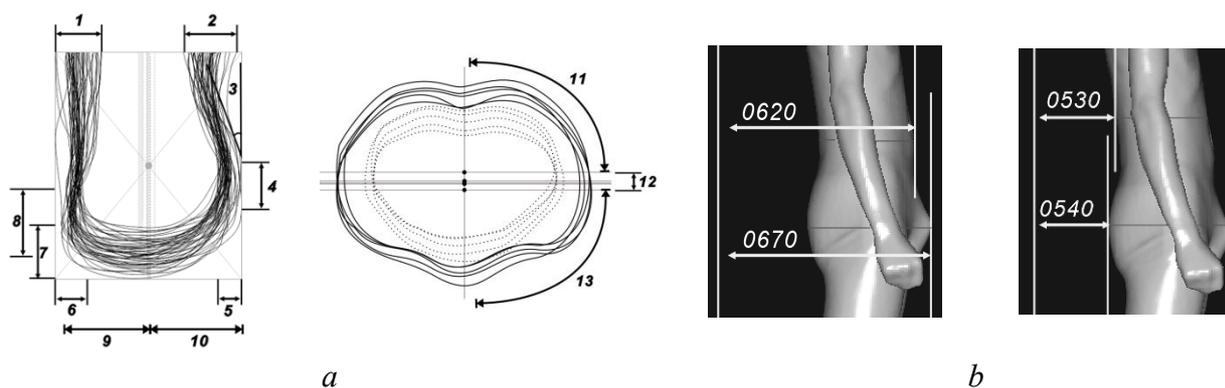


Рис. 1. Вертикальные и горизонтальные сечения с указанием мест выявленных морфологических различий (а) и схема измерений новых размерных признаков для описания пластики переднего и заднего профильного контура (б)

Чтобы уменьшить количество размерных признаков, мы использовали следующий подход для разработки новой классификации. Во-первых, мы использовали принцип, изложенный в китайском стандарте GB/T 1335.1-2008 для группировки мужских фигур и основанный на разности O_6 и O_T [2]. Во-вторых, мы выбрали некоторые новые размерные признаки, отражающие специфическую морфологию передней и задней частей и непосредственно влияющие на принимаемые конструктивные решения. Были выбраны (рис. 1, б) расстояния от условной вертикали до четырех точек: наиболее выступающей точки живота (0620), наиболее выступающей точки на гениталиях (0670), точки на талии (0530) и ягодичной точки (0540). Разности между признаками (0670) и (0540), (0620) и (0530) равны передне-задним диаметрам соответственно талии и бедер.

Таким образом, в основу новой классификации подкорпусной части фигур были положены следующие размерные признаки:

- 1) обхват бедер O_6 ,
- 2) обхват талии O_T ,
- 3) выступ гениталий $D_{GR} = 0670 - 0620$ (см. рис.1, б);
- 4) выступ ягодиц $D_{BH} = 0530 - 0540$ (см. рис.1, б),
- 5) длина передней части дуги через паховую область CL_F ,
- 6) длина задней части дуги через паховую область CL_B ,
- 7) вертикальный диаметр области сочленения левой и правой половин фигуры BR .

Мы выбрали разность $O_6 - O_T$ в качестве первого классификационного признака для деления всех фигур на 3 группы (табл. 1).

Таблица 1. Структура новой классификации подкорпусной части мужских фигур

Уровень	Участок фигуры	Размерные признаки	Параметры для классификации	Символ
1	Торс	O_6, O_T	1) Разность между обхватами $\Delta = O_6 - O_T$	1, 2, 3
2	Передняя лобковая часть	D_{GR}, CL_F, BR	2) Выступ лобковой части $D_{GR} = 0670 - 0620$, 3) Объем лобковой части $V_F = CL_F - BR$	F1, F2, F3
3	Задняя ягодичная часть	D_{BH}, CL_B, BR	4) Выступ ягодиц $D_{BH} = 0530 - 0540$, 5) Объем ягодиц $V_B = CL_B - BR$	B1, B2, B3

Пример использования результатов табл.1 покажем для классификации исследованной выборки из 160 человек (табл. 2).

Таблица 2. Классификация подкорпусной части мужских фигур

Признак	Интервал	Обхват бедер O_6 , см			Среднее квадратическое отклонение
		$O_6 < 89$	$89 \leq O_6 \leq 97$	$O_6 > 97$	
<i>Первый уровень</i>		1 (Small)	2 (Medium)	3 (Large)	
$\Delta = O_6 - O_T$, см	8,4...29,4	менее 15	$15 \leq O_6 - O_T \leq 23$	более 23	± 4
<i>Второй уровень</i>		F1	F2	F3	
D_{GR} , см	-0,9...2,4	0	$0 \leq D_{GR} \leq 1.3$	более 1.3	± 0.6
V_F , см	6,5...12,4	менее 8.3	$8.3 \leq V_F \leq 10.5$	более 10.5	± 1.1
<i>Третий уровень</i>		B1	B2	B3	
D_{BH} , см	1,1...8,8	менее 2.1	$2.1 \leq D_{BH} \leq 5.5$	более 5.5	± 1.5
V_B , см	3,6...11,3	менее 6.2	$6.2 \leq V_B \leq 8.8$	более 8.8	± 1.5
Удельный вес фигур, %		13...16	69...77	10...15	-

Перечисленные классификационные признаки использованы в разработанной нами новой методике конструирования мужского белья. На рис.2 показана схема чертежа мужских хипсов с указанием тех конструктивных отрезков, при расчете длин которых использованы вновь введенные размерные признаки, и материальный образец, сконструированный в соответствии с морфологическими особенностями.

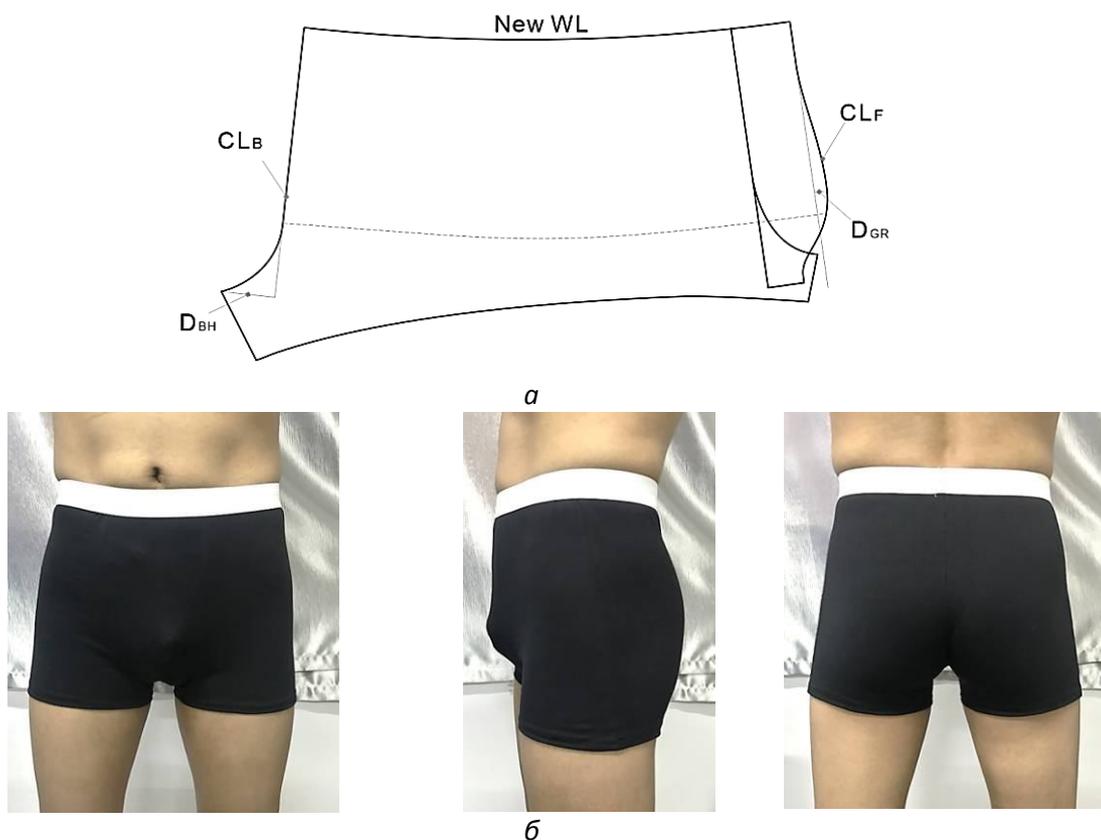


Рис. 2. Схема чертежа мужских хипсов с указанием участков, которые были рассчитаны с использованием новых размерных признаков (new WL - длина верхнего края ниже линии талии) (а) и внешний вид сконструированных хипсов (б)

На основе новой классификации предлагается новая маркировка белья, включающая комбинацию из трех символов (1,2,3) / (F1, F2, F3) / (B1, B2, B3). Например, в дополнение к существующей маркировке одежды с использованием основных размерных признаков Р - ОгЗ - От дополнительная маркировка 2/F2/B3 означает, что белье сконструировано для фигур с разностью между обхватами бедер и талии 89...97 см, у которых выступ гениталий не превышает 1,3 см, объем лобковой части 8,3... 10,5 см, объем ягодиц 6,2...8,8 см, а выступ ягодичной точки - 2,1...5,5 см.

Таким образом, на основании проведенных антропометрических и социологических исследований сформирована новая база знаний для конструирования мужского белья с улучшенными потребительскими свойствами, включающая совокупность новых размерных признаков и новую методику конструирования.

Список литературы

1. Чен Чжэ, Кузьмичев В.Е. Изучение предпочтений потребителей мужского белья // Материалы 23 межд. научно-технической конференции "Информационная среда вуза". Иваново, 2016. Т.1. С. 192-195.
2. GB/T 1335.1 - 2008 Standard sizing systems for men garments (Beijing: Standardization Administration of China)

УДК 67

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ С ОБЪЕКТОМ ОБРАБОТКИ МЕРИЛЬНО-БРАКОВОЧНОГО СТАНКА STUDY OF THE INTERACTION OF WORKING BODIES WITH THE OBJECT OF PROCESSING TEXTILE INSPECTION MACHINE

Алексей Владимирович Канатов, Антон Алексеевич Кулаков
Aleksey Vladimirovich Kanatov, Anton Alekseevich Kulakov

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва*
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: akulakov-07@yandex.ru; kanatov.aleksey@yandex.ru)

Аннотация: Научные исследования процессов размотки текстильных и синтетических материалов показали, что использование способов размотки с одним приводом на сегодняшний день актуально и востребовано в связи с экономичностью и простотой метода. Такие механизмы позволяют существенно повысить степень автоматизации подготовительного производства в легкой промышленности.

Abstract: Scientific study of the processes of unwinding of textile and synthetic materials showed that the use of methods of unwinding with a single drive to date, relevant and in demand in connection with the efficiency and simplicity of the method. Such mechanisms significantly increase the degree of automation of the preparatory proceedings in light industry.

Ключевые слова: мерильно-браковочный станок, способы размотки ткани, рулон ткани, рольганги.

Keywords: textile inspection machine, methods of unwinding fabric, fabric roll, roller.

Размотка легкодеформируемых материалов сопровождается значительными колебаниями их напряженно-деформированного состояния (НДС), а также недопустимым уровнем и неравномерностью погрешностей измерения линейных параметров при промере и нарезании мерных полотен. В этих случаях практически не удается, не только обеспечить парамет-

ры требуемой точности входного контроля материалов, но и учесть их каким – либо инструментальным методом или аналитическим подходом к решению проблем. Решение задачи снижения НДС материалов до допустимого уровня возможно посредством использования различного типа размоточных рольгангов. Рассмотрим вариант схемы размотки рулона материала посредством не приводного рольганга и приведем анализ действующих при этом силовых соотношений. На рис. 1 а, показаны схема взаимодействия рулона с рабочими органами системы размотки и силы, действующие на элементы конструкции рольганга.

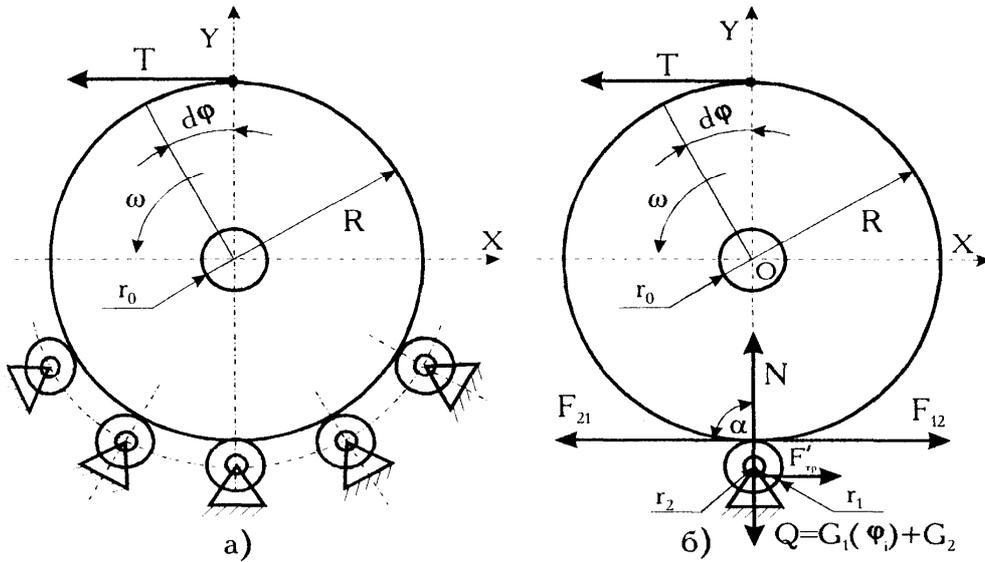


Рис.1 Схема взаимодействия с рабочими органами системы размотки

(а) – силы действующие на элементы конструкции рольганга, б) – основные силы и реакции опор действующие на наиболее нагруженный рольганг)

Далее будем рассматривать взаимодействие рулона со свободновращающимися неприводным валиком как фрикционную передачу с приводом от силы натяжения полотна. Согласно расчетной модели процесса размотки рулона из условия динамического равновесия запишем:

$$T = F_{12} . \quad (1)$$

Так как $F_{12} = F_{21}$, $aF_{21}r_1 \geq F_{mp}^1 r_2$,

то
$$F_{12} \geq F_{mp}^1 \frac{r_2}{r_1} , \quad (2)$$

где F_{mp} - сила трения в опоре валика рольганга; r - соответственно радиусы валика и его цапфы.

Подставим выражение (2) в (1), получим:

$$T = F_{12} \geq F_{mp}^1 \frac{r_2}{r_1} . \quad (3)$$

Так как $F_{mp}^1 = Nf_3$, а $N = G = G_1(\phi_i) + G_2$,

то
$$F_{mp}^1 = [G_1(\phi_i) + G_2] f_3 , \quad (4)$$

где $G_1(\phi_i)$ - текущий вес рулона; G_2 - вес рольганга; f_3 - коэффициент трения в опорах свободновращающегося валика рольганга.

С учетом (4) выражение (3) запишем в виде:

$$T \geq [G_1(\varphi_i) + G_2] f_3 \frac{r_2}{r_1}. \quad (5)$$

Из выражения (5) видно, что натяжение материала зависит от отношения радиусов $\frac{r_2}{r_1}$ коэффициента трения f_3 и веса рулона с валиком $[G_1(\varphi_i) + G_2]$.

Определим натяжение материала при его размотке из рулона, установленного на не приводных свободно вращающихся валиках, т.е. построим математическую модель для одного из технических решений, исследуемых в настоящей работе.

Так как

$$T \geq G_1(\varphi_i) f_3 \frac{r_2}{r_1} + G_2 f_3 \frac{r_2}{r_1}, \quad (6)$$

то, подставив выражение для определения веса G_2 , получим:

$$T \geq G_1(\varphi_i) f_3 \frac{r_2}{r_1} + \frac{\pi \rho_1 g (r_2 r_1^2 H_1 + r_2^3 H_2)}{r_1} f_3, \quad (7)$$

где ρ_1 – плотность материала валика; H_1 – длина валика и цапфы.

Для обеспечения требуемых ограничений натяжения материала при размотке его рулона достаточно задаться необходимым соотношением уменьшая его увеличением. Однако необходимо отметить и то обстоятельство, что при увеличении возрастает вес валика

Полагая, что функция (7) непрерывна и имеет экстремум, можно определить значение радиуса валика, оптимальное по натяжению, т.е. то значение которое обеспечивает минимум натяжения материала.

Продифференцируем выражение (7) по параметру r_1 и приравняем результат к нулю:

$$\frac{dT}{dr_1} = 0, \quad \frac{dT}{dr_1} = -\frac{G_1(\varphi_i) f_3 r_2}{r_1^2} + \pi \rho_1 g r_2 H_1 f_3 - \frac{\pi \rho_1 g r_2^3 H_2}{r_1^2} f_3 = 0. \quad (8)$$

Решая уравнение (8), получим:

$$r_{1T} = \sqrt{\frac{G_1(\varphi_i)}{\pi \rho_1 H_1 g} + \frac{r_2^3 H_2}{H_1}}.$$

Таким образом, зная параметры $G_1(\varphi_i)$, ρ_1 , H_1 , можно определить оптимальный по натяжению радиус валика рольганга r_{1T} а при заданном значении T из (7) нетрудно определить и r_2 .

Для реальных расчетных параметров: $G_1(\varphi_i)_{\varphi=0} = 295H$; $\rho_1 = 7850 \text{ кг} / \text{м}^3$; $H_1 = 1.42 \text{ м}$ (ткань пальтовой группы, арт. 4619); $g = 9.8 \text{ м} / \text{с}^2$ радиус валика должен быть равен $r_{1T} = 27 \text{ мм}$.

Исходя из тех требований, что натяжение полотна T при использовании не приводного рольганга не должно превышать его значения (контрольный вариант) при размотке со скалки в опорах скольжения ($T_{1H} \cong 5.15H$) и подставив в (6) $r_{1T} = 27 \text{ мм}$, $T_{1H} = 5.15H$, получим $r_2 = 6 \text{ мм}$, а отношение r_2 / r_1 соответственно будет равно 0.22.

Однако при проектировании параметров рабочих органов рольганга необходимо учитывать определенные ограничения, в частности, требования прочности и жесткости конструкции, а также технико-экономические условия изготовления и удобства монтажа конкретной конструкции оборудования.

Подставив в выражение (7) расчетные значения $r_1, r_2, G_1(\varphi_i), G_2$ и коэффициент трения качения $f_3 = 0.01$, получим значение натяжения при размотке, которое будет равно

$T_{4H} \cong 0.57H$, а при использовании опор скольжения и коэффициенте трения $f = 0.1 \rightarrow T_{4H} \cong 5.57H$,

В процессе размотки при определенном значении веса $G_1(\varphi_i)$ силы трения между валиком и рулоном могут оказаться недостаточными для преодоления моментов сил трения в опоре валика. При переходе процесса взаимодействия в режим скольжения натяжения материала определяется по методике, разработанной для схемы размотки из люлькообразного поддона.

Определим условия, при которых валики рольганга будут совершать вращательное движение, взаимодействию с вращающимся рулоном. Так как сила сцепления между рулоном и валиком равна окружной силе, приложенной к валику рольганга, то согласно (2):

$$F_{21} \geq [G_1(\varphi_i) + G_2] f_3 \frac{r_2}{r_1}. \quad (9)$$

Но поскольку $F_{21} = G_1(\varphi_i) f_2$, то

$$G_1(\varphi_i) f_2 \geq [G_1(\varphi_i) + G_2] f_3 \frac{r_2}{r_1}. \quad (10)$$

Преобразуя выражение (10), получим:

$$G_1(\varphi_i) f_2 - G_1(\varphi_i) f_3 \frac{r_2}{r_1} \geq G_2 f_3 \frac{r_2}{r_1}. \quad (11)$$

$$G_1(\varphi_i) \geq \frac{G_2 f_3 r_2}{f_2 r_1 - f_3 r_2}$$

Зная закон измерения массы рулона от параметра φ , нетрудно определить значение веса $G_1(\varphi_i)$, при котором наступит скольжение рулона относительно поверхности валиков рольганга.

По значению массы рулон, оставшийся на скале к моменту $t_i - \varphi_i$ можно определить величину натяжения материала в режиме его скольжения по опорной поверхности. Предложен не приводной способ размотки длинномерных рулонных материалов и технические средства его реализации. Проведенные исследования позволяют определить и учесть деформационные усилия при размотки различных материалов по виду и фактуре.

Список литературы

1. Сторожев В.В. Машины и аппараты легкой промышленности. – М.: Академия, 2010.
2. Сторожев В. В., Канатов А.В., Козлов А.С., Кулаков А.А. Технологическое оборудование подготовительного производства на базе мехатронных систем. – М.: МГУДТ, 2014.
3. Машиностроение. Энциклопедия. Т.4. Машины и агрегаты текстильной и легкой промышленности / отв. Ред. К.В.Фролов. – М.: Машиностроение, 1998.
4. Сторожев В. В., Канатов А.В., Козлов А.С., Кулаков А.А., Чугуй Н.В. Аппаратное обеспечение мехатронных систем настольно-раскройного оборудования. – 2015.
5. Кулаков А.А., Дунаев С.Ю., Сторожев В.В. Особенности взаимодействия инструмента цилиндрического сечения с разрезаемым материалом // Дизайн и технологии. Вып. №13(55). 2009.
6. Баранов А.А, Канатов А.В., А., Кулаков А.А., Сторожев В.В. Анализ особенностей формирования сложного геометрически сопрягаемого контура при исполнении на станках с ЧПУ // Дизайн и технологии. Вып. №54(96). 2016.
7. Баранов А.А, Канатов А.В., А., Кулаков А.А., Сторожев В.В. Исследование процесса резания точечным механическим режущим инструментом с применением мехатронных средств ЧПУ в легкой промышленности // Дизайн и технологии. Вып. № 51(93). 2016.

УДК 677.074

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ SIMULATION OF THE PROCESS OF DESIGNING CLOTHES

Андрей Юрьевич Рогожин, Марина Анатольевна Гусева
Andrey Jurievich Rogozhin, Marina Anatolievna Guseva

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн, Искусство), Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: nasty1606@mail.ru, guseva_marina67@mail.ru)

Аннотация: Рассмотрены вопросы построения имитационной модели процесса формообразования поверхности, которая приобретает свои свойства в процессе обучения.

Abstract: Discusses the construction of a simulation model of the forming process of the surface, which gains its properties in the process of learning.

Ключевые слова: имитационная модель, шарнирно-стержневые элементы, структурная гипотеза, параметрическая гипотеза.

Keywords: simulation model, strut and node elements, the structural hypothesis, parametric hypothesis.

Проектирование одежды состоит из двух основных этапов. На первом этапе строится базовая конструкция (БК) и решается прямая задача проектирования одежды – построение развёрток деталей по заданной поверхности [1]. Здесь конструктор использует коллективный опыт, представленный в виде методик проектирования [2] БК. На втором этапе в основном прорабатываются участки свободного повисания одежды, и решается обратная задача проектирования – получение пространственной формы по заданной развёртке. Она решается на основе индивидуального опыта и интуиции конструктора [3]. Всё вместе это можно рассматривать как единый процесс формообразования поверхности одежды.

Для алгоритмического решения основных задач проектирования одежды предлагается использовать имитационную модель процесса формообразования её поверхности. Внутренние параметры модели, необходимые для её функционирования, определяются в процессе её обучения с использованием метода эвристической самоорганизации. Модель считается имитационной, если её структура в основном соответствует структуре реального объекта.

В данном случае за основу берётся структура тканой оболочки. Для характеристики деформационных свойств ткани будут использоваться геометрические параметры, угловые и линейные. Усилия, возникающие в оболочке, также будут описываться угловыми и линейными величинами. Построенная таким образом модель тканой оболочки будет относиться к геометрическим моделям. Она будет представлять собой сложный многогранник, состояние которого описываться с помощью математического аппарата аналитической геометрии.

Формообразование поверхности одежды представляется как процесс построения дискретной оболочки, состоящей из совокупности шарнирно-стержневых элементов (далее стержневые элементы). Каждый шарнир соединяет **три** или **четыре** стержня. Шарнирное соединение обеспечивает три степени свободы (сферический шарнир) для каждого стержня. Назовём отдельный стержень **звеном** стержневого элемента, а отдельный шарнир – **узлом** стержневого элемента.

Дискретная оболочка из стержневых элементов имеет следующие структурные особенности:

1. Оболочка состоит из стержневых элементов пяти видов:

- **базовый элемент** – пространственный четырёхугольник, **все стороны** которого равны (рис. 1а);

- **дробный элемент** – пространственный четырёхугольник, **противоположные стороны** которого равны (соотношение длин смежных звеньев может быть любое) (рис. 1б). Такой элемент образуется в результате разбиения базового элемента на несколько мелких или объединения нескольких базовых в один укрупненный;

- **граничный элемент** – плоский треугольник, одна из сторон которого является диагональным звеном (рис. 1в). Образуется в результате разрезания дробного элемента по диагональной связи;

- **сшитый элемент** – пространственный четырёхугольник, все стороны которого в общем случае различны (рис. 1г). В нем обязательно присутствует жёсткая диагональ первого уровня (см. ниже). Образуется в результате «сшивания» двух граничных элементов по диагональной связи;

- **переходный элемент** – пространственный псевдочетырёхугольник, **одна или две смежные стороны** которого образуют цепочки шарнирно соединенных звеньев (рис. 1д, 1е). Цепочка звеньев в малой степени отличается от прямой линии, поэтому элемент в основном сохраняет характер пространственного четырёхугольника. Суммарная длина цепочки звеньев равна длине противоположной стороны псевдочетырёхугольника. Данный элемент является переходным от мелких дробных элементов к более крупному.

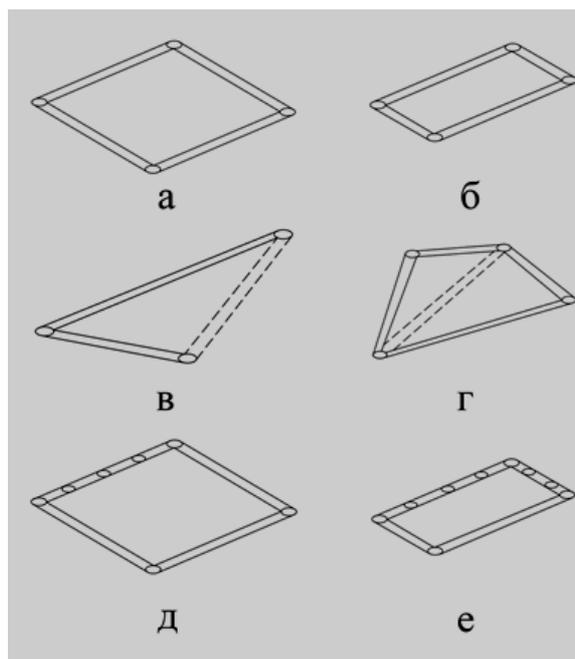


Рис. 1. Виды стержневых элементов: а – базовый элемент; б – дробный элемент; в – граничный элемент; г – сшитый элемент; д, е – переходные элементы

2. В стержневых элементах могут возникать диагональные связи, которые образуют диагональные звенья двух уровней:

- **диагональ первого уровня** (рис. 2а) может быть жёсткой или эластичной. Жёсткая диагональ накладывает ограничения на деформацию перекоса стержневого элемента. Четырёхугольник превращается в два треугольника и деформация возможна только за счет поворота вокруг этой диагонали, т.е. деформации изгиба;

- **диагональ второго уровня** – это вторая диагональ, которая превращает четырёхугольник в жёсткую пространственную конструкцию и дальнейшая деформация возможна только за счет растяжения или сжатия звеньев и диагоналей.

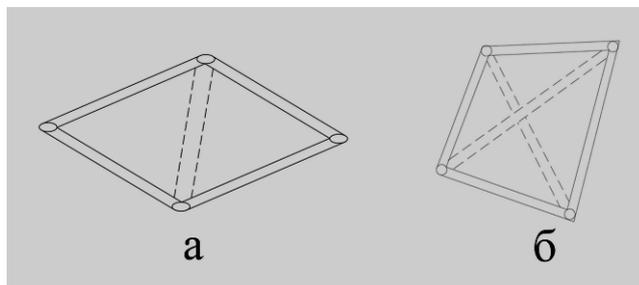


Рис. 2. Диагональные связи стержневых элементов:
а – диагональ первого уровня; б – диагонали первого и второго уровней

3. Дискретная оболочка состоит из отдельных частей, по граничным узлам которых происходит её разрезание. В результате на границах частей образуются граничные элементы.

4. По граничным линиям происходит сшивание оболочки.

5. Задаются условия сшивания, которые определяют величину предварительного растяжения (сжатия) граничных диагоналей для каждого граничного элемента (посадка по линии сшивания).

Дискретная оболочка может находиться в двух состояниях: недеформированном и деформированном. При недеформированном состоянии все узлы однородной оболочки лежат в одной плоскости, а звенья пересекаются под углом 90° . В недеформированном состоянии могут находиться только отдельные части оболочки, полученные в результате её разрезания, что соответствует процедуре раскроя ткани. В деформированное состояние оболочка переходит после сшивания её частей, что соответствует процедуре монтажа изделия.

В качестве внутренних параметров имитационной модели выступают угловые и линейные величины, характеризующие деформированное состояние дискретной оболочки. Эти параметры задаются для каждого стержневого элемента и всю их совокупность можно представить в виде матриц. Назовём эти матрицы матрицами внутреннего состояния или просто матрицами состояния. Можно выделить пять групп матриц состояния:

1. **Матрица сетевых углов**, каждый член которой задаёт угол между звеньями внутри стержневого элемента. Этот угол характеризует деформацию перекоса.

2. **Матрица линейных параметров**. Она задаёт величину растяжения (сжатия) звеньев стержневых элементов.

3. **Матрица угловых параметров**. Каждый член матрицы задаёт угол между звеньями смежных стержневых элементов в поперечном и продольном направлении. Этот угол характеризует деформацию изгиба.

4. **Матрица критических углов**. Это значения сетевых углов стержневых элементов, при достижении которых дальнейшая деформация перекоса не возможна и происходит образование диагоналей второго уровня. Эта матрица характеризует предельно допустимый угол перекоса ткани при заданных усилиях, возникающих в материале.

5. **Матрица смежности**. Она определяет, какие граничные звенья будут сшиваться при формировании деформированной дискретной оболочки.

При обучении модели выдвигаются гипотезы о механизме формообразования поверхности одежды, которые потом проверяются и уточняются в процессе выполнения имитационных экспериментов. Окончательная модель процесса формообразования формируется в два этапа.

На первом этапе строится **модель первого уровня**, которая основывается на **первичной гипотезе функционирования модели**. Она опирается на предположение, что противо-

положительные стороны стержневого элемента равны, и их длины не изменяются. В этом случае состояние модели определяется только угловыми параметрами.

Угловые параметры могут быть получены:

- из исходных данных на построение оболочки (например, опорная поверхность, посадка по линии шва);
- из умозрительных соображений (догадок), основанных на результатах разведывательных и натуральных экспериментов;
- из условий равновесия статической системы, которые сводятся к особенностям геометрии закономерных кривых.

Последнее условие определяется исходя из равенства нулю суммы сил, возникающих в оболочке, или минимума потенциальной энергии. Это условие заменяется особенностью геометрии закономерных кривых, которые описывают цепочки звеньев стержневых элементов при изгибании в пространстве. К таким кривым относится **кубическая парабола**, которая с достаточной степенью точности описывает форму средней линии упругого стержня, деформируемого путем закрепления его в крайних точках. Также можно использовать уравнение **цепной линии**, описывающее форму гибкой, однородной и нерастяжимой тяжелой нити (цепочки), концы которой закреплены в двух точках.

На втором этапе модель первого уровня насыщается эмпирической информацией в процессе проведения имитационных экспериментов. Для этого выдвигается **уточняющая гипотеза** функционирования модели. Она состоит из двух подгипотез.

Первая – это гипотеза о структуре механизма функционирования модели (**структурная гипотеза**). В ней выдвигаются предположения о факторах, которые определяют дальнейшую деформацию стержневых элементов (растяжение (сжатие) стержней, условия образования жестких диагональных связей и т.д.). Эта гипотеза не меняется в течение всей серии имитационных экспериментов.

Вторая подгипотеза – это **параметрическая гипотеза**, в которой выдвигаются предположения о доли участия каждого деформационного фактора в общей картине деформации.

Обучение модели начинается с того, что на вход подаются входные параметры первого эксперимента из обучающей последовательности. Далее «проигрываются» различные варианты параметрических гипотез до тех пор, пока выходные параметры модели не совпадут, в пределах заданного критерия адекватности, с выходными параметрами эксперимента. Аналогичная процедура повторяется для всей совокупности экспериментальных данных обучающей последовательности. В основу очередной параметрической гипотезы берутся результаты предыдущей серии имитационных экспериментов.

Имитационная модель процесса формообразования поверхности одежды не является математической. Она относится к **программным моделям** и её основу составляет компьютерная программа. Обучение модели должно осуществляться на компьютере в интерактивном режиме с использованием средств компьютерной графики [4] и анимации [5, 6]. Эта же программа, после проведения обучения, будет одновременно являться программным модулем для решения прямой и обратной задач проектирования в САПР. Но, что самое главное, модель может использоваться на практике, с определёнными оговорками, до окончания процесса обучения. Пользователь только должен быть информирован, в какой области на данный момент модель «компетентна» решать свои задачи. Обучение может вестись специальной научно-исследовательской организацией или самим пользователем. Такой подход к организации САПР позволит постепенно накапливать и использовать эмпирическую информацию и не требует при этом перепрограммирования системы.

Список литературы

1. Рогожин А. Ю., Гусева М.А., Лунина Е.В., Петросова И.А., Андреева Е.Г., Гетманцева В.В. Проектирование швейных изделий в САПР. Модульное проектирование в параметрической САПР. Учебное пособие. – М.: 2016.

2. Гусева М.А., Рогожин А. Ю., Лунина Е.В., Петросова И.А., Андреева Е.Г., Гетманцева В.В. Проектирование швейных изделий в САПР. Конструирование и моделирование одежды в автоматизированной среде. Учебное пособие. – М.: 2016.

3. Рогожин А. Ю. Проектирование одежды как процесс чередования идеальных и материальных составляющих // Дизайн и технологии. 2012. №.31 (73). С.26 – 32.

4. Андреева Е.Г., Гусева М.А., Чаленко Е.А., Петросова И.А., Гетманцева В.В. Моделирование геометрических объектов в универсальной САПР. Лабораторный практикум по дисциплине «Информационные технологии в профессиональной деятельности». – М.: 2012.

5. Тутова А.А., Петросова И.А., Гусева М.А., Андреева Е.Г. Особенности построения трехмерной модели манекена для одежды по данным трехмерного сканирования. // Современные проблемы науки и образования. 2015. №2. С. 154.

6. Андреева Е.Г., Петросова И.А. Методология оценки качества проектных решений одежды в виртуальной трехмерной среде. – М.: 2015.

УДК 677.054.838.4

**ДОСТИЖЕНИЕ ТОЧНОСТИ ЗАЗОРА В СОЕДИНЕНИИ КУЛАК-РОЛИК
КРУГЛОТКАЦКОЙ МАШИНЫ МЕТОДОМ РЕГУЛИРОВКИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕПОДВИЖНОГО КОМПЕНСАТОРА
THE METHOD OF REGULATION GAP IN THE SHEDDING MECHANISM
BY THE STATIONARY COMPENSATOR**

**Павел Александрович Королев
Pavel Alexandrovich Korolev**

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

Аннотация: Эффективным решение задачи восстановления зазора в соединении кулачковой пары является использование метода регулировки с применением неподвижного компенсатора. Сущность предлагаемого метода заключается в том, что в качестве неподвижного компенсатора выбирается ролик, который при увеличении ширины паза заменяется на ролик большего диаметра. Методика включает расчет количества групп и диаметральных размеров роликов, выполняющих роль компенсаторов, а также выявление требуемого момента останова станка для выполнения регулировки.

Abstract: Effective solution to the problem of reducing the gap - using the method of stationary compensator. The essence of the proposed method is that as the compensator is selected roller. When the width of the groove is increased, it is replaced by a roller of a larger diameter. The methodology involves calculating the number of groups and the diametrical dimensions of the rollers. Identification of the required stopping time for adjustment.

Ключевые слова: круглоткацкая машина, неподвижный компенсатор.

Keywords: circular loom, stationary compensator.

Для текстильного оборудования характерным является интенсивная двух-трех сменная непрерывная эксплуатация, которая осуществляется на достаточно высоких рабочих скоростях.

В процессе эксплуатации станков под действием возникающих динамических нагрузок происходит физический износ рабочих поверхностей кулачков, роликов, базовых осей, различных подшипников - скольжения, качения, а также нарушение посадок в соединениях и изменение точности относительного положения механизмов станка.

Зазор S между рабочими поверхностями кулака и ролика круглоткацкой машины ТКП 110-У формализуется как замыкающее звено конструкторской размерной цепи $B_{\Delta} = S$, составляющими звеньями которой являются ширина паза кулака B_1 и диаметр ролика $B_2 = D$

$$B_{\Delta} = \bar{B}_1 - \bar{B}_2,$$

где \bar{B}_1 - ширина паза выполняет роль увеличивающего звена;

\bar{B}_2 - диаметр ролика выполняет роль уменьшающего звена.

В соответствии с этим предельные отклонения $\Delta_{\Delta}^B, \Delta_{\Delta}^H$ на замыкающем звене B_{Δ} , определяющие соответственно верхнее $S_{нб}$ и нижнее $S_{нм}$ предельные отклонения зазора в кулачковой паре при методе полной взаимозаменяемости можно представить матричным выражением:

$$\left| \frac{S_{нб}}{S_{нм}} \right| = \left| \frac{\Delta_{\Delta}^B}{\Delta_{\Delta}^H} \right| = \left| \frac{\bar{\Delta}_1^B - \bar{\Delta}_2^H}{\bar{\Delta}_1^H - \bar{\Delta}_2^B} \right|, \quad (1)$$

где $\bar{\Delta}_1^B, \bar{\Delta}_1^H$ и $\bar{\Delta}_2^B, \bar{\Delta}_2^H$ - соответственно верхние и нижние предельные отклонения ширины паза кулака и диаметра ролика, численные значения которых приведены в табл. 1.

Таблица 1. Предельные отклонения и допуски на звенья цепи B_{Δ}

	Предельные отклонения звеньев размерной цепи B_{Δ} (мм)		Допуски на звенья T (мм)
	Верхние Δ^B	Нижние Δ^H	
Предельные отклонения зазора B_{Δ}	Верхнее $\Delta_{\Delta}^B = 0,8$	Нижнее $\Delta_{\Delta}^H = 0,5$	0,3
Предельные отклонения ширины паза кулака B_1	Верхнее $\Delta_1^B = 0,2$	Нижнее $\Delta_1^H = 0,0$	0,2
Предельные отклонения диаметра ролика B_2	Верхнее $\Delta_2^B = -0,5$	Нижнее $\Delta_2^H = -0,6$	0,1

Таким образом, получаемые согласно (1) предельные значения зазора в соединении составят:

$$S_{нб} = \Delta_{\Delta}^B = 0,2 - (-0,6) = 0,8$$

$$S_{нм} = \Delta_{\Delta}^H = 0 - (-0,5) = 0,5,$$

и соответственно допуск на зазор $T_S = S_{нб} - S_{нм}$:

$$T_S = T_{\Delta} = \Delta_{\Delta}^B - \Delta_{\Delta}^H = 0,8 - 0,5 = 0,3 \text{ мм} . \quad (2)$$

В процессе работы станка в результате размерного износа рабочей поверхности кулака ширина его паза постоянно увеличивается B_1 и может значительно превысить допусковое предельное значение:

$$\Delta_1 >> \Delta_1^B .$$

Практика эксплуатации рассматриваемого станка показывает, что при увеличении отклонения ширина паза до значения $\Delta_1^{iB} = 1 \text{ мм}$, т.е. при увеличении отклонения в пять раз по сравнению с допусковым предельным значением $\Delta_1^B = 0,2$, работа заводообразовательного

механизма не представляется возможным и возникает необходимость остановки станка для восстановления зазора B_{Δ} до требуемых значений.

Одним из предлагаемых эффективных решений задачи восстановления зазора B_{Δ} в соединении кулачковой пары является использование метода регулировки с применением неподвижного компенсатора. Сущность предлагаемого метода заключается в том, что в качестве неподвижного компенсатора в данном соединении выбирается ролик (звено B_2), который при увеличении ширины паза заменяется на ролик большего диаметра.

Методика для рассматриваемого круглоткацкого станка включает расчет количества групп и диаметральных размеров роликов, выполняющих роль компенсаторов, а также выявление требуемого момента остановки станка для выполнения регулировки.

Величина компенсации T_k , которая определяет наибольший требуемый размер регулировки, рассчитывается по формуле:

$$T_k = \sum_{i=1}^{i=m-1} T'_i - T_{\Delta} \quad , \quad (3)$$

где T_{Δ} - допуск на замыкающем звене, T'_i - расширенные допуски на звенья.

В рассматриваемой задаче согласно (2) $T_{\Delta} = 0,3$, а расширенный допуск в трехзвенной цепи B_{Δ} имеет звено B_1 , что обусловлено износом рабочей поверхности паза. При верхнем предельном отклонении ширины паза $\Delta_1^{IB} = 1\text{мм}$, расширенный допуск составит $T'_1 = 1,0\text{ мм}$ и при $T'_2 = T_2 = 0,1\text{мм}$ согласно (3) получим:

$$T_k = \sum_{i=1}^{i=m-1} T'_i - T_{\Delta} = (1,0 + 0,1) - 0,3 = 0,8\text{ мм}.$$

В данном случае $T_k = 0,8\text{ мм}$ определяет наибольшую разность диаметральных размеров роликов, выполняющих функцию компенсаторов:

$$T_k = D_{нб} - D_{нм} = 0,8$$

Количество групп N роликов-компенсаторов рассчитываем по формуле:

$$N = \frac{T_k}{T_{\Delta} - T_{ком}} + 1 \quad , \quad (4)$$

где $T_{ком}$ - допуск на звено компенсатор, который в данном случае составляет

$$T_{ком} = T_2 = 0,1\text{мм}.$$

Подставим в (4) численные значения составляющих:

$$N = \frac{0,8}{0,3 - 0,1} + 1 = 5$$

в результате получим пять размерных групп роликов-компенсаторов.

Величину ступени компенсации P , представляющую собой разность диаметральных размеров смежных роликов-компенсаторов, определяем по формуле:

$$P = \frac{\Delta_1^{IB} - \Delta_1^{IH}}{N} \quad , \quad (5)$$

где $\Delta_1^{IB}, \Delta_1^{IH}$ - предельные отклонения ширины паза B_1 , обусловленные размерным износом его рабочей поверхности.

При допустимых предельных отклонениях $\Delta_1^{IB} = 1,0$, $\Delta_1^{IH} = 0$ и $N = 5$ согласно (5) получим:

$$P = \frac{1,0 - 0}{5} = 0,2$$

Роль компенсатора первой группы выполняет начальный ролик B_2 , предельные отклонения диаметра D которого указаны в табл. 4.1

$$B_2 = D \begin{matrix} -0,5 \\ -0,6 \end{matrix}$$

Предельные отклонения компенсаторов последующих групп находим путем прибавления к предельным отклонениям ролика первой группы величины ступени компенсации P :

$$\begin{matrix} \Delta_N^B \\ \Delta_N^H \end{matrix} = \begin{matrix} -0,5 \\ -0,6 \end{matrix} + N \cdot \begin{matrix} P \\ P \end{matrix}, \quad (6)$$

где N - номер очередной группы компенсаторов $N = 2, \dots, 5$.

Расчеты, выполненные по формуле (6), определяющие предельные отклонения размеров в пяти группах компенсаторов приведены в табл. 2.

Таблица 2. Предельные отклонения размеров в группах компенсаторов

Группы компенсаторов	Предельные отклонения роликов-компенсаторов	
	Верхнее Δ_i^B	Нижнее Δ_i^H
Группа I	- 0,5	- 0,6
Группа II	- 0,3	- 0,4
Группа III	- 0,1	- 0,2
Группа IV	0,1	0,0
Группа V	0,3	0,2

В соответствии с расчетом были изготовлены пять ремонтных групп роликов-компенсаторов следующих размеров:

В процессе эксплуатации круглоткацкого станка осуществляется постоянный контроль за изменением ширины паза кулака и в зависимости от величины износа его рабочей поверхности (размер B_i) при выполнении технического обслуживания по таблице соответствия 3 производят замену роликов ремизки на ролики большего ремонтного размера. Табл. 3 устанавливает связь между изменением размера ширины паза Δ_1 и диаметральной размер D устанавливаемого ремонтного ролика.

Таблица 3. Соответствие ремонтного ролика отклонениям Δ_1 паза

Отклонения ширины паза Δ_1 (мм)	$(\Delta^B - \Delta^H)_I$ 0 - 0,2	$(\Delta^B - \Delta^H)_{II}$ 0,2 - 0,4	$(\Delta^B - \Delta^H)_{III}$ 0,4 - 0,6	$(\Delta^B - \Delta^H)_{IV}$ 0,6 - 0,8	$(\Delta^B - \Delta^H)_V$ 0,8 - 1,1
Группа № и диаметр D ремонтного ролика	№ I $114_{-0,6}^{-0,5}$	№ II $114_{-0,4}^{-0,3}$	№ III $114_{-0,2}^{-0,1}$	№ IV $114_{0,0}^{0,1}$	№ V $114_{0,2}^{0,3}$

Проверку правильности предложенной методики и выполненного расчета ремонтных размеров роликов осуществим используя выражение (1).

Согласно (1) при использовании роликов всех пяти ремонтных размеров №I.....№5 в соответствующем диапазоне отклонений ширины паза $(\Delta^B - \Delta^H)_I$ в кулачковой паре обеспечивается достижение требуемой величины зазоров:

$$\text{верхнего } S_{нб} = \Delta_{\Delta}^B = 0,8 \quad \text{и} \quad \text{нижнего } S_{нм} = \Delta_{\Delta}^H = 0,5.$$

Выполним расчет, используя данные табл. 3:

$$\text{Для группы № I} \quad S_{нб} = \Delta_{\Delta}^B = 0,2 - (-0,6) = 0,8$$

$$S_{нм} = \Delta_{\Delta}^H = 0 - (-0,5) = 0,5;$$

$$\text{Для группы № II} \quad S_{нб} = \Delta_{\Delta}^B = 0,4 - (-0,4) = 0,8$$

$$S_{нм} = \Delta_{\Delta}^H = 0,2 - (-0,3) = 0,5;$$

Для группы № III

$$S_{нб} = \Delta_{\Delta}^B = 0,6 - (-0,2) = 0,8$$

$$S_{нм} = \Delta_{\Delta}^H = 0,4 - (-0,1) = 0,5;$$

Для группы № IV

$$S_{нб} = \Delta_{\Delta}^B = 0,8 - (-0,0) = 0,8$$

$$S_{нм} = \Delta_{\Delta}^H = 0,6 - (-0,1) = 0,5;$$

Для группы № V

$$S_{нб} = \Delta_{\Delta}^B = 1,0 - (-0,2) = 0,8$$

$$S_{нм} = \Delta_{\Delta}^H = 0,8 - 0,3 = 0,5 .$$

Достижение требуемой точности зазора в кулачковой паре с использованием пяти групп ремонтных роликов наглядно показывает также схема соответствия отклонений изнашиваемой поверхности паза кулака Δ_1 и диаметральных размеров устанавливаемых роликов (рис. 1.)

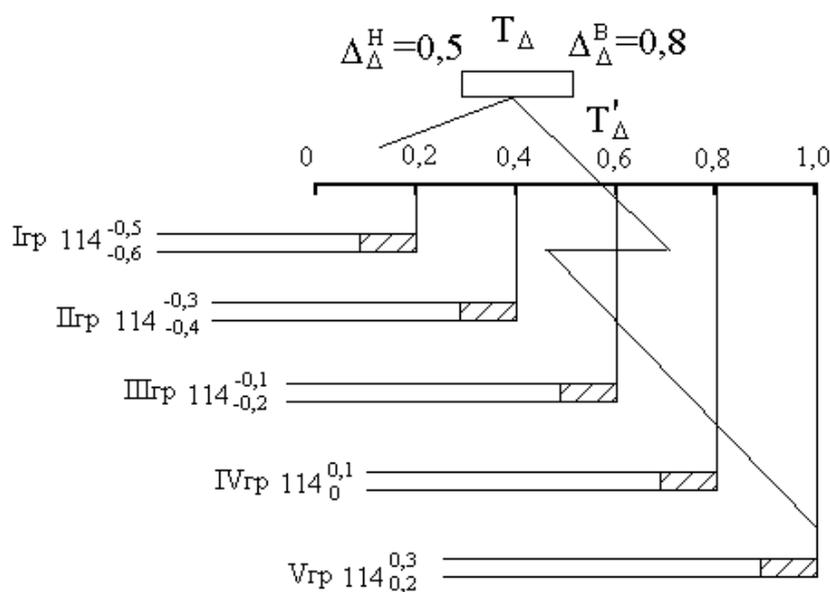


Рис 1. Схема соответствия отклонений поверхности паза кулака Δ_1 и применяемых роликов-компенсаторов

Заключение

Таким образом, предложенная методика подтвердила эффективность предложенной методики применения метода регулировки и правильность выполненного расчета размеров пяти групп ремонтных роликов, используемых для достижения требуемой точности зазора в кулачковой паре.

Список литературы

1. Бахвалов В.А. Основы технологии машиностроения. Часть 1. Методы обработки заготовок и технологические процессы изготовления типовых деталей машин. Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 449 с.

УДК 677.054

**АНАЛИЗ ЦИКЛОВЫХ ДИАГРАММ ТКАЦКИХ МАШИН С МАЛОГАБАРИТНЫМИ
ПРОКЛАДЧИКАМИ НА ОСНОВЕ МОДУЛЬНОГО ПРИНЦИПА
ANALYSIS OF SHUTTLELESS LOOMS CYCLE DIAGRAMS
BASED ON THE UNIT CONCEPT**

**Ольга Сергеевна Журавлева, Елена Николаевна Хозина
Olga Sergeevna Zhuravleva, Elena Nikolaevna Khozina**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва*

*The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: zhuravlevaos@yandex.ru, hozina2006@yandex.ru)*

Аннотация: в статье приведены результаты исследования трех типов цикловых диаграмм ткацких машин с малогабаритными прокладчиками с позиции рассмотрения ткацкой машины как совокупности самостоятельных функциональных групп-модулей. Анализ цикловых диаграмм выявил наличие особых точек-маркеров, позволяющих совершенствовать существующие и разрабатывать новые цикловые диаграммы ткацких машин.

Abstract: in the article you can find some results of exploration of three types of shuttleless looms cycle diagrams which is based on idea that shuttleless loom is the complex of units. Analysis of the cycle diagrams gave us the opportunity of finding some especial points-markers which can help to update the existing cycle diagrams and to design new cycle diagrams.

Ключевые слова: модульный принцип, функциональная группа-модуль, цикловая диаграмма, цикловой угол, фазовый угол, маркер.

Keywords: unit concept, functional group-unit, cycle diagram, cycle angle, phase angle, marker.

Ткацкая машина с малогабаритными прокладчиками утка (ТМ с МП) представляет собой сложную систему, предназначенную для выполнения единого технологического процесса – ткачества и состоящую из целого ряда механизмов, соединенных между собой с целью выполнения строго определенных движений, требуемых процессом выработки ткани.

В основу исследования и анализа работы сложной системы ТМ с МП могут быть положены различные принципы, одним из которых является модульный принцип, который подразумевает рассмотрение системы как совокупности самостоятельных функциональных групп-модулей, выполняющих отдельные законченные функции или операции общего процесса и обладающих мобильностью и самостоятельностью в процессе монтажа и технического обслуживания [1].

Нормальная работа сложной системы возможна только в том случае, когда действия всех входящих в нее механизмов согласованы между собой во времени. Поэтому важную роль при эксплуатации ТМ типа СТБ и СТБУ играет наладка отдельных узлов и механизмов машины согласно ее цикловой диаграмме [2].

Создание ТМ различных заправочных ширин для переработки различных видов сырья, а также последующая унификация кулачков приводных устройств некоторых механизмов ТМ привели к разработке трех видов ЦД.

К первой группе относятся так называемые «узкие» ТМ типа СТБ с заправочной шириной $L_{TM} = 180 \div 220$ см и углом боя 140° . Вторая группа представлена «широкими» ТМ типа СТБ с заправочной шириной $L_{TM} = 250 \div 420$ см и углом боя 105° . Машины третьей группы имеют угол боя 120° , и к ней принадлежат ТМ типа СТБУ всех заправочных ширин.

Для анализа вышеуказанных типов цикловых диаграмм работы ткацкой машины основные механизмы ТМ типа СТБ и СТБУ разобьем на 7 функциональных групп-модулей, каждая из которых участвует в выполнении заданной технологической операции [3]:

ФГ1 - механизмы отпуска и натяжения основы и навивания ткани;

ФГ2 - зевообразовательный механизм;

ФГ3 - механизмы прокладывания уточной нити;

ФГ4 - механизмы торможения и позиционирования прокладчиков утка;

ФГ5 - механизмы освобождения прокладчика утка от уточины и возврата прокладчика к левой боевой коробке;

ФГ6 - механизм прибора уточной нити;

ФГ7 - кромкообразующий механизм.

В описание ЦД введем понятия фазового (ФУ) и циклового (ЦУ) углов поворота главного вала машины (ГВМ).

Под ФУ будем понимать определенный период или интервал технологического действия или механического движения исполнительного органа механизма определенной функциональной группы. Например, движение батана, период закручивания торсионного вала или полет прокладчика утка в зеве ТМ.

Под ЦУ будем понимать момент начала и/или конца выполнения технологического действия или механического движения. Характерными примерами являются бой, заступ и прибор уточной нити.

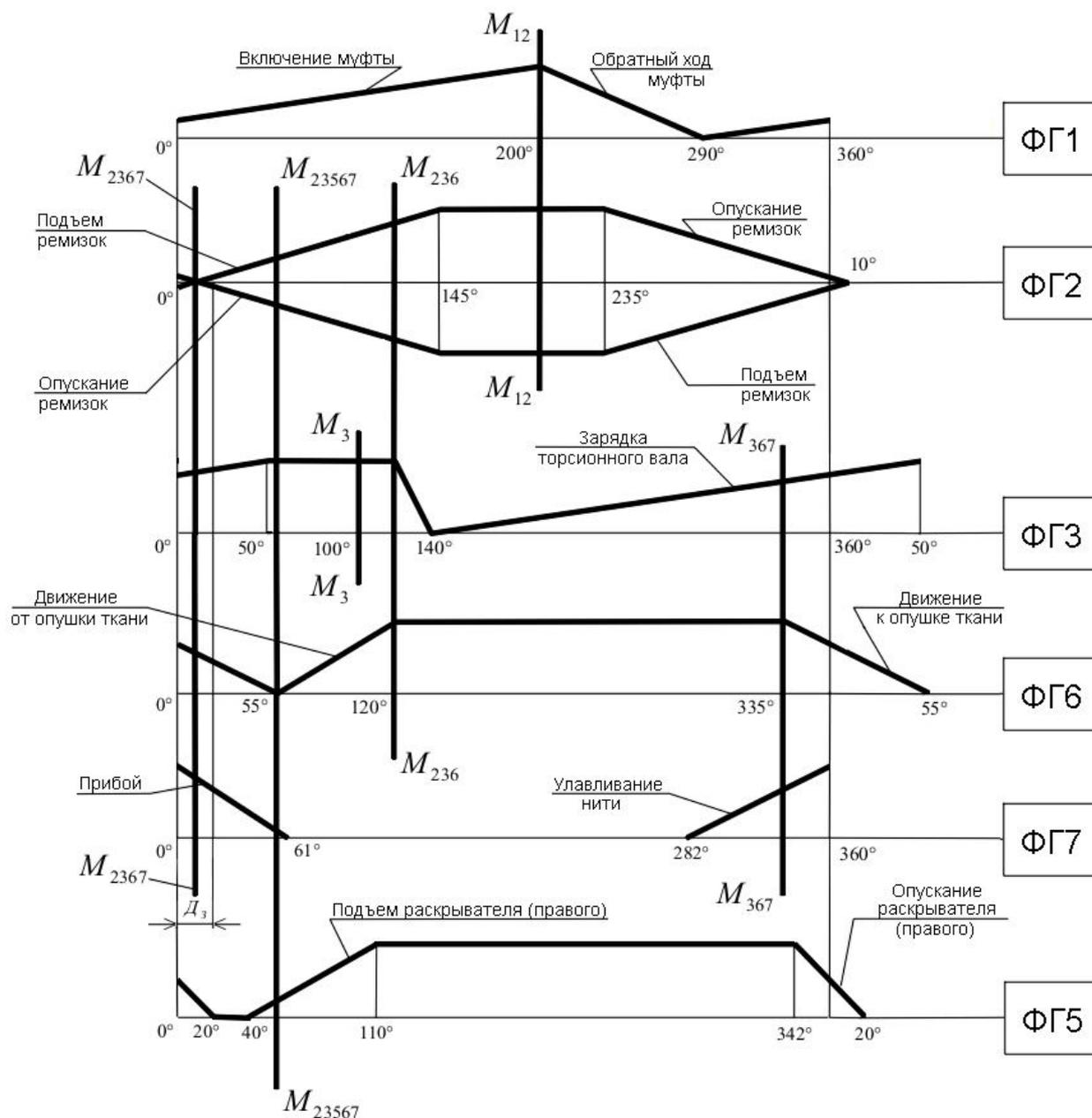
Связь между рассмотренными функциональными группами-модулями, а также и внутри них, может быть осуществлена по так называемым маркерам ТМ.

Под маркером $M_{n...}$ будем понимать особые точки ЦД, которые четко отражают взаимодействие в пространстве и времени функциональных групп-модулей для обеспечения заданного технологического процесса и могут распространяться как на одну, так и на несколько функциональных групп (например, маркер M_{12} относится к 1-ой и 2-ой функциональным группам).

Маркеры ЦД ТМ типа СТБ и СТБУ представлены в табл. 1. В качестве примера на рис.1 и рис. 2 графически показано положение маркеров ЦД ТМ типа СТБУ.

Таблица 1. Маркеры цикловых диаграмм ткацких машин типа СТБ и СТБУ

Название маркера	Обозначение маркера	Тип ткацкой машины (ТМ)			
		«Узкие» ТМ типа СТБ	«Широкие» ТМ типа СТБ	ТМ типа СТБУ	
ЦУ начала подачи основы	M_{12}	200°	200°	200°	
Заступ	M_{2367}	0...20°	0...20°	0...20°	
Установка прокладчика с уточной нитью на линию боя	M_3	125°	95°	100°	
ЦУ начала боя	M_{236}	140°	105°	120°	
ЦУ предельно позднего прилета прокладчика утка в приемную коробку	M_{23457}	295°	300°	290°	
Срабатывание от первого зуба контролера посадки прокладчика утка в ПК	M_{34}	312°	312°	312°	
Начало работы кромкообразователя с уточной нитью	левый	M_{34567}	0°	350°	0°
	правый	M_{34567}	0°	5°	0°
ЦУ начала движения батана к опушке ткани	M_{367}	0°	0°	335°	
ЦУ прибора уточины	M_{23567}	70°	50°	55°	



**Рис. 1. Маркеры ткацкой машины типа СТБУ
(взаимодействие ФГ1, ФГ2, ФГ3, ФГ5, ФГ6, ФГ7)**

Анализ табл. 1, рис. 1 и рис. 2 показал, что:

- значения маркеров M_{12} , M_{2367} и M_{34} являются одинаковыми для ЦД ТМ всех заправочных ширин, а маркеров M_3 , M_{236} , M_{23457} , M_{34567} и M_{23567} зависят от заправочной ширины ТМ;
- маркер M_{236} не должен опережать ЦУ конца движения батана, причем рассогласование последовательности работы батанного и зевобразовательного механизмов не должно превышать 5° ЦД, что достаточно для гашения остаточных колебаний батана при возврате его в исходное положение;
- маркер M_{236} можно перемещать по ЦД от 105° до 140° , при этом ФУ работы остальных механизмов, связанных с рассматриваемым маркером, численно не изменяются, а только смещаются вместе с маркером вдоль ЦД, причем конструкция кулачковых приводов и профиль их ведущих кулачков остаются неизменными, а лишь претерпевают смещение по фазе;

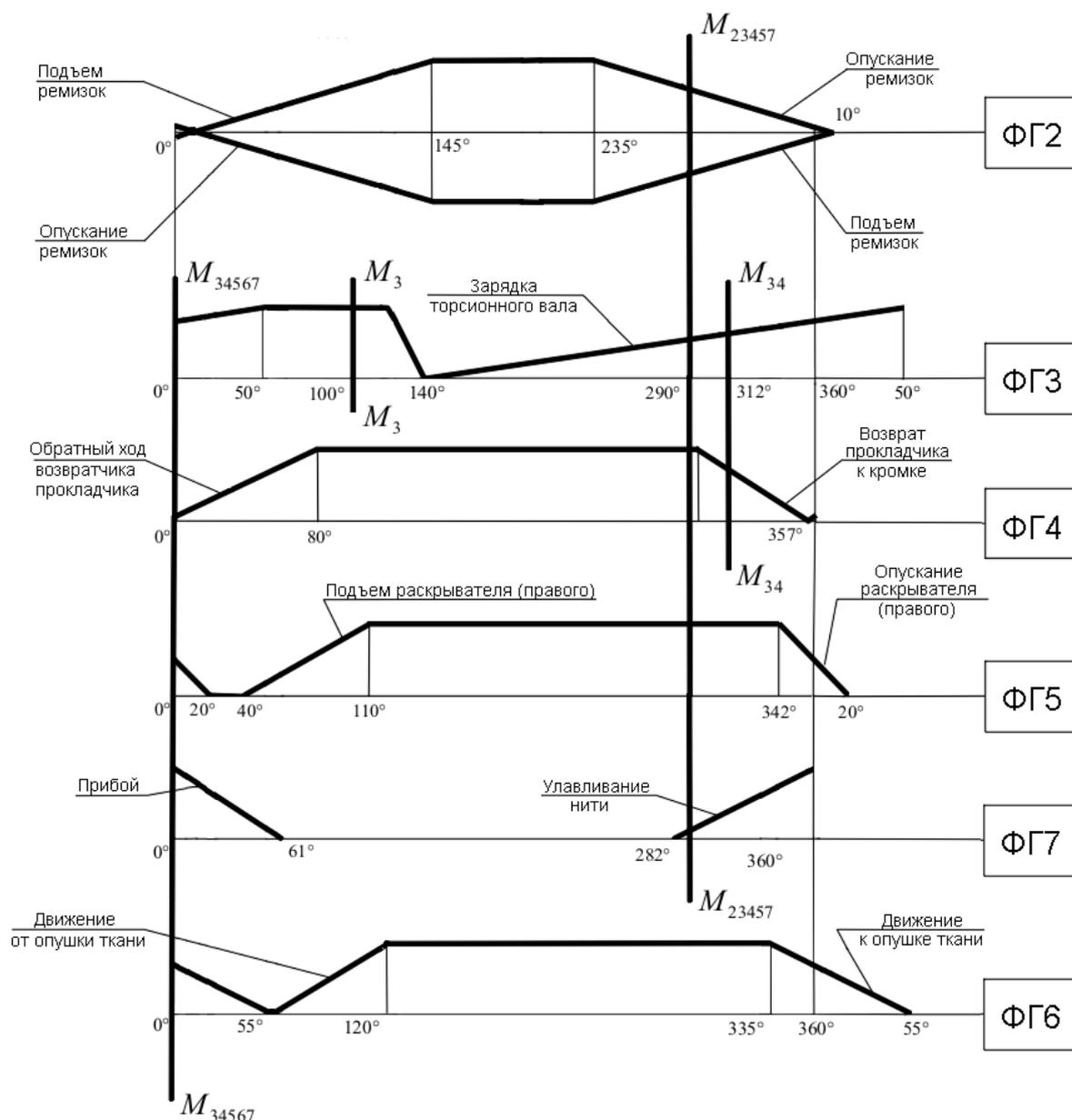


Рис. 2. Маркеры ткацкой машины типа СТБУ (взаимодействие ФГ1, ФГ2, ФГ3, ФГ5, ФГ6, ФГ7)

- маркер M_{23567} можно смещать в интервале от 45° до 75° ЦД, а маркер M_{236} – в интервале от 100° до 150° ЦД;
- ЦУ окончания движения батана можно смещать в интервале от 100° до 140° , а ФУ полета прокладчика в зеве основы – варьировать в пределах от 145° до 200° ;
- В ЦД ТМ типа СТБ и СТБУ не существует ни одного маркера, распространяющегося на все функциональные группы.

Выводы

1. Функциональная группа-модуль ФГ3 (механизмы прокладывания уточной нити) является ведущей, т.к. с помощью четырех маркеров задает цикловую связь работы практически всех основных функциональных групп ткацкой машины. Остальные маркеры можно считать вспомогательными.
2. Изменение ЦД работы механизмов внутри функциональной группы-модуля относительно маркера этой группы не приведет к изменению ЦД работы механизмов, входящих в

другие функциональные группы, а изменение положения любого маркера обязательно повлечет за собой изменение положения маркеров других функциональных групп.

3. Отсутствие единого маркера для всех функциональных групп-модулей позволяет совершенствовать ЦД работы отдельных групп и входящих в них механизмов без нарушения циклового взаимодействия механизмов, входящих в остальные функциональные группы-модули.

Список литературы

1. Хозина Е.Н., Журавлева О.С. Модульный принцип построения ткацких машин: Учебное пособие. – М.: МГУДТ, 2016. 67 с.

2. Макачев А.Н., Терентьев О.А. Синтез универсальной цикловой диаграммы ткацких станков типа СТБ: Сб. научных трудов ВНИИЛТЕКМАШ. – М.: Минлегпищেমаш, 1985. С. 13-27.

3. Терентьев О.А., Макачев А.Н. Анализ цикловой диаграммы ткацких станков СТБ и функциональные группы механизмов: Сб. научных трудов ВНИИЛТЕКМАШ. – М.: Минлегпищেমаш, 1985. С. 3-12.

УДК 677.024

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ МЕДИЦИНСКОЙ МАРЛИ ИЗ ХЛОПКОВОЙ СМЕСИ С ДОБАВЛЕНИЕМ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES TO PRODUCE MEDICAL GAUZE FROM COTTON MIXES WITH ADDED TEXTILE WASTES

*Василя Мирзахмедовна Джанпаизова, Жумахан Ушкемирович Мырхалыков,
Торабек Тогатаев, Гульнур Шарипбековна Аширбекова
Vassilya Mirzamedovna Janpaizova, Zhumakhan Ushkemirovich Myrkhalikov,
TurabekTogataev, Gulnur Sharipbekovna Ashirbekova*

*Южно-Казахстанский государственный университет им.М. Ауэзова, г. Шымкент,
Республика Казахстан
South Kazakhstan State University.M.Auezov (Shymkent), Republic of Kazakhstan*

Аннотация: В настоящее время актуальным и значимым для текстильной промышленности Казахстана является расширение ассортимента медицинской текстильной продукции путем решения сырьевой проблемы. Для этого необходимо создавать технологии и поточные линии по переработке текстильных отходов с целью получения из них регенерированных волокон и дальнейшего их использования при производстве пряжи, нитей и различных текстильных материалов, что способствует сохранению натурального сырья, экологии, снижению себестоимости выпускаемой продукции.

Abstract: Currently, relevant and meaningful, for the textile industry in Kazakhstan is to expand the range of medical textile products by the solution raw material problem. For this it is necessary to develop technologies, production lines for the processing of textile waste to obtain from these recycled fibers and their further use in the production of yarn, different yarns and textile materials that contributes to the conservation of natural raw materials, environmental protection, reduction of production costs.

Ключевые слова: регенерация волокон, ресурсосберегающие технологии, снижение себестоимости продукции, качество, эффективность

Keywords: recycling of the textile waste; resource-saving technologies; decrease in the cost price of production; quality; efficiency

В настоящее время имеются значительные простои текстильных предприятий Казахстана из-за отсутствия сырья и его большой ценовой стоимости. Известно также, что стоимость изделий в трикотажном, ткацком производствах и нетканых, композиционных материалов доходит до 85% стоимости сырья [1,2]. Следовательно, необходимо создавать технологии, поточные линии по переработке текстильных отходов с целью получения из них регенерированных волокон и дальнейшего их использования при производстве пряжи, нитей и различных текстильных материалов. Малоотходные, ресурсосберегающие технологии сохраняют дорогостоящее натуральное сырье, экологию окружающей среды и снижают себестоимость выпускаемой продукции. На поточной линии можно получать регенерированные волокна из отходов различного вида сырья (хлопка и его смесей).

В Казахстане имеется большой спрос на медицинские текстильные материалы (бинты, перевязочные материалы, марли и т.д.), поэтому разработка эффективной технологии выработки готовой марли медицинской является актуальной и важной задачей.

Технология получения марли предусматривает три процесса:

- ленточное снование;
- пробирание и привязывание основ;
- выработку тканей (непосредственно ткачество).

Ленточное снование обеспечивает удобную и выгодную подготовку навоя за счет низкого процента угаров, эффективного накопления нитей основы (в виде лент), получение непосредственно ткацкого навоя. Рекомендуются ленточные сновальные машины «Текстима», типа СЛ – 140 или фирмы Бенингер.

Пробирание осуществляют на проборных станках типа ПС - 1.

Привязывание нитей основы проводят непосредственно на ткацком станке. Осуществляют на узловязальных передвижных машинах типа УП - 5. Возможно, **присучивание** нитей основы непосредственно на ткацком станке (вместо привязки основы), вследствие малого числа нитей основы на ткацком навое (около 600-700 нитей основы).

Процесс ткачества осуществляют на пневморрапирном ткацком станке типа АТПР - 100 - 4. Преимущество данного станка по сравнению с челночным станком типа АТ - 100, то что: станок высокоскоростной (скорость прокладывания утка выше в 1,5-2 раза), что обуславливает высокую выработку ткани за меньшее время прохождения нитей основы от навоя до заработка их в ткань; малые размеры рапиры уменьшают размеры зева, что благоприятно сказывается на деформации нитей основы и как следствие приводит к снижению обрывности нитей основы: использование в утке бобины обуславливает большой запас утка на станке при выработке ткани.

После подготовки станка к эксплуатации применяют минимальную паспортную скорость 340 об/мин.

Рабочая скорость станков при выработке ткани мелкоузорчатых (кареточных) переплетений и тканей с коэффициентом связанности, близким к предельному по характеристике станка, выбирается ниже максимальной скорости (не выше 360 мин¹).

Сменные шкивы рассчитаны на номинальные обороты электродвигателя.

Таблица 1. Заправочный расчет на марлю отбеленную медицинскую

№	Наименование	Ед. изм	Показатели
I По основе			
1.1	Линейная плотность пряжи	текс	29,4
1.2	Число нитей	шт	600
1.3	В том числе в кромке	шт	30
1.4	Номер берда	зуб/дм	60
1.5	Ширина заправки по берду	см	95

1.6	Число фоновых нитей пробираемых в зуб берда	шт	1
1.7	Число кромочных нитей пробираемых в зуб берда	шт	2
1.8	Уработка	%	3
1.9	Угары	%	0,63
1.10	Расход пряжи на 1 метр без угаров	гр	18,2
1.11	Расход пряжи на 1 метр с угарами	гр	18,3
II По утку			
2.1	Линейная плотность пряжи	текс	29,4
2.2	Уработка	%	5
2.3	Угары	%	0,40
2.4	Расход пряжи на 1 метр без угаров	гр	24,8
2.5	Расход пряжи на 1 метр с угарами	гр	24,9
III По ткани			
3.1	Ширина ткани по берду	см	95
3.2	Поверхностная плотность	гр/м ²	43±3
3.3	Плотность ткани по основе	нить/на 10см	60
3.4	Плотность ткани по утку	нить/на 10см	80
3.5	Ширина готовой ткани	см	93,5

Таблица 2. Технологическая характеристика пневморайных ткацких станков

№	Наименование	Ед. изм	Показатели
1	Заправочная ширина по берду	см	100
	Заправочная ширина по берду при пневмокромкообразующем механизме	см	99
2	Бердо Ш(2) ОСТ 17-809-79		
	Рабочая ширина	мм	1000
	Общая высота	мм	98
	Высота по свету	мм	60
	Ширина зуба	мм	3,0
3	Навой: рассадка дисков	мм	1020
	диаметр дисков	мм	550
	диаметр трубы	мм	100
4	Товарный валик: диаметр	мм	65
	Диаметр навивки товара	мм	300
5	Вальян (диаметр)	мм	112,5
6	Диапазон плотности ткани по утку	нить/дм	70-600
7	Число ремиз	шт	2-8
8	Число реек основонаблюдателя	шт	2-4
9	Толщина перерабатываемой пряжи текс (номер):		
	основа	текс	50-14,9 (20-67)
	уток	текс	50-14,9 (20-67)
10	Коэффициент связанности		8
	ткани, до		
11	Поверхностная плотность	гр/м	до 200

Технологические параметры снования для марли отбеленной медицинской

1. Линейная плотность пряжи - 29,4 текс
2. Линейная скорость снования - 400 м/мин
3. Линейная скорость перевивания - 25 м/мин
4. Удельная плотность намотки на навое - 0,5 гр/см
5. Удельная плотность намотки в ленте - 0,46 гр/см
6. Натяжение нитей при сновании - 8 грамм
7. Число нитей в основе - 600
8. Номер суппортного берда - 60 зуб/дм
9. Атмосферные условия в цехе:
Летний период-температура - 23-25 °С, отн. влажность - 65-70 %
Зимний период- температура - 18-22 °С, отн. влажность - 65-70 %

Таблица 3. Технологические параметры проборки и привязки основ для марли

№	Наименование параметров	Ед. изм	Показатели
1	Число нитей в основе	шт	600
2	Линейная плотность пряжи	текс	29,4
3	Вид галева		Металлический спаянным глазком
4	Мах галев	мм	280
5	Размеры глазков галев	мм	6x3
6	Число ремизок в приборе	шт	2
7	Число галев в приборе	шт	600
8	Вид берда		Паянное
9	Номер берда	зуб/дм	60
10	Число зубьев в проборке в том числе: фона	зубьев	540
	кромки	зубьев	30
11	Число ламельных реек	шт	2
12	Тип ламелей		ЛОЭ-2Ю
13	Число нитей пробранных в зуб берда: по фону	шт	1
	в кромке	шт	2
14	Номер иглы		14
15	Атмосферные условия в цехе: Летний период-температура	°С	23-26
	отн. влажность	%	65-60
	Зимний период- температура	°С	19-21
	отн. влажность	%	65-60

Таблица 4. Заправочные параметры станков АТПР-100-4 при выработке марли

№	Наименование	Ед. изм.	Показатели
1	Величина заступа	мм	25
2	Длина зева	мм	360
3	Вынос зева	мм	290
4	Высота зева по берду	мм	25

5	Отпуск основы	град	110
6	Давление воздуха в рапирах по манометру:		
6.1	правая	кгс/см	0,25
6.2	левая	кгс/см ²	0,6
7	Товарный регулятор		
7.1	Накладная шестерня	зуб	30
7.2	Сменная шестерня	зуб	16
8	Номер берда	зуб/дм	60
9	Обрывность нитей на 1 м ткани		
9.1	По основе от дефектов пряжи	обр	0,14
9.2	По основе от ошибок снования	обр	0,5
9.3	По утку	обр	0,09
10	Заправочное натяжение нити		
10.1	основа	гр	20
10.2	уток	гр	10
11	Количество зарубок рычага		3-4
12	Атмосферные условия в цехе:		
	Летний период-температура	°С	24-26
	отн. влажность	%	70-65
	Зимний период- температура	°С	24-26
	отн. влажность	%	70-65

Основным критерием, определяющим уровень существующей технологии производства марли, является обрывность нитей. По нормативам обрывность для марли составляет по основе 0,1 обрыв на 1 метр ткани и по утку 0,02 обрыва на 1 метр ткани.

Около 78% обрывов происходит по причине плохой подготовки основы к ткачеству и 22% происходит по причине плохого качества пряжи. Поэтому тщательная подготовка основ к ткачеству (процесс снования) залог эффективного проведения ткачества на ткацких станках.

Таким образом, разработана технология подготовки отбеленной пологой хлопчатобумажной пряжи для выработки медицинской марли. Подобраны оптимальные параметры по переходам ткацкого производства. Рекомендованы температурно-влажностные режимы ткацкого производства.

Проведены исследования причин обрывности нитей основы на ткацком станке и физико-механических свойств отбеленной пологой хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 29,4 текс, при следующих показателях: разрывная нагрузка – 371,5 Н, коэффициент вариации – 11,3, удельная разрывная нагрузка – 12,6, удлинение нити – 5,4%.

Данная работа выполнена благодаря грантовому финансированию Министерством образования и науки Республики Казахстан [2-5].

Список литературы

1. Фролов В.Д., Башкова Г.В., Башков А.П. Технология и оборудование текстильного производства. Иваново: ИГТА, 2006. 436 с.
2. Мырхалыков Ж.У., Ташменов Р.С., Джанпаизова В.М., Аширбекова Г.Ш. Совершенствование технологии производства медицинской марли с использованием волокнистых отходов // Наука и мир. 2014, Vol. I. № 8 (12). С.56.

3. Джанпаизова В.М., Ташменов Р.С., Мырхалыков Ж.У. Эффективная технология использования хлопчатобумажных отходов для производства медицинской марли.// «Наука и мир». 2015, Vol. II. № 3 (19), С. 89.

4. Ташменов Р.С., Мырхалыков Ж.У., Джанпаизова В.М., Аширбекова Г.Ш., Калдыбаева Г.Ю. Возможности производства пряжи болших ленейных плотностей из отходов с использованием высокопроизводительного безверетенного роторного способа прядения.//Технология текстильной промышленности. 2015. № 1 (355). С. 69.

5. Джанпаизова В.М., Ташменов Р.С., Турганбаева А.А., Мурзабаева Г.Ж. Современные технологии выработки пневмомеханической пряжи с использованием в смеси отходов производства// Евразийский союз ученых, 2015. Часть 3. С.44.

УДК 677.052.988

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ПНЕВМОТЕКСТУРИРОВАНИЯ НИТЕЙ
OPTIMIZATION TECHNOLOGICAL PROCESS
OF AIR TEXTURING THREADS**

**Евгений Иванович Жариков
Evgeniy Ivanovich Zharikov**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: evgezharikov@ya.ru)*

Аннотация: Технологический процесс пневмотекстурирования вискозных нитей 33 текс в шесть сложений недостаточно исследован в части оптимизаций режимов обработки, влияющих на качество многокомпонентной нити. Методом ротатбельного планирования второго порядка получено уравнение регрессии, отражающее количество перепутываний филаментных нитей в зависимости от режимов пневмотекстурирования. Поиск оптимальной области проводился графическим методом.

Abstract: The technological process of air texturing 33tex viscose yarns into six additions has not been studied. The search for the optimal area is performed graphically.

Ключевые слова: пневмотекстурирование, планирование эксперимента, параметры оптимизации

Keywords: air texturing, experiment planning, optimization options.

Режимы пневмотекстурирования вискозных нитей существенно влияют на качество вырабатываемой многокомпонентной нити. Формирование переплетений, узелков и ложных кручений между филаментными нитями связана с воздействием воздушной струи на них. Однофакторные эксперимент, проведенные для определения режима пневмотекстурирования вискозных нитей 33 текс в 6 сложений, показали, что на эффективность взаимного пневмоперепутывания филаментов одновременно влияют несколько независимых переменных. Для оценки их влияния на выбор оптимальных режимов пневмотекстурирования и качество перепутывания использовали математический метод планирования экспериментов [1].

Основными факторами, определяющими процесс пневмотекстурирования нитей, являются скорость подачи нити в зону текстурирования v , м/мин (X_1), число воздействий на нить единичной длины ребер шайб перепутывающего устройства [2] f , в/м (X_2) и давление возду-

ха в форсунке p , кПа (X_3). Выходным параметром оптимизации служило количество перепутываний на единицу длины многокомпонентной нити Q , п/м (Y).

Поскольку между основными факторами и параметром оптимизации зависимость нелинейна [3], эксперимент проводили по ротатабельному композиционному плану второго порядка [4]. В табл. 1 приведены выбранные условия эксперимента.

Таблица 1. Факторы и их уровни варьирования

Фактор	Уровень варьирования			Интервал варьирования
	- 1	0	+ 1	
Скорость пневмотекстурирования X_1 , м/мин	200	300	400	100
Число воздействий на нить X_2 , в/м	10	30	50	20
Давление воздуха X_3 , кПа	2	3	4	1

Реализацию возможных комбинаций исследуемых факторов проводили в соответствии с матрицей планирования, представленной в табл. 2. Она включает в себя следующие группы опытов:

- проведение опытов ядра матрицы, которое представляет собой полный факторный эксперимент (ПФЭ) 2^3 , где три фактора изменяются на двух уровнях с числом опытов $N = 8$;
- проведение некоторого числа опытов в специально подобранных "звездных" точках факторного пространства, координаты которых зависят от звездного плеча $\alpha = \pm 1,682$;
- проведение шести опытов в нулевых точках, выбранных из условия ротатабельности.

Постановка дополнительных опытов в "звездных" и "нулевых" точках вызвана следующим обстоятельством. Так как значения факторов, полученные на основе разведывательных экспериментов, приняты за центр эксперимента, то целесообразно было рассмотреть и учесть дополнительную информацию об их влиянии на параметры оптимизации [5].

В табл. 2 приведены результаты экспериментов. Вискозные нити 33,3 Текс с шести паковок были текстурированы на машине АТ-4. Нити перепутывались форсункой ТЕМКО ЛД 22. Коэффициент опережения составлял $K_0 = 2,6\%$. В перепутывающем устройстве количество шайб $m=2$, а количество ребер на перепутывающих шайбах $S = 4$ [2]. Все опыты были рандомизированы, то есть соответствовали последовательности случайных чисел [6].

Искомая модель имела вид полинома 2-го порядка

$$Y = 38,82 + 16,61X_1 - 7,72X_2 + 2,02X_3 + 0,2X_1X_2 - 0,62X_1X_3 + 0,28X_2X_3 - 3,05X_1^2 - 3,99X_2^2 + 2,5X_3^2. \quad (1)$$

По найденной математической модели (1) вычислены значения функции \bar{Y}_u в каждой строке (см. табл.2).

Таблица 2. Исходные и расчетные данные результатов эксперимента

Этапы эксперимента	Номер опыта	Факторы			Опытные данные \bar{Y}_u	Расчетные данные \bar{Y}_u
		X_1	X_2	X_3		
Опыты в ядре ПФЭ 2^3	1	-1	-1	-1	21,3	23,23
	2	+1	-1	-1	63,2	57,3
	3	-1	+1	-1	5,2	6,83
	4	+1	+1	-1	44,3	41,69
	5	-1	-1	+1	26,7	27,95
	6	+1	-1	+1	62,5	59,53
	7	-1	+1	+1	8,1	12,67
	8	+1	+1	+1	48,3	45,05
Опыты в "звездных" точках	9	$+\alpha$	0	0	50,1	58,14
	10	$-\alpha$	0	0	8,6	8,62
	11	0	$+\alpha$	0	15,5	14,56

	12	0	$-\alpha$	0	37,9	40,52
	13	0	0	$+\alpha$	50,7	49,29
	14	0	0	$-\alpha$	39,4	42,49
Опыты в "нулевых" точках	15	0	0	0	36,4	38,85
	16	0	0	0	41,2	
	17	0	0	0	40,9	
	18	0	0	0	34,3	
	19	0	0	0	38,5	
	20	0	0	0	41,8	

Для выявления возможности описания результатов эксперимента полученным уравнением определяли статистическую значимость коэффициентов по критерию Стьюдента, а само уравнение после корректировки проверили на адекватность по критерию Фишера. В результате получена математическая модель, адекватно описывающая процесс текстурирования вискозных нитей 33,3 Текс в шесть сложений,

$$Y = 38,82 + 16,61X_1 - 7,72 X_2 - 3,05X_1^2 - 3,99X_2^2 + 2,5X_3^2. \quad (2)$$

Поиск оптимальной области проводился графическим методом. На рис. 1 показаны кривые равного уровня параметра оптимизации при сечении поверхности отклика плоскостями $X_1 = +1$; $X_2 = -1$; $X_3 = \pm 1$.

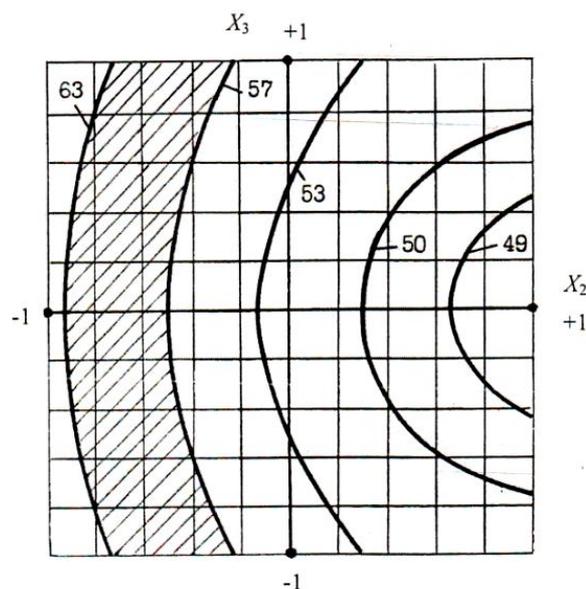


Рис. 1. Кривые равного уровня параметра оптимизации при сечении поверхности отклика плоскостью $X_1 = +1$

Анализ линий равного уровня (рис. 1) показал, что количество перепутываний на единицу длины нити зависит в значительной степени от числа воздействий ребер шайб перепутывающего устройства на нить (X_2) и в меньшей степени - от давления воздуха в форсунке (X_3). Наибольшее значение параметра оптимизации ($Y = 57...63$) достигается при следующих условиях: $X_2 = 0... -1$ и $X_3 = -1...+1$.

При сечении поверхности отклика плоскостью $X_2 = -1$ (рис. 2) установлено, что с изменением скорости текстурирования $X_1 = 0...+1$ давление воздуха оказывает несущественное влияние на количество перепутываний нити. Максимальное значение перепутываний ($Y = 53...56$) достигается, когда $X_1 = +1$; $X_3 = -1...+1$.

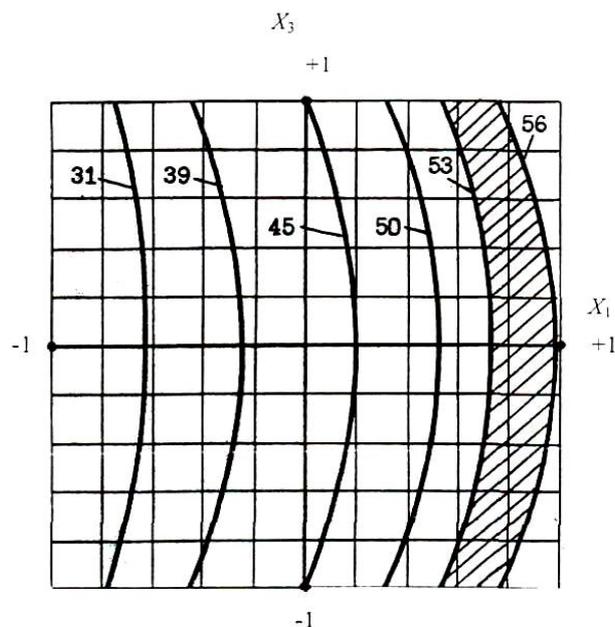


Рис. 2. Кривые равного уровня параметра оптимизации при сечении поверхности отклика плоскостью $X_2 = 1$

Анализ кривых равного уровня (рис. 3) показал, что наибольшая величина параметра оптимизации ($Y = 55...58$) находится в области, имеющей следующие параметры: $X_1 = 0...+1$; $X_2 = -1...0$; $X_3 = \pm 1$. Отсюда следует, что наиболее целесообразным является выбор значения давления воздуха в форсунке более низким ($X_3 = -1$), так как энергозатраты при текстурировании значительно уменьшаются.

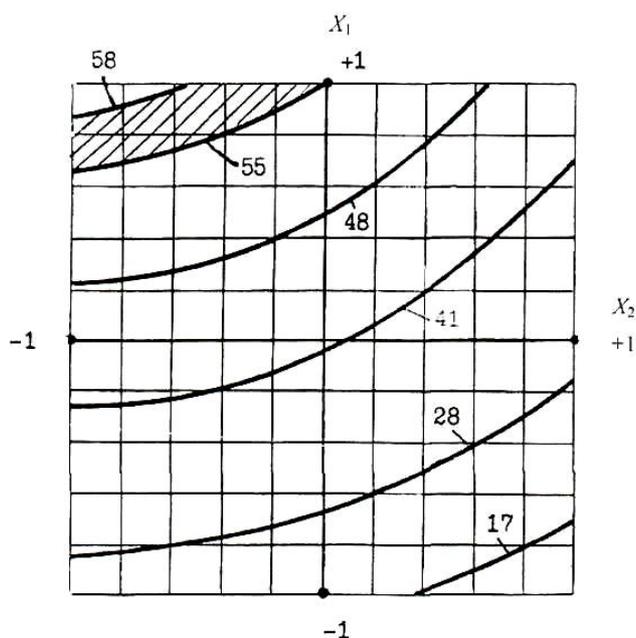


Рис. 3. Кривые равного уровня параметра оптимизации при сечении поверхности отклика плоскостью $X_3 = \pm 1$

Переход к натуральным значениям позволил определить оптимальные режимы текстурирования: $v = 300...400$ м/мин; $f = 10...30$ в/м; $p = 2$ кПа. Максимальное количество перепу-

тиваний на нити составляет ($Q = 52...60$ п/м. Сравнение полученных расчетных данных с экспериментальными (2) показали их хорошую сходимость.

Заключение

Разработанную математическую модель (2) можно использовать для прогнозирования и управления количеством перепутываний многокомпонентной вязкозной нити 33,3 Текс в 6 сложений.

Список литературы

1. *Славутский Л.А.* Основы регистрации данных и планирование эксперимента [Текст]: учебн. пособие. – Чебоксары: ЧГУ, 2006 – 704 с.
2. Пат 211423 С1D02 G3/34 Способ получения многокомпонентной нити и устройство для его осуществления [Текст]// *Жариков В.Е.*
3. Formation of Neps in Air-jet texturing using a central composite design/ *Kothari V.K., Sengupta A.K., Sensarma J.K.*// Text. Res. J. – 1996 – 66. №6-Р384-388.
4. *Севостьянов А.Г.* Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М: Легкая индустрия.-1980, 392 с.
5. *Тихомиров В.Б.* Планирование и анализ эксперимента (при проведении исследований в легкой и текстильной промышленности) – М.: Легкая промышленности – 1974 – 262с
6. *Большев Л.Н., Смирнов Н.В.* Таблицы математической статистики. – М.: Наука. - 1965.

УДК 687.112.3

**РАЗРАБОТКА КОЛЛЕКЦИИ МЕХОВЫХ ЖИЛЕТОВ И АКСЕССУАРОВ
DEVELOPMENT OF COLLECTION OF FUR VESTS AND ACCESSORIES**

**Татьяна Викторовна Бутко
Tatiana Viktorovna Butko**

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

Аннотация: Статья содержит сведения о разработанной коллекции меховых жилетов и аксессуаров из каракуля. Смысловая концепция коллекции основывается на современных тенденциях экологического дизайна, предполагающих вторичное использование дорогостоящего мехового сырья. Такой подход к проектированию и изготовлению изделий из меха является экономически оправданным, так как обеспечивает баланс между высокой стоимостью обработки и отсутствием затрат на сырье. Актуальность ассортимента изделий и особенности художественно-конструктивного решения моделей коллекции определены результатами маркетинговых исследований и выявленных предпочтений молодежной аудитории в возрасте от 25 до 35 лет.

Abstract: Article contains data on the developed collection of fur waistcoats and accessories from astrakhan fur. The semantic concept of a collection is based on the modern lines of ecological design assuming secondary use of expensive fur raw materials. Such approach to designing and manufacturing of products from fur is economically justified as provides balance between high cost of processing and absence of expenses for raw materials. An urgency of assortment of products and feature of the is art-constructive decision of models of a collection are defined by results of marketing researches and the revealed preferences of youth audience at the age from 25 till 35 years.

Ключевые слова: мех, каракуль, маркетинговые исследования, потребительские предпочтения, экологический дизайн.

Keywords: fur, astrakhan fur, marketing researches, consumer preferences, ecological design.

Одной из основных задач современного развития меховой промышленности является расширение ассортимента изделий [1,2]. Согласно результатам проведенных маркетинговых исследований, в последнее время мех стал материалом, весьма популярным среди молодежи. Особенно актуальным является ассортимент меховых жилетов и аксессуаров. Это может объясняться тем, что экономически они более доступны, чем меховые пальто. Кроме того, жилет в большей степени обеспечивает возможность создавать многовариантные решения образа костюма с использованием разнообразных внутренних пакетов и аксессуаров.

Смысловая концепция коллекции основывается на современных тенденциях экологического дизайна. Экологический дизайн это одно из направлений, которое обеспечивает переработку отходов, а также вторичное использование сырья, что позволяет сократить количество отходов на планете. Такой подход к проектированию и изготовлению изделий из меха является экономически оправданным, так как обеспечивает баланс между высокой стоимостью обработки меховых изделий и отсутствием затрат на сырье, что особенно важно в условиях продолжающегося кризиса и ограниченной платежеспособности населения. Мех является ценным материалом, поэтому нуждается в рациональном использовании. Материалом для изготовления моделей разработанной коллекции послужили морально устаревшие типовые пальто из черного каракуля периода 70-90х годов, то есть периода, когда ассортимент меховых изделий был немногочисленным и однообразным. Переработанное сырье каракуля не уступает по качеству новому, так как является очень качественным изначально. Переработка лишь улучшает его эстетические качества. В этом случае изделию дается вторая жизнь, а заказчик получает обновленное и соответствующее модным тенденциям изделие. Интересно, что среди ответов респондентов о мотивациях обращения к услугам предприятий адресного изготовления изделий из меха имеет место ответ о желании носить изделие, переданное по наследству близким дорогим человеком. Как показали маркетинговые исследования, такое желание обеспечивает до пятидесяти процентов обращений заказчиков в структуре услуг по перекрою, выполняемых малыми предприятиями изготовления изделий из меха.

Разработанная коллекция включает меховые жилеты для женщин и мужчин, а также меховые аксессуары из каракуля. На основе анализа современных тенденций моды выявлена базовая форма изделий коллекции [2]. В качестве базовой выбрана форма «оверсайз», позволяющая формировать разнообразные по толщине внутренние пакеты изделий, таких как толстовки, худи, свитера, куртки в зависимости от сезона и температурных условий. Дополненные меховыми аксессуарами гетрами, нарукавниками, митенками, муфтами, кошельками, сумками, брелоками, они позволяют создать уникальный модный образ. Выбор формы и конструкции каждой конкретной модели коллекции осуществлялся на основе анализа формы, размеров исходных реконструируемых изделий, а также топологии и степени их физического износа. Стилистическое решение коллекции разработано на основе анализа потребительских предпочтений современных изделий из меха [4,5]. Лаконичный, монохромный, графичный характер черного каракуля дополнен в образах моделей сложными распространенными татуировками, делая эти образы стильными, художественно насыщенными (рис. 1, рис. 2).

Для изготовления моделей коллекции разработана конструкторская документация. В основу конструктивного решения коллекции положена конструктивная преемственность моделей. Поскольку изготовление коллекции осуществлялось в условиях малого швейного предприятия адресного изготовления одежды, состав проектно-конструкторской документации был разработан в форме базовых универсальных комплектов. Один комплект предназна-

чен для раскроя деталей мужских жилетов коллекции, второй комплект позволяет осуществить раскрой деталей женских жилетов и куртки.



Рис. 1. Модели женских изделий коллекции



Рис. 2. Модели мужских изделий коллекции

Кроме того, разработана конструкторская документация для изготовления таких аксессуаров из меха как гетры, нарукавники и митенки. В связи с отсутствием в литературных источниках информации о методиках построения конструкций этих аксессуаров, в работе предложены рекомендации к построению конструкций данных изделий. Документация разработана на типовые фигуры. Комплект конструкций женских изделий разработан по методике Московского государственного университета дизайна и технологии (МГУДТ). Комплект конструкций мужских изделий – по единой методике конструирования стран-членов СЭВ (ЕМКО СЭВ).

Отличительной чертой предложенной коллекции является широкое использование элементов трансформации. Столь желаемые в ассортименте молодежной одежды, о чем свидетельствуют результаты маркетинговых исследований, они обеспечивают динамику образа, смену композиции и стиля. Трансформируемая одежда – это одежда, которую можно легко преобразовывать из одного вида в другой, меняя форму и ассортимент. При трансформации изделий можно получить более широкий ряд форм одежды внутри одной ассортиментной группы. Отсюда необходимость разработки структуры трансформируемой одежды и уточнение методов ее проектирования. В предложенной коллекции возможности трансформации обеспечиваются посредством широкого использования современной выразительной металлизированной фурнитуры (люверсы, фиксаторы, наконечники, молнии). Средствами трансформации образов являются также и аксессуары. Трансформируемость в коллекции достигается, в том числе, двулицевым использованием изделий. Для моделей характерно сложно-асимметричное композиционно-конструктивное решение. Они отличаются друг от друга формой, силуэтом, способами застегивания и трансформации, оформлением и методами обработки конструктивно-декоративных элементов. Следует отметить высокую целесообразность разработки трансформируемых моделей и для предприятия-изготовителя, так как их наличие в планируемом ассортименте гарантирует увеличение потребительской удовлетворенности. При проектировании коллекции максимально учитывались выявленные в ходе маркетинговых исследований предпочтения по выбору конструктивно-декоративных элементов среди молодежной аудитории в возрасте от 25 до 35 лет. Коллекция разработана с целью организации приема заказов по образцам и в виде полуфабрикатов на малом предприятии изготовления изделий из меха по индивидуальным заказам населения.

Список литературы

1. Гусева М.А., Андреева Е.Г. Характеристика основного ассортимента товаров меховой отрасли в России // Электронный научный журнал «Universum: технические науки». 2016 №3-4(25), С.6.
2. Гусева М.А., Андреева Е.Г. Перспективные тенденции развития меховой отрасли в РФ // Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции «Техника и технологии роль в развитии современного общества», организованной «Научно-издательским центром А приори» 5 апреля 2016 года. С. 42-49 ..
3. Бутко Т.В., Гусева М.А. Художественно-конструкторская характеристика моделей одежды. Методические указания. - М.: МГУДТ, 2016 – 56 с.
4. Гусева М.А., Петросова И.А., Андреева Е.Г. Особенности покроя современной меховой одежды // Сборник материалов XXI Международной научно-практической конференции «Кожа и мех в XXI веке: Технология, качество, экология, образование», ВСГУТУ, 2015. С. 208-212.
5. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Петросова И.А. Основные силуэтные и стилевые решения меховой одежды. // «Естественные и технические науки», № 11, 2015. С. 509-512.

УДК 67.075

**РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН ДЛЯ ТОЧЕЧНОГО
РАСКРОЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
DESIGN OF TECHNOLOGICAL MACHINES FOR PRECISION CUTTING
OF TEXTILE MATERIALS**

**Антон Алексеевич Кулаков, Алексей Владимирович Канатов
Anton Alekseevich Kulakov, Aleksey Vladimirovich Kanatov**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва*

*The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: akulakov-07@yandex.ru; kanatov.aleksey@yandex.ru)*

Аннотация: Рассмотрены особенности взаимодействия раскройного инструмента, имеющего в сечении окружность малого диаметра (условно - точку) с раскраиваемым текстильным материалом. Предложены различные виды точечных механических режущих инструментов и возможные способы и схемы раскроя материалов с применением таких инструментов.

Abstract: The features of the interaction of the cutting tool, having a cross-sectional circumference of smaller diameter (conventionally - point) cut out from a textile material. Have different types of point mechanical cutting tools and the possible ways and schemes of cutting materials with the use of such tools.

Ключевые слова: точечный механический режущий инструмент, способы раскроя, стержень, струна.

Keywords: point mechanical cutting tool, method of cutting, the rod, the string.

В различных областях легкой промышленности применяется точечный раскрой, осуществляемый инструментом, не имеющим в плоскости резания развитых геометрических размеров. Применение такого инструмента значительно упрощает способ взаимного перемещения объекта обработки и инструмента при мануальном и автоматизированном раскрое в связи с исключением третьей координаты движения режущего инструмента (угловой ориентации). Точечный раскрой материалов может быть осуществлен лучом лазера, струей воды, микроплазменной струей, током высокой частоты (ТВЧ), ультразвуком, электроискровым разрядом. Использование этих способов в технологических процессах легкой промышленности нерационально из-за их высокой стоимости и низкой эффективности [1].

В основу создания точечного механического режущего инструмента (ТМРИ) положена замена резанием плоскостным лезвием на процесс массового микрорезания зернами сверхтвердого материала или алмазными зернами (крошка) [2]. Зерна крепятся на основании инструмента и образуют его поверхностный режущий слой. В качестве основания предлагается использовать жесткий металлический стержень или металлическую струну, которая при работе в натянутом состоянии имеет необходимое направление движения относительно настила раскраиваемого материала. Такой инструмент при его проецировании на поверхность настила образует окружность малого сечения – условную точку (рис. 1 а). Зерна, образующие режущий слой, должны быть ориентированы, а их расположение упорядочено по отношению к оси инструмента [3, 4]. Режущая поверхность ножа также может быть образована его механической обработкой с образованием режущих кромок (граней-лезвий – рис 1 б).

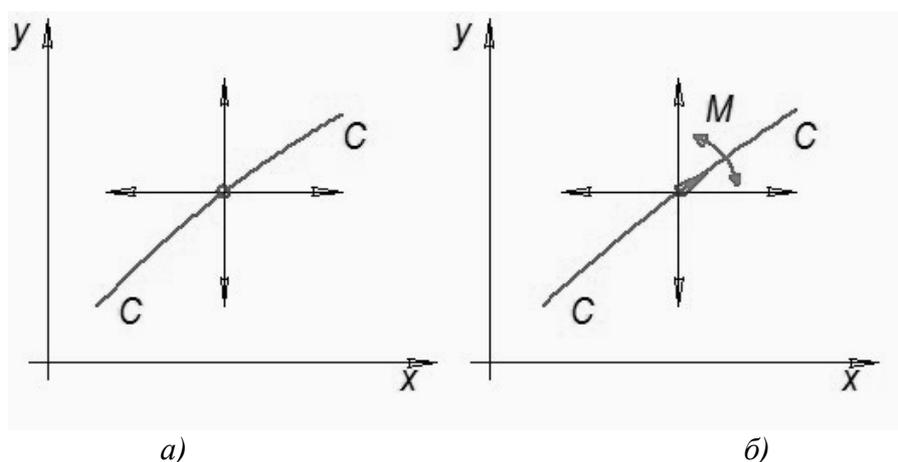


Рис. 1. Схема раскроя инструментом по криволинейному контуру.

a) – точечным, *б)* – пластинчатым, “с-с” – линия реза, *M* – момент поворота, $\leftrightarrow \uparrow \downarrow$ – направление движения раскройного инструмента, \bullet – точечный нож, \blacktriangleright – плоскостной нож.

Проанализировав возможности раскроя таким инструментом определим исполнение точечных механических инструментов для раскроя текстильных материалов: натянутая струна или стержень малого диаметра.

Раскройное устройство может быть выполнено с возвратно-поступательным, либо односторонним движением ножа.

При использовании натянутой струны сечение ножа может быть меньшего диаметра, чем при использовании стержневого ножа, что является существенным преимуществом исполнения ножа в виде натянутой струны [4].

ТМРИ позволяет иметь меньшее число перемещений инструмента 2 при раскрое относительно настила 3 (Рис. 2).

Теоретические и экспериментальные исследования на кафедре показали возможность использования ТМРИ для раскроя текстильных и нетканых материалов и перспективность работы в данном направлении [5, 6].

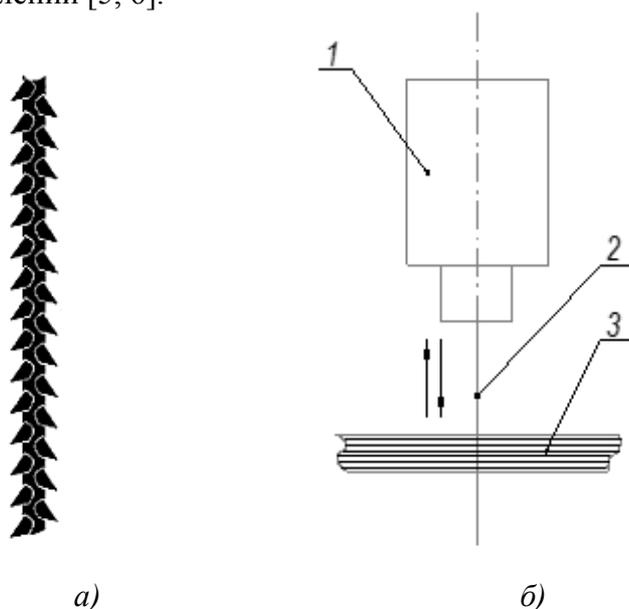


Рис. 2. Точечный режущий инструмент и его схема крепления.

a) – ТМРИ, схематичный вид точечного режущего инструмента, *б)* – схема крепления инструмента: 1 – привод, 2 – раскройный нож, 3 – настил

Следовательно, схемы процессов и технических мехатронных средств, для программного раскроя одно- и многослойных настилов листового материала, образуемым тканым и нетканым полотном, бумагой, картоном, синтетическими и иными материалами с использованием различного вида точечного режущего механического инструмента могут быть выполнены следующим образом (рис 3):

- вибронож в виде жесткого стержня с различными видами режущей части (рис. 3 а);
- вибронож в виде натянутой абразивной струны (рис. 3 б);
- нож в виде замкнутой струны с различными видами режущей части, движущейся с постоянной скоростью (рис. 3 в);
- нож в виде струны, движущейся реверсивно (рис. 3 г).

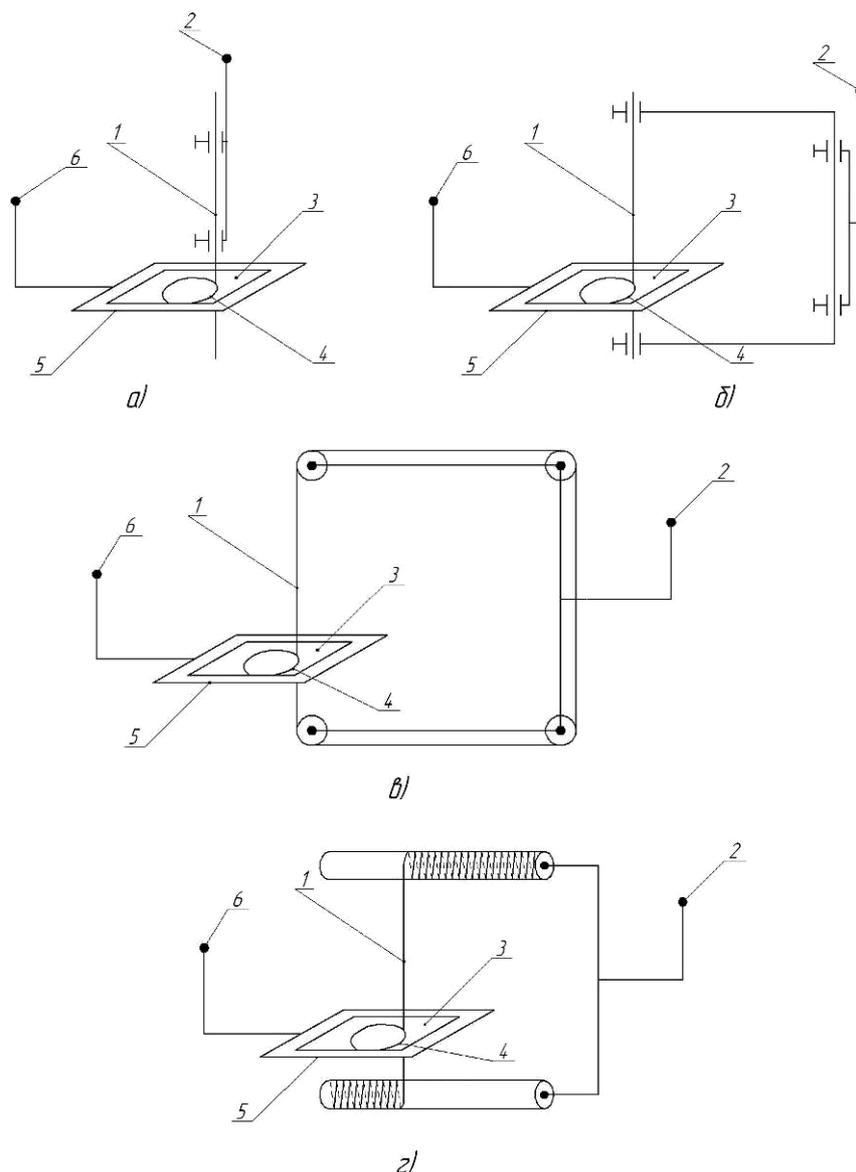


Рис. 3. Схемы автоматизированного раскроя с ТМРИ

1 – раскройный инструмент; 2 – устройство для координатного перемещения раскройного инструмента; 3 – раскраиваемый материал; 4 – траектория относительного движения ножа и материала, 5 – опорная поверхность раскройного стола раскраиваемый материал, 6 – устройство для координатного перемещения объекта обработки

Основными задачами при создании раскройного оборудования па базе ТМРИ являются:
 - обеспечение автоматического перемещения режущего инструмента по сложному

контуру;

- разработка режущей головки инструмента для автоматизированного раскроя;
- разработка вспомогательных систем, обеспечивающих процесс резания - средства удержания настила на столе при раскрое, удаления технологических отходов из зоны резания и с рабочей поверхности инструмента, охлаждения ножа;
- разработка систем диагностики параметров процесса.

При проектировании подобных автоматизированных систем следует принять во внимание следующие факторы, установленные в результате анализа возможных схем автоматизированного раскроя:

- наиболее рациональное координатное перемещение раскройного инструмента по трем осям координат относительно настила;
- перемещение ножа в горизонтальной плоскости предпочтительней осуществлять в прямоугольной системе координат.

Таким образом, разработка и создание на базе представленных схем новых мехатронных систем для раскроя различных материалов легкой промышленности является перспективной для развития отрасли.

Список литературы

1. Кулаков А.А. Взаимодействие рабочих органов и материалов при обработке резанием по сложным контурам. Дис. ... канд. техн. наук. - М: МГУДТ, 2010. 139 с.
2. Карелин В.А. Разработка и исследование точечного инструмента с абразивным напылением для раскроя материалов. Дис. ... канд. техн. наук. - М: МГУДТ, 2000. 134 с.
3. Кулаков А.А., Дунаев С.Ю., Сторожев В.В. Особенности взаимодействия инструмента цилиндрического сечения с разрезаемым материалом // Дизайн и технологии №13 (55). 2009.
4. Кулаков А.А., Дунаев С.Ю., Анализ взаимодействия точечного раскройного инструмента с объектом обработки // Международный симпозиум «Индустрия моды» 31 марта – 07 апреля 2007 г. Сборник научных статей аспирантов и молодых ученых VII Международной научно-методической конференции. - М: МГУДТ, 2007. С. 18-23.
5. Баранов А.А., Канатов А.В., Кулаков А.А., Сторожев В.В. Исследование процесса резания точечным механическим режущим инструментом с применением мехатронных средств ЧПУ в легкой промышленности // Дизайн и технологии. №51(93). 2016. С. 90-99.
6. Дунаев С.Ю. Анализ устройств для взаимного перемещения объект обработки и раскройного инструмента // реферат. - М.: МГУДТ, 2001. 40 с.

УДК 685.346.6/9

КОННЫЙ СПОРТ. ОБУВЬ И ЕЁ ПРОБЛЕМЫ EQUESTRIAN SPORT. FOOTWEAR AND ITS PROBLEMS

Юрий Михайлович Блоссом, Игорь Иванович Довнич
Yuriy Mikhailovich Blossom, Igor Ivanovich Dvnych

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: blsm@georgesblossom.org; dvnch@georgesblossom.org)

Аннотация: Рассмотрена роль лошадей в развитии человеческого общества в принципе, и в конном спорте в частности. Обращено внимание на один из важных предметов экипировки всадника – обувь. Приведены классификация применяемой обуви в конном спорте, недостатки и способы их устранения, а также основные требования безопасности, которые необхо-

димо учитывать при разработке и создании ориентированной на потребности всадника конструкции обуви.

Abstract: The role of horses in the development of human society in principle and in equestrian sport in particular is considered. Attention is drawn to one of the important items of equestrian equipment - shoes. The classification of used footwear in equestrian sport, the shortcomings and ways to eliminate them, as well as the basic safety requirements that should be taken into account when engineering and creating a footwear design are given.

Ключевые слова: конный спорт, обувь, классификация обуви, всадник.

Keywords: equestrian sport, footwear, footwear classification, horseman.

Прежде человечество осторожно видоизменяло накопленный опыт. В современном обществе ставятся беспрецедентные задачи, создаются невозможные проекты. Скорость развития увеличилась. Причина этого в том, что технология сама служит себе питательной средой для ускорения. Технологическая инновация состоит из трёх стадий, связанных вместе в самовозобновляющийся цикл. Во-первых, имеется созидательная, осуществимая идея. Во-вторых, её практическое применение. В-третьих, её распространение в обществе.

В эффективности решения задач общества и в его развитии важную роль сыграли и лошади. После того, как они были приручены, раскрылись подлинные возможности этих животных. Так лошади стали прекрасными помощниками в поле, на войне, при транспортных перевозках. Раньше они трудились и на земле, и под землёй. Чаще всего это были пони.

На поле брани лошадь также немало послужила человеку. В годы войны их использовали в сражениях ассирийцы. Во многих битвах порой даже решающую роль играла кавалерия: рыцарская конница, драгуны, уланы, кавалергарды, гусары, конногвардейцы, казаки. У всех своя, особенная манера боя, а значит и свои требования к выучке, породе, экстерьеру главного партнера — лошади. Определённые требования были и к экипировке всадника — она должна была служить ему защитой от орудий противника и позволять свободно управлять лошастью.

В наше время технический прогресс отодвинул лошадей в сторону, однако обойтись без них люди не могут и сейчас. Эти животные весьма активно используются в спорте. Скачки и рысистые испытания на ипподромах пользуются огромной известностью. В конном спорте демонстрируются сила и грация лошадей, их взаимопонимание с человеком.

В XXI веке технологии создаются для потребителей, под задаваемые свойства на основе предпроектных исследований, определённых целей и задач. Не остался в стороне и конный спорт, а именно один из важных предметов экипировки всадника – обувь. Поскольку лошадь задействована не в военных целях, а в качестве развлечения, то и требования к её экстерьеру и экипировке всадника иные.

Конный спорт.

Конный спорт – сборное понятие, под которым понимаются спортивные игры с использованием лошадей. При езде верхом всадник активно взаимодействует с движением лошади. Лошадь при этом управляется перемещением веса всадника, сжатием бёдер и ослаблением или натяжением поводьев. Голос всадника тоже может влиять на движение лошади, но не всеми видами конного спорта это разрешено.

Обувь всадника важна не только для него в качестве защиты ноги и средства управления, но и для самой лошади — не должна травмировать её, не должна мешать верно понимать посылаемые ей команды.

Травматизм в конном спорте.

Тяжёлые травмы может получить упавший в начале движения и запутавшийся в стремени всадник. Если падение произошло на скаку, при невысвободившейся из стремени ноге, помимо травмы запутанной конечности спортсмен получает тяжёлые травмы головы и верхней части тела в результате контакта с землёй и волочения по ней. Лошадь также может уда-

ритель всадника своим затылком при запрокидывании головы, пытаясь избавиться от него. Удар приходится на область лица с повреждением костей лицевого скелета, потерей сознания и падением с запутыванием в стремях [1, с. 373-381].

Основной способ предотвращения запутывания — использование обуви, свободно входящей в стремя и имеющей небольшой каблук. Подошва обуви не должна быть рифлёной или иметь толстую подметку.

Виды конного спорта.

Конный спорт очень разнообразен, однако к классическим его видам относятся только первые три:

Конкур	Паралимпийский спорт	Вольтижировка
Выездка	Пробеги	Джигитовка
Троеборье	Драйвинг	Пони спорт

Конкур (Concours Hippique – конные состязания; франц.) – это соревнования, в которых пара лошадь–спортсмен проверяется при различных условиях на состоящем из препятствий маршруте. Впервые включён в Программу II Олимпийских игр в Париже в 1900 г.

Выездка – вид конного спорта, а также искусство управления лошадью; высшая школа верховой езды. Включена в Программу соревнований на V Олимпийских играх в Стокгольме в 1912 г.

Троеборье – это олимпийский вид конного спорта, который включает в себя манежную езду, кросс и преодоление препятствий. Первые трёхдневные соревнования по троеборью состоялись на V Олимпийских играх в 1912 году в Стокгольме.

Классификация обуви для конного спорта.

В конном спорте непосредственно используют:

<i>Для соревнований</i>	<i>Для работы на конюшне</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▫ Сапоги ▫ Ботинки (носят только вместе с крагами — накладными голенищами) 	<ul style="list-style-type: none"> ▫ Полуботинки ▫ Ботинки ▫ Ботинки с крагами ▫ Сапоги ▫ Сапоги резиновые ▫ Термобуты

Недостатки применяемой обуви и их устранение.

Обувь в конном спорте должна отвечать нескольким задачам: безопасности, так как по своей сути для всадника это рабочая обувь; способствовать более тесному контакту всадника с лошадью, потому что шенкель — основное средство управления; эстетической красоте — все соревнования отчасти являются и показательными. Спортсменам, которые одеты ненадлежащим образом, может быть отказано в праве принять участие в соревновании.

Обувь на ноге всадника должна сидеть очень плотно, верхний край голенища не должен врезаться в ногу. Однако между обувью и стопой должно быть небольшое пространство на свободу движения, иначе при работе она будет натирать ногу, но при этом нога не должна болтаться в обуви. Всадники особое внимание обращают на плотность облегающих голенищ (не только по причине контакта с лошадью, но и чтобы во время езды не попадала каменистая пыль, способная повредить стопу, и вода), качество швов, протектор подошвы, наличие небольших каблуков (до 2 см.), надёжность фурнитуры, наличие подшпорников и усиленной задней части обуви; материал должен быть износостойким и выдерживать достаточно большие нагрузки.

Учитывая тот факт, что не модные тенденции влияют на форму носочно-пучковой части обуви для конного спорта, а только габариты стремени (его ширина и высота, которые имеют

несколько размеров) из соображений безопасности, можно и нужно разработать унифицированный ряд колодок нескольких полнот в каждой половозрастной группе. Это позволит выпускать обувь (как для работы на конюшне, так и для соревнований) в разном вариативном сочетании полнот стоп и голенищ, что расширит для всадника диапазон выбора обуви, который сейчас отсутствует.

В настоящее время используемая в конном спорте импортная обувь не удовлетворяет необходимым свойствам (профессиональной обуви российского производства не существует). Например, зимой при работе на конюшне в термобутах образуется конденсат, стопа переохлаждается, и всадник быстро замерзает; они застревают в стремях. Спортсмены от безысходности применяют данный вид обуви, который изначально не разрабатывался под их потребности. Также существующие конструкции обуви неудобны в эксплуатации по способу закрепления на ноге. Всадникам нужны термосапоги из современных материалов, не отличающиеся по свойствам и посадке от летних сапог. Полуботинки (иногда мокасины), выдаваемые за обувь для конного спорта, тоже не специализированы под эти цели.

Также было выявлено, что при нахождении всадника на лошади обувь в области голеностопного сустава имеет большие складки, которые натирают наезднику ногу, поэтому потребовалось детальное изучение биомеханики. Были обнаружены и другие проблемы.

Разработка и создание ориентированной на потребности всадника конструкции обуви на практике повысит безопасность как его, так и лошади и улучшит результативные показатели тандема.

Список литературы

1. *Northey, G.* Equestrian injuries in New Zealand, 1993–2001: knowledge and experience // *NZMJ.* 2003. V. 116, № 1182. P. 373–381.

УДК 687.1

АНАЛИЗ МОТИВАЦИЙ ОБРАЩЕНИЯ В СФЕРУ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОДЕЖДЫ ИЗ МЕХА ПО ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ЗАКАЗАМ ANALYSIS OF MOTIVATIONS APPLICATION IN THE MANUFACTURE OF FUR APPAREL ACCORDING TO INDIVIDUAL ORDERS

Татьяна Викторовна Бутко
Tatiana Viktorovna Butko

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

Аннотация: В настоящее время рынок меховых изделий широко представлен продукцией массового и серийного производства. Наряду с этим, существует высокий интерес потребителей к изготовлению одежды из меха по индивидуальным заказам. В статье приведены результаты маркетинговых исследований и статистического анализа учетной документации предприятий адресного изготовления одежды из меха по выявлению факторов, определяющих мотивации обращений потребителей услуг. Выявлены структура востребованных видов работ, поводы обращений, предпочтения в видах заказываемого ассортимента и пушно-мехового полуфабриката, популярные методы отделки и технологии изготовления изделий из меха, возрастные категории и психотипы заказчиков.

Abstract: Now the market of fur products is widely presented by production mass and a batch production. Along with it, there is a high interest of consumers to manufacturing of clothes from fur

under individual orders. In article results of marketing researches and the statistical analysis of the registration documentation of the enterprises of address manufacturing of clothes from fur on revealing of the factors defining motivations of references of consumers of services are resulted. The structure of demanded kinds of works, occasions of references, preferences in kinds of ordered assortment and the pushno-fur half-finished product, popular methods of furnish and manufacturing techniques of products from fur, age categories and psychotypes of customers are revealed.

Ключевые слова: одежда из меха, маркетинговые исследования, производство по индивидуальным заказам населения, мотивации обращения, предпочтения.

Keywords: clothes from fur, marketing researches, manufacture under individual orders of the population, motivation of the reference, preference.

В настоящее время рынок меховых изделий широко представлен продукцией массового и серийного производства. Разнообразный ассортиментный ряд включает изделия, доступные по ценам для большинства граждан [1]. Однако, наряду с этим, существует высокий интерес потребителей к изготовлению одежды из меха по индивидуальным заказам. В связи с этим у предприятий данного профиля возникает проблема создания такого продукта и услуги, которые имели бы успех при реализации.

Цель исследования состояла в проведении анализа факторов, определяющих мотивации заказчиков, обращающихся к услугам предприятий адресного проектирования. Исследование ставило задачи выявления поводов обращения к услугам предприятий адресного проектирования изделий из кожи и меха; наиболее часто заказываемого ассортимента изделий; предпочтительных видов пушно-мехового полуфабриката; популярных методов отделки и технологии изготовления изделий из меха; возрастной категории и психотипа заказчиков.

Для решения поставленных задач проведены маркетинговые исследования и статистический анализ годовой учетной документации предприятий адресного изготовления одежды из меха. Для уточнения характеристики целевого потребителя разработана анкета, проведен сетевой опрос и опрос клиентов предприятий. В процессе анкетирования опрошены представители первичной целевой аудитории в возрасте от 25 до 40 лет со средним и выше уровнем дохода, имеющие хорошее представление о качестве меховых изделий и моде.

После обработки результатов анкетирования выявлено, что основными поводами обращений клиентов к услугам малых предприятий являются: наличие в структуре услуг видов работ по реконструкции и ремонту меховых изделий; низкая удовлетворенность потребителей качеством посадки на фигуре изделий, представленных в торговой сети [2]; ограниченный ассортимент меховых изделий, предлагаемый предприятиями массового и серийного производства; отсутствие в предложениях предприятий массового производства изделий экстравагантных цветовых и композиционно-конструктивных решений; необходимость реализации собственных представлений и творческих задумок в формировании образа; желание обладать эксклюзивным, неповторимым изделием.

На рис. 1 приведена диаграмма показателей наиболее значимых признаков неудовлетворенного спроса в торговой сети.

Наиболее востребованным ассортиментом при изготовлении по индивидуальным заказам являются меховые пальто и полупальто, меховые и кожаные жакеты, жилеты, варежки, муфты, шапки, сумки. Выявление при опросах основных художественно-конструктивных характеристик предпочтительных меховых изделий показало, что желаемым предметом гардероба является меховое пальто (70%) (рис. 2).

Большой популярностью пользуется повседневный (Casuals-41%) и классический (31%) стили. Эти данные согласуются со структурой потребителей услуг по психотипу, которая включает 50% консерваторов, 25% умеренных, 25% авангардистов. Норку предпочли 46% респондентов. Второй по популярности вид меха каракуль (15%) (рис. 3).

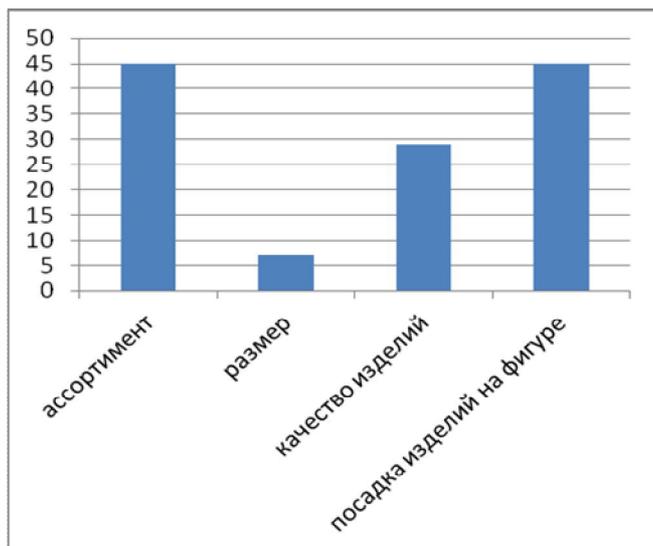


Рис. 1. Признаки неудовлетворенного спроса покупателей меховых изделий

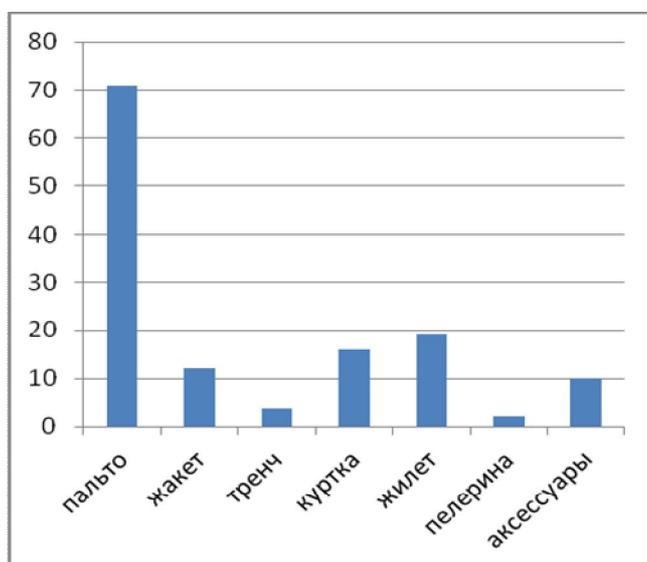


Рис. 2. Желаемый ассортимент меховых изделий

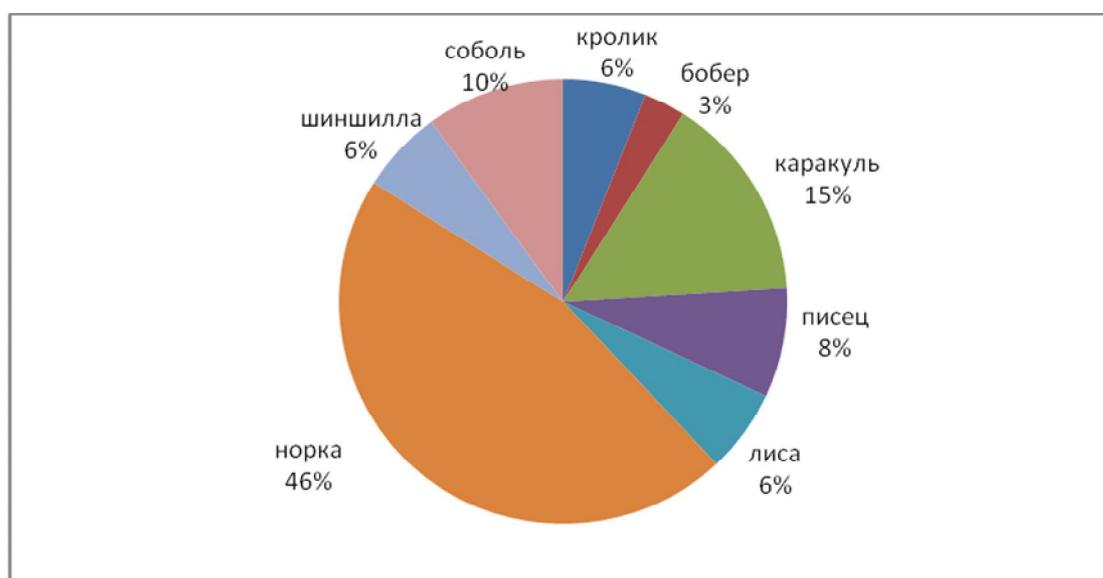


Рис. 3. Предпочтения по видам меха

Несмотря на различные варианты крашения и распространение комбинаций цвета в меховых изделиях [3], лидирующим цветом при опросе явился натуральный цвет меха (более 50%). Популярными силуэтами в меховых изделиях являются прямой (47%) и полуприлегающий (45%). Результат опроса о длине изделия показал разброс предпочтений. За длину до колен и выше колен проголосовало по 32% женщин. Менее желаемая длина до бедер - 16% и ниже колен - 12% опрошенных. Меньше всего желающих приобрести изделие длиной до талии и длиной в пол, что указывает на желание приобрести практичное изделие. По результатам опроса был получен образ предпочитаемого изделия. Желаемым предметом гардероба стало меховое пальто классического или повседневного стиля из норки или каракуля однотонного натурального цвета. Пальто должно быть средней длины - чуть выше или чуть ниже колен, практичным и функциональным, иметь капюшон. В качестве застежки предпочтительны шубные крючки. В качестве декоративных элементов, которые придадут изделию оригинальность, могут быть использованы рисунки, узоры и даже молнии. Наиболее популярными технологиями отделки являются перфорирование, росшив, плетение по сетке.

Наличие в структуре услуг работ по реконструкции и ремонту меховых изделий является основной особенностью предприятий изготовления изделий из меха и кожи по индивидуальным заказам. Как видно из таблицы оценки годового оборота услуг одного из предприятий (табл. 1), они являются наиболее популярными на протяжении всех сезонов. Их доля составляет, зачастую, более половины объема загрузки предприятия. Это объясняется не только тем, что мех является дорогостоящим сырьем, требующим рационального использования. При высокой стоимости работ по обработке меха реконструкция и ремонт мехового изделия не всегда являются экономически целесообразными. Более пятидесяти процентов заказчиков этих услуг объяснили желание вторично использовать меховое изделие тем, что оно перешло по наследству от близкого дорогого человека и экономический фактор играет в этом случае вторичную роль.

Таблица 1. Анализ структуры услуг, ассортимента и видов сырья

Ме- сяц	Изготовление по индивидуальным заказам					Перекрой	Ремонт	Всего
	Количество изделий / Вид меха							
	Пальто	Полу- пальто	Курт- ка	Жилет	Пеле- рина			
Де- кабрь	7 норка 4 соболь	2 норка 1 рысь		3 норка 1 лиса		5 норка 2 каракуль	12	37
Ян- варь	6 норка 2 соболь 1 каракуль	3 норка 1 рысь		1 норка 1 рысь		6 норка 1 лиса 1 каракуль	13	36
Фев- раль	4 норка 2 каракуль	4 норка 1 соболь		1 со- боль 2 норка		1 соболь 4 норка 1 каракуль	9	29
Март	2 норка 1 каракуль	2 соболь 1 норка 1 каракуль		3 со- боль 4 норка		3 норка 1 каракуль	7	25
Ап- рель	2 норка 1 каракуль 1 лиса	3 норка 1 каракуль		5 норка		3 норка	6	22
Май	1 норка	1 норка 1 соболь		2 норка		3 норка 1 каракуль	3	12
Июнь		1 норка				1 норка	2	4
Июль				1 лиса		1 каракуль	1	2
Ав- густ		1 норка		2 норка 1 лиса		2 норка	5	11

Сентябрь		2 норка 1 каракуль	2 ко- жа	3 норка	2 норка	1 норка	1	12
Октябрь	1 норка 1 соболь	1 соболь 3 норка	3 ко- жа			3 норка 2 каракуль	9	23
Ноябрь	1 норка 1 соболь 1 каракуль 1 рысь	1 норка 1 соболь	1 ко- жа			1 соболь 4 норка 1 каракуль	8	21

На основе анализа статистики предприятий определен характер влияния сезона на виды услуг. Самыми популярными услугами являются реконструкция и реставрация изделий на протяжении всего года, но прослеживается возрастающая динамика спроса в осенне-зимний период, спад в летний промежуток времени. В зимний период востребован индивидуальный пошив меховых изделий. Количество заказов на изготовление превышает число заказов ремонта и реконструкции. В осенний период, начиная с сентября, идет активный рост спроса на услуги пошива, реконструкции и реставрации изделий. В весенний период наблюдается спад спроса на пошив, он выравнивается со спросом на реконструкцию и ремонт изделий. В летний промежуток времени спрос на услуги мехового ателье практически отсутствует.

Прослеживается сезонность и по виду меха. Наибольшей популярностью в зимний период пользуется мех норки и соболя. В весенне-осенний период актуален мех норки и каракуля. Среди наиболее интересующих заказчиков видов пушно-мехового полуфабриката отмечены норка и лиса, что может быть связано с более доступной ценой и высокой декоративностью пушно-мехового покрова. Услуги по реконструкции выполняются для изделий, преимущественно, из меха норки и каракуля, что указывает на высокую ремонтоспособность этих материалов и их пригодность к выполнению данных видов работ.

Информация, полученная в результате проведенного анализа, способствует более четкому планированию деятельности предприятий адресного изготовления одежды из кожи и меха, эффективному планированию мероприятий конструкторско-технологической подготовки производства и формированию основных подходов к обслуживанию потребителей.

Список литературы

1. Гусева М.А., Андреева Е.Г. Перспективные тенденции развития меховой отрасли в РФ // Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции «Техника и технологии роль в развитии современного общества», организованной «Научно-издательским центром Априори». 5 апреля 2016 г. С. 42-49.

2. Гусева М.А., Андреева Е.Г. Анализ антропометрического соответствия современной меховой одежды из промышленных коллекций // Международный научно-исследовательский журнал (Research Journal of International Studies), 2016, № 5-3 (47). С. 78-81.

3. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Петросова И.А. Основные силуэтные и стилевые решения меховой одежды. // «Естественные и технические науки», № 11, 2015. С. 509-512.

УДК 678.023:66

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЫТОВОГО САМОСПАСАТЕЛЯ THE DESIGN OF THE SELF-RESCUER DEVICE

Светлана Викторовна Леппяковская, Марина Владимировна Сурикова,
Ольга Викторовна Метелева
Svetlana Viktorovna Leppyakovskaya, Marina Vladimirovna Surikova,
Olga Viktorovna Metelyova

Ивановский государственный политехнический университет, Россия, Иваново
The Ivanovo State polytechnical university, Russia, Ivanovo
(leppya@mail.ru, surikovsm@mail.ru, olmet07@yandex.ru)

Аннотация: Рассмотрена актуальность проектирования и совершенствования бытового фильтрующего самоспасателя. Получены аналитические расчеты обоснования параметров лица и головы для проектирования конструкции самоспасателя. Представлены результаты экспериментальной оценки физико-механических свойств клеевых соединений материалов с разнородными свойствами, применяемых при изготовлении средств индивидуальной защиты. Даны рекомендации по используемым материалам.

Abstract: Analytical estimate substantiations of the person parameters and a head for designing of the self-rescuer construction are received. The experimental estimation results of physicomachanical properties of materials glutinous connections with the heterogeneous properties, means of individual defense applied at manufacturing are presented. Recommendations about used materials are made.

Ключевые слова: самоспасатель, клеевое соединение, материалы с разнородными свойствами.

Keywords: the self-rescuer, glutinous connections, materials with the heterogeneous properties.

В современном мире тяжелые последствия от пожаров вызваны слабой подготовкой населения к действиям при угрозе и их возникновении, низкой культурой безопасной жизнедеятельности и недостаточной обеспеченностью необходимыми средствами индивидуальной защиты, а также неосведомленностью о наличии таковых вообще [1].

Принято считать, что при пожаре люди гибнут, главным образом, от высоких температур или открытого огня. Но статистика пожаров в разных зданиях и помещениях показывает обратное: смерть возникает в 75...90 % случаев в первые минуты пожара от отравления угарным газом и другими ядовитыми продуктами горения, т. е. в условиях быстро развивающегося пожара [2].

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 материалов.

Анализ разработанных к настоящему времени моделей самоспасателей показал, что не существует каких либо обоснований габаритов самоспасателей. Существует один стандартизированный размерный признак – обхват головы, но он не учитывает пропорции лица для

проектирования смотрового окна, места расположения фильтрующего элемента и т. д. С учетом известных данных о морфологических и антропометрических характеристиках лица и головы для измерений были произвольно выбраны пятьдесят мужчин и пятьдесят женщин от 18 до 60 лет. Поскольку конструкция самоспасателя не предполагает плотного прилегания изделия (для уменьшения количества вариантов размеров), поэтому для проектирования бытового самоспасателя достаточно только проекционных измерений, которые выполнены толстотным циркулем.

Выявлены следующие величины размерных проекционных признаков, необходимые при проектировании конструкции самоспасателя, которые соответственно определяют размерные характеристики самоспасателя (рис. 1): *Вголовы* – минимально необходимую высоту капюшона; *Длища попер.* – максимальную величину половины длины смотрового окна; (*Орh* – *Gn*) – положение верхней границы смотрового окна (*Орh* – офрион – точка на пересечении средне-сагиттальной линии лица и касательной к надбровным дугам; *Gn* – гнатион – точка на средне-сагиттальной линии лица под подбородком); *0.5 Вгол* – положение линии нижней границы смотрового окна; (*Sn* – *Gn*) – координату положения фильтрующе-поглощающего элемента (*Sn* – субназион – подносовая точка); *Оголовы* – минимально необходимую ширину капюшона; *Ошеи* – минимально необходимую длину обтюлятора с учетом величины прибавки по высоте в нижней части; *Шпереносицы* – минимально необходимую длину зажима для носа.

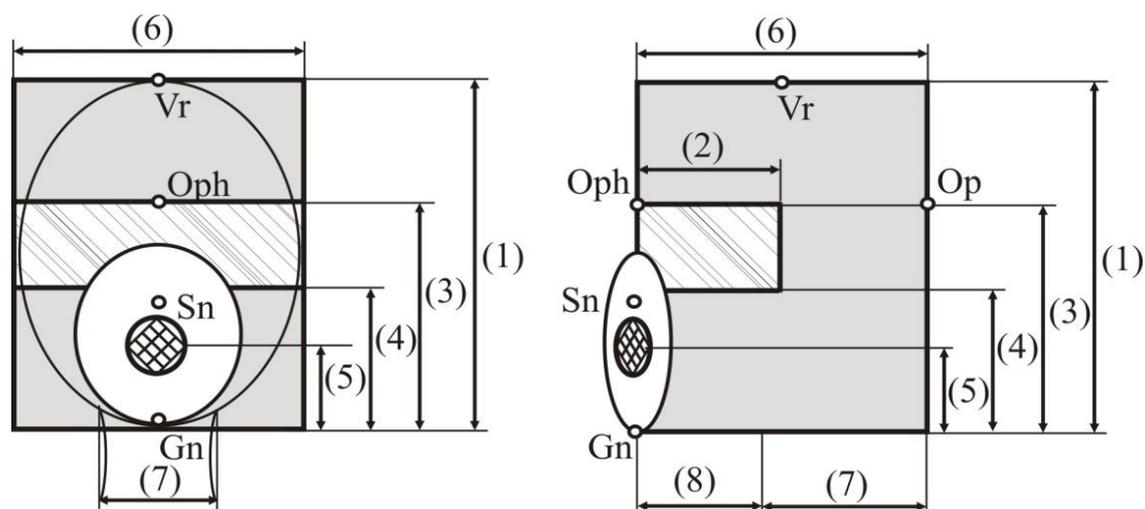


Рис. 1. Конструктивная основа самоспасателя

В результате аналитических исследований определены величины размерных признаков и проекций. Оценка наличия зависимостей между проекционными измерениями лица и головы показала отсутствие корреляции между ними и, соответственно, отсутствие закономерностей изменения антропометрических характеристик [3].

Определены параметры иллюминатора самоспасателя. [4]. В самоспасателе длина иллюминатора должна быть не менее 110 мм. В этом случае обеспечивается достаточный минимум обзора, соответствующий требованиям нормативно-технической документации, 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 и, значит, 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 [5] позволяет получать клеевые соединения разнородных материалов и с разной адгезионной активностью [6, 7]. 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 [8]. 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.

Установлено, что для хранения самоспасателя следует отдать предпочтение полиимидной пленке, быстро восстанавливающей форму изделия после длительного хранения, обеспечивающей ему компактные размеры в сложенном виде.

Список литературы

1. Томаков М.В. Средства индивидуальной защиты и экстренной самоэвакуации людей при пожарах и техногенных чрезвычайных ситуациях: монография / М.В. Томаков, В.И. Томаков. – Курск: 2016. 152 с.
2. Бушманов С.А. Обеспечение безопасности людей при пожарах в зданиях посредством применения самоспасателей: Ч.1. / Современные самоспасатели для защиты органов дыхания и зрения // Пожаровзрывобезопасность. 2011. Т. 20. № 2. С. 41.
3. Белова И.Ю. Математические аспекты конструкторско-технологического решения камуфлирующих изделий / И.Ю. Белова, Н.Г. Томин // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2014. № 1. С. 114.
4. Сурикова М.В. Экспериментальное определение параметров иллюминатора самоспасателя. / М.В.Сурикова, О.В.Метелёва, Е.И.Коваленко // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2013. № 1. С. 113.
5. Пат. № 2506296 РФ. Многослойный клеевой материал. МПК В32В 27/00, В32В 27/28, С09J 7/02 / Бондаренко Л.И., Зайцева Н.Н., Метелева О.В., Покровская Е.П., Савченко Т.С.; опубл. 10.02.2014. – Бюл. № 4.
6. Белова И.Ю. Технологические аспекты обработки изделий из композиционных материалов, содержащих специализированные нанослои металлов / И.Ю. Белова, Е.Е. Бабашова, В.В. Веселов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2013. Том 347. № 5. С. 90.
7. Чижик М.А. Структурный подход к моделированию многокомпонентных систем материалов для изделий легкой промышленности / М.А. Чижик М.Н. Рассказова, В.И. Стариков // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2014. № 6(354). С. 89.
8. Метелева О.В., Сурикова М.В., Коваленко Е.И. Соединение защитных материалов при использовании самоклеющегося пленочного материала // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2013. № 5. С. 101.

УДК 687.13

**ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СПОРТИВНОЙ
ОДЕЖДЫ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ
PROBLEMS OF CREATION OF MULTIPURPOSE SPORTSWEAR FOR SCHOOL
STUDENTS**

**Валентина Юрьевна Зернова, Софья Алексеевна Бузулуцкова,
Галина Петровна Зарецкая
Valentina Yurevna Zernova, Sofya Alekseevna Buzulutskova,
Galina Petrovna Zaretskaya**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: v10zernova@gmail.com; buzulutskova@gmail.com; zarezkaja@mail.ru)*

Аннотация: В данной статье рассматривается проблема создания многофункциональной спортивной формы, предназначенной для использования в учебной и внеучебной деятельности.

Abstract: In this article the problem of creating multifunctional uniforms intended for use in academic and extracurricular activities.

Ключевые слова: детская одежда, спортивная одежда, школьная форма, проектирование одежды.

Keywords: children's wear, sportswear, school uniform, design features clothing.

Спортивная одежда для школьников, как и традиционная спортивная одежда, в настоящее время проектируется с учетом нескольких основных факторов: характера спортивной деятельности; интенсивности энергозатрат спортсмена; среды спортивной деятельности; специфических спортивных функций костюма [1-3]. Каждый из указанных четырех факторов влияет на выбор материала костюма, его конструкцию, модель, цвет. Материал, из которого изготавливается спортивная одежда, в свою очередь, диктует её технологию.

Вместе с тем, современный активный образ жизни повышает значение многофункциональности спортивной одежды для школьников, которую нельзя рассматривать только в контексте времени, которое он проводит в стенах школы. Увеличение объема времени, которое ребенок проводит вне дома происходит во всем мире.

Из всех видов школьной формы именно одежда для занятий спортом все больше используется в повседневной жизни. Занятия, для которых характерна высокая подвижность ребенка, включают не только уроки физической культуры, но и походы, экскурсии, соревнования и многое другое. Проблема отсутствия предназначенной для этого спортивной школьной формы в России очень актуальна. Другой проблемой, которую необходимо решить при создании для школьников одежды высокого качества, является обеспечение функциональности. В свою очередь, расширение функций, области и продолжительности использования спортивной формы предъявляет особые требования к её комфортности.

Основными причинами дискомфорта во время занятий спортом, согласно данным опроса подростков, является дискомфорт от потовыделения, перемещения одежды вверх при подъеме рук и электризуемость изделий (рис.1).

Решение этих проблем в большой степени лежит в области конфекционирования материалов, выбора наиболее прогрессивных.



Рис.1. Причины дискомфорта во время занятий спортом по опросу подростков

Наличие большого количества функциональных деталей отличает спортивную одежду от других, как и продуманность и удобство использования дополнительных карманов, скрытых клапанов, манжет, капюшонов. Опрос целевой аудитории – детей подросткового возраста, помог установить необходимые в спортивной одежде функциональные детали (рис. 2).

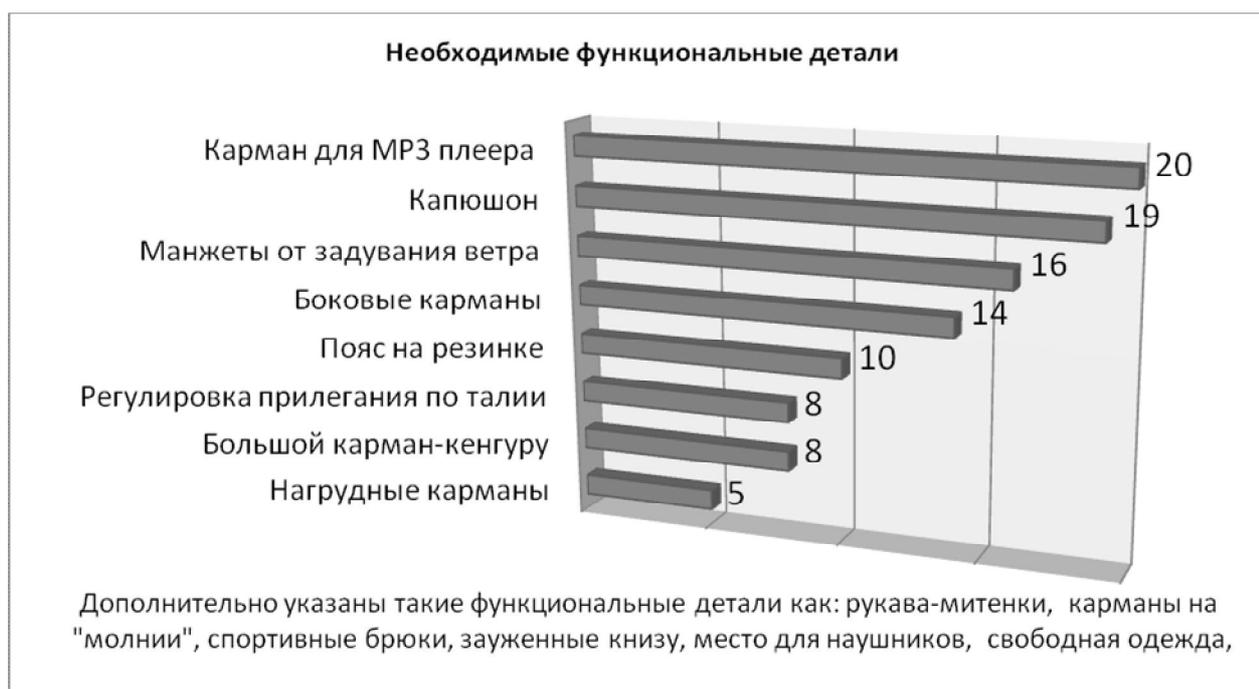


Рис. 2. Диаграмма востребованности подростками функциональных деталей одежды

Полученные данные должны быть учтены на стадии проектирования внешнего вида многофункциональной спортивной формы для школьников, при выборе материалов, разработке конструкций и методов обработки деталей и узлов. Как и в любой одежде для подростков, в спортивной форме необходимо следование модным направлениям, создание интересных нюансов, использование актуальных функциональных деталей.

Список литературы

1. Лукашёва И.А. Особенности проектирования спортивной одежды и обуви. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М.: МГУДТ, 2011. 26 с.
2. Дячинская И.А. Анализ современных методов проектирования спортивной одежды. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М.: МГУДТ, 2010. 26 с.
3. Конопальцева Н.М., Крюкова Н.А., Морозова Л.В. Новые технологии в производстве специальной и спортивной одежды: Учеб. пос. - М.: ФОРУМ:ИНФРА-М, 2013. 240 с.

УДК 687

ПРОЦЕСС РОЖДЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ THE PROCESS OF THE BIRTH OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Валентина Анатольевна Масалова
Valentina Anatolievna Masalova

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

Аннотация: Проанализирован процесс адаптации современных общетехнических компьютерных средств к различным этапам проектирования одежды, рождающий инновационные технологии. Демонстрируется на примерах: появление новых идей, приемов, создание и развитие новых методов и методик при разработке чертежей базовых и модельных конструкций одежды.

Abstract: The process of adaptation of modern general computer tools to various stages of designing clothes, which generates innovative technologies, is considered. It demonstrates: the emergence of new ideas, techniques, the creation and development of new methods and techniques in the development of drawings of basic and model clothes designs.

Ключевые слова: этапы проектирования одежды, модельные конструкции из различных материалов, градация методом масштабирования.

Keywords: stages of designing clothes, model designs from various materials, gradation by a scale method.

Более чем 50-летний стаж работы, 28 лет из которых работы за компьютером, позволяет утверждать, что только свободное владение общетехническими компьютерными средствами в автоматизированном режиме создаёт условия конструктору для развития инновационных технологий в проектировании и производстве одежды. На протяжении всех лет развития САПР одежды я провожу сравнительный анализ их возможностей и знаю, что и как должно быть сделано в них, чтобы наилучшим образом помогать конструктору на различных стадиях проектирования [1].

Благодаря развитому, ежегодно совершенствующемуся чертёжному инструментарию, общетехнические системы позволяют решать любые задачи, связанные с новыми идеями

проектирования. В САПР одежды перенесён опыт работы конструкторов ручного проектирования и многие функции автоматического проектирования в них предоставляют ограниченные возможности, обязывая к тому же работать конструктору, как программисту. Лет 30 назад, когда отсутствовала компьютерная грамотность среди конструкторов, программисты на предприятиях швейной промышленности пытались писать программы на разработанные конструкторами базовые (БК) и модельные конструкции (МК), но быстро поняли, что написание и отладка программ занимает слишком много времени, что делает модель, ко времени готовности программы, неактуальной. В связи с этим появилась идея разработки конструкторами программ построения БК и МК на упрощённых встроенных языках программирования в САПР одежды.

Для совершенствования САПР одежды необходимо вырастить поколение конструкторов, свободно владеющих общетехническими системами, чтобы они понимали, какие программы нужны в САПР одежды и могли выбирать необходимую надстройку автоматического проектирования в дополнение к общетехнической САПР, такой, как система AutoCAD – любимая система конструкторов всего мира любой сферы деятельности.

Процесс развития инновационных технологий в проектировании одежды могут описать на своём опыте.

Первый этап рождения инноваций – освоение компьютерного инструментария проектирования с адаптацией его к своей предметной области.

Само появление построения чертежей на компьютере было для начала 90-х годов XX века инновационным и вызывало восхищение у конструкторов швейной промышленности. В феврале 1993 года на методическом совещании в Общесоюзном Доме Моделей Одежды (ОДМО) мне дали слово, не запланированное регламентом совещания, по просьбе Е. Б. Кобляковой к главному конструктору Л.И. Линник, с которой к тому времени мы уже плотно общались. Я продемонстрировала сотрудникам ОДМО построение «путанки» для их модного буклета, и главный конструктор мечтала обучить компьютерному проектированию в системе AutoCAD своих конструкторов. Хотя в то время в ОДМО стояла система Инвэстроника, подаренная им фабрикой «Большевичка», но при знакомстве работы в графическом редакторе системы AutoCAD она сказала, что в Инвэстронике работать – это всё равно, что братья левой рукой за правое ухо, т.к. в те времена в САПР одежды можно было только сколкой или сканированием вводить лекала конструкций, построенных вручную.

Вторым этапом инноваций является разработка прикладных команд, совершенствующих процесс проектирования. Так было выявлено, что ни один из существующих способов построения кривых не может построить окат рукава по заданной длине. Поэтому такая команда была разработана и успешно применялась в учебном процессе более 20 лет, в то время как в институтах России, работая по моему примеру, применяют сплайн, который не строит кривую по длине, но близкое значение получить можно, используя для этого дополнительные точки, редактирование положения которых может дать близкую к нужной длину оката.

Последующим этапом инноваций является разработка приёмов, ускоряющих процесс проектирования. Ярким примером является аппроксимация кривых линий горловины и верхних участков проймы дугами окружности. Точно воспроизводя последовательность построения по ЕМКО СЭВ потребуется 7 (действий) команд системы AutoCAD. В результате исследований выявлено, что подобную дугу окружности можно получить одной командой, где дуга (Start, End, Direction) строится указанием точки начала, точки конца и направления от начальной точки.

Следующим этапом инноваций является – создание библиотек:

- Форм базовых конструкций (ФБК)

- Взаимозаменяемых деталей конструкций (ВЗД)
- Единичных элементов конструкции
- Унифицированных мелких деталей
- Деталей модельных конструкций
- Штриховок в AutoCAD, соответствующих рисунку ткани в полосу или клетку
- Элементов для создания схем соединений деталей швейных изделий
- Схем соединений деталей швейных изделий

Например, создав единичный блок петли, его можно использовать на любой размер пуговицы, любой вид одежды как женской, так и мужской, с любым расположением петли на изделии и под любым углом к линии края борта (по горизонтали, вертикали, под наклоном).

Примеры по остальным видам библиотек будут продемонстрированы в презентации доклада.

Очередным этапом инноваций является – создание методики проектирования, описывающей построение контуров конструкции после примерки.

Так описание в САПР одежды построения конструкций по какой-либо методике (ЕМКО СЭВ, МГУДТ, ЦОТШЛ и др.) для получения требуемых по проекту изделий определённых размеров и ростов, даёт первичную конструкцию, которую нужно проверять примеркой. К тому же, существующие методики не учитывают направления моды. Форма базовой конструкции меняется через каждые 11 лет [2]. Чтобы получить описание БК для САПР одежды, работающей на все размеры и роста методом градации масштабированием, были выявлены исходные данные для такого описания, проведён сравнительный анализ расчётных формул и определены идентичные для любой методики построения, создано описание в электронных таблицах Excel, которое легко воспроизвести в любой САПР одежды.

Одним из этапов инноваций является – разработка и патентование различных баз данных, способов и методов проектирования (ниже перечислены некоторые из разработанных).

- Способ перевода вытачек на деталях изделий из материалов в полосу или клетку [3].
- Способ проектирования конструкций изделий с рукавом покроя реглан [4].
- Спецификация деталей кроя [5].
- Градация конструкций одежды методом масштабирования [6].

Разработанный способ перевода вытачек на деталях изделий из материалов в полосу или клетку обеспечивает точное проектирование линии нового положения вытачки на деталях конструкций одежды, охватывающее всё многообразие моделей и материалов, с гарантированным получением соединения полосы рисунка материала на шве стачивания вытачки или расположения одной из сторон вытачки вдоль полосы материала.

В способе проектирования конструкций изделий с рукавом покроя реглан устранены погрешности построения существующих методик проектирования. Обеспечивается точная сопряженность линии реглан с линией нижней части проймы, при этом проектируется не только выпуклая линия классического реглана, но и прямая, и вогнутая. Методика обеспечивает абсолютно равную высоту оката передней и локтевой частей рукава, геометрически точное зеркальное отражение проймы для получения нижней части оката – все эти инновационные приёмы проектирования дали инновационную методику построения данного покроя.

Знание СУБД Access и СУБД AutoCAD позволило разработать базу данных, осуществляющую связь деталей конструкции, выполненных в системе AutoCAD, с информацией из спецификации деталей кроя, что позволяет автоматизировать процесс нанесения надписей на

лекала модельной конструкции и синхронизировать их с данными из спецификации в БД, исключая возможность несоответствий, вызванных человеческим фактором.

О градации конструкций одежды методом масштабирования коротко можно сказать следующее. Метод позволяет градировать любую по сложности конструкцию, что невозможно сделать ни в одной САПР одежды с помощью существующих методов градации.

Список литературы

1. *Масалова В.А.* Разработка методов проектирования одежды с использованием современных средств компьютерной графики. Дис. ... канд. техн. наук. - М.: МГАЛП, 1996. 261 с.

2. *Т.В. Козлова.* Эстетика проектирования одежды массового производства. -М.: Легкая индустрия, 1969, - с.57.

3. *Масалова В.А., Маслова Е.Г.* Способ перевода выточек на деталях изделий из материалов в полосу или клетку. Патент на изобретение № 2314003 получен от Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам РФ. Приоритет изобретения 27 декабря 2005 г. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 10 января 2008 г. -18 с. Правообладатель МГУДТ (RU).

4. *Масалова В.А.* Способ проектирования конструкций изделий с рукавом покроя реглан. Патент на изобретение № 2423898 получен от Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам РФ. Приоритет изобретения 5 сентября 2008 г. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 20 июля 2011 г. Бюл. № 20. - 28с. Правообладатель МГУДТ (RU).

5. *Масалова В.А., Маркитан А.Ю.* Спецификация деталей кроя. Свидетельство об официальной регистрации базы данных № 2007620295 в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам РФ. Дата поступления 3 июля 2007г. – 26с. Зарегистрировано в Реестре баз данных 24 августа 2007 г. Правообладатель МГУДТ (RU).

6. *Масалова В.А., Меликов Е.Х., Шильдт Е.В.* Градация конструкций одежды методом масштабирования. Патент на изобретение № 2264145 получен от Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам РФ. Приоритет изобретения 01 июля 2004 г. -11с. Правообладатель МГУДТ (RU).

УДК 677.024

**АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ СТРУКТУРЫ АРАМИДНЫХ ТКАНЕЙ
РАЗЛИЧНОГО ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ
DEVELOPMENT OF FABRICS FOR SPECIAL PROFESSIONAL CLOTHING
WITH PROTECTION AGAINST ELECTROMAGNETIC RADIATION
ESPECIALLY THE MANUFACTURE OF GLASS FABRICS**

**Александр Вячеславович Поликарпов, Александр Владимирович Данилов,
Олег Вячеславович Кашеев, Сергей Дмитриевич Николаев
Alexander Vychtslavovich Polikarpov, Alexander Vladimirovich Danilov,
Oleg Vyacheslavovich Kashcheev, Sergey Dmitrievich Nikolaev**

*Российский государственный университет им. А.Н.Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва*

The Kosygin State University of Russia, Moscow

(e-mail: alpo42@mail.ru, danilovmsk@mail.ru, , ovk-job@rambler.ru, nsd0701@mail.ru)

Аннотация: Рассмотрены результаты расчета параметров структуры арамидных тканей и технологических параметров их изготовления на бесчелночных ткацких станках СТБ. Результаты получены на основе проектирования тканей по заданной поверхностной плотности и расчетов с использованием линейной теории изгиба упругих стержней.

Рассмотрены требования к тканям для изготовления одежды с защитой от электромагнитного излучения. Спроектированы и изготовлены новые ткани, которые удовлетворяют всем требованиям. Исследованы их свойства и структура.

Abstract: Considered requirements to fabrics for the manufacture of clothing with protection against electromagnetic radiation. Designed and produced new fabrics that satisfy all requirements. Studied their properties and structure.

Ключевые слова: Структура тканей, натяжение нитей, арамидные нити, переплетение, основа, уток.

Keywords: Tissue structure, protection, electromagnetic radiation, the shielding factor

Качество и свойства любой ткани определяется ее структурой. Поэтому расчет параметров структуры тканей на аналитическом уровне имеет важное значение. Особенно такой расчет актуален для дорогостоящих тканей технического и специального назначения.

Во многих работах [1-7], проведенных на кафедре ткачества Московского государственного текстильного университета имени А.Н.Косыгина, для определения параметров структуры тканей и технологических параметров их изготовления использована линейная теория изгиба упругих стержней. Она справедлива для тканей, у которых высота волны изгиба нитей составляет не более 30% их геометрической плотности. Для большинства однослойных тканей из нитей средней и малой линейной плотности эта теория справедлива. При проектировании новых тканей использована стандартная программа, разработанная также в МГТУ имени А.Н.Косыгина, и широко используемая в практике технологии ткачества [8,9]. Проектирование ткани ведется в данном случае по заданной поверхностной плотности.

В работе спроектированы однослойные ткани различного переплетения по заданной поверхностной плотности ткани [8,9]. Параметры заправки тканей представлены в табл. 1. В основе и утке предлагается использовать арамидные нити линейной плотности 29,4 текс. Подобные ткани востребованы и применяются для различных целей, включая изготовление одежды для пожарных и для бронежилетов.

Таблица 1. Параметры заправки арамидных тканей

№	Линейная плотность нитей, текс		Плотность ткани, нит/дм		Поверхностная плотность ткани, г/м ²	Переплетение
	основы	Утка	по основе	по утку		
1	29,4	29,4	235	215	140	Полотно
2	29,4	29,4	250	205	140	Репс основной 4/4
3	29,4	29,4	210	245	140	Репс уточный 4/4
4	29,4	29,4	245	210	140	Полурепс основной 1/3
5	29,4	29,4	215	240	140	Полурепс уточный 1/3
6	29,4	29,4	190	270	140	Саржа 1/3
7	29,4	29,4	240	210	140	Саржа 2/2
8	29,4	29,4	270	190	140	Саржа 3/1
9	29,4	29,4	180	280	140	4-хремизный сатин
10	29,4	29,4	280	180	140	4-хремизный атлас

Спроектированные ткани выработаны на бесчелночном ткацком станке СТБ-250 с частотой вращения главного вала 220 об/мин, ширина вырабатываемых тканей составляла 95-100 см, на станке вырабатывались одновременно два полотна. По выработанным образцам ткани определены параметры их структуры: высоты волн изгиба и уработки основных и уточных нитей. Определение этих параметров осуществлено по стандартным методикам [10].

Используя общеизвестные формулы и решая уравнения изгиба упругой нити в суровых тканях, получаем расчетные значения параметров структуры исследуемых тканей [11-13]. Причем уравнения для основных и уточных нитей одинаковые и имеют одно и то же решение. При расчете важно правильно подставить значения геометрических плотностей тканей различного переплетения. Они легко определяются из геометрических моделей строения тканей, которые известны. Их значения даны в табл. 2.

Таблица 2. Геометрические плотности тканей различного переплетения

Переплетение	по основе	по утку
Полотняное	$\frac{100}{P_y}$	$\frac{100}{P_o}$
Репс основной 4/4	$\frac{400}{P_y} - 3d_o$	$\frac{100}{P_o}$
Репс уточный 4/4	$\frac{100}{P_y}$	$\frac{400}{P_o} - 3d_y$
Полурепс основной 1/3	$\frac{250}{P_y} - d_o$	$\frac{100}{P_o}$
Полурепс уточный 4/1	$\frac{100}{P_y}$	$\frac{250}{P_o} - d_y$
Саржа 1+3 саржа 2/2, саржа 3/1, сатин 4/1,3,2,1, атлас 4/1,3,2,1	$\frac{250}{P_y} - 1.5d_o$	$\frac{250}{P_o} - 1.5d_y$

Расчетные и экспериментальные данные представлены в табл. 3.

Таблица 3. Параметры структуры арамидных тканей

Расчетные данные						
Номер образца	Высота волны изгиба, мм		Порядок фазы строения	Толщина ткани, мм	Уработка нитей, %	
	основы	утка			основы	утка
1	0,206	0,195	5,20	0,406	6,51	5,82
2	0,215	0,186	5,52	0,415	2,83	6,44
3	0,188	0,213	4,90	0,413	6,14	2,63
4	0,215	0,186	5,54	0,415	2,78	6,33
5	0,188	0,213	4,85	0,413	6,08	2,75
6	0,225	0,176	5,76	0,445	3,23	1,87
7	0,210	0,191	5,22	0,410	2,78	2,54
8	0,178	0,223	4,62	0,423	1,85	3,25
9	0,246	0,155	6,12	0,446	3,56	1,23
10	0,156	0,245	4,10	0,445	1,17	3,62
Экспериментальные данные						
Номер образца	Высота волны изгиба, мм		Толщина ткани, мм	Уработка нитей, %		
	основы	утка		основы	утка	
1	0,209	0,197	0,47	6,4	5,9	
2	0,219	0,181	0,48	2,7	6,5	
3	0,182	0,221	0,48	6,1	2,5	
4	0,218	0,189	0,48	2,8	6,2	
5	0,184	0,215	0,48	6,0	2,6	
6	0,229	0,175	0,50	3,3	1,7	
7	0,217	0,190	0,49	2,9	2,5	
8	0,174	0,225	0,48	1,7	3,3	
9	0,249	0,150	0,52	3,6	3,2	
10	0,159	0,244	0,52	1,3	3,5	

Известны уравнения, связывающие между собой параметры структуры тканей, натяжение основы и утка, свойства используемых нитей [11-13]. Результаты расчетов, проведенные по данным формулам, представлены в табл. 4.

Таблица 4. Натяжение основных и уточных нитей в процессе формирования тканей при фронтальном приборе.

№	Натяжение основы, сН		Натяжение утка, сН	
	Расчетное при приборе у скала	Экспериментальное при прокладывании перед компенсатором	расчетное при приборе у скала	экспериментальное при прокладывании перед компенсатором
1	100,54	80,43	60	35
2	70,34	56,27	35	35
3	75,34	60,27	36	35
4	72,89	58,31	35	35
5	78,12	62,50	38	35
6	80,23	64,18	45	35
7	82,23	65,78	45	35
8	85,45	68,36	48	35

9	90, 32	72,26	53	35
10	88, 65	70,92	50	35

Как видно из приведенных данных, наименьший порядок фазы строения наблюдается у тканей с большим количеством уточных перекрытий на поверхности, наибольший – у тканей, имеющих наибольшее количество основных перекрытий на поверхности ткани.

Уработка нитей при изготовлении тканей полотняного переплетения превышает уработки всех остальных тканей. Известно, что уработка нитей уменьшается с увеличением длинных перекрытий.

Порядок фазы строения тканей определяет высоты волн изгиба основы и утка.

Натяжение нитей основы и утка в процессе фронтального приобоя у опушки ткани определяется соотношением раппорта ткани и числом пересечений нитей основы и утка. Натяжение утка при прокладывании не зависит от переплетения ткани. Натяжение основы у скала примерно в 2 раза меньше натяжения основы у опушки ткани.

Полученная статистика расчетных и экспериментальных данных полезна для прогнозирования арамидных тканей из нитей другой линейной плотности.

Получена достаточно хорошая сходимости расчетных и экспериментальных данных, что свидетельствует о точности проведенных расчетов.

Список литературы

1. Евсюкова Е.В. Разработка структуры и исследование свойств углеродных тканей для композитов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. - Иваново: ИГТА, 2013. №2. С. 74-77.
2. Кашеева М.М. Разработка облегченных структур технических тканей из углеродных нитей и особенности их изготовления на ткацком станке. Дис. ... канд. техн. наук.- М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2009. 156 с.
3. Наазарова М.В. Разработка автоматизированных методов проектирования технологических процессов изготовления тканей заданного строения. – Дис. ... докт. техн. наук – М., МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2011. 568 с.
4. Руденко Л.Г. Разработка автоматизированного метода расчета технологических параметров изготовления тканей. Дисс. ... канд.техн.наук., М., 2002. 144 с.
5. Сафонов П.Е. Разработка оптимальных технологических параметров изготовления арамидных тканей технического назначения. Дис. ... канд. техн. наук – М., 2013 г. 274 с.
6. Слугин Андрей И. Разработка новых облегченных арамидных тканей на основе вторичных регенерированных волокон и технологических параметров их изготовления. Дисс. ... канд.техн.наук. – М., 2012.169 с.
7. Слугин Алексей И. Разработка оптимальных технологических параметров изготовления тканей на основе вторичной арамидной пряжи. Дис. ... канд.техн.наук. – М., 2013 – 154 с.
8. Дамянов Г.Б., Бачев Ц.З., Сурнина Н.Ф. Строение ткани и современные методы ее проектирования.- М.: Легкая и пищевая промышленность, 1980. 240 с.
9. Мартынова А.А., Слостина Г.Л., Власова Н.А. Строение и проектирование тканей. М.: РИО МГТА, 1999. 434 с.
10. Ничипорик Л.Д. Изменение строения ткани в зависимости от величины соотношения натяжений основы и утка. Дис. ... канд.техн. наук. – М., 1966. 172 с.
11. Николаев С.Д., Мартынова А.А., Юхин С.С., Власова Н.А. Методы и средства исследования технологических процессов в ткачестве. М.,2003. 336 с.
12. Оников Э.А., Непрерывный процесс тканеобразования: условия эффективности, параметры и опытные реализации. Дис. ... докт.тех.наук.- М.: МТИ, 1981. 462 с.

13. Раченкова О.М. Разработка метода расчета рациональных переметров строения тканей различного переплетения с учетом технологии их изготовления. – Дис. ... канд.техн.наук. – М., 2000. 239 с.

УДК 677.025.6

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ
ОТРАЖАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРАНСФОРМИРУЕМЫХ КОСМИЧЕСКИХ
АНТЕНН**
**USE OF TEXTILE TECHNOLOGIES FOR CREATION THE REFLECTING SURFACE
OF THE TRANSFORMED SPACE ANTENNAS**

**Владимир Андреевич Заваруев*, Олег Федорович Беляев*,
Владимир Иванович Халиманович****
**Vladimir Andreevich Zavaruev*, Oleg Fedorovich Belyaev*,
Vladimir Ivanovich Halimanovich****

**Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва*

** The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: vlzavaruev@yandex.ru)*

***АО «Информационные спутниковые системы им. академика М.Ф. Решетнева», Россия
**JSC «Academician M.F. Reshetnev «Information Satellite Systems» (ISS), Russia*

Аннотация: Статья посвящена проблеме создания отражающей поверхности антенн из металлтрикотажных сетеполотен. Рассмотрены особенности технологии получения отражающей поверхности с заданными физико – механическими и радиофизическими характеристиками.

Abstract: Article is devoted to a problem of creation of the reflecting surface of antennas from metalknitted setepoloten. Features of technology of receiving the reflecting surface with set physics – mechanical and radio physical characteristics are considered.

Ключевые слова: отражающие поверхности антенн, коэффициент отражения, микропроволока.

Keywords: the reflecting surfaces of antennas, reflection coefficient, microwire.

Из многообразия описанных в литературе материалов, используемых в качестве отражающих поверхностей складных антенн, наиболее часто в настоящее время используются трикотажные сетчатые материалы из металлических нитей (монопить, комплексная нить, пряжа). Последние не имеют недостатков, присущих сетчатым материалам из полимерных нитей, обладая при этом и всеми их достоинствами: эластичностью, малой массой единицы площади, достаточной прочностью. Металлические сетеполотна не теряют отражающей способности после многократного складывания.

Современные разработки с трикотажным сетеполотном из металлических нитей могут использоваться для работы антенн на частотах до 40 ГГц. Эти материалы предполагается использовать в перспективных конструкциях трансформируемых космических антенн большого диаметра, разрабатываемых зарубежными и Российскими фирмами.

В отечественной практике теоретические и экспериментальные исследования по созданию материалов для ОП больших космических трансформируемых антенн были начаты на кафедре технологии трикотажного производства Московского текстильного института в 1973 году и проводятся до настоящего времени.

Результатом проведённых исследований на первом этапе было создание технологии изготовления металлических трикотажных сетеполотен кулирных и основовязанных структур.

Для складных антенн существует такая характеристика, как коэффициент трансформации – это отношение объема антенны в сложенном состоянии к площади зеркала антенны в раскрытом состоянии. Кроме того, эффективность конструкции антенны может оцениваться по удельно массе ее квадратного метра. Эффективными показателями считают: коэффициент трансформации ~ 46 , а масса 1 м^2 площади зеркала $0,37 \text{ г/м}^2$. Для достижения таких показателей важную роль играют показатели металлтрикотажного полотна, используемого для ОП антенн.

К отражательной поверхности (ОП) антенн космических систем связи предъявляются специфические эксплуатационные требования, важнейшими из которых являются: гибкость и эластичность для обеспечения складывания и разворачивания антенны при минимальных усилиях силового каркаса; отсутствие складок и заминов при складывании и разворачивании каркаса антенны; способность выдерживать многократные складывания и разворачивания антенны без ухудшения радиоотражающей способности; локализация повреждений отражательной поверхности антенны при эксплуатационных нагрузках; минимальная масса при заданном размере ячеек; устойчивость к воздействию факторов космической среды; максимальная радиоотражающая способность при заданных размерах ячеек сетеполотна; изотропия основных механических, радиоотражающих и др. свойств.

Технические требования к ОП для наземных антенн отличаются повышенными значениями прочности и большими значениями размеров ячеек. Эти требования продиктованы воздействием атмосферных условий на материал ОП (ветровая нагрузка, снег, человеческий фактор и т.п.). Все остальные требования совпадают.

Следует отметить, что металлические нити, пригодные для переработки на вязальных машинах, обладают большим контактным сопротивлением между элементами структуры, что увеличивает сопротивление сетки, уменьшает отражающую способность этих материалов и вынуждает делать покрытия из никеля, золота и других материалов для уменьшения контактных сопротивлений.

Для материала ОП могут использоваться сетеполотна кулирных и основовязанных переплетений.

Трикотаж кулирных переплетений имеет ряд существенных недостатков, которые не позволяют широко использовать его для ОП. К этим недостаткам можно отнести ограниченный размер ячеек и повышенную распускаемость при повреждении нитей. Основовязанный трикотаж позволяет получать сетеполотна с практически неограниченными максимальными и минимальными размерами ячеек, сохраняя при растяжении стабильность заданных размеров. Этот трикотаж практически не распускается при локальных повреждениях нити в элементах петельной структуры. Важной характеристикой сетеполотен основовязанных переплетений является их ширина. На современных основовязальных машинах можно вырабатывать сетеполотна с шириной до 6 м при плотном вязании. Ширина будет зависеть от размера ячеек. Например, сетеполотно с размером стороны ячейки 40 мм может занимать площадь при раскрытии в 4 раза большую, чем в сложенном состоянии, а его ширина при этом увеличивается более чем в 10 раз.

С увеличением размера стороны ячейки в диапазоне от 10 до 40 мм практически отсутствует сминаемость сетеполотна, выработанного из стальной микропроволоки диаметром 50 мкм. При использовании комплексных металлических нитей из микроволокон диаметром 15-20 мкм сминаемость практически отсутствует даже на сетеполотнах с минимальным размером ячеек.

Эти преимущества позволяют использовать металлтрикотажные сетеполотна основовязанных переплетений в качестве материала ОП антенн любых конструкций.

Проблему создания ОП трансформируемых наземных и космических антенн можно условно разделить на две части. Первая – выбор материала электропроводных нитей, обеспечивающих одновременно технологичность для переработки на существующих типах вязального оборудования и обладающих электрофизическими и физико – механическими характеристиками, позволяющими реализовать радиотехнические и механические требования к материалу ОП. Вторая часть – разработка и выбор структуры металлотрикоотажных полотен, отвечающих заданным требованиям.

Космические и наземные антенны работают в широком диапазоне длин волн и частот. Существует зависимость между длиной электромагнитной волны и размером стороны ячейки металлотрикоотажного сетеполотна ОП антенны. Размер стороны ячейки можно принимать как $\lambda/(10\div 20)$, где λ - длина волны.

В соответствии с заданными параметрами электромагнитной волны выбирается структура сетеполотна.

Для проектирования сетеполотен с размерами ячеек от 40 до 1 мм используется трикотаж 2х-3х гребеночных филейных переплетений.

При проектировании структур необходимо учитывать комплекс требований, предъявляемых к материалу ОП: весовые характеристики, эластичность, несминаемость, прочность, поверхностное электрическое сопротивление, максимальную изотропность механических и радиофизических свойств. С уменьшением размера ячеек в сетеполотне должны выдерживаться заданные показатели прочности, несминаемости, стабильности размеров.

В качестве исходного материала при выработке металлических сетеполотен использовались стальные, вольфрамовые, молибденовые, медные и другие нити (микропроволоки) диаметрами от 30 до 90 мкм. Металлические сетеполотна вырабатывались на серийных трикотажных машинах зарубежного и отечественного производства. Значительные изменения были внесены в конструкцию сновального оборудования, а также механизмов подачи нити на кулирных машинах.

С повышением частоты электромагнитной волны и точности поверхности зеркала антенны повышаются требования и к материалу ОП.

Для создания материалов, работающих на повышенных частотах электромагнитных волн, требуется использование для их формирования металлических нитей (микропроволок) единичного диаметра до (15- 20) мкм. Эти нити должны обладать минимально возможным коэффициентом температурного расширения, достаточной прочностью для технологической переработки, иметь малое электрическое сопротивление.

Для формирования трикотажных сетчатых материалов был выполнен комплекс исследований физико – механических и электрофизических свойств металлических нитей с целью выбора их оптимального вида и диаметра, обеспечивающих одновременно технологичность этих нитей и заданные электрофизические и физико – механические характеристики сетеполотна; спроектирован трикотаж основовязаных и кулирных переплетений оптимальных структур с заданными геометрическими параметрами, физико - механическими и радиофизическими свойствами; проведены теоретические и экспериментальные исследования взаимодействия металлического сетеполотна с электромагнитной волной с целью разработки физических и математических моделей таких сетеполотен.

Используя разработанные модели, проведено компьютерное проектирование коэффициентов отражения при взаимодействии электромагнитных волн с металлическими сетеполотнами, выполненными из различных видов и диаметров металлической нити, имеющими различные геометрическую форму и размеры ячеек; проведены теоретические и экспериментальные исследования контактного сопротивления между элементами петель в структуре металлического трикотажа с целью установления влияния контактного усилия, угла между ветвями нити, диаметра и электрического сопротивления микропроволоки на электрофизические свойства металлического трикотажа. С целью определения оптимальных режимов пере-

работки металлических нитей на вязальном оборудовании проведены теоретические и экспериментальные исследования взаимодействия металлической нити с поверхностями петлеобразующих и нитенаправляющих органов технологического оборудования; для проектирования оптимальной структуры сетеполотен с минимальными размерами ячеей разработана компьютерная методика оценки геометрических размеров и формы ячеек в раппорте переплетения, позволяющая количественно и качественно оценивать трансформацию ячеек различных петельных структур в условиях двухосного симметричного и асимметричного нагружения в плоскости образца.

Разработанная теория структурообразования высокоэластичных металлических отражательных поверхностей антенн позволила выбрать из множества структур основовязаного трикотажа наиболее оптимальные по физико-механическим свойствам и геометрическим размерам и форме ячеей.

Экспериментальные исследования радиоотражающих свойств сетеполотен различных структур, изготовленных из стальной микропроволоки, показали анизотропность этих свойств. Экспериментальные исследования показали, что это вызвано анизотропностью электрических свойств сетеполотен, в частности, наличием контактных сопротивлений между элементами структуры трикотажа. В общем случае чем больше контактные сопротивления, тем больше коэффициент анизотропии. Величина контактных сопротивлений зависит от механической нагрузки сетеполотна, чем она выше, тем контактные сопротивления меньше.

В таблице №1 представлены некоторые характеристики металлотрикотажных материалов для ОП.

Таблица 1. Характеристики металлотрикотажных материалов для ОП

№ образца	Тип материала нитей	Размер ячейки, мм		Частота, ГГц	Коэффициент отражения, %	
		По вертикали	По горизонтали		По вертикали	По горизонтали
1	Молибденовая микропроволока Ø30 мкм, покрытая золотом	3,4	2,1	12	98,4	90,9
2	Никелевая микропроволока Ø60 мкм	1,9	1,8	12	99,8	97,8
3	Молибденовая микропроволока Ø50 мкм, покрытая золотом	5,0	5,0	1,0	99,8	99,8
4	Стальная микропроволока Ø60 мкм	5,6	5,6	1,0	96,0	90,0

Из представленных в табл. 1 образцов сетеполотен наибольшим коэффициентом отражения в диапазоне частот 1,0-1,8 ГГц обладает образец №3, выработанный из молибденовой микропроволоки диаметром 50 мкм, покрытый золотом. Коэффициент анизотропности материала равен 1.

Из образцов, испытанных на частотах 12 ГГц, наибольший коэффициент отражения имеет образец №2, выработанный из никелевой микропроволоки диаметром 60 мкм.

Сравнивая образцы №3 и №4, можно видеть, что образец №4 из стальной микропроволоки Ø60 мкм имеет меньший коэффициент отражения.

Дальнейшие исследования обнаружили зависимость между коэффициентом отражения и электросопротивлением металлического сетеполотна – чем больше удельное поверхностное электросопротивление сетеполотна, тем меньше коэффициент отражения. Для оперативной оценки радиоотражающей способности материала был разработан метод измерения электрического сопротивления сетеполотен как в свободном состоянии, так и при двухосном

нагружении. Как показали дальнейшие эксперименты, между результатами, полученными этим методом, и прямым методом измерения отражательной способности на установках СВЧ, существует корреляция.

Была разработана электрическая модель структуры металлического трикотажа с учетом характеристик плотности петель трикотажа в горизонтальном и вертикальном направлениях, разработана теория, учитывающая влияние плотности петель трикотажа по вертикали и горизонтали, диаметра микропроволок, их удельного сопротивления и контактных сопротивлений между элементами структуры на коэффициент отражения сетеполотном электромагнитных волн.

Исследованиями установлено, что с точки зрения электропроводности в любой структуре металлического трикотажа электрические свойства определяются плотностью петельной структуры в направлении петельных столбиков и петельных рядов, деформацией сетеполотен, электрическим сопротивлением микропроволок и контактными сопротивлениями между ними.

В работе были проведены исследования контактного электросопротивления между нитями в структуре трикотажа. Исследования проводились на микропроволоке ЭИ708А диаметром 30 и 50 мкм без покрытия и с никелевым покрытием толщиной 1 мкм, а также на микропроволоке из молибдена диаметром 30 мкм в условиях, моделирующих петельную структуру трикотажа. Анализ результатов показал, что контактное сопротивление у всех микропроволок уменьшается с увеличением контактного усилия, с уменьшением угла между ветвями нитей в петле и с увеличением диаметра микропроволоки; контактное сопротивление молибденовых микропроволок значительно меньше, чем у стальных, кроме того отмечается нестабильность контактного сопротивления у стальных микропроволок даже при больших усилиях; покрытие никелем значительно стабилизирует и уменьшает контактное сопротивление стальной микропроволоки практически до уровня молибденовой.

Кроме того, как показали дальнейшие исследования, покрытие никелем уменьшает анизотропность радиоотражающих свойств сетеполотен.

Впервые в отечественной практике созданы металлические трикотажные сетеполотна различных переплетений для отражающих поверхностей высокоточных крупногабаритных трансформируемых антенн космических аппаратов и промышленная технология их изготовления. Созданные материалы для отражательных поверхностей антенн не уступают известным зарубежным аналогам, а при использовании комплексных нитей $\varnothing 15$ мкм в несколько сложенных и превосходит их, что позволяет уменьшить массу зеркала антенны при увеличении ее площади. Выполненные теоретические и экспериментальные исследования являются базовыми и открывают возможности дальнейшего совершенствования материалов для поверхностей антенн, в том числе принципиально новых.

Разработанные материалы по своим физико-механическим и радиофизическим характеристикам перекрывают весь спектр частот систем космической и наземной связи и будут реализованы системами связи 3-го поколения.

УДК 677.027.65

**НАНЕСЕНИЕ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ ОТ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЙ НА ТЕКСТИЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ**
**DRAWING THE PROTECTIVE LAYER FROM SUPERHIGH-FREQUENCY
RADIATIONS ON TEXTILE MATERIALS**

Валентин Владимирович Сафонов*, **Анна Евгеньевна Третьякова***,
Виктор Борисович Иванов**, **Индира Дмитриевна Капаева***
Valentin Vladimirovich Safonov*, **Anna Evgenyevna Tretyakova***,
Victor Borisovich Ivanov**, **Indira Dmitrievna Kapayeva***

* *Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Россия, Москва*

* *The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: svv@staff.msta.ac.ru)*

** *Институт химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук, Россия, Москва*

** *Institute of chemical physics of N. N. Semenov of the Russian Academy of Sciences, Russia, Moscow
(e-mail: ivb@chph.ras.ru)*

Аннотация: Рассмотрены разработка состава печатной композиции для придания текстильному материалу защитных свойств от излучений, в частности, сверхвысококачастотного (СВЧ), приведены результаты экспериментального исследования защитных свойств полученного материала.

Abstract: Are considered development of structure of printing composition for giving to textile material of protective properties from radiations, in particular, of superhigh-frequency, results of pilot study of protective properties of the received material are given.

Ключевые слова: СВЧ-излучение, наноуглерод, защитный материал, СВЧ-поглотители.
Keywords: SHF-radiation, nanocarbon, protective material, SHF-absorbers.

Проникание небольшой части мощности СВЧ-установок в окружающее пространство, это может представлять опасность для людей: воздействие достаточно мощного СВЧ-излучения на зрение, нервную систему и органы человека может вызвать серьезные болезненные явления.

При работе с мощными источниками СВЧ энергии необходимо неукоснительно соблюдать требования техники безопасности. По мере удаления от мест излучения СВЧ (от резонаторных камер или волноводных систем, где производится обработка с помощью СВЧ-энергии) поток излученной энергии быстро ослабевает обратно пропорционально квадрату расстояния. Поэтому можно установить безопасную границу, где уровень излучения ниже нормы, и выполнить ее в виде ограждения, за которое нельзя заходить во время технологического процесса. Технология микроволновых поглотителей является важной темой в военной отрасли, так как электромагнитное излучение способно заглушить линии связи или повредить электронику, например, беспилотника либо управляемого боеприпаса. Давно известно и подтверждено на практике, что современные беспилотные летательные аппараты (БПЛА) с дистанционным управлением подвержены воздействию средств радиоэлектронной борьбы. При глушении канала управления аппарат не может продолжать выполнять возложенные задачи и переходит на работу в автоматическом режиме, например, самостоятельно возвращаясь на базу [1, 2].

СВЧ-поглотители – это специально разработанный материал для подавления излучения электромагнитной энергии, которая падает на поверхность поглотителя путем превращения электромагнитной волны в тепловые колебания молекул и атомов. Рассеивание происходит, когда микроволновое излучение проникает в структуру поглотителя, при этом ослабляясь за счет абсорбции веществом поглотителя. Необходимость разработки таких защитных устройств стимулировала большое количество работ в этой области[2].

Целью работы является разработка состава для создания защитного материала от СВЧ-излучения, превосходящая по параметрам существующие аналоги.

Задачи работы заключаются в создании методики производства материала, а также в определении свойств полученных образцов в зависимости от состава печатной краски и оптимального состава печатной композиции.

Образцы изготавливались по технологии пигментной печати, с использованием многослойнонаноуглерода и малослойнонаноуглерода. Фиксация печатной краски на ткани производилась путем термообработки. Образцы помещались в волноводный тракт прямоугольного сечения. Непосредственно измерялись модули коэффициента отражения от волноводной ячейки, согласованной с трактом (работающей в «излучающем» режиме), с уровнем обратного отражения ниже -30 дБ, нагруженную на измеряемый образец, а также модуль коэффициента прохождения электромагнитного излучения (ЭМИ) через образец, размещенный таким образом, чтобы полностью перекрыть сечение волноводного тракта. Для оценки степени анизотропии электрических свойств образцов измерения проводились для двух взаимно перпендикулярных поляризационных положений каждого образца. Источником квазимонохроматического излучения соответствующего диапазона служил свип-генератор на диоде Ганна с амплитудной модуляцией рпн-диодами. Генерация излучения проводится в режиме линейно изменяющейся частоты в пределах рабочего диапазона волновода или на фиксированной частоте. Перестройка частоты осуществляется за счет линейного изменения напряженности постоянного подмагничивающего поля в резонаторе с феррит-гранатовой сферой. В качестве выделяющего элемента используются направленные детекторы падающего, отраженного или прошедшего излучения, состоящие из направленных волноводных ответвителей на сочлененных перфорированных волноводах с встроенным во вторичный тракт СВЧ-детектором, работающем в линейном по полю режиме при смещении рабочей точки [3-5].

Таблица 1. Радиотехнические характеристики испытанных образцов тканей

№	Образец	$K_{\text{прох}}$, дБ	$K_{\text{отр}}$, дБ	ρ_s , Ом/квadrat
1	Наноуглерод1 (0,5 г/4 мл)	0,8 () 0,9(⊥)	18,4 () 16,2 (⊥)	0,45
2	Наноуглерод 1 (1,0 г/4 мл)	4,5 () 5,8 (⊥)	5,9 () 5,8(⊥)	3,06
3	Наноуглерод 1 (2,0 г/ 4мл)	7,6 () 5,2 (⊥)	4,3 () 6,0 (⊥)	4,03
4	Наноуглерод 2 (0,5 г / 4 мл)	2,3 () 1,2(⊥)	11,5() 15,9(⊥)	0,84
5	Наноуглерод 2 (1,0 г / 4 мл)	4,3 () 2,2(⊥)	7,6 () 13,7(⊥)	1,61
6	Наноуглерод 2 (2,0 г/ 4 мл)	11,0 () 11,4(⊥)	3,0 () 2,6(⊥)	8,96

Приведённые коэффициенты прохождения ЭМИ через образец $K_{\text{прох}}$, отражения от образца $K_{\text{отр}}$, а также удельного поверхностного сопротивления ρ_s и действительной части

диэлектрической проницаемости ϵ' оценочно показывают повышение поглощающей способности от увеличения содержания наноуглерода в исследуемых образцах (табл.1). Видно, что наилучшими характеристиками обладают образцы, напечатанные с 50% долей многослойно-го наноуглерода и малослойно-го наноуглерода.

Таким образом, на основании определения оптимального состава печатной композиции в производстве поглощающих материалов по проведенной технологии возможно уменьшить воздействие на человека СВЧ-излучения и повысить эффективность защищающего от него текстильного материала.

Список литературы

1. Гребёнкин А.Н., Гребёнкин А.А., Зверлин С.В., Труевцев Н.Н. О новых возможных технологиях создания текстильных материалов для защиты от электромагнитного излучения // Вестник СПГУТД. 2008. №3(18). С. 78 – 82.

2. Борзенко Г.П., Ткачев Н.А. Пат. 2119216 Российская Федерация. Поглотитель электромагнитных волн и способ его изготовления / заявл. 13.08.1996.; опубл. 20.09.1998.

3. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ).

4. Никифорова А.А., Давыдов А.Ф., Курденкова А.В., Бызова Е.В. Разработка метода оценки коэффициента прохождения электромагнитного излучения тканей специального назначения // Дизайн и технологии. 2013. № 36 (78). С. 55-61.

5. Т.С. Бекренева, В.И. Ефремов, Г.Ю. Захарова, В.К. Осипович, А.В. Полоник, К.А. Спиридонов Пат. 2153785, Российская Федерация. Способ оценки радиоэкранирующих свойств радиозащитной одежды / заявл. 15.12.98; опубл. 27.07.00.

УДК 677.024

ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕКЛЯННЫХ ТКАНЕЙ НА СТАНКАХ СТБ ESPECIALLY THE MANUFACTURE OF GLASS FABRICS ON MACHINES STB

Владимир Терентьевич Сергеев
Vladimir Terent'evich Sergeev

АО «ТРИ-Д», Россия, Москва
JSC "THREE-D", Russia, Moscow
(e-mail:vladimir@3dfabrics.ru)

Аннотация: Рассмотрены некоторые особенности изготовления стеклянных тканей на бесчелночных ткацких станках СТБ с микропрокладчиком, которые обусловлены специфическими свойствами стеклонитей.

Abstract: the article Considers some features of the manufacture of glass fabrics on shuttleless looms STB with microprolactinoma that due to the specific properties of the glass strands.

Ключевые слова: Ткацкий станок, прокладывание утка, стеклянная нить, сматывание.

Keywords: Loom, laying duck, glass filament winding

Технология изготовления стеклянных тканей на бесчелночных ткацких станках СТБ имеет свои особенности, которые обусловлены свойствами стеклянных нитей. Это, прежде всего разрывное удлинение, которое в ряде случаев меньше, чем деформация основных нитей на ткацком станке.

На станках СТБ для удерживания опушки ткани на уровне ее заправочной ширины используются кольцевые игольчатые шпартутки. Опыт выработки стеклянных тканей показал, что данные шпартутки разрушают кромку ткани и поэтому их нецелесообразно использовать

при изготовлении стеклянных тканей. Для изготовления стеклянных тканей целесообразно использовать плоские шпарутки конструкции ВНИИЛТекмаш. Ткань крышкой прижимается к шпарутке и удерживается в заданном положении по ширине за счет трения о плоскость шпарутки. Так как коэффициент трения стеклянной ткани небольшой, то при выработке толстых тканей могут быть использованы валичные шпарутки.

Прокладывание утка является одной из пяти основных технологических операций на ткацком станке. Надежность данной операции во многом предопределяет стабильность технологического процесса. Специфические особенности стеклянных нитей, прежде всего, такие как большая жесткость и небольшой коэффициент трения оказывают определенное влияние на процесс прокладывания уточной стеклянной нити в зев. Сматывание уточной нити с питающей паковки сопровождается образованием баллона, величина которого возрастает с ростом линейной плотности утка. Наличие большого баллона вызывает увеличение натяжения уточной нити в процессе прокладывания ее в зев. В работах [1-6] проведены исследования влияния жесткости нитей на их натяжение при сматывании с бобины, что позволило определить дополнительное натяжение баллонизируемой нити, связанное с жесткостью нити при изгибе. Это дополнительное натяжение можно рассчитать по формуле

$$T_o = T_6 + \frac{0,05EC^4T^4}{2\rho^2},$$

где T_o и T_6 – равнодействующие сил в сечениях участка сматываемой нити, подвергающегося наибольшей деформации изгиба; E – модуль продольной упругости; $C = \frac{1}{\sqrt{250\pi\gamma}}$; γ – удельный вес нити; T – линейная плотность нити; ρ – радиус кривизны нейтральной оси нити в рассматриваемом сечении.

На основании проведенных экспериментальных исследований установлено, что натяжение нити линейной плотности 125 текс при сматывании с конической бобины составляет 12,5% от общего натяжения в вершине баллона. Так как модуль упругости стеклянных нитей значительно превышает модуль упругости нитей их натуральных волокон, следует предположить, что натяжение стеклянных нитей имеет существенную величину и играет значительную роль в образовании баллона при сматывании с паковки. С целью ограничения баллона и стабилизации натяжения нити целесообразно применять баллоногаситель, который может быть изготовлен из оргстекла цилиндрической или прямоугольной формы.

На условия сматывания нити существенное влияние оказывает форма паковки. Были проведены экспериментальные исследования условий сматывания нити линейных плотностей: 44текс x 4, 44 текс x 6, 79 текс x4 и 250 текс с паковок пяти видов: цилиндрической с машины ПКВ-2, конической с машины БП-240-С, конической со стекло-прядильного агрегата СПА, паковки с машины ТКС-83, цилиндрической паковки сомкнутой структуры намотки.. Толщина элементарных нитей в крученых нитях составляла 10 мкм, а в комплексных – 17 мкм. Установлено, что паковки с машин ТКС-83 и БП-240-С не могут быть использованы для утка на станке СТБ из-за слетов нити с частых слетов нитей. Образованию слетов нитей способствуют следующие факторы: недостаточная плотность намотки, незначительный коэффициент трения и сравнительно большая жесткость стеклянных нитей. Указанные факторы особенно ухудшают условия сматывания с паковок малого диаметра. Наиболее благоприятные условия сматывания достигаются при использовании цилиндрической паковки. Особенно благоприятно происходит сматывание нити с цилиндрической паковки сомкнутой структуры намотки. При переработке комплексных нитей могут быть использованы паковки со стекло-прядильного агрегата СПА.

Крученые уточные нити целесообразно перематывать в цилиндрические паковки массой 6-7 кг с диаметром патрона 100 мм. Удельная плотность наматывания уточных нитей линейной плотности 167 – 333 текс на цилиндрическую паковку составляет 1,7-1,9 г/см³.

С уменьшением диаметра питающей паковки натяжение утка возрастает. Для выравнивания натяжения уточной нити при прокладывании в зев целесообразно использовать накопитель утка, применение которого особенно эффективно при использовании толстых нитей.

При переработке нитей из натуральных волокон уточные паковки устанавливают ниже оси направляющих глазков уточного тормоза. Установку паковок на высоте производят с учетом вида сырья и толщины уточных нитей. При выработке стеклянных тканей наклонное положение уточной нити приводит к слету с паковки нескольких витков нити во время останова станка, что вызывает в дальнейшем к обрыву нити. Выявлено, что паковки с уточной стеклянной нитью целесообразно устанавливать без наклона, на одном уровне с линией направляющих глазков уточного тормоза. В этом случае слет нити при останове станка исключается.

Уточные нити на станке СТБ прокладываются в зев отдельными отрезками, концы их закладываются в последующий зев, образуя кромку. Так как стеклянные нити обладают большой жесткостью, то концы уточной нити, заложенные в зев, имеют тенденцию к восстановлению прямолинейного положения. По этой причине они могут выскакивать из зева, что приводит к недоработке кромки. Для устранения этого явления необходимо, чтобы смена зева опережала момент выпрямления кончиков уточной нити. С этой целью для кромочных основных нитей целесообразно устанавливать более ранний заступ по сравнению с нитями основы, образующими фон ткани. При переработке уточных стеклянных нитей линейной плотности 167-333 текс для кромочных основных нитей рекомендуется устанавливать угол заступа $340 - 345^\circ$ оборота главного вала. При изготовлении однослойных тканей главного класса переплетений и их производных целесообразно использовать кулачковый зевобразовательный механизм, на котором удобно устанавливать рассыпной заступ.

В настоящее время по техническому заданию АО «ТРИ-Д» Чебоксарский машиностроительный завод изготавливает новый бесчелночный ткацкий станок СТБ для изготовления многослойных тканей. Вносятся существенные изменения в работу основного и товарного регуляторов, которые должны обеспечить заданную структуру многослойных тканей. Используются модернизированные микропрокладчики для прокладывания углеродных, стеклянных и кварцевых нитей, облегчена конструкция зевобразовательного механизма для обеспечения достаточного высокой частоты вращения главного вала – более 200 об/мин.

Список литературы

1. Алексеенко А.И., Сердюк В.И., Сердюк В.П. О влиянии жесткости нити на ее натяжение при сматывании с бобины. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. №1. 1972. С.56-59.
2. Котенин В.П. Исследование процесса формирования стеклянной ткани на бесчелночном ткацком станке типа СТБ. Дисс. ... канд.техн.наук.Москва:МТИ, 1973. 165 с.
3. Панин А.И., Ракова О.А., Рыбаулина И.В., Николаева Н.А. Анализ скорости сматывания нити с мотальных паковок. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2015. №2 (356). С. 55-59.
4. Панин А.И., Рыбаулина И.В., Николаев С.Д. Исследование процесса сматывания групп нитей с мотальных паковок// Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2014. №2 (350). С. 52-56.
5. Панин А.И., Ракова О.А., Рыбаулина И.В., Николаева Н.А. Оптимизация способов питания ткацких станков утком. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2014. №6 (354). С. 58-61.
6. Кашеев О.В., Николаев С.Д., Панин А.И. Влияние натяжения нити при перематывании на удельную плотность бобин сомкнутой намотки // Дизайн и технологии. 2014. №40(82).С.87-91.

УДК 539.3

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ДЕФОРМАЦИИ НАНОВОЛОКОН ЧИСТЫХ
МЕТАЛЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ АТОМЫ ВОДОРОДА***
**THE FEATURES OF DEFORMATION OF NANOWIRES, WHICH CONTAINS
HYDROGEN ATOMS**

Михаил Дмитриевич Старостенков, Олег Вячеславович Яшин
Mikhail Dmitrievich Starostenkov, Oleg Vyacheslavovich Yashin

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Россия, Барнаул
Altai State Technical University after I. I. Polzunov, Russia, Barnaul
(e-mail: rubtsovsk@inbox.ru)

Аннотация: В представленной работе с привлечением метода молекулярной динамики проведено исследование процессов структурно-энергетических превращений, наблюдаемых во время деформации нановолокон ГЦК Ni, содержащих атомы водорода в октаэдрических и тетраэдрических порах. Особенностью структурных превращений в нановолокнах Ni, содержащих водород, является появление на стадии пластических деформационных глобулярных (сферических) образований, состоящих из атомов водорода

Abstract: Using the method of molecular dynamics, FCC Ni nanowires containing hydrogen atoms in octahedral and tetrahedral pores are investigated in the course of high-speed uniaxial tensile loading. The feature of structural transformations in Ni nanowires containing hydrogen is appearance on the stage of plastic deformation globular (spherical) formations consisting of hydrogen atoms.

Ключевые слова: деформация, нановолокно, молекулярная динамика.

Keywords: deformation, nanowire, molecular dynamic.

В качестве объекта исследования в работе выступают нановолокна сплава чистого ГЦК металла Ni, с ориентацией осей растяжения в направлениях $\langle 100 \rangle$. Данный материал в упорядоченном состоянии имеют упаковку компонент, соответствующую сверхструктуре $L1_2$ [1-5]. Нановолокно Ni представляло собой параллелепипед размерами $4.05 \times 4.05 \times 7.57$ нм, по направлениям $\langle 010 \rangle$, $\langle 001 \rangle$ и $\langle 100 \rangle$ соответственно, вдоль направления $\langle 100 \rangle$ по краям нановолокна располагались атомы, составляющие абсолютно жесткие захваты, толщина каждого захвата составляла четыре атомных плоскости (100). Подобные ГЦК волокна ранее исследовались в работах [6-13]. В октаэдрические и тетраэдрические поры волокна помещались атомы водорода. В представленной работе в нановолокнах заполнялись водородом 20% пор, по одному атому водорода в каждой поре. Соотношение количества атомов водорода в октаэдрических и тетраэдрических порах нановолокна соответствовало соотношению суммарного объема октаэдра и тетраэдров в элементарной ячейке.

Для расчета траектории движения атомов применен метод молекулярной динамики. Данный подход является наиболее информативным, так как позволяет получить картины состояний системы не только на начальном этапе не оптимального расположения атомов блока и после достижения системой минимума энергии, но и между этими моментами, что дает возможность изучить механизмы атомной перестройки в исследуемом материале. Метод молекулярной динамики применяется во многих задачах физики конденсированного состояния [14-18]. В случае, когда система состоит из большого числа атомов, неизбежны вычислительные и временные затраты. Поэтому моделирование удается проводить на

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 15-58-04033 Бел_мол_а, 15-48-04127 р_Сибирь_а.

промежутке времени, составляющем до нескольких наносекунд [19-20]. В настоящем исследовании длительность экспериментов в большинстве случаев не превышала 0.6 нс (600 пс). Преимуществом данного метода является возможность получения детальной информации о структуре вещества и термодинамических характеристиках [21-25]. Данный метод дает возможность получать сведения о системе, которые можно сравнить с экспериментальными данными.

При моделировании деформации в нановолокнах производилось периодически повторяющееся поступательное смещение атомов, составляющих абсолютно жесткие захваты вдоль оси растяжения нановолокна в противоположных направлениях друг от друга. Суммарная скорость движения захватов составляла 20 м/с и соответствовала скорости деформации порядка 10^9 с^{-1} . Температура в компьютерном эксперименте устанавливалась равной 50 К, 300 К, 600 К, 900 К и 1200 К. В начале компьютерного эксперимента температура задавалась через начальные скорости атомов. При деформации нановолокна производилась термостабилизация в соответствии с алгоритмом Берендсена. Данный термостат апробирован в работах [26-28].

Результаты и обсуждение

В результате исследования структурно-энергетических превращений происходящих в нановолокнах ГЦК Ni с 20% заполненных водородом пор, в процессе высокоскоростной деформации растяжения выявлено четыре основных стадии деформации: квазиупругая (I), пластическая (II), течения (III) и разрушения (IV). Аналогичная картина выявлена в предшествующих работах по исследованию деформации нановолокон чистых металлов и сплавов, не содержащих водород [2-18]. На каждой стадии деформации реализовывались характерные для нее механизмы структурно-энергетических превращений в нановолокне.

При температуре 50 К на полученных графиках зависимости запасенной энергии деформации, приходящейся на один атом и напряжения на захватах от времени эксперимента видны все четыре стадии деформации нановолокна. Откольная прочность нановолокна составила 22.8 ГПа. В нановолокне вплоть до разрушения локальных скоплений атомов водорода не наблюдалось.

Откольная прочность при температуре 300 К составила 21.9 ГПа. В процессе деформации на второй стадии в нановолокне образовалось одно скопление атомов водорода глобулярной формы, состоящее из 12 атомов водорода. Данное скопление образовалось в области, где в последующем происходило образование «шейки» и дальнейшее разрушение.

При температуре 600 К наблюдается качественно иная картина в поведении графиков зависимости запасенной энергии деформации и графиков зависимости напряжений на абсолютно жестких захватах от времени эксперимента. На стадии пластической деформации (II) видны периодически повторяющиеся пики. Данные пики появляются при движении краевых дислокаций, которое в ГЦК металлах осуществляется преимущественно путем скольжения участков нановолокна вдоль плоскостей семейства $\{111\}$. В ходе подобных смещений атомы водорода, равномерно распределенные по октаэдрическим и тетраэдрическим порам, объединяются в скопления или кластеры. Очевидно, что количество подобных глобулярных образований зависит от длительности второго и третьего этапов деформации и интенсивности образования краевых дислокаций на данном этапе. В приведенном эксперименте на втором этапе образовалось восемь областей из атомов водорода. Значение откольной прочности составило 18.8 ГПа.

При температуре 900 К в нановолокне $\langle 100 \rangle$ Ni, содержащем водород, наблюдалась картина во многом схожая наблюдаемой при температуре 600 К. На второй и третьей стадии деформации образовалось 17 скоплений атомов водорода. Величина откольной прочности составила 16.6 ГПа.

При температуре 1200 К в нановолокне $\langle 100 \rangle$ Ni, содержащем водород, наблюдалось испускание водорода с поверхности нановолокна, скоплений атомов водорода не

образовывалось, значение откольной прочности составило 14,0 ГПа.

Полученные результаты показали более высокое значение откольной прочности для нановолокон Ni, содержащих водород, в сравнении с результатами, полученными ранее для нановолокон Ni без водорода [2]. Значения откольной прочности отличаются на величину от 0.75 до 1.1 ГПа для всех температур, кроме температуры 1200 К, где разница значений не превышает 0.05 ГПа.

Заключение

Очевидно, в случаях сверхбыстрых деформаций атомы водорода в ГЦК Ni играют роль в процессах структурно-энергетических превращений. Влияние включений из атомов водорода отражается более высоким пределом текучести, а также большей длительностью стадии пластической деформации и течения, на которых наблюдается образование глобулярных (шаровидных) скоплений атомов водорода.

Полученные результаты исследования влияния водорода на прочностные свойства нановолокон ГЦК никеля могут представлять интерес для научных коллективов, занимающихся исследованиями реологии наноматериалов.

Список литературы

1. Старостенков М.Д., Яшин А.В., Яшин О.В. Моделирование процессов деформации в нановолокнах ГЦК никеля, содержащих атомы водорода // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*. 2016. Т. 13. № 2. С. 210-216.
2. Старостенков М.Д., Сосков А.А., Яшин А.В., Яшин О.В. Исследование зависимости предела текучести от температуры на примере бездефектных нановолокон чистых металлов Ni и Al и интерметаллида Ni₃Al // *Наноинженерия*. 2015. № 1 (43). С. 30-33.
3. Потекаев А.И., Старостенков М.Д., Сеница Н.В., Яшин А.В., Харина Е.Г., Кулагина В.В. Особенности структурной перестройки в нановолокне интерметаллида Ni₃Al, содержащего длиннопериодические парные термические антифазные границы, в процессе высокоскоростной деформации одноосного растяжения в направлении <001> // *Известия вузов. Физика*. 2011. Т. 54. № 2. С. 48-55.
4. Старостенков М.Д., Сеница Н.В., Яшин А.В. Структурная перестройка в нановолокне Ni₃Al, содержащем планарные неконсервативные антифазные границы, при высокоскоростной одноосной деформации растяжения // *Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки*. 2010. Т. 15. № 3. С. 1072-1073.
5. Потекаев А.И., Старостенков М.Д., Сеница Н.В., Яшин А.В., Хорошилов Д.Е. Механизмы структурной перестройки в модели нановолокна интерметаллида Ni₃Al, содержащего длиннопериодические антифазные границы, в процессе высокоскоростной деформации одноосного растяжения // *Известия вузов. Физика*. 2010. Т. 53. № 8. С. 47-54.
6. Яшин А.В. Исследование особенностей и стадий деформации нановолокон ряда металлов и сплава Ni₃Al на основе ГЦК решетки // *Диссертация на соискание ученой степени*. Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. Барнаул, 2010, 221 с.
7. Старостенков М.Д., Яшин А.В., Дудник Е.А., Сеница Н.В. Исследование структурных превращений в сплаве Ni₃Al под действием одноосной деформации растяжением // *Деформация и разрушение материалов*. 2009. № 6. С. 28-31.
8. Старостенков М.Д., Яшин А.В., Дудник Е.А., Сеница Н.В., Хорошилов Д.Е. Структурно-энергетические превращения в металлических нановолокнах в условиях высокоскоростной динамической деформации растяжения // *Перспективные материалы*. 2009. № 7. С. 383.
9. Яшин А.В., Сеница Н.В., Дудник Е.А., Старостенков М.Д. Процессы атомной перестройки при динамическом растяжении // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*. 2008. Т. 5. № 1. С. 16-20.

10. *Старостенков М.Д., Яшин А.В., Дудник Е.А., Синица Н.В., Хорошилов Д.Е.* Исследование процессов атомной перестройки в нановолокне сплава Ni₃Al подвергнутого одноосной деформации растяжения в направлении <110> // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*. 2009. Т. 6. № 1. С. 74-80.
11. *Яшин А.В., Синица Н.В., Хорошилов Д.Е., Старостенков М.Д., Дудник Е.А.* Исследование участков сверхструктурных разрушений при одноосной динамической деформации в сплаве Ni₃Al // *Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения*. 2008. Т. 8. № 4. С. 160-163.
12. *Starostenkov M.D., Yashin A.V., Sinitca N.V., Dudnik E.A.* Atomic mechanisms of structural reconstruction of fcc metallic nanowires in the process of tension deformation // В сборнике: 12th International Conference on Fracture 2009, ICF-12 2009. С. 1213-1221.
13. *Дудник Е.А., Яшин А.В., Дудник Д.В., Синица Н.В.* Влияние линейных дефектов, температуры и деформации на изменения дальнего порядка в сплаве Ni₃Al // *Деформация и разрушение материалов*. 2010. № 12. С. 1-4.
14. *Яшин А.В., Старостенков М.Д., Сосков А.А., Синица Н.В.* Структурная перестройка в нановолокне CuAu I при одноосной деформации растяжения в направлении <100> // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*. 2012. Т.9. №4-2. С. 640-645.
15. *Яшин А.В., Чаплыгина А.А., Старостенков М.Д., Маркидонов А.В., Синица Н.В., Мясниченко В.С., Сосков А.А.* Структурная перестройка в нановолокне CuAu I при одноосной деформации растяжения в направлении <001> // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*. 2013. Т. 10. № 1. С. 93-97.
16. *Яшин А.В., Романовский С.А., Старостенков М.Д.* Структурная перестройка в нановолокне CuAu I при одноосной деформации растяжения // *Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки*. 2013. Т. 18. № 4-2. С. 2011-2014.
17. *Старостенков М.Д., Яшин А.В., Синица Н.В.* Структурная трансформация нановолокна CuAu I со сверхструктурой L1₀ тетрагональной симметрии при одноосной деформации растяжения // *Письма о материалах*. 2013. Т.3. №1. С. 45-49.
18. *Starostenkov M., Yashin A., Sinica N.* Structural transformation in nanowires CuAu I with superstructure of L1₀ of tetragonal symmetry at uni-axial tension deformation // *Key Engineering Materials*. 2014. Т. 592-593. С. 51-54.
19. *Маркидонов А.В., Старостенков М.Д., Павловская Е.П., Яшин А.В., Полетаев Г.М.* Низкотемпературное растворение поры вблизи поверхности кристалла под воздействием ударных волн // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*. 2013. Т. 10. № 2. С. 254-260.
20. *Маркидонов А.В., Старостенков М.Д., Павловская Е.П., Яшин А.В., Медведев Н.Н., Захаров П.В., Ситников А.А.* Расщепление вакансионной поры в зернограничной области ударной послекаскадной волной // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*. 2013. Т. 10. № 3. С. 443-450.
21. *Маркидонов А.В., Старостенков М.Д., Павловская Е.П., Яшин А.В., Медведев Н.Н., Захаров П.В.* Структурная трансформация вакансионных пор в деформированном кристалле под воздействием ударных волн // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*. 2013. Т. 10. № 4. С. 563-571.
22. *Маркидонов А.В., Старостенков М.Д., Яшин А.В., Захаров П.В.* Изучение структурных трансформаций пор цилиндрической формы методом молекулярной динамики // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*. 2014. Т. 11. № 2. С. 163-172.
23. *Маркидонов А.В., Старостенков М.Д., Яшин А.В.* Структурные трансформации вакансионной поры при радиационном облучении материала // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*. 2013. Т. 10. № 1. С. 12-20.
24. *Starostenkov M.D., Yashin O.V., Yashin A.V., Romanenko V.V.* The investigation of the behavior yield strength for Ni₃Al nanowires, depending on the presence of planar defects // В сбор-

нике: Effect of external influences on the strength and plasticity of metals and alloys Book of the International seminar articles. Edition in Chief: Professor Sc. D., Starostenkov M.D. 2015. С. 83-85.

25. Мясниченко В.С., Старостенков М.Д., Котречко С.А., Яшин А.В. Компьютерное конструирование биметаллических медьсодержащих кластеров повышенной термической устойчивости // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2013. Т. 10. № 4. С. 459-463.

26. Полетаев Г.М., Новоселова Д.В., Санников А.В., Кулабухова Н.А., Яшин А.В. Исследование причин образования неравновесных тройных стыков границ зерен, содержащих избыточный свободный объем, в нанокристаллических металлических материалах // Вестник алтайской науки. 2015. № 1 (23). С. 180-184.

27. Дудник Е.А., Синуца Н.В., Яшин А.В., Старостенков М.Д. Исследование влияния дефекта упаковки на структурных превращениях в упорядочивающихся в сплавах и интерметаллидах // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2008. Т. 5. № 3. С. 79-83.

28. Яшин О.В. Исследование проявлений анизотропии свойств нановолокон в процессе деформации // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2016. Т. 21. № 3. С. 1456-1460.

УДК 536.21

**НЕСТАЦИОНАРНЫЕ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ
ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ
NONSTATIONARY METHODS FOR HEAT CONDUCTIVITY INVESTIGATION
IN FIBROUS MATERIALS**

**Максим Владимирович Ефимов, Леонид Иванович Жмакин,
Андрей Михайлович Костюков, Сергей Юрьевич Якименко
Maksim Vladimirovich Efimov, Leonid Ivanovich Zhmakin,
Andrey Mihailovich Kostukov, Sergey Yurievich Yakimenko**

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

Аннотация: Описаны две нестационарные методики измерения коэффициентов теплопроводности волокнистых материалов. Эти методики базируются на теории регулярного температурного режима и теории проволочного зонда. Представлены результаты тестовых экспериментов.

Abstract: The two nonstationary experimental methods have been described concerned the measurements of heat conductivity coefficients in fibrous materials. The methods are based on the regular temperature regime theory and wire probe theory. Test experiments have been presented.

Ключевые слова: волокнистые материалы, регулярный температурный режим, теплопроводность, проволочный зонд.

Keywords: fibrous materials, regular temperature regime, heat conductivity, wire probe.

Волокнистые материалы как природного, так и искусственного происхождения широко используются в качестве эффективной тепловой изоляции, поэтому необходимо развивать исследования их теплопроводности, уровень которых пока отстает от современных потреб-

ностей. Требуется разработка новых автоматизированных экспресс-методик проведения экспериментов, позволяющих получить опытные данные с приемлемой точностью. Все эти методики базируются на нестационарных измерениях параметров теплопереноса.

1. Методика регулярного режима с двухсоставным калориметром

Она основана на приближенном описании теплопереноса [1], когда при достаточно больших временах после начала процесса (практически при числах Фурье $Fo > 0,3$) избыточную температуру тела можно представить в виде

$$v = A \exp(-m\tau). \quad (1)$$

Параметр « m », зависящий от размеров тела, его тепловых свойств и коэффициента теплоотдачи, называют темпом охлаждения (или нагревания). Он одинаков во всех точках тела и не зависит от времени. Темп определяют экспериментально, дифференцируя зависимость от времени избыточной (отсчитанной от температуры окружающей среды) температуры тела v в координатах $\ln v = f(\tau)$. По величине темпа охлаждения рассчитываются теплофизические характеристики.

Разность температур в двух любых точках тела также изменяется во времени линейно, а отношение избыточных температур в этих точках будет постоянным, т.е. $v_1/v_2 = b$. В частном случае для цилиндрических тел, когда одна из точек лежит на оси цилиндра, а вторая на его периферии, константа b равна

$$b = J_0(\varepsilon_1 r_1/R), \quad (2)$$

где $J_0(\varepsilon_1 r_1/R)$ - функции Бесселя первого рода нулевого порядка, ε_1 - корень характеристического уравнения, r_1 и R - радиус размещения периферийной термопары и фактический радиус цилиндра. В нашем случае $r_1 = R$ и $b = J_0(\varepsilon_1)$.

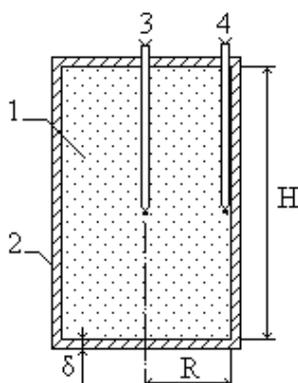


Рис. 1. Калориметр

На рис. 1 приведена схема двухсоставного калориметра цилиндрической формы, в котором исследуемый материал 1 был помещен в жесткую стальную оболочку 2; она имела следующие размеры: диаметр 49 мм, высота 92 мм, толщина стенки 1 мм. После заполнения оболочки образцами волокнистого материала в форме дисков она герметично закрывалась крышкой. Для регистрации температуры служили хромель - копелевые термопары 3 и 4, смонтированные в гильзах; первая установлена строго на оси калориметра на расстоянии 45 мм от его крышки, вторая располагалась в том же сечении, но на внутренней поверхности.

После выдержки в воздушном термостате при температурах 60...85°C калориметр с исследуемым материалом охлаждался на воздухе при комнатной температуре. По изменяющимся во времени показаниям термопар рассчитывался темп охлаждения калориметра m , и определялась константа b (2). По величине этой константы, используя таблицы функции Бесселя [2], находился корень характеристического уравнения ε_1 , а затем по формуле

$$a = m(R/\varepsilon_1)^2 \quad (3)$$

вычислялся коэффициент температуропроводности.

Для определения коэффициента теплопроводности использовалась известная зависимость, связывающая теплофизические свойства вещества

$$\lambda = a\rho c \quad (4)$$

Волокнистый материал рассматривался как пористое тело, представляющее собой смесь волокон и воздуха, заполняющего межволоконные поры. Состав такой смеси можно охарактеризовать с помощью пористости или массовой доли ω , определяемой как отношение массы воздуха к массе образца волокнистого материала.

Плотность образца находилась по данным о его массе M_{BM} и объеме внутренней полости калориметра V_K : $\rho = M_{BM}/V_K$, а удельная теплоемкость рассчитывалась, исходя из принципа аддитивности, по формуле $c = c_1\omega + c_2(1 - \omega)$, где c_1 и c_2 – теплоемкости воздуха и волокна.

2. Методика зондовых измерений.

С помощью зондовой методики можно относительно просто проанализировать влияние на теплопроводность структуры волокнистого материала, его пористости и влажности. Суть методики состоит в определении динамики нагрева тонкого цилиндрического зонда, окруженного неограниченной средой. Зонд представляет собой проволоку, разогреваемую электрическим током, к которой приварен термопарный датчик. Предполагается, что в начальный момент времени температуры зонда и материала одинаковы и известны, а его контакт с материалом идеален.

Теория зонда базируется на известном аналитическом решении дифференциального уравнения теплопроводности в неограниченном массиве. Оно приведено в [3] и описывает зависимость избыточной температуры на контактной поверхности «проволочный нагреватель - волокнистый материал» от радиуса зонда, теплового потока в нем, теплофизических характеристик среды и времени:

$$v(\tau) = t_2(\tau) - t_0 = t_1(\tau) - t_0 = -\frac{q}{4\pi a_1} \left[-Ei\left(-\frac{r_0^2}{4a_1\tau}\right) \right]. \quad (5)$$

В формуле (5) использованы следующие обозначения: $a_1 = \lambda_1/(\rho_1 c_1)$ – температуропроводность волокнистого материала, t_1 и t_2 – температуры материала и зонда, одинаковые на контактной поверхности, r_0 – радиус зонда, $\tau > 0$ – время.

$q = q_l/(\rho_1 c_1)$ – параметр, в котором $q_l = W/l$ – линейная плотность теплового потока в нагревателе (W – его мощность, а l – длина);

$-Ei\left(-\frac{r_0^2}{4a_1\tau}\right) = \int_{r_0^2/4a_1\tau}^{\infty} \frac{e^{-u}}{u} du$ – интегральная показательная функция.

Для функции $-Ei(-x)$ известно разложение в ряд по ее аргументу [2]. При малых значениях аргумента этот ряд быстро сходится и в нем можно ограничиться учетом только первых двух членов:

$-Ei(-x) \approx \gamma + \ln x = \ln(Cx)$, где $\gamma \approx 0,5722$ – постоянная Эйлера, а константа $C = e^\gamma \approx 1,772$.

Введем безразмерное время (число Фурье) $Fo = a_1\tau/r_0^2$, тогда выражение (5) с учетом рассмотренных выше обозначений и упрощений будет иметь вид

$$v(\tau) = \frac{q_l}{4\pi\lambda_1} \ln\left(\frac{4a_1\tau}{Cr_0^2}\right) = \frac{q_l}{4\pi\lambda_1} \ln\left(\frac{4}{C} Fo\right) = \frac{q_l}{4\pi\lambda_1} (0,814 + \ln Fo). \quad (6)$$

Если экспериментально измерить избыточную температуру на поверхности нагревателя в различные моменты времени τ_1 и τ_2 ($\tau_2 > \tau_1$), то на основании (6) можно записать следующую систему

$$\begin{cases} v_1 = \frac{q_l}{4\pi\lambda_1} (0,814 + \ln Fo_1) \\ v_2 = \frac{q_l}{4\pi\lambda_1} (0,814 + \ln Fo_2) \end{cases},$$

из которой можно найти коэффициент теплопроводности исследуемого материала

$$\lambda_1 = \frac{q_l}{4\pi\Delta T} \ln\left(\frac{Fo_2}{Fo_1}\right) = 0,0796 \frac{q_l}{\Delta T} \ln\left(\frac{\tau_2}{\tau_1}\right), \quad (7)$$

где $\Delta T = v_2 - v_1$.

Оценочные расчеты для разных материалов показали, что уже при $Fo > 30$ (что соответствует времени $\tau = 15$ с после начала опыта) отклонения точных и приближенных значений функции $Ei(-x)$ становятся меньше 0,07%, и формулы (6) и (7) могут использоваться.

Как было отмечено выше, основное содержание зондовых экспериментов заключается в пропускании постоянного электрического тока известной мощности в течение нескольких минут через тонкую проволоку (нагреватель), расположенную в толще материала, и измерении температуры поверхности этой проволоки. Для определения мощности нагревателя можно рекомендовать известный метод амперметра-вольтметра, а для измерения температуры – термопарные датчики, подключенные к вторичным приборам. На рис. 2 показана принципиальная схема рабочего участка для зондовых измерений теплопроводности волокнистых материалов. Его основными элементами являются: нагреватель 1, выполненный из нихромовой проволоки диаметром 0,5 мм; хромель-копелевая термопара 2, измеряющая температуру поверхности нагревателя; стабилизированный источник питания 3 с устройством регулирования мощности; приборы для контроля тока и напряжения; воздушный термостат 4; держатель образцов 5. Образцы волокнистого материала формировались из двух слоев. Сначала в держателе устанавливали нижний слой материала, на него укладывали нагреватель с приваренными к нему термопарой и потенциометрическими электродами; после этого размещали верхний слой нетканого полотна. Затем эта конструкция неподвижно фиксировалась, что исключало смещение образцов во время эксперимента, и устанавливалась в термостате. Он позволял проводить измерения в диапазоне температур от комнатных до 110°C. Обработке результатов температурных измерений предшествует построение графиков вида $t = f[\ln(\tau)]$ и выделение на них линейных участков. Значения теплопроводности рассчитываются по формуле (7).

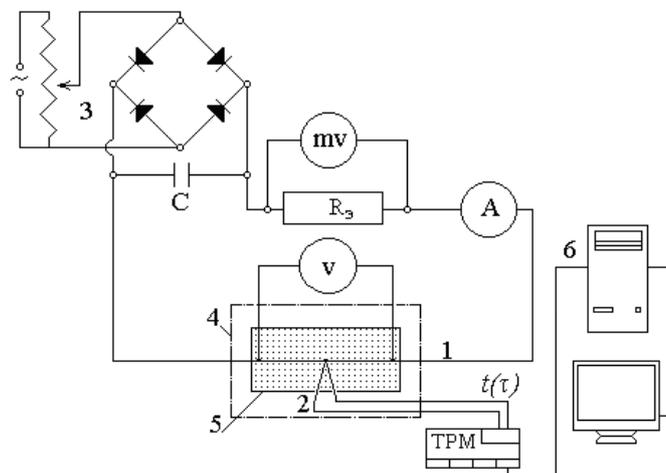


Рис. 2. Рабочий участок для зондовых измерений

3. Результаты измерений.

Описанные выше методики были протестированы на образцах нетканого материала пористостью 93%, изготовленного из полиэфирных волокон с линейной плотностью 0,82 текс. Методика двухсоставного калориметра была реализована как при нагреве образца в термостате, так и при его охлаждении на воздухе; типичная зависимость $\ln v = f(\tau)$ показана на рис. 3а. Значения температуропроводности образцов составили $(6, 55 \dots 6,79) \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$. Пересчетом этих данных с привлечением справочной информации по плотности и удельной теплоемкости [4, 5, 6] была определена и теплопроводность: $\lambda = 0,051 \dots 0,053 \text{ Вт/м К}$.

При использовании зондовой методики образцы выдерживались при комнатной температуре; затем включался нагрев проволочного зонда и регистрировался рост его температуры во времени. На рис. 3б приведены результаты измерений избыточных температур зонда на одном из режимов, когда линейная плотность теплового потока составляла $q_l = 7,07 \text{ Вт/м}$. Видно, что зависимости избыточных температур зонда от логарифма времени достаточно близки к линейным, что говорит об обоснованности упрощающих предположений. Измерения были проведены для сухого (1) и увлажненного образцов (2) с влагосодержанием 0,86.

Для сухих образцов среднее значение теплопроводности составило 0,067 Вт/м К, а для влажных 0,129 Вт/м К; максимальные отклонения от средних не превышали 10%. Погрешность результатов измерений оценивается в 15%.

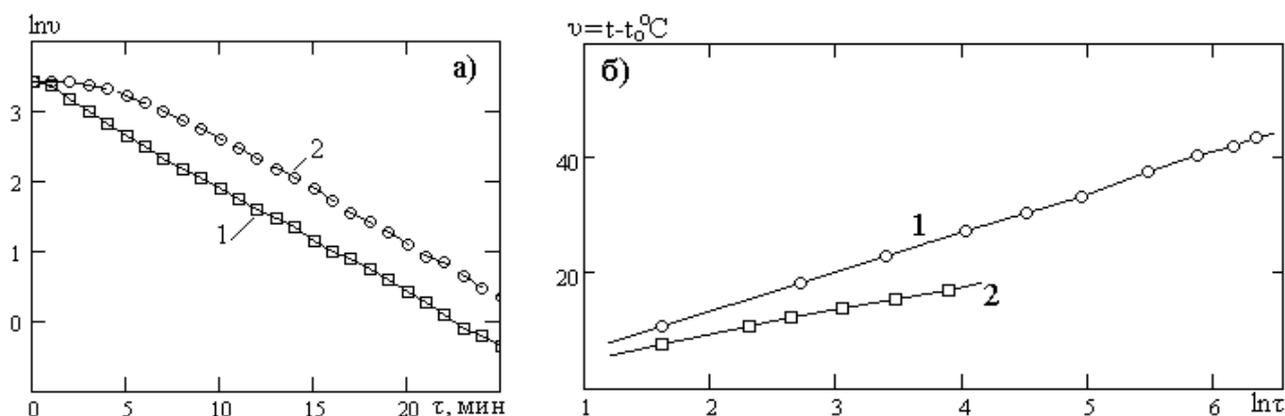


Рис. 3. Температурная динамика в измерительных устройствах:

а) температуры на стенке (1) и на оси (2) калориметра; б) температуры зонда для сухого (1) и влажного (2) образцов

Причины расхождений данных, полученных на одних и тех же сухих образцах при использовании различных методик, нуждаются в дальнейшем анализе и, по-видимому, связаны с методическими вопросами измерений. В частности, в методике регулярного режима теплопроводность непосредственно не измеряется, а находится с привлечением справочной информации, которая не всегда корректна.

Список литературы

1. Кондратьев Г.М. Тепловые измерения. - М.-Л.: Машиностроение, 1967, 244 с.
2. Справочник по специальным функциям / Под ред. Абрамовица М. и Стиган И. - М.: Наука, 1979, 512 с.
3. Карслоу Г., Егер Д. Теплопроводность твердых тел. - М.: Наука, 1964, 488 с.
4. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. - М.: Наука, 1972, 720 с.
5. Таблицы физических величин. Справочник / Под ред. Кикоина И.К. - М.: Атомиздат, 1976, 270 с.
6. Теплотехнический справочник, т. 2 / Под ред. Юренева В.К. и Лебедева П.Д. - М.: Энергия, 1976, 430 с.

УДК 677.027.625

**ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ УЛЬТРАГИДРОФОБНЫХ
ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ***
INNOVATIVE WAY OF RECEIVING ULTRAHYDROPHOBIC FIBROUS MATERIALS

Людмила Васильевна Редина, Леонид Семенович Гальбрайх
Lyudmila Vasilyevna Redina, Leonid Semenovich Galbraikh

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии.Дизайн.Искусство), Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: lvredina@mail.ru, lsgalbraikh@mail.ru)*

Аннотация: Рассмотрено получение ультрагидрофобных волокнистых материалов с использованием современного высокопроизводительного метода электроформования, приведены результаты исследования свойств формовочных растворов полифторалкилакрилатов и полученных на их основе субмикроволокнистых материалов.

Abstract: The way of receiving ultrahydrophobic fibrous materials with use of a modern high-performance way of electrospinning is considered, results of a research of properties of the solutions forming of polyfluoralkylacrylate and the submicrofibrous materials received on their basis are given.

Ключевые слова: полифторалкилакрилаты, электроформование, ультрагидрофобные материалы.

Keywords: polyfluoralkylacrylate, electrospinning, ultrahydrophobic materials.

В последнее время внимание исследователей сосредоточено на разработке и получении гидрофобных материалов нового поколения, функциональные свойства которых основаны на эффекте супер-, ультрагидрофобности, т.е. эффекте практически полной несмачиваемости поверхности твердого тела жидкостью, возникающей из-за особенностей поверхности на микро- и наноуровне, приводящих к снижению площади контакта жидкости с поверхностью данного тела. Для решения этой проблемы успешно используются фторсодержащие полимеры.

Одним из методов получения нановолокнистых материалов различного назначения, в том числе с повышенной гидрофобностью является метод электроформования (ЭФВ), привлекающий в последние годы всё большее внимание благодаря простой и гибкой технологической схеме и возможности эффективного применения получаемых материалов в разных отраслях техники и технологии [1]. Поскольку одним из преимуществ таких материалов является резкое увеличение удельной поверхности и, благодаря этому, обеспечение более высокой концентрации на поверхности материала функционально активных групп полимера, применение метода ЭФВ особенно перспективно для получения материалов на основе таких дорогостоящих продуктов как фторполимеры. В публикациях зарубежных авторов [2,3] сополимеры на основе фторалкилакрилатов были использованы для получения супергидрофобных материалов методом ЭФВ. В России такие работы не проводились.

В данной работе исследована возможность получения методом ЭФВ нановолокнистых материалов из сополимеров 1,1,5-тригидроперфторамилакрилата (Ап-2) и стирола (СТ) и

* Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках базовой части Госзадания на 2017-2019 гг, проект № 7554.

изучены свойства полученных материалов. Такие сополимеры благодаря более простой технологической схеме получения [4] в 2-3 раза дешевле перфторированных аналогов.

Для приготовления формовочных растворов использовали серию образцов сополимеров с содержанием стирола от 10 до 80 % (табл. 1). В качестве растворителя использовали диметилформамид (ДМФА). Согласно результатам расчета совместимости системы "полимер-растворитель" (по Аскадскому и Смоллу-Ван Кревелену [5]), подтвержденным экспериментально, растворимость сополимеров зависит от их состава. Так, образцы 1 и 2, содержащие 10 и 25 масс.% стирола, не растворяются в ДМФА.

Таблица 1. Характеристика сополимеров Ап-2:СТ и свойств формовочных растворов

№ образцов	Содержание F, масс. %	Состав сополимера, масс. %		Свойства формовочных растворов	
		Ап-2	СТ	начальная вязкость, Па·с.	поверхностное натяжение, мН/м
1	47,8	90	10	-	-
2	39,8	75	25	-	-
3	16,9	32	68	0,17	38,2
4	10,6	20	80	0,75	37,8
5*	10,6	20	80	3,7	42,1

*) Выделен из водной дисперсии сополимера, полученной в опытно-промышленных условиях

Известно, что существенное влияние на процесс электроформования оказывают концентрация формовочных растворов и зависящая от нее величина вязкости. Важным фактором в процессе ЭФВ является также поверхностное натяжение раствора, повышенная величина которого препятствует расщеплению струи и снижает ее устойчивость, а также увеличивает энергозатраты на осуществление процесса [1].

Динамическую вязкость растворов сополимеров в ДМФА определяли на ротационном вискозиметре «Rheotest – 2.1» (фирма MLW, Германия). Определение поверхностного натяжения проводили методом отрыва платинового кольца от поверхности жидкости.

Согласно данным исследования зависимости поверхностного натяжения и реологических свойств растворов от их концентрации показатели этих свойств 12%-ных растворов отвечают требованиям процесса ЭФВ, поэтому формовочные растворы именно этой концентрации были использованы при электроформовании.

Электроформование субмикроволокнистых материалов из растворов сополимеров Ап-2:СТ в ДМФА проводили на установке «Nanospider» NS LAB 200S* при напряжении 35 кВ. Было установлено, что растворы образцов 3 и 4 обладают волокнообразующей способностью, и принятые условия обеспечивают формирование волокнистого материала.

В отличие от этих растворов стабильное электроформование растворов значительно более высокомолекулярного образца 5 наблюдается при концентрации 7 - 8,5 %. Эта концентрация, как было показано, соответствует области кроссовера, в которой происходит формирование непрерывной сетки зацеплений, необходимой для стабильного струеобразования при электроформовании волокон. При концентрациях формовочных растворов, превышающих 8,5%, ЭФВ не происходит, а при более низких концентрациях (< 7%) происходит процесс электрораспыления жидкости.

Исследование структуры сформованных покрытий методом атомно-силовой микроскопии, проведенное с использованием атомно-силового микроскопа NTEGRA Prima*), показало, что в принятых условиях происходит образование нановолокон диаметром от 200 до 500

* Оборудование Центра коллективного пользования РГУ им. А.Н.Косыгина

нм (рис. 1). При этом улучшение качества сформированного нановолокнистого материала достигается при использовании более высокомолекулярного полимера.

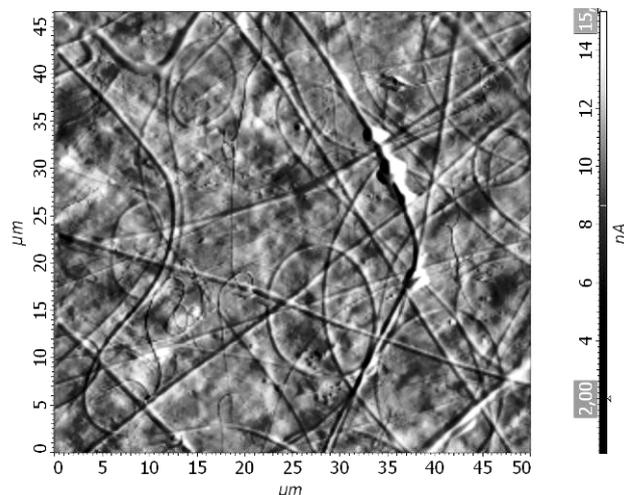


Рис. 1. Микротографии (АСМ) сформированных методом электроформования покрытий из растворов образца 5 разной 7 % концентрации

Были изучены гидрофобные свойства (краевой угол смачивания и водо-, кислотоотталкивающие свойства) нановолокнистых материалов, полученных методом ЭФВ из растворов сополимеров 1,1,5 – тригидроперфтораамилакрилата и стирола в ДМФА.

Краевой угол смачивания водой определяли методом «сидячей» капли. Водоотталкивающие свойства определяли по смачиванию материалов смесями «вода – изопропанол» различного состава [6]. Кислотоотталкивающие свойства определяли по времени проникновения каплей серной кислоты. В качестве контрольных образцов были использованы пленки, полученные на стеклянной подложке из растворов сополимеров и волокнистом материале (лавсано-вискозной ткани 67:33) из водной дисперсии образца 5 (латекса ЛФМ-2). Обработку ткани проводили 1,5-ным % латексом с последующим отжимом, после чего образцы высушивали и термофиксировали при 150⁰С.

Таблица 2. Краевые углы смачивания материалов

Исследуемый материал		Краевой угол смачивания, град.	
		до термофиксации	после термофиксации
Нановолокнистый материал	Образец 3	112±3	98±3
	Образец 4	107±3	95±3
	Образец 5	120±3	110±3
Пленка	Образец 3	73±2	80±4
	Образец 4	72±2	76±4
	Образец 5	75±3	80±3
Ткань, обработанная латексом ЛФМ-2		0	106±7

Как видно из данных табл. 2, гидрофобность полученных нановолокнистых материалов в 1,5 раза выше гидрофобности пленки из того же полимера, полученной на стеклянной подложке, что объясняется большей шероховатостью поверхности, состоящей из нановолокон (рис. 2). Достигнутый уровень гидрофобности соответствует характеристикам ультрагидрофобных материалов [7]. Ткань, обработанная латексом, не подвергнутая термофиксации, хорошо смачивается и приобретает высокий уровень гидрофобности только после проведения этого процесса.



Рис. 2. Капли воды на поверхности нановолокнистого материала

Следует отметить, что термофиксация, обычно приводящая к повышению уровня гидрофобных свойств, не способствует повышению краевого угла смачивания нановолокнистых материалов, наоборот, угол снижается на 10-15 градусов. Возможной причиной этого явления может быть установленное разрушение наноразмерных структур волокнистого материала при температуре 105-110°C. В отличие от нановолокон сополимер 1,1,5-тригидроперфтораамилакрилата и стирола в виде пленки и в слое, нанесенном на ткань, начинает размягчаться только при температуре 180°C. Полученные нановолокнистые материалы характеризуются также более высоким уровнем водоотталкивающих и кислотоотталкивающих свойств по сравнению с тканью, обработанной латексом, причем уровень этих свойств для нановолокнистых материалов достигается без дополнительной термофиксации. Таким образом, установлена возможность получения методом электроформования нановолокнистых материалов из растворов сополимера 1,1,5 – тригидроперфтораамилакрилата и стирола в ДМФА. При изучении антиадгезионных свойств полученных материалов показано, что они проявляют ультрагидрофобные и кислотоотталкивающие свойства.

Список литературы

1. Филатов Ю.Н. Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ-процесс). М.: Нефть и Газ, 1997. 297 с.
2. Ugur Cengiz, Merih Z. Avcı, H. Yildirim Erbil, A. Sezai Sarac. Superhydrophobic terpolymer nanofibers containing perfluoroethyl alkyl methacrylate by electrospinning // Applied Surface Science. 2012. V. 258, Is.15. P. 5815–5821.
3. Handman Sarah J., Muhamad - Sarih Norazilawati, Riggs Helen J., Thompson Richard L., Rigbi Jonathan, Bergius William N.A., Hutchings Lian R. Electrospinning superhydrophobic fibers using surface segregating end - functionalized polymer additives // Macromolecules. 2011. 44, №16. P. 6461–6470. РЖ 13.03–19Ф.211.
4. Титкова Л.В. Синтез новых фторсодержащих сополимеров и использование их для придания целлюлозным материалам масло- и кислотоотталкивающих свойств: Дис ... канд.техн.наук.: 05.17.15. М.: 1983. 195 с.
5. Щербина Л.А., Геллер Б.Э., Геллер А.А. Оценка некоторых физико-химических свойств пленко- и волокнообразующих полимеров: Сборник задач и упражнений по курсам «Физика и химия полимеров» и «Физико-химические основы формирования химических волокон». Могилев: УО МГУП, 2008. 136 с.
6. Химические волокна: основы получения, методы исследования и модифицирования / под ред. Т.В. Дружининой. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006. 472 с.
7. Бойнович Л.Б. Супергидрофобные покрытия – новый класс полифункциональных материалов // Вестник Российской академии наук: научный и общественно-политический журнал. – М.: Изд-во «Наука». 2013. Т. 83. № 1. С. 10–19.

УДК 675.925

**РАДИОПОГЛОЩАЮЩИЕ ИСКУССТВЕННЫЕ КОЖИ СПЕЦИАЛЬНОГО
НАЗНАЧЕНИЯ**
THE RADIO ABSORBING ARTIFICIAL SKIN OF A SPECIAL PURPOSE

Елена Анатольевна Девина, Елена Сергеевна Бокова
Elena Anatolyevna Devina, Elena Sergeevna Bokova

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва*
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: leno4kavl@mail.ru; esbokova@ya.ru)

Аннотация: Приведены результаты исследований частотных зависимостей коэффициента отражения электромагнитного излучения в СВЧ-диапазоне от состава и структуры полимерного покрытия радиопоглощающих искусственных кож. Установлено, что высокой эффективностью поглощения электромагнитного излучения в широкой полосе частот обладают радиопоглощающие искусственные кожи с полимерным покрытием пористой структуры.

Abstract: Results of researches of the frequency dependences of reflection coefficient of an electromagnetic radiation in SHF-range from composition and structure of a polymeric covering of the radio absorbing artificial skin are shown. It is established that high efficiency of absorption of electromagnetic radiation in a wide strip of frequencies the radio absorbing artificial skin with a polymeric covering of porous structure have.

Ключевые слова: искусственная кожа, радиопоглощающий материал, нетканое полотно, коэффициент отражения, углеродное волокно, электромагнитное излучение.

Keywords: artificial skin, radio absorbing material, nonwoven fabric, reflection coefficient, carbon fiber, electromagnetic radiation.

Одним из актуальных направлений технологии переработки полимеров и композитов, является разработка и создание радиопоглощающих материалов (РПМ). Наиболее востребованными являются материалы эффективные для защиты от электромагнитного излучения (ЭМИ) в рабочем СВЧ-диапазоне от 5 до 35 ГГц, который характерен для радиолокационных станций, большинства приборов бытового и специального назначения, а также радиотехнического и промышленного оборудования.

Все РПМ условно можно разделить на жесткие и гибкие (эластичные). Первые представляют интерес в качестве экранирующих конструкций для защиты обслуживающего персонала, находящегося в местах воздействия локальных источников СВЧ, гибкие – для создания чехлов оборудования и техники, а также изготовление защитной одежды бытового и специального назначения.

Основным научным подходом к разработке таких материалов, является введение в диэлектрическую полимерную матрицу проводящих наполнителей различной природы и конфигурации, таких как вспученный графит, порошки металлов после атриторной обработки, металлизированная слюда, углеродные волокна и др.

Помимо содержания электропроводящего наполнителя, не менее важными для эффективного поглощения являются геометрические параметры материала или изделия, такие как толщина и рельеф поверхности. Согласно теоретическим данным для однородных и изотропных РПМ толщина, которая обеспечивает частичное отражения электромагнитной волны (ЭМВ), должна быть равна $0,1 \cdot \lambda$ (длины волны), при этом РПМ должен располагаться на

металлической подложке. Для повышения поглощающей способности и уменьшения отражения от внешней поверхности РПМ ее делают не гладкой, а рельефной, например, в виде пирамидальных выступов. Так обеспечивается согласование волновых сопротивлений свободного пространства и РПМ [1, 2].

Исходя из теоретических предпосылок, наиболее приемлемым прототипом гибких РПМ могут являться искусственные кожи (ИК), современный ассортимент которых, включает как кожи одежного, так и технического назначения. Кроме того, являясь многослойными композиционными материалами, где обязательно наличие основы и полимерного связующего, они предполагают возможность различных вариантов модификации электропроводящими наполнителями, и могут обеспечить необходимые для эффективного поглощения геометрические параметры, такие как толщина и рельеф.

Цель работы – разработка радиопоглощающих искусственных кож специального назначения.

В качестве основ ИК в работе применяли нетканые материалы с поверхностной плотностью 350 г/м² на основе полиэфира ТУ 6-13-0204077-95-91 (Беларусь).

В качестве основного пленкообразующего использовали поливинилхлорид (ПВХ) эмульсионный марки ПВХ-Е-6650-М ГОСТ 14039-78 (Россия).

Для придания радиофизических свойств, как для нетканых полотен, так и для полимерного покрытия использовали один из наиболее широко применяемых и эффективных электропроводящих наполнителей – диспергированное углеродное волокно (УВ) марки УГЦВ-1 длиной 5 мм ТУ 1916-001-96937987-2009 (Россия).

Нетканые основы являются высокодисперсными системами и представляют собой идеальную матрицу для создания высокоэффективных радиопоглощающих материалов. Однако на практике имеет место серьезная технологическая проблема, связанная с осуществлением процесса смешения полиэфирных и углеродных волокон, сопряженная с возникновением недопустимо высокой электролизуемости смеси.

Исходя из этого, в основу модификации нетканого полотна был положен, ранее запатентованный метод фильтрации [3]. Содержание УВ в нетканых полотнах составляло 3 г/м².

Полуфабрикат, полученный методом фильтрации, представлял собой два нетканых полотна из диэлектрических полиэфирных волокон с промежуточным слоем свободно распределенного углеродного волокна, дополнительно скрепленных между собой методом иглопрокалывания (рис. 1).

Такая технология обеспечивает частичное протаскивание углеродных волокон зазубринами игл в объем полиэфирных полотен, что способствует их закреплению в полуфабрикате и исключает возможность высыпания и вымывания.

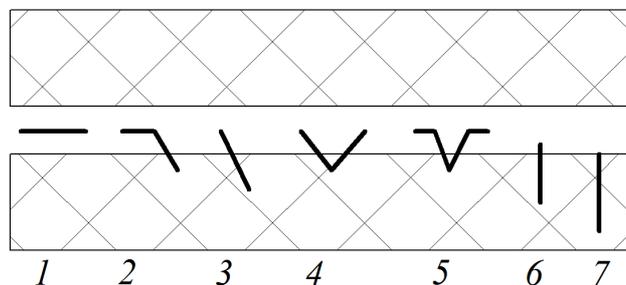


Рис. 1. Структурная схема фиксации УВ в объеме нетканого полотна. 1, 2 ...7 – варианты расположения наполнителя

Для формирования покрытия ИК монолитной и пористой структуры использовали композиции на основе ПВХ-Е. Пластизоль наносили на нетканый полуфабрикат при помощи ракля. Процесс структурообразования проводили методом желирования, для пористых пле-

нок методом желирования-вспенивания. Температура желирования составляла 175 °С, температура вспенивания – 220 °С. Содержание УВ в полимерной композиции варьировали от 0,25 до 1,00 мас.ч. на 100 мас.ч. ПВХ с шагом 0,25 мас.ч. Дополнительно полимерную композицию термостабилизировали стеаратом кадмия и силикатом свинца в количестве 0,8 и 1,5 мас.ч. на 100 мас.ч. полимера соответственно.

На рис. 2 представлены микрофотографии полимерного покрытия на основе ПВХ, наполненного углеродным волокном.

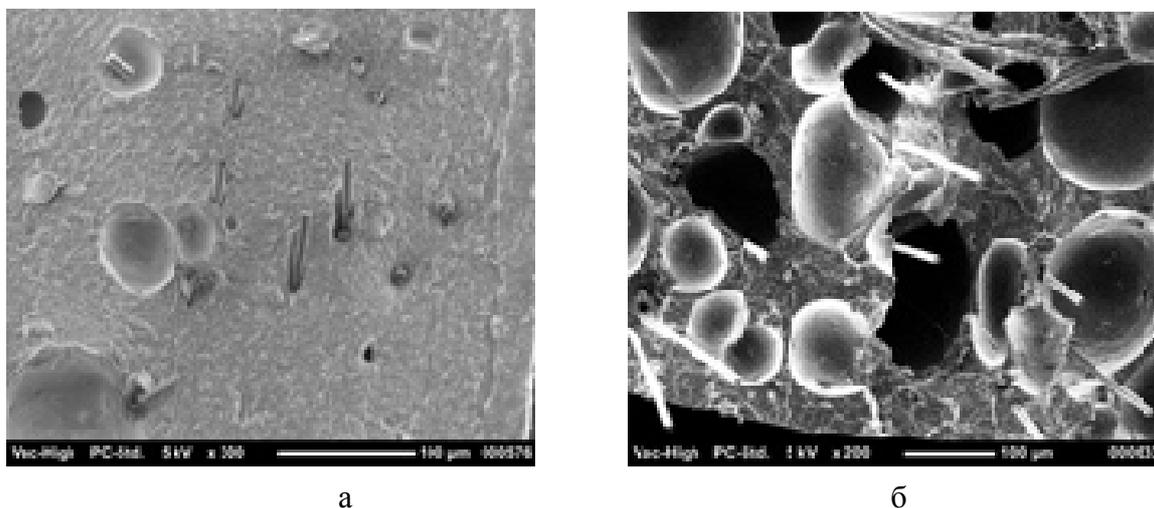


Рис. 2. Микрофотографии поперечного среза модифицированных полимерных пленок монолитной (а) и пористой (б) структуры

В монолитных наполненных пленках (рис. 2 а) имеют место мелкие дефекты в виде полых полостей на границе раздела «полимер-наполнитель», при этом УВ достаточно равномерно распределено в объеме полимерного покрытия и преимущественно ориентировано вдоль направления движения ракля. Структура пористых пленок (рис. 2 б) имеет гомогенный характер распределения пор по всему объему. Так как углеродное волокно намного больше размера пор, оно располагается не только в межпоровом пространстве, но и пронизывает поры, а также содержится в полимерной матрице.

Основным теоретическим подходом при макетировании многослойных радиопоглощающих материалов является послойное увеличение концентрации электропроводящего наполнителя по направлению распространения ЭМИ вглубь материала и согласование волновых сопротивлений свободного пространства и внешнего слоя изделия для минимизации отражения падающей ЭМВ от границы раздела сред [4]. Исходя из этого, при проведении исследований разработанных радиопоглощающих ИК в качестве внешней поверхности выступало модифицированное нетканое полотно.

Одной из основных отражательных характеристик материала является зависимость коэффициента отражения от длины падающей волны ЭМИ, или частотная зависимость коэффициента отражения [5].

Для определения коэффициента отражения применяли рупорный метод с использованием измерителей коэффициента стоячей волны по напряжению панорамных типа Р2. Образцы располагали на металлической подложке, ориентированной нормально к падающей электромагнитной волне.

Результаты измерений коэффициента отражения (R) получали в относительных единицах – децибелах (дБ). Исследования проводили в диапазоне частот от 2,6 до 37,5 ГГц. Полученные результаты представлены на рис. 3 и 4.

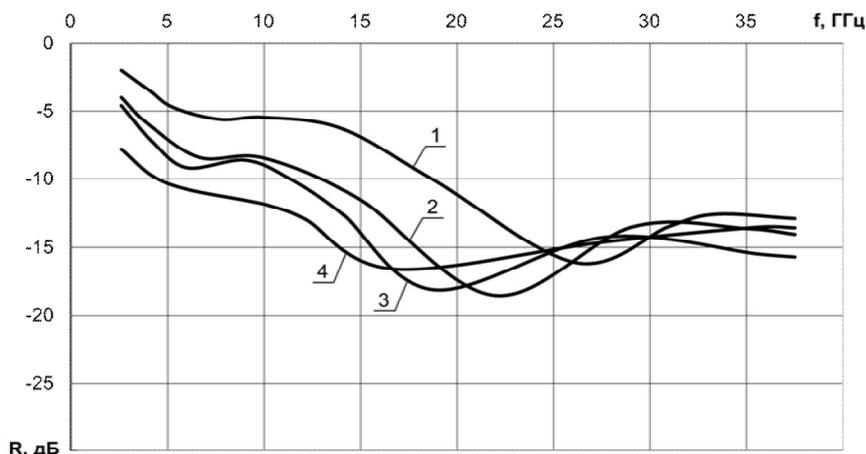


Рис. 3. Частотные зависимости коэффициента отражения образцов радиопоглощающей ИК с монолитным полимерным покрытием. Содержание УВ в покрытии, мас.ч.: 1 – 0,25; 2 – 0,5; 3 – 0,75; 4 – 1,0

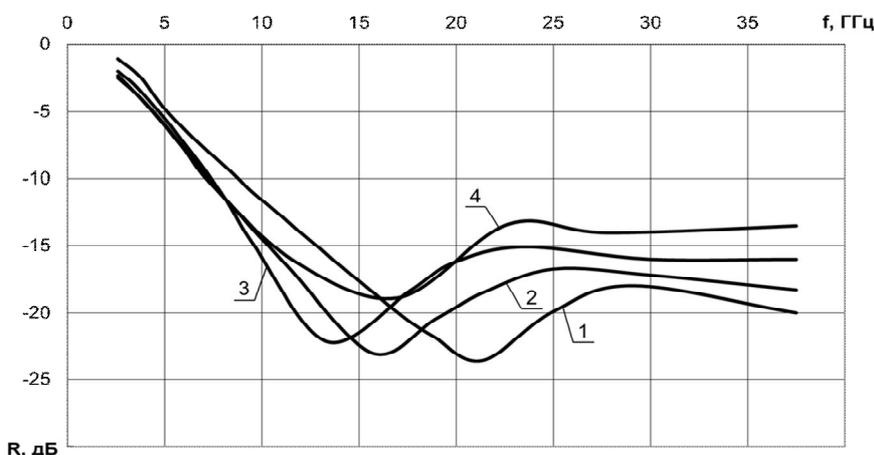


Рис. 4. Частотные зависимости коэффициента отражения образцов радиопоглощающей ИК с пористым полимерным покрытием. Содержание УВ в покрытии, мас.ч.: 1 – 0,25; 2 – 0,5; 3 – 0,75; 4 – 1,0

Анализ полученных кривых показывает наличие одного такта колебания показателя поглощения представленных характеристик, что указывает на формирование зависимости по интерференционному типу взаимодействия волн, отраженных от передней и задней границ материала. При этом интерференционные минимумы и максимумы, в зависимости от содержания УВ и толщины материала, смещаются в частотном диапазоне.

Сопоставление вышеприведенных зависимостей указывает также на различие частотных характеристик, при одинаковых концентрациях УВ в образцах радиопоглощающих ИК с полимерным покрытием монолитной и пористой структуры.

При получении полимерного покрытия пористой структуры, по-видимому, на процесс структурообразования в значительной степени влияет нетканая основа, которая создает определенные стерические препятствия для диффузии газа, образующегося в процессе разложения порообразователя. Вследствие этого происходит частичное перераспределение наполнителя в верхний слой полимерного покрытия, что в совокупности с наличием в пористых пленках дополнительных «пустот» между волокнами, волокнами и полимерной матрицей, а также пор самой полимерной матрицы, обеспечивает более согласованную границу перехода «свободное пространство – материал» и ведет к увеличению эффективности поглощения ЭМИ (рис. 4).

Исходя из частотных зависимостей установлено, что наиболее эффективной радиопоглощающей способностью (при значениях коэффициента отражения менее минус 15 дБ) в широком диапазоне частот от 9,0 до 37,5 ГГц и от 10,0 до 37,5 ГГц обладают радиопоглощающие искусственные кожи с полимерным покрытием пористой структуры, содержащим 0,75 и 0,5 мас.ч. наполнителя на 100 мас.ч. ПВХ соответственно.

Список литературы

1. Михайлин Ю.А. Специальные полимерные материалы / Ю.А. Михайлин. – СПб.: Научные основы и технологии, 2008. 660 с.
2. Ковнеристый Ю.К. Материалы, поглощающие СВЧ-излучения / Ю.К. Ковнеристый, И.Ю. Лазарев, А.А. Раваева. – М.: Наука, 1982. 162 с.
3. Бабушкин С.В., Дедов А.В. и др. Способ получения радиопоглощающего материала // Пат. РФ на изобретение № 2197041. Опубл. 20.01.2003.
4. Алексеев А.Г. Физические основы технологии stealth / А.Г. Алексеев, Е.А. Штагер, С.В. Козырев. – СПб.: Издательство ВВМ, 2007. 284 с.
5. Любченков А.В. Методики измерения отражательных характеристик радиопоглощающих материалов в радиолокационном диапазоне длин волн в интересах защиты информации на объектах информатизации. // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2009. Т.5, №9. С. 148-150.

УДК 677.011

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ЭЛЕМЕНТАРИЗОВАННОГО ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА В ПРОЦЕССАХ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ* PECULIARITIES OF BEHAVIOUR OF ELEMENTARIZED FLAX FIBERS IN THE COURSE OF CHEMICAL PROCESSING

Андрей Павлович Морыганов*, Валерия Германовна Стокозенко*,
Игорь Юрьевич Ларин**
Andrey Pavlovich Moryganov*, Valeriy Germanovna Stokozenko*,
Igor Yurievich Larin **

* *Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук (ИХР РАН),
Россия, Иваново*

* *G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of Russian Academy of Science” (ISC RAS), Ivanovo*

***Ивановский государственный политехнический университет, Россия, Иваново*

***Ivanovo State Politechnical University, Russia, Ivanovo*

(e-mail: apm@isc-ras.ru)

Аннотация: С целью обоснования новой технологии модифицирования льняного волокна за счет воздействия циклических деформирующих нагрузок (элементаризация) проведено исследование влияния химических обработок (моделирующих процессы модификации и облагораживания льноматериалов) на структуру, свойства и состав различных фракций элементаризованных волокон и основных компонентов их лигноуглеводного комплекса.

Abstract: For the purpose of justification of new technology for modification of flax fibers due to the influence of cyclic deforming loads (elementarization) the research of influence of chemical processings (which model the processes of modification and upgrading of flax materials) on structure, properties and composition of various fractions of the elementarized fibers and the main components of their lignin-carbohydrate complex was carried out.

* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект № 15-48-03021).

Ключевые слова: элементаризованное льноволокно, котонизированное льноволокно, лигноуглеводный комплекс, лигнин, пектины, гемицеллюлозы, целлюлоза.

Keywords: elementarized flax fiber, cottonized flax fiber, lignin-carbohydrate complex, lignin, pectines, hemicelluloses, cellulose.

При модифицировании лубяных волокон (в частности, льна), механическим методам (котонизации) отводится наиболее значительная роль: они могут реализовываться не только автономно, но и являются необходимой стадией при реализации прочих способов, т.к. позволяют в большей или меньшей степени разрушать комплексные волокна, что облегчает доступ химических реагентов или биохимических препаратов в их структуру.

Общим недостатком котонизированных волокон, делающим проблематичным их дальнейшую переработку по существующим технологиям хлопко- и шерстепрядения в изделия технического и медицинского назначения с высокой степенью чистоты, является высокая дисперсность по геометрическим размерам, физико-механическим показателям, химическому составу и наличию примесей (остатки костры, пыль), а также волокон с высокой степенью одревеснения.

Разрабатываемый нами способ элементаризации является принципиально новым направлением в модификации льняных волокон, позволяющим в максимальной степени рационально использовать ценное отечественное сырье [1,2]. Подход к решению задачи основан на целенаправленном разрушении соединительных тканей комплексного льноволокна под действием многократных циклических деформирующих нагрузок, которые обеспечивает изготовленный лабораторный модуль.

Получены однородные по физико-механическим и геометрическим показателям образцы высокоочищенного волокна с линейной плотностью, близкой показателям хлопкового волокна, и с фракционированием их по группам длин (от 7,5 до 50 мм). Волокна с длиной 20-50 мм могут быть переработаны в высококачественную пряжу средних и высоких линейных плотностей; другие фракции элементаризованного волокна применимы для производства медицинской продукции, средств личной гигиены, нетканых материалов а также целлюлозы, ее эфиров и изделий на их основе.

Основная часть элементаризованных льноволокна будет подвергаться химическим обработкам: текстильные материалы на их основе – подготовке, колорированию и заключительной отделке; медицинские изделия – отбеливанию (с возможностью нанесения лекарственных препаратов); получение целлюлозы предусматривает варку и беление. В связи с этим, необходимо исследовать поведение модифицированного льноволокна и сопутствующих примесей в условиях, моделирующих основные процессы химических обработок. Целью настоящей работы является оценка изменений состава и свойств элементаризованного льноволокна в процессе щелочных обработок.

Объектами исследования служили техническое льняное волокно и полученные из него методом многократных циклических деформирующих нагрузок образцы элементаризованных волокон. В качестве образцов сравнения применяли льноволокно, котонизированное по технологии ф. Темафа (продольное разволокнение на кардочесальном оборудовании). Волокна подвергали щелочной обработке по разработанным в ИХР РАН методам [3] и отбеливанию в среде пероксида водорода. В качестве щелочных реагентов использовали гидроксид натрия и карбонат натрия (ч.д.а.) в концентрации 1-5 г/л. Количество остаточной щелочи после обработки волокон определяли кислотно-основным титрованием водных вытяжек из отваренных образцов [4]. У исходных и обработанных волокон по стандартным методикам [5,6] определяли содержание целлюлозы, пектинов, лигнина, гемицеллюлоз, показатели степени окисления целлюлозы (медное число и содержание альдегидных и карбоксильных групп), а также прочностные показатели (разрывную нагрузку).

Циклические деформирующие нагрузки вызывают нарушение целостности соединительных тканей и частичное удаление их из волокна, более эффективное, чем обеспечивают классические технологии котонизации (табл. 1). Механическое воздействие сопровождается удалением лигнина (до 50%) и пектинов (до 34%) с одновременным повышением содержания целлюлозной составляющей (до 80,1%).

Таблица 1. Влияние вида обработки на состав льняного волокна

Вид льноволокна	Потеря массы, %	Остаточное содержание, %			
		целлюлозы	лигнина	пектинов	гемицеллюлоз
Исходное	-	64,4	5,1	4,8	10,5
Котонизированное	-	76,2	4,8	4,2	10,2
Котонизированное, подвергнутое химической обработке в среде гидроксида натрия*	10,7	80,4	3,1	3,3	4,7
Котонизированное, подвергнутое химической обработке в среде карбоната натрия*	8,5	81,4	3,9	3,8	5,6
Элементаризованное	-	80,1	2,6	3,2	9,8
Элементаризованное, подвергнутое химической обработке в среде гидроксида натрия*	19,1	84,7	1,8	2,1	2,8
Элементаризованное, подвергнутое химической обработке в среде карбоната натрия*	13,0	85,0	2,0	2,2	3,0

*Варка при 100⁰С в течение 2 часов в растворах, содержащих, г/л: щелочной реагент - 5, триэтаноламин - 1,0, комплексон -0,1.

Итогом этого становится резкое увеличение границы раздела фаз, на которой при дальнейших химических обработках протекают гетерогенные процессы взаимодействия реагентов с примесями, сопровождающиеся их растворением и окончательным дроблением комплексных волокон (рис.1).

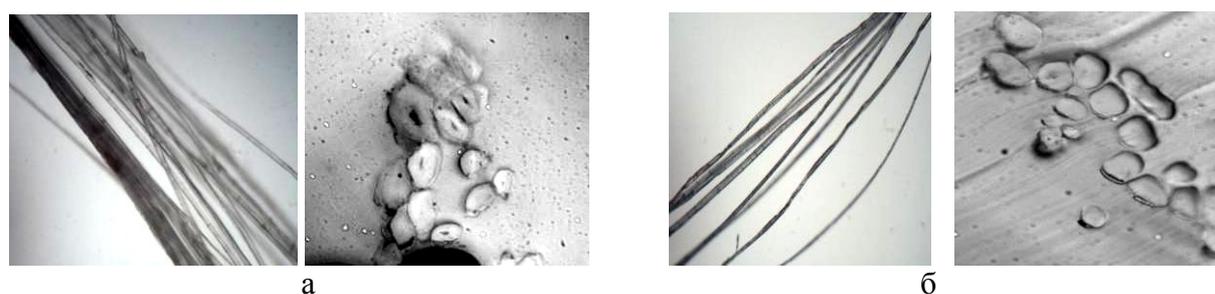


Рис. 1. Микрофотографии химически модифицированных льноволокна (увеличение 1:100) и их поперечных срезов (увеличение 1:400): а – котонизированного, б – элементаризованного

Анализ кинетики деструкции и растворения основных примесей срединных пластинок выявил более чем 1,5-кратное ускорение процесса удаления наиболее трудногидролизуемого компонента лигноуглеводного комплекса – лигнина - из элементаризованного волокна ($K_{ск} = 2,67 \cdot 10^{-4} \text{с}^{-1}$) по сравнению с котонизированным ($K_{ск} = 1,68 \cdot 10^{-4} \text{с}^{-1}$).

Элементаризованное волокно, лишённое значительной части примесей, защищающих целлюлозу от деструктирующего действия агрессивных сред, в большей степени, чем котонизированное, подвергается риску разрушения. Установлено, что при двухчасовой обработке

раствором гидроксида натрия оно теряет до 20% своей первоначальной массы, что явно указывает на развитие химических трансформаций в целлюлозной составляющей, неизбежно приводящих к ухудшению прочности волокон. В случае карбоната натрия этот эффект значительно менее выражен. Учитывая меньшее содержание примесей в элементаризованном волокне, можно рекомендовать использование при его химических обработках карбоната натрия.

Для обоснования выбора щелочного реагента и определения его оптимальной концентрации при химических обработках элементаризованных волокон было проведено исследование изменения содержания гидроксида и карбоната натрия в растворе (табл.2) в совокупности с изменением степени растворения основных примесей (табл.3).

Таблица 2. Изменение остаточного содержания щелочных реагентов в растворах (в пересчете на гидроксид натрия) в процессе обработки элементаризованного льноволокна

Длительность обработки, мин	Щелочной реагент							
	Гидроксид натрия				Карбонат натрия			
	Концентрация, г/л							
	1,0	2,0	3,0	5,0	1,0	2,0	3,0	5,0
30	0,31	1,06	1,76	1,81	0,47	1,18	2,02	2,52
60	0,21	0,78	1,02	1,00	0,28	0,82	1,14	1,25
120	0,10	0,21	0,28	0,41	0,13	0,26	0,32	0,48

Таблица 3. Изменение содержания основных примесей элементаризованного льноволокна после щелочных обработок (длительность обработки – 120 мин)

Примеси	Концентрация щелочного реагента, г/л	Остаточное содержание примесей в волокне, %, при обработке в растворе	
		гидроксида натрия	карбоната натрия
Лигнин	до обработки	2,6	2,6
	2	2,3	2,5
	3	2,0	2,3
	5	1,8	1,8
Пектины	до обработки	3,2	3,2
	2	3,0	3,1
	3	2,6	2,8
	5	2,1	2,3
Гемицеллюлозы	до обработки	9,8	9,8
	2	7,2	8,2
	3	5,6	6,4
	5	2,8	3,0

Динамика выщелачивания волоконом щелочей из растворов показывает, что в течение 2 часов их содержание снижается до 0,1-0,5 г/л, т.е. практически все они сорбируются волокном и связываются примесями. Абсолютные значения остаточного содержания основных примесей льноволокна, обработанного в среде исследуемых щелочных реагентов, практически идентичны. Дальнейшее снижение содержания основных примесей в волокне нецелесообразно, т.к. может повлечь за собой ухудшение его физико-механических свойств.

Таким образом, щелочная обработка элементаризованного льноволокна может проводиться в значительно более мягких по сравнению с котонизированным волокном концентрационно-временных условиях: концентрация щелочи – не более 2 г/л, длительность процесса – до 60 мин. В этих условиях не наблюдается гидролитическая деструкция целлюлозы, что подтверждается значением медного числа 0,08 (отсутствию деструкционных повреждений целлюлозы соответствуют значения медного числа 0,1-0,2 [6]). Это подтверждается и результатами экспериментальных исследований прочностных показателей нового вида волокон:

показатели прочности волокон до и после химических обработок не имеют значимых отличий и находятся в пределах 40,4- 42,0 сН/текс.

При применении более концентрированных растворов значение медного числа возрастает до 0,22-0,25, что свидетельствует об активации в целлюлозе гидролитических процессов и возникновении риска химического повреждения волокна.

Представляет интерес исследование изменения количества функциональных групп, характеризующих присутствие окисленной формы целлюлозы – оксицеллюлозы - как косвенного показателя деструкционных процессов при окислительном отбеливании элементаризованного льноволокна (табл.4).

Таблица 4. Изменение содержания карбоксильных групп в целлюлозе элементаризованного льняного волокна при отбеливании в среде пероксида водорода

Вид обработки	Количество карбоксильных групп, %	Количество альдегидных групп, %
Обработка в растворе гидроксида натрия (1,5 г/л), 60 мин; отбеливание в среде пероксида водорода (3 г/л), 60 мин; рН 10	0,12	0,023
Обработка в среде карбоната натрия (1,5 г/л), 60 мин; отбеливание в среде пероксида водорода (3 г/л), 60 мин; рН 10	0,11	0,023
Обработка в растворе гидроксида натрия (5 г/л), 120 мин; отбеливание в среде пероксида водорода (3 г/л), 60 мин; рН 10	0,28	0,052

Полученные данные показывает, что на стадии окисления при малых концентрациях щелочных агентов содержание альдегидных групп практически постоянно, а содержание карбоксильных групп не превышает показатель, характеризующий начало глубоких окислительных процессов (по данным [7] суммарное количество этих групп должно быть не менее 0,34%). Активация окислительных превращений наблюдается только при отбеливании волокна, предварительно обработанного в растворе с повышенным до 5 г/л содержанием гидроксида натрия.

Таким образом, при выборе параметров химических обработок льняного волокна (или изделий на его основе), элементаризованного по новому способу, предпочтительно для предотвращения деструкции целлюлозной составляющей использование более «мягких» условий облагораживания.

Список литературы

1. Ларин И.Ю. Савинов Е.Р. Способ обработки комплексных лубяных волокон и устройство для его реализации. Пат. РФ № 2497982. БИ.31. 2013.
2. Ларин И.Ю., Воронина Е.Р., Стокозенко В.Г., Морыганов А.П. Новый подход к модификации лубяных волокон. // Сборник материалов XIX Международного научно-практического форума «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы («SMARTEX-2016»)». - Иваново, 2016. С. 206-210.
3. Губина С.М., Стокозенко В.Г. Теоретические и технологические аспекты химической котонизации // Текстильная промышленность. Научный альманах. - 2006. № 1. С. 18-20.
4. Оболенская А. В., Ельницкая З. П., Леонович А. А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы: Учебное пособие для вузов. - М.: Экология, 1991. 320 с.

5. Кукин Г.Н., А.Н.Соловьев, А.Н. Кобляков. Текстильное материаловедение (волокна и нити): Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Легпромбытиздат, 1989. 352 с.
6. Садов Ф.И., Соколова Н.М., Вильдт Е.О. Лабораторный практикум по курсу «Химическая технология волокнистых материалов». - М.: Гизлегпром, 1963. 428 с.
7. Иванов В.И., Каверзнева Е.Д., Кузнецова З.И. Химические превращения макромолекул целлюлозы под влиянием окислителей. // Известия АН СССР. - 1953. №2. С. 374-384.

УДК 674.04

ИСКУССТВЕННО МОРЕННЫЙ ДУБ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТОВАРОВ НАРОДНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ*
ARTIFICIALLY STAINED OAK IN THE PRODUCTION OF CONSUMER GOODS

**Руслан Рушанович Сафин, Елена Александровна Белякова,
Валерий Владимирович Губернаторов
Ruslan Rushanovich Safin, Elena Alexandrovna Belyakova,
Valeriy Vladimirovich Gubernatorov**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет, Россия, Казань
Kazan national research technological University, Russia, Kazan
(e-mail: elena.aleksandr@mail.ru)*

Аннотация: Древесина мореного дуба – это эксклюзивный материал, используемый для создания товаров народного потребления высокой стоимости, что объясняет многочисленные исследования в области получения искусственного мореного дуба в промышленных условиях. Предлагаемая технология термической обработки позволяет получить древесину похожие по внешнему виду с древесиной мореного дуба, но с улучшенными физико-механическими свойствами.

Abstract: The wood is bog oak is an exclusive material used to create consumer goods to high cost, which explains the numerous studies in the field of artificial bog oak in an industrial environment. The proposed technology of thermal treatment allows to obtain wood similar in appearance with wood stained oak but with improved physico-mechanical properties.

Ключевые слова: искусственно мореный дуб, производство, товары народного потребления.

Keywords: artificially stained oak, production, consumer goods.

Модифицированная древесина долгое время представляла собой продукт, получаемый в результате обработки различными модификаторами, выбор которых определяло конечное применение продукта и снижало его экологичность. С начала 2000 годов зарубежные компании начали освоение производства термодревесины. Общими технологическими параметрами стали температура (180-240°C) и время (18-120 ч) обработки, бескислородная среда для предотвращения самовозгорания материала. В последние годы данная технология нашла широкое применение и в России.

Древесина дуба термообработанная при температуре 240°C внешне имитирует натуральный мореный дуб, но превосходит его по био-, водостойкости и формоустойчивости и может быть использована в атмосферных условиях (палубы, сайдинг, сауны, наружные изде-

*Представленная работа выполнялась при поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук (МД-5596.2016.8).

ля – двери и окна) [1]. Поскольку объемы добычи мореного дуба ограничены, а технологический процесс обработки сложен и может длиться в течение нескольких месяцев, то древесина термодуба является достойной альтернативой и благодаря своим свойствам находит широкое применение в производстве эксклюзивной мебели и реставрации антикварных изделий. Результаты исследований образцов древесины мореного дуба представлены в работах Курьяновой Т.К., Лаптева Ю.В., Косарина А.А. [2, 3, 4]. Они позволяют сравнить основные характеристики термообработанного и мореного дуба. Например, средняя плотность термодуба в среднем меньше на 24%, коэффициенты усушки на 70%, предел прочности при сжатии вдоль волокон выше на 8%, предел прочности при статическом изгибе на 70% чем у мореного дуба.

Термодревесина прекрасно имитирует разнообразную цветовую гамму мореной [5-8]. Окрашивание материала при термообработке происходит за счет превращений химических элементов, составляющих структуру древесины, таких как целлюлоза, лигнин и гемицеллюлоза. Параллельно наблюдается процесс разложения экстрактивных веществ, находящихся в межклеточных пространствах древесины. Повышение температуры обработки древесины способствует высвобождению полостей сосудов, в результате чего они становятся полыми. Одновременно содержащиеся в древесине дуба экстрактивные вещества и таннины, способствующие влаго- и водопоглощению материала, подвергаются разложению, в результате чего водопроницаемые свойства термодревесины снижаются (не смотря на значительное уменьшение ее плотности) прямо пропорционально повышению температуры обработки.

Зарубежные стандарты [9,10] определяют три класса термодревесины, основываясь на ее стойкости, изменяющейся в зависимости от режимов обработки. Например для первого класса диапазон температур обработки составит 180-210°C, в результате чего древесина приобретет более темную окраску, биостойкость изменится не значительно, необходима дополнительная обработка защитными средствами. Для второго класса диапазон температур обработки составит 210-230°C, древесина наряду с изменением цвета на более темный становится устойчива к влаге и гниению, формостабильна, в связи с чем она может использоваться без дополнительной обработки в среде с повышенной влажностью. Для третьего класса диапазон температур обработки составит более 230°C, что улучшит характеристики термодревесины второго класса и позволит получить максимально темный цвет материала.

На рис. 1 представлена продукция компании ГОДО "Транс-Центр", занимающейся добычей и переработкой натурального мореного дуба в Республике Беларусь. Разнообразие цветовой гаммы зависит от времени нахождения древесины в воде, самые светлые образцы 600 лет, самые темные – 5000 лет. На рис. 2 для сравнения представлена термодревесина дуба (тангенциальный и радиальный разрезы), полученная способом модифицирования в жидкостях, аналогично самые светлые образцы термообработаны при температуре 200°C, самые темные – 240°C.



Рис. 1. Мореный дуб



Рис. 2. Термомодифицированный дуб

Таким образом, преимущества термодуба в том, что он отличается меньшей плотностью, степенью усушки и разбухания, хрупкостью и улучшенными физико-механическими свойствами, чем натуральный морёный дуб. Сохраняя свойства ценной древесины, термообработка позволяет получать эксклюзивный материал, который можно применять в промышленных масштабах для производства различной продукции, в том числе и товаров народного потребления.

Список литературы

1. Сафин Р.Р. Усовершенствование технологии термомодифицирования древесины ВIKOS-ТМТ // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т.15. № 13. С. 134-136.
2. Курьянова Т.К. Усушка древесины дуба мореного при различных режимах обработки // Научный журнал КубГАУ. №68(04). 2011. С.78-83.
3. Лантев Ю.В. Исследование физико-механических свойств древесины мореного дуба// Актуальные проблемы лесного комплекса. № 32. 2012. С. 86-89.
4. Косарин А.А. Индустриальный мореный дуб // Лесной вестник, 2016.Т.20. № 3. С.106-111.
5. Белякова Е.А. Исследование процесса термомодифицирования древесины в жидкостях// Деревообрабатывающая промышленность. 2012. № 2. С.29-32.
6. Белякова Е.А. Разработка методики классификации термомодифицированной древесины с помощью цветовой гаммы // Деревообрабатывающая промышленность. 2013. № 1. С. 30-34.
7. Сафин Р.Р. Способ морения древесины и устройство для его реализации. Патент на изобретение RUS 2453426 30.12.2010.

8. Сафин Р.Р. Способ термической обработки древесины. Патент на изобретение
RUS 2453425 18.01.2011.

9. EN 335-1:2006 Стойкость древесины и изделий из древесины. Определение классов.
Часть 1. Общие положения.

10. EN 335-2:2006 Стойкость древесины и изделий из древесины. Определение классов.
Часть 2. Применение к твердой древесине.

УДК 677.025

**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАБОТКИ ЦЕЛЬНОВЯЗАНЫХ
ЭНДОПРОТЕЗОВ КРУГЛОЙ ФОРМЫ ИЗ ТИТАНОВЫХ НИТЕЙ
THE KNITTING TECHNOLOGY FEATURES FOR ROUND-SHAPED INTEGRALLY
KNITTED IMPLANTS MADE OF TITANIUM THREADS**

**Светлана Ивановна Пивкина, Елена Николаевна Колесникова
Svetlana Ivanovna Pivkina, Elena Nikolaevna Kolesnikova**

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

Аннотация: Рассмотрены некоторые особенности выработки цельновязаных эндопротезов круглой формы, установлено, что применение сплит-технологии, позволяет обеспечить одновременную прибавку двух игл с одной стороны трикотажа при сохранении контролируемой оттяжки полотна из титановых нитей.

Abstract: Some technology features for round-shaped integrally knitted implants are reviewed. It was found that the split-technology allows two needles to come into operation from one side of the flat knit simultaneously while maintaining a controlled take-down for the fabric made of titanium threads.

Ключевые слова: технологии сплит, титановые нити, вязальная машина.

Keywords: split-technology, titanium threads, knitting machines.

Сегодня трикотажные технологии широко применяются не только при изготовлении одежды, но и используются при создании технических материалов для различных отраслей промышленности. Перспективным направлением разработки новых трикотажных материалов используемых в медицинской отрасли, является разработка технологии выработки трикотажных цельновязаных изделий из титановых нитей, применяемых в герниопластике [2.1].

Титановые нити, применяемые для выработки трикотажных материалов, имеют малый диаметр (до 60 мкм), при достаточной прочности и эластичности, что позволяет использовать данные нити в качестве сырья при получении трикотажных материалов на вязальном оборудовании. Кроме того, клиническими испытаниями установлено, что титаносодержащие материалы обладают способностью формировать более прочные соединительные ткани, чем материалы, полученные на основе полипропилена [4.1]. Применяемые сегодня эндопротезы, используемые при ретромускулярной имплантации, имеют различные формы и размеры в зависимости от области использования. Большую группу при этом, занимают эндопротезы круглой формы или содержащие элементы круга. При проектировании подобных форм, для последующего контурного вывязывания их на универсальном плосковязальном оборудовании с электронным управлением, необходимо рассмотреть некоторые особенности технологии регулярного способа выработки изделий.

Как правило, для изменения ширины полотна используется способ прибавки петель, за счет включения в работу ранее неработающих игл. Особенностью проектирования данного способа прибавки петель является возможность выполнения прибавки петель на одну иглу и только со стороны входа каретки в зону вязания, это связано с тем, что набросок, проложенный по ходу каретки на последнюю иглу, не имеет обвития нитью и, как правило, сбрасывается при обратном ходе каретки. Такой способ прибавки петель (одна дополнительная петля за два хода каретки) не позволяет получить округлость формы, а полученная таким способом форма близка к ромбовидной. Для получения более плавной линии окружности необходимо использовать прибавку петель как минимум на две, три иглы.

При разработке способа прибавки более чем на одну иглу, необходимо учитывать структуру трикотажного полотна. Установлено, что одной из структур соответствующих качеству полотен для эндопротезов является двухизнаночная гладь, благодаря низкой закручиваемости материала. Особенностью используемой структуры двухизнаночной глади является последовательное образование петель вдоль одного петельного ряда и петельного столбика, то на иглах основной, то на иглах дополнительной игольницы. Такая структура позволяет выполнять прибавку петель как по одной, так и сразу по две петли за счет возможности прокладывания, при входе каретки в зону вязания, сразу двух набросков, расположенных на разных игольницах. На рис. 1 представлена графическая (рис. 1.а) и структурная (рис. 1.б) записи выполнения прибавки 2-х петель с использованием способа одновременного включения игл в работу. Причем в процессе переноса петель при подготовке вязания следующего ряда, проложенные в соответствии с рисунком структуры наброски, в переносе не участвуют.

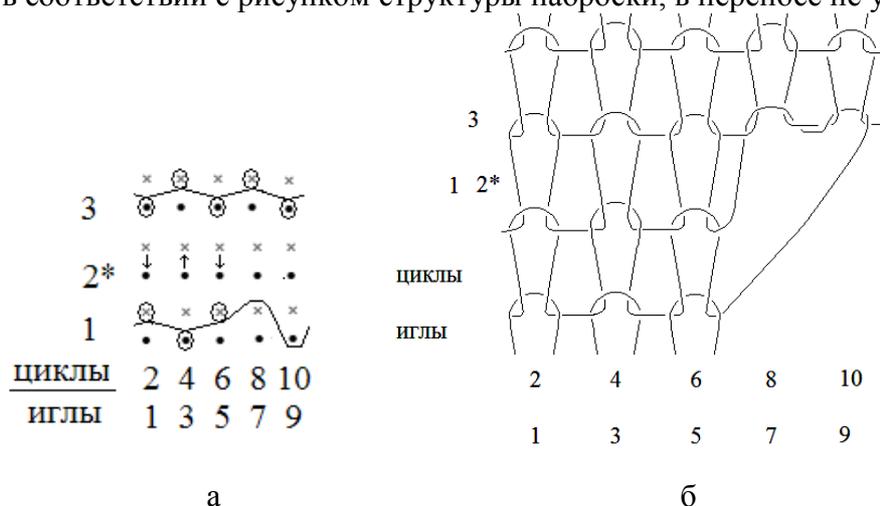


Рис. 1. Технология прибавки петель способом включения в работу 2-х дополнительных игл

Однако, как показали эксперименты, проводимые на машине Vesta 130-E, при прибавке одновременно двух игл, расположенных на разных игольницах, при использовании металлических нитей, общей оттяжки полотна не всегда достаточно для провязывания образующихся петель, что приводит к набору петель, образующихся на включенных иглах.

Для обеспечения возможности выработки изделий круглой формы с прибавкой двух игл с одной стороны полотна и более контролируемой оттяжкой прибавляемых петель, предлагается использовать технологию «сплит» [2.2].

Технология использования «сплит-петли» при выполнении операции одновременной прибавки двух петель с одной стороны трикотажа представлена на рис. 2. На рис. 2а представлена графическая, а на рис. 2б – структурная записи используемой технологии.

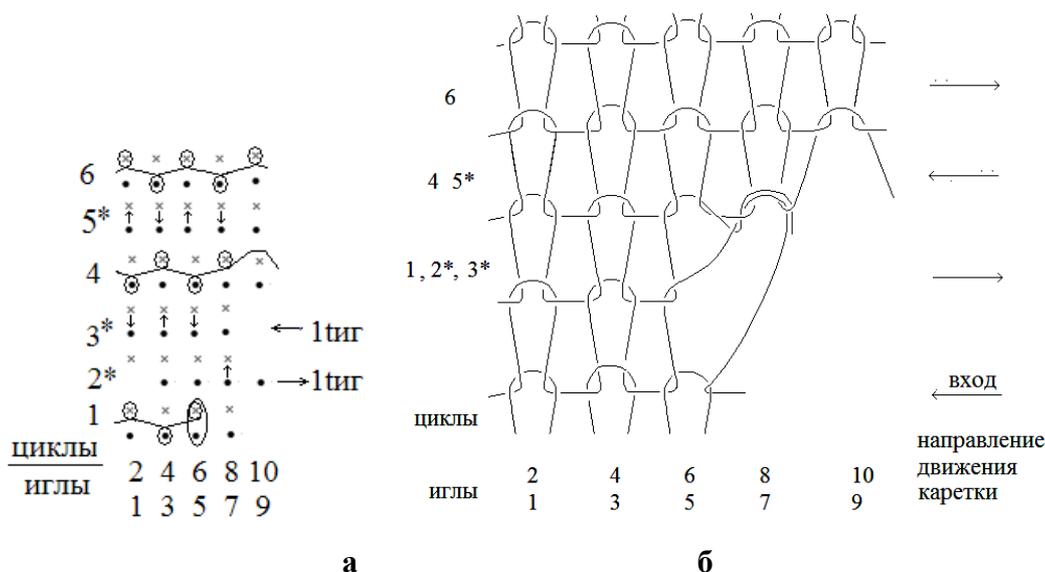


Рис. 2. Графическая и структурная записи технологии одновременной прибавки 2-х петель с использованием «сплит-петли»

В результате образования «сплит-петли», представленной на рис. 2а, в первом цикле на игле 6 оказываются две петли, одна из которых «сплит-петля» провязывается через петлю, образованную в предыдущем цикле ПО. Элемент «сплит-петли», расположенный на игле 5, в следующем технологическом цикле, переносится на ранее не участвующую в вязании иглу 8. Таким образом, после переноса петель для подготовки вязания следующего ряда в цикле 4, можно включать в работу одну иглу 10, осуществляя прибавку, двух петель. При этом петля, образующаяся на игле 8, будет иметь стабильную оттяжку, так как эта петля образуется из «сплит-петли» и связана с соседней петлей, а петля на игле 10, как показали эксперименты, будет иметь достаточную оттяжку для ее провязывания без набора петель.

Для возможности проектирования процесса выполнения одновременной прибавки 2-х петель с одной стороны трикотажа, для универсального плосковязального оборудования с электронным управлением, составим математическое описание используемого технологического процесса [1.1, 3.1]

$$\begin{aligned}
 & \text{1 цикл: } \begin{cases} AC_{1,2} = AC_{1,3} = Z_1 * AP_1 * K_1 \\ AC_1 = \frac{AC_{1,6}}{AC_{1,5}} = \frac{Z_0 * AP_1 * K_1}{Z_2 * AP_1 * K_1} \end{cases} \\
 & \text{2 цикл: } \begin{cases} OC_2 = \frac{OC_{2,8}}{OC_{2,5}} = \frac{Z_2 * AP_1 * K_1}{Z_0 * OP_0 * K_1} \uparrow \\ OC_{2,2} = OC_{2,3} = OC_{2,6} = Z_3 * OP_0 * K_1 \end{cases} \\
 & \text{3 цикл: } \begin{cases} OC_3 = \frac{OC_{3,2}}{OC_{3,1}} = \frac{OC_{3,6}}{OC_{3,5}} = \frac{Z_0 * OP_1 * K_1}{Z_2 * AP_1 * K_1} \downarrow \\ OC_3 = \frac{OC_{3,4}}{OC_{3,3}} = \frac{Z_2 * AP_1 * K_1}{Z_0 * OP_0 * K_1} \uparrow \\ OC_{3,8} = Z_3 * OP_0 * K_1 \end{cases} \\
 & \text{4 цикл: } \begin{cases} BC_{4,1} = BC_{4,4} = BC_{4,5} = BC_{4,8} = Z_1 * BP_1 * K_1 \\ BC_{4,10} = Z_2 * BP_1 * K_1 \end{cases}
 \end{aligned}$$

$$5 \text{ цикл: } \begin{cases} OC_5 = \frac{OC_{5,2}}{OC_{5,1}} = \frac{OC_{5,6}}{OC_{5,5}} = \frac{Z_2 * OP_0 * K_1}{Z_0 * OP_0 * K_1} \uparrow \\ OC_5 = \frac{OC_{5,4}}{OC_{5,3}} = \frac{OC_{5,8}}{OC_{5,7}} = \frac{Z_0 * OP_0 * K_1}{Z_2 * OP_0 * K_1} \downarrow \end{cases}$$

$$6 \text{ цикл: } DC_{6,2} = DC_{6,3} = DC_{6,6} = DC_{6,7} = DC_{6,10} = Z_1 * DP_1 * K_1$$

где: Z_1 – уровень заключения, при котором прокладывание новой нити осуществляется под крючок иглы, образуя петлю;

Z_2 – уровень неполного заключения, при котором из новой нити на игле образуется набросок;

Z_0 – максимальный уровень заключения, используемый для выполнения процесса переноса ЭСТ на иглу противоположной игольницы;

P_1 – прокладывание нити под крючок иглы; Прокладывание нити под крючок иглы, приводит к образованию петли или наброска;

OP_0 – отсутствие прокладывания нити на иглу;

K_1 – кулирование выполняется;

AC_{ij} – процесс выполняемый в I -м цикле, на j -й игле;

OC_{ij} – процесс переноса элемента структуры трикотажа, направление переноса указывается стрелкой;

Технология получения формы близкой к кругу, для цельновязаных изделий выработанных из титановых нитей, с использованием «сплит-петли» была реализована на универсальной плосковязальной машине с электронным управлением фирмы «Штайгер» модель Vesta 130-E. На рис. 3а,б, представлены: рис.3а - элемент программы вязания «model» с использованием элемента - «сплит-петля»; рис. 3 б - фотография образца заданной формы, полученной с использованием элемента – «сплит-петля», выработанного из титановых нитей.

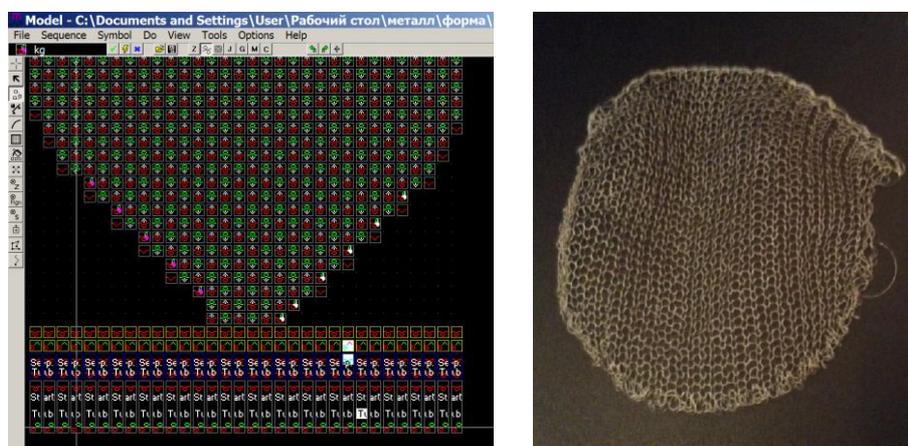


Рис. 3. Элемент программы вязания в среде «model» и экспериментальный образец из титановых нитей, имеющий форму близкую к кругу

Таким образом, разработанный способ прибавки петель с применением сплит-элемента, позволяет получить форму изделия близкую к кругу при использовании титановых нитей и может быть применен при выработке цельновязаных изделий используемых в качестве эндопротезов в медицине, имеющих скругленные элементы в во внешних или внутренних контурах.

Список литературы

1. Колесникова Е.Н. Основы автоматизированных методов проектирования технологии петлеобразования. - М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2000. 240 с.

2. Паршиков В.В. Прочностные характеристики брюшной стенки в зоне интраперитонеальной и ретромультикулярной протезирующей пластики с использованием легких и ультра-легких синтетических и титаносодержащих эндопротезов (экспериментальное исследование)/ В.В. Паршиков, А.А. Казанцев, А.А. Миронов, В.А. Заваруев, А.Н. Черников, О.Ф. Беляев, А.И. Алехин // СТМ – современные технологии в медицине. том 8. 2016. №3. Электронное издание.

3. Пивкина С.И. Математические модели описания вязального способа образования «Сплит-петель»/ С.И. Пивкина, Л.А. Кудрявин, О.П. Фомина // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016. №2. С. 143-146.

4. Колесникова Е.Н. Основы проектирования технологии петлеобразования: дис. ... докт. техн. наук: 05.19.02. – М., 2001. 342 с.

5. Титановый шелк. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://titanell.ru>

УДК 677.46:61

ВЫСОКОПОРИСТЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ БИМЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ*

POROUS POLYMERIC MATERIALS FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS

Наталья Рустемовна Кильдеева *, **Владимир Иосифович Лозинский ****,
Юрий Николаевич Филатов***, **Елена Арнольдовна Марквичева******
Nataliya Rustemovna Kildeeva*, **Vladimir Iosifovich Lozinsky ****,
Yury Nikolayevich Filatov***, **Elena Arnoldovna Varkvicheva******

* *Российский государственный университет им. А.Н.Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Россия, Москва*

* *The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: kildeeva@mail.ru)*

** *Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, Россия, Москва*

** *A.N. Nesmeyanov Institute of Organoelement Compounds, RAS, Russia, Moscow
(e-mail: loz@ineos.ac.ru)*

*** *Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова, Россия, Москва*

*** *Karpov Scientific Research Institute of Physics and Chemistry, Russia, Moscow
(filatov@electrospinning.ru)*

**** *Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, Россия, Москва*

**** *M. M. Shemyakin and Yu. A. Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry, RAS, Russia, Moscow
(lemark@ibch.ru)*

Аннотация: Рассмотрены основные методы получения материалов с большим объемом пор: методы фазового разделения, электроформования и метод криотропного гелеобразования. Из смешанных растворов полиэфиров в хлороформе получены композитные пленки с различным размером пор и градиентным составом и ультратонкие волокна, обладающие антимикробной и протеолитической активностью. Широкопористые гидрогели получены методом криотропного гелеобразования из растворов аминоксодержащего полисахарида хитозана.

• **Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках базовой части госзадания в сфере научной деятельности на 2017-2019 гг. проект № 7554.**

Abstract: The report discusses the three main methods of obtaining porous polymeric materials: a method of phase separation, electrospinning and the preparation of composite cryogels method. Mixed solutions of polyesters in chloroform received composite film with different pore size and composition, as well as the repetition of nanofibers with antimicrobial and proteolytic activity. Highly porous biosorbent for selection of radionuclides produced by cryogelation of chitosan in the presence of cross-linking reagents..

Ключевые слова: Биополимеры, хитозан, полигидроксibuтират, криотропное гелеобразование, электроформование.

Keywords: Biopolymers, chitosan, polyhydroxybutyrate, cryogelation, electrospinning.

Проблема получения высокопористых материалов на основе биodeградируемых и биосовместимых полимеров в последние годы встает наиболее остро в связи с развитием современных реконструктивных медико-биологических технологий. Кроме того, система сообщающихся пор необходима для использования полимерного материала в качестве биосорбента в процессах детоксикации организма, а также для интенсификации диффузионных процессов при создании систем с контролируемым выделением лекарственных веществ или материалов с высокой влагоудерживающей способностью.

Существует целый ряд методов, позволяющих увеличить удельную поверхность полимерного материала, но не все из них пригодны для получения биополимерных материалов. Путем совершенствования и разработки новых методов переработки полимеров, таких как электроформование [1] и криотропное гелеобразование [2] получены волокнистые материалы из нано- или ультратонких волокон, широкопористые гидрогелевые материалы различной физической формы, волокнистые материалы с наноразмерными покрытиями. Их непосредственное использование, а также включение в структуру ферментов, антибиотиков, антимикробных соединений, анестезирующих, противовоспалительных и противоопухолевых препаратов позволяет получать новые медицинские изделия, высокоэффективные биосорбенты, раневые покрытия, системы адресной доставки лекарств, матрицы для биоинженерии. На рис. 1 приведены различные типы морфологических структур, которые формируются с использованием порообразователей или методов электроформования и криотропного гелеобразования.

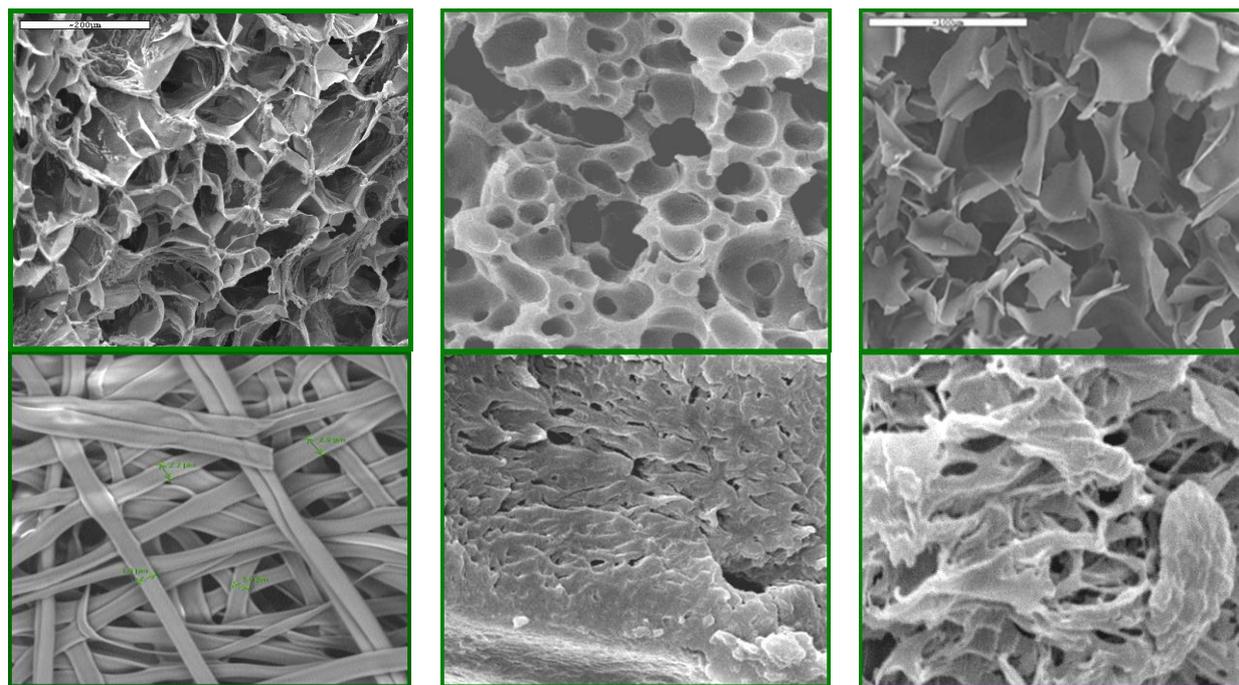


Рис. 1. Типы морфологических структур пористых полимерных тел

Основными направлениями разработок в области получения и биомедицинского использования пористых материалов являются:

- тканевая инженерия (биополимерные матриксы для выращивания живых тканей);
- раневые покрытия для лечения повреждений кожи и мягких тканей;
- системы с контролируемым высвобождением лекарств;
- иммобилизованные ферменты (гетерогенные биокатализаторы, аналитические тест-системы, системы мониторинга);
- защитные средства и одежда медицинского персонала и больных в стационарах;
- биосенсоры и биофильтры - компоненты фильтрующих систем в аппаратах «искусственная почка» и «искусственные легкие».

Каждая из перечисленных областей выдвигает свои требования к морфологии материалов, биополимерам и требует специальных подходов к процессам их переработки.

Круг полимеров, использование которых позволяет получать материалы с уникальными свойствами: собственной биологической активностью, высокой влагоудерживающей способностью, контролируемыми или даже программируемыми сроками рассасывания полимерной матрицы или выделения лекарственных соединений, к настоящему времени уже определился. Наиболее ярким из таких полимеров является аминополисахарид хитозан. Высокая ранозаживляющая и сорбционная способность, противоопухолевая и противовирусная активности, отсутствие хронической и острой токсичности, наряду с возможностями переработки из растворов, не содержащих органических растворителей, и наличием реакционно-способных аминогрупп, способствуют широкому использованию этого биополимера в разработке новых перспективных лекарственных препаратов, средств доставки, раневых покрытий и шовных материалов для медицины.

Среди биodeградируемых полиэфиров благодаря природному происхождению особое место занимают полигидроксиалканоаты, наиболее известным из которых является полигидроксибутират. Этот биополимер, обладая всеми преимуществами термопластичных синтетических полимеров: прочностью, способностью к волокну- и пленкообразованию, не растворим в воде, но разлагается в биологических средах с образованием нетоксичных продуктов и характеризуется высокой биосовместимостью, водостойкостью и теплоустойчивостью. Эти свойства позволили создавать на его основе различные эндопротезы: материалы для временного замещения тканей организма и резорбируемых после выполнения ими биологической функции.

Одним из ключевых направлений тканевой инженерии является восстановления поврежденных или утраченных тканей и органов с помощью полимерных биоматериалов, выполняющих роль временного каркаса, поддерживающего и формирующего живую ткань. Высокая пористость и необходимый размер пор в скаффолдах являются важным условием для обеспечения заселения клеток и их пролиферации [3]. Пористая структура с сообщающимися порами способствует метаболическому и газовому обмену во вновь образующихся тканях, а большая площадь поверхности и определенный размер пор способствуют прорастанию тканей. В последнее десятилетие наблюдается всплеск в использовании метода электроформования для создания нановолокнистых скаффолдов для тканевой инженерии. Это обусловлено целым рядом причин, основной из которых является высокая удельная поверхность получаемых материалов и объем межволоконного пространства, обеспечивающие возможность для роста и пролиферации клеток. Методом электроформования можно получить волокна, диаметр которых такой же величины, что и фибриллы внеклеточного матрикса и которые имитируют естественную для клеток окружающую среду. Кроме того установлено [4,5], что наноразмерные волокна обеспечивают клетке возможность многоточечного прикрепления к матриксу и, тем самым увеличивая ее адгезию к материалу.

После выполнения функции временного каркаса, поддерживающего и формирующего живую ткань, полимерный матрикс должен резорбироваться в организме, поэтому в качестве

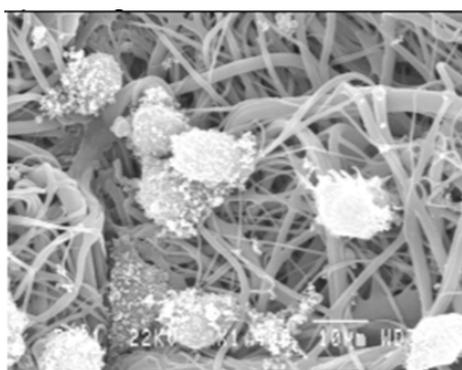
его полимерной основы используют биodeградируемые полимеры. В настоящее время для этих целей применяют природные и синтетические полиэфиры: полигидроксибутират (ПГБ) и другие полиалканоаты, полилактид, полигликолид, сополимеры на основе лактида и гликолида, поликапролактон (ПКЛ) и др. [6-8]. Таким образом, основные требования, которые предъявляются к полимерным скаффолдам – это биологическая совместимость, пористая морфологическая структура, поддерживающая миграцию, заселение и последующую жизнедеятельность клеток, и комплекс необходимых механических и физико-химических свойств (упругость, атравматичность, адгезионные характеристики).

В докладе рассмотрены два основных метода получения материалов с большим объемом пор: метод фазового разделения и метод криотропного гелеобразования.

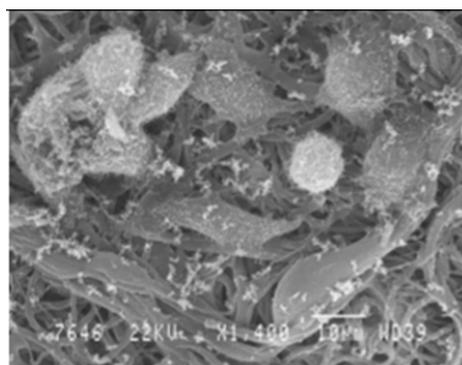
Метод фазового разделения рассмотрен на примере системы биodeградируемых полиэфиров: полигидроксибутирата и поликапролактона. Из формовочных композиций эквивалентной смеси полимеров, растворенных в хлороформе, путем электроформования со свободной поверхности на установке NS-LAB 200 Nanospider были сформованы волокна с бимодальным распределением волокон по толщине. Бимодальное распределение по толщине волокон, полученных из смешанного раствора ПГБ и ПКЛ является результатом фазового разделения в системе полимер-полимер-растворитель в процессе испарения хлороформа, в результате чего формируется структура изолированная фаза – матрица. Воздействие электрического поля на систему, содержащую деформируемые частицы изолированной фазы, приводит к формированию тонких волокон. Данная структура является оптимальной для создания биodeградируемых матриц для выращивания тканей живых организмов: тонкие волокна обеспечат прикрепление клеток к полимерной матрице, а более толстые создают возможности для их роста и пролиферации за счет больших объемов межволоконного пространства [9,10].

Из смешанных растворов полиэфиров в хлороформе были также получены композитные пленки с различным размером пор и градиентным составом, обладающие антимикробной и протеолитической активностью.

Из смешанных водно-уксуснокислотных растворов хитозана и поливинилового спирта методом электроформования были получены наноразмерные волокнистые материалы. Полученные гидрофильные высокопористые наноразмерные материалы были использованы в качестве матриц для тканевой инженерии (рис. 2).



ПВС



ПВС/хитозан 50:50

Рис. 2. Распределение и адгезия клеток мышечных фибробластов в волокнах на основе хитозана и ПВС

Использование метода криотропного гелеобразования в системе растворами аминокислотного полисахарида хитозана – сшивающий реагент позволило получить высокопористые гидрогели, размер пор которых зависел от температуры и молекулярной массы хитозана (рис. 3).



Рис. 3. Морфология криогелей хитозана различной молекулярной массы

Методом криотропного гелеобразования из растворов хитозана и его производных в присутствии сшивающих реагентов были получены широкопористые биосорбенты для выделения из радионуклидов из биологических жидкостей [11].

Список литературы

1. Лозинский В.И. Криогели на основе природных и синтетических полимеров: получение, свойства и области применения //Успехи химии. 2002. Т. 71. №. 6. С. 559-585.
2. Филатов Ю.Н. Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ-процесс). // Под редакцией В.Н. Кириченко. - М.: ГНЦ РФ НИФХИ им.Л.Я. Карпова. 1997. 224 с.
3. Lanza R., Langer R., Vacanti J. P. (ed.). Principles of tissue engineering. - Academic press. 2011. 325p.
4. Laurencin W.J., Cateson C.T., Tuan E.J. Electrospun nanofibrous structure: a novel scaffold for tissue engineering. //J. Biomed. Mater. Res. 2002. V.60. P. 613–621.
5. Lee Y.H, Lee J.H, An I.G, Kim C., Lee D.S., Lee Y.K. Electrospun dual-porosity structure and biodegradation morphology of montmorillonite reinforced PLLA nanocomposite scaffolds. Biomaterials 2005;26:3165–72.
6. Place E.S., George J.H., Williams C.K., Stevens M.M. Synthetic polymer scaffolds for tissue engineering //Chemical Society Reviews. 2009. V. 38. №. 4. P. 1139-1151.
7. Sahoo S.K., Panda A.K., Labhassetwar V. Characterization of porous PLGA/PLA microparticles as a scaffold for three dimensional growth of breast cancer cells //Biomacromolecules. 2005. Т. 6. №. 2.С. 1132-1139.
8. Lee K.H, Kim .Y, Ra Y.M., Lee DR. Characterization of nanostructured poly(ϵ -caprolactone) nonwoven mats via electrospinning. // Polymer. 2003. V.44. P.1287-1294.
9. Бычук М.А., Владимиров Л.В., Кильдеева Н.Р. Особенности формирования структуры пленок из смешанных растворов биodeградируемых полиэфиров/ // Пластические массы. 2015. №1-2. С.18-21.
10. Бычук М.А., Кильдеева Н.Р., Куринова М.А., Богданов Н.В., Калинин М.В., Новиков А.В., Вихорева Г.А. Получение биodeградируемых полимерных матриц методом электроформования // Химические волокна. 2014. №6. С. 12-16.
11. Никоноров В.В. и др. Синтез и свойства криогелей хитозана, сшитого глутаровым альдегидом //Высокомолекулярные соединения. Сер. А. 2010. Т. 52. №. 8. С. 1436-1443.

УДК 677.027.62

ПРИДАНИЕ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫМ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫМ МАТЕРИАЛАМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЖИДКОГО СТЕКЛА И АЗОТ- ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ
IMPARTING FLAME RETARDANT PROPERTIES OF CELLULOSIC TEXTILE MATERIALS BY USING LIQUID GLASS AND NITROGEN-PHOSPHORUS-CONTAINING COMPOUNDS

Бижамал Раимовна Таусарова, Анастасия Юрьевна Стасенко
Bizhamal Raimovna Taussarova, Anastassiya Yurievna Stassenko

Алматинский технологический университет, Республика Казахстан, Алматы
Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan, Almaty
(e-mail: birtausarova@mail.ru)

Аннотация: В статье изложены исследования по применению силиката натрия, мочевины и гидрофосфата калия для придания огнезащитных свойств целлюлозным текстильным материалам. Исследовано влияния концентрации исходных компонентов, температуры и времени термообработки на огнезащитные свойства.

Abstract: The article contains research on the use of sodium silicate, urea and potassium hydrogenphosphate to impart fireproof properties to cellulosic textile materials. The influence of the concentration of the initial components, the temperature and the time of heat treatment on the flame retardant properties was determined.

Ключевые слова: целлюлозные материалы, огнезащитные свойства, гидрофосфат калия, силикат натрия, мочевины, золь-гель метод

Keywords: cellulose materials, fire retardant properties, potassium hydrogenphosphate, sodium silicate, urea, sol-gel method

Проблема придания огнезащитных свойств текстильным материалам различной природы и назначения в последние годы приобретает все большую актуальность. Это обусловлено тем, что они являются серьезным источником опасности во время пожаров, легко воспламеняется, способствует распространению пламени и при горении выделяют большое количество дыма и газов. Текстильные материалы имеют широкую область применения: в быту, технике, общественных зданиях, на транспорте и как специальные защитные средства. Они используются в качестве штор, драпировок, занавесей, материалов при изготовлении мягкой мебели, спальных принадлежностей, специальной защитной одежды и изделий, декоративной отделки различных по функциональному назначению помещений.

В настоящее время в области текстильных материалов с огнезащитными свойствами достигнуты определенные успехи. В различных странах широко проводятся исследования, направленные на повышение огнезащитных свойств как природных, так и синтетических волокон [1-6].

Золь-гель технология бурно развивается и внедряется в производство получения огнестойких покрытий, волокон и других неорганических материалов [7-10]. Поэтому исследования, посвященные разработке получения огнезащитных текстильных материалов с заданными свойствами, методами золь-гель технологии, а также изучению свойств и наиболее эффективных областей применения указанных материалов, имеют большое научное и практическое значение.

Целью настоящего исследования является получение целлюлозных материалов с огнезащитными свойствами с применением золь-гель технологии.

В качестве объекта исследования используются хлопчатобумажная ткань производства ОАО “Барановичское производственное хлопчатобумажное объединение” артикула 1553(1030) и химические вещества, способные снизить горючесть текстильных материалов и дымообразования токсичных продуктов горения.

Жидкое стекло — водный щелочной раствор силикатов натрия $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ или калия $\text{K}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$.

Гипофосфит калия - неорганическое соединение, соль калия и фосфорноватистой кислоты с формулой $\text{K}(\text{H}_2\text{PO}_4)$, бесцветные кристаллы, растворяется в воде.

Мочевина - химическое соединение, диамид угольной кислоты. Белые кристаллы, растворимые в полярных растворителях (воде, этаноле, жидком аммиаке).

В работе исследована возможность применения композиции на основе водного раствор силиката натрия, гипофосфита калия и мочевины для огнезащитной отделки хлопчатобумажной ткани. Водный раствор силиката натрия плотностью 1,2 г/см³ смешивали с 0,5% (мас.) глицерина для повышения эластичности покрытия. Образцы хлопчатобумажной ткани размером 200 × 170 мм после определения точной массы на аналитических весах подвергались пропитке водным раствором полимерных композиций. Далее на лабораторной двухваль-ной плюсовке с 90 % отжимом, а сушка и термообработка проводились на игольчатых рамках в сушильном шкафу с терморегулятором. Испытания огнезащитной эффективности разработанных составов проводились в соответствии с ГОСТ Р 50810-95, который устанавливает метод определения способности текстильных материалов (тканей, нетканых полотен) сопротивляться воспламенению, устойчивому горению, а также оценки их огнезащитности. Стандарт применяется для всех горючих декоративных текстильных материалов, поставляемых потребителю. Так же образцы подвергались испытанию на разрывную нагрузку до и после обработки, проверке на элементный состав и изучению микроструктуры поверхности образцов.

Изменение огнезащитных свойств хлопчатобумажной ткани приведено для трех режимов термообработки: при 800С, 900С и 1000С, при времени обработки 1 мин., результаты исследования представлены в таблице 1. Как видно из табл. 1, повышение концентрации дигидроортофосфата калия приводит к изменению свойств ткани. Полученные данные показывают, что с повышением концентрации составов время самостоятельного горения целлюлозных материалов обработанных композициями уменьшилось от 60 до 7 сек; длина обугленного участка от 220 до 95 мм. Влияние температуры термообработки показывает, что с увеличением температуры в пределах 80° - 100° длина обугленного участка снижается незначительно.

Таблица 1. Результаты исследования образцов, пропитанных огнезащитным составом

№	Концентрация веществ, г/л			Время самостоятельного горения, сек			Длина обугленного участка, мм			Разрывная нагрузка, Н		
	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	KH_2PO_4	Температура термообработки, °С								
				80°	90°	100°	80°	90°	100°	80°	90°	100°
1	Исходный образец			60	60	60	220	220	220	345	345	345
2	25	41	36	15	15	15	140	140	138	330	330	329
3	20	41	46	12	11	11	135	134	134	328	328	328
4	20	41	51	8	7	7	120	120	119	315	315	314
5	25	41	110	9	7	7	110	110	109	301	302	303
6	10	41	130	9	7	7	95	96	95	311	311	311

Необработанная хлопчатобумажная ткань при испытании на воспламеняемость при времени зажигания 15 с полностью сгорает за 60 секунд. У образцов, обработанных огнезащитным составом, при времени зажигания 15 с время тления практически сводится к нулю при температуре обработки 80°C. С повышением концентрации гипофосфита калия в составе длина обугленного участка уменьшилось от 220 до 95 мм (рис.1).

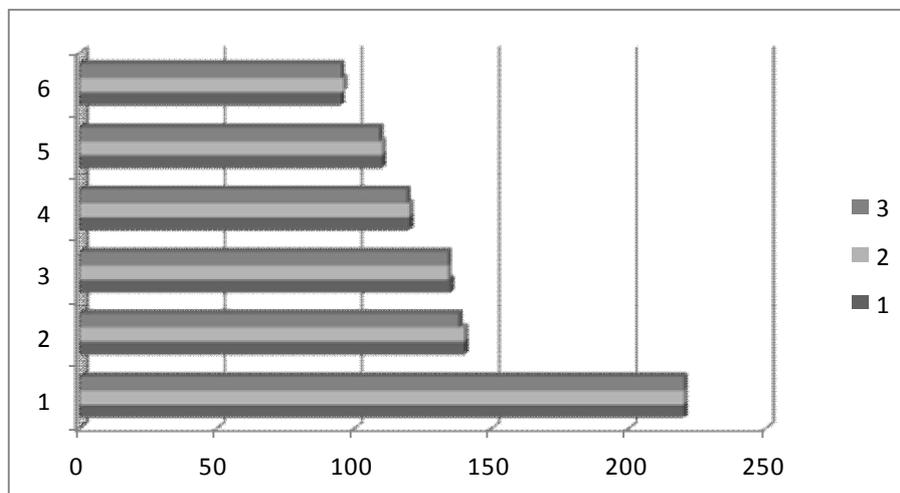


Рис. 1. Зависимость длины обугленного участка, при испытании с поверхности, от концентрации веществ в огнезащитном составе : 1-80°C; 2 - 90°C; 3 - 100°C; (нумерация образцов согласно табл.1)

Прочность ткани при растяжении — один из важнейших показателей, характеризующих ее качество. Минимальное значение растягивающей нагрузки, приводящей к нарушению целостности ткани, называется разрывной нагрузкой. Разрывная нагрузка ткани определяется с помощью специального приспособления отдельно по основе и утку.

При растяжении материала до разрыва определяют характеристики прочности и деформации материала. С увеличением концентрации огнезащитного состава, потеря прочности материала уменьшается незначительно, полученные данные испытания приведены на (рис. 2). Внешний вид ткани меняется незначительно.

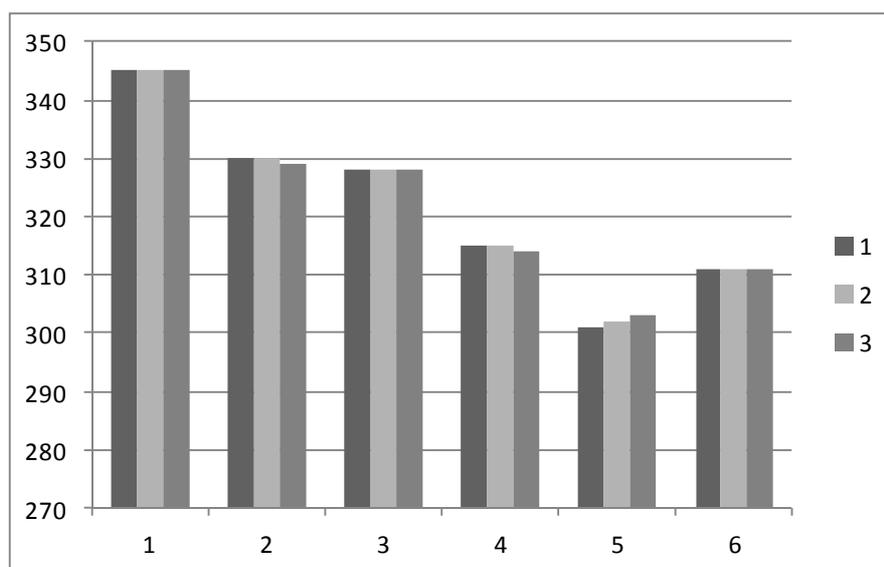


Рис. 2. Зависимость разрывной нагрузки от температуры обработки : 1-80°C; 2 - 90°C; 3 - 100°C; (нумерация образцов согласно табл.1)

Разработан состав на основе водного раствора силиката натрия и азот- фосфорсодержащих соединений для придания целлюлозным материалам огнезащитных свойств. Определены оптимальные условия обработки тканей, исследовано влияние концентрации рабочего раствора, температуры пропитки и термофиксации на огнезащитные свойства ткани. Показано, что аппретирование целлюлозных материалов предлагаемым составом улучшают огнезащитные свойства.

Список литературы

1. *Visakh, P. M. Arao Yoshihiko.* Flame Retardants.// Polymer Blends, Composites and Nanocomposites. 2015. P.247.
2. *Shuyu Liang, N. Matthias Neisius, Sabyasachi Gaan.* Recent developments in flame retardant polymeric coatings. // Progress in Organic Coatings. 2013. №76. P. 1642– 1665.
3. *Таусарова Б. Р., Кутжанова А. Ж., Абдрахманова Г.С.* Снижение горючести текстильных материалов: достижения и перспективы.// Химический журнал Казахстана. 2015. №1 (49). С. 287-303.
4. *Таусарова Б.Р., Абдрахманова Г.С., Биримжанова З.С.* Применение полиэтиленполиамина и гидрофосфата калия для придания огнезащитных свойств целлюлозным материалам. //Химический журнал Казахстана. 2016. №2. Алматы. С.201-207.
5. *Khalifah A. Salmeia , Gaan S., Malucelli G .* Recent Advances for Flame Retardancy of Textiles Based on Phosphorus.// Polymers. 2016. V. 8. P. 319.
6. *Malucelli G., Carosio F., Alongi J., Fina A., Frache A., Camino G.* Materials engineering for surface-confined flame retardancy. // Materials Science and Engineering R. .2014. 84. P.1–20.
7. *Alongi J., Ciobanu M., Malucelli G.* Novel flame retardant finishing systems for cotton fabrics based on phosphorus-containing compounds and silica derived from sol–gel processes. Carbohydrate Polymers 85 (2011), P. 599–608.
8. *Colleoni C., Donelli I., Freddi G., Guido E., Migani V. , Rosace G..* A novel sol-gel multi-layer approach for cotton fabric finishing by tetraethoxysilane precursor. J- Surface & Coatings Technology. 2013. V. 235 P. 192–203.
9. *Alongi, J., Colleoni G., M., Rosace G. Malucelli, G.* Sol-gel derived architectures for enhancing cotton flame retardancy: Effect of pure and phosphorus-doped silica phases. // Polymer Degradation and Stability. 2014. 99. P. 92-98.
10. *Vasiljević J. et al.* Multifunctional superhydrophobic/oleophobic and flame-retardant cellulose fibres with improved ice-releasing properties and passive antibacterial activity prepared via the sol–gel method.// J Sol-Gel Sci Technol. 2014. V. 70, P. 385–399.

УДК 677.024

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПАРАШЮТНЫМ ТКАНЯМ REQUIREMENTS FOR PARACHUTE FABRICS

Ольга Анатольевна Каракова, Сергей Дмитриевич Николаев
Olga Anatol'evna Karakova, Sergey Dmitrievitch Nikolaev

Российский государственный университет им. А.Н.Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: olga-kar337@mail.ru, nsd0701@mail.ru)

Аннотация: Определены основные технические требования к тканям специального назначения для парашютов, дана характеристика структуры парашютных тканей и сырья для их изготовления.

Abstract: Determined the main technical requirements to the special purpose fabrics for parachutes, Dana characteristic structure parasitic fabrics and materials for their manufacture.

Ключевые слова: парашютные ткани, структура, свойства, сырье, требования.

Keywords: parachute fabric, structure, properties, raw, requirements.

Парашютная техника широко применяется как для десантирования и спасения объектов авиационной ракетно-космической техники, так и для решения различных народно-хозяйственных задач. Формы и конструкции парашютов непрерывно совершенствуются и усложняются, зачастую используются не отдельные парашюты, а парашютные системы (ПС), состоящие из нескольких парашютов (основного, вытяжного и тормозного), устройств обеспечения их функционирования (чехлов, ранцев, соединительных звеньев), систем управления и других систем.

Площади куполов парашютов колеблются от десятых долей до тысяч квадратных метров, они работают в широком диапазоне скоростей торможения от 5 – 10 м/с до сверх и гиперзвуковых, широком интервале температур окружающей среды и на больших и малых высотах. Масса десантируемых объектов также колеблется в широком диапазоне, от нескольких килограммов до десятков тонн. При спасении терпящих катастрофу самолетов масса десантируемого объекта может достигать 100 тонн. Так, несмотря на кажущуюся относительную конструктивную простоту в сравнении с авиакосмической и ракетной техникой, компоновка «объект - парашютное средство» в исследовательском плане представляет собой сложную нелинейную аэроупругую систему с трудноподдающимся математическому описанию моделированию из-за нелинейности проблемы в целом.

Технические требования предъявляемые к тканям специального назначения для производства парашютов и парашютных систем вырабатываются из полиамидных крученых и некрученых нитей различных линейных плотностей от 3,3 текс и выше, и с плотностью нитей на 1см ткани основных и уточных нитей от 36 до 54 н/см, при этом средняя крутка равна 220 кр/м. Применение нитей с таким многообразием линейных плотностей позволяет иметь такое же многообразие поверхностным плотностям в ткани - от 30 гр/м² до 200 гр/м². Одним из основных, и пожалуй единственным, показателем, характеризующим ткань как ткань для производства парашютов, является показатель – воздухопроницаемость, которая определяет, какое количество воздуха может пройти через определенный участок ткани. Применяемые предприятием технологии выработки и отделки тканей позволяют иметь этот показатель - от 50 дм³/м²с. до 1500 дм³/м²с. Ткань может выпускаться в цветной гамме по желанию заказчика. Ткань имеет противоожигаемую пропитку.

Правильно сформулированные требования к парашютным тканям обеспечат проектирование новых парашютных тканей заданного строения и с заданными свойствами.

В настоящее время для изготовления куполов парашютов используются ткани различной воздухопроницаемости.

Парашют – это устройство, состоящее из купола и строп, раскрывающееся в газовой или жидкой среде под действием набегающего потока или принудительно и предназначенное для торможения различных объектов. В настоящее время парашюты и парашютные системы широко применяются для различных целей: для спасения лётчиков при аварии самолета, спуск на землю людей, подопытных животных и исследовательской аппаратуры с самолётов, ракет и космических кораблей, для торможения самолета при посадке на взлётно-посадочную полосу ограниченного размера, десантирование различных грузов.

С парашютом можно спускать грузы весом и менее 1 кг и в несколько тонн; при этом парашюты можно вводить в действие на скоростях от 5 до 1000 м/сек. Такой широкий диапазон веса грузов и скоростей вызывает необходимость разрабатывать различные конструкции и способу введения в действие парашюты и парашютные системы. При этом должна быть обеспечена необходимая прочность парашютов, воспринимающих при раскрывании значи-

тельные нагрузки и подвергающихся в отдельных случаях воздействию высоких температур торможения. Возможность десантирования из самолётов разных грузов определяется в первую очередь разрешающей способностью самолёта. Если самолёт способен поднять и транспортировать груз, а также сбросить этот груз в полёте, то создание парашютной системы для десантирования такого груза не является большой проблемой. Обычно трудности возникают при необходимости обеспечить грузу малую скорость приземления, скорость груза в момент введения парашютной системы в действие, допустимых перегрузок торможения.

Парашютной системой называется один или несколько парашютов с комплектом устройств, обеспечивающих их размещение и крепление на самолете или сбрасываемом грузе и введение в действие парашютов. Качества и достоинства парашютных систем можно оценить, исходя из того, в какой степени они соответствуют следующим требованиям:

- выдерживать любую скорость, возможную после оставления самолета парашютистом-десантником;
- обеспечивать во время раскрытия допустимую нагрузку на парашютиста;
- иметь несложное, безотказное при любых условиях приспособление для раскрытия, обеспечивающее возможность как ручного, так и принудительного раскрытия основного парашюта;
- допускать прыжки с возможно малых высот;
- не стеснять действий парашютиста-десантника своими размерами и расположением частей, обеспечивать возможность присоединения запасной парашютной системы;
- быть устойчивыми и достаточно управляемыми;
- иметь прочную и удобную подвесную систему, пригодную для парашютистов-десантников любого роста в специальном обмундировании;
- позволять быстро освобождаться от подвесной системы в случае необходимости в любых условиях;
- быть возможно простыми по конструкции, требующими на обслуживание и укладку минимальной затраты труда и времени;
- иметь минимально возможную массу;
- гарантировать безопасную скорость приземления в условиях практического применения.

В основе выполнения требований, предъявляемых к десантным парашютным системам, лежит работа парашюта – купола со стропами, так как он является частью парашютной системы, которая испытывает сопротивление воздуха. Физическая суть функции, выполняемой куполом при снижении, заключается в отклонении (расталкивании) частиц встречного воздуха и трении о него, при этом часть воздуха купол увлекает за собой. Кроме того, раздвинутый воздух смыкается не непосредственно за куполом, а на некотором расстоянии от него, образуя вихри, т.е. вращательное движение струек воздуха. При раздвигании воздуха, трении об него, увлечении воздуха в направлении движения и образовании вихрей выполняется работа, которую совершает сила сопротивления воздуха. Величину этой силы в основном определяют форма и размеры купола парашюта, удельная нагрузка, природа и воздухопроницаемость ткани купола, скорость снижения, количество и длина строп, способ крепления строп к грузу, удаление купола от груза, конструкция купола, размеры полюсного отверстия или клапанов и другие факторы.

Коэффициент сопротивления парашюта обычно близок к коэффициенту сопротивления плоской пластинки. Если же поверхности купола и пластинки одинаковы, то сопротивление будет больше у пластинки, потому что ее мидель равен поверхности, а мидель парашюта значительно меньше его поверхности. Истинный диаметр купола в воздухе и его мидель трудно вычислить или измерить. Сужение купола парашюта, т.е. отношение диаметра наполненного купола к диаметру развернутого купола, зависит от формы раскроя ткани, длины строп и других причин.

УДК 666.973

ФИБРОПЕНОБЕТОН – СОВРЕМЕННЫЙ ИННОВАЦИОННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ
FIBER FOAM CONCRETE - MODERN AND INNOVATIVE BUILDING MATERIAL

Любовь Васильевна Моргун^{*}, Владимир Николаевич Моргун^{}**
Lyubov Vasilievna Morgun^{*}, Vladimir Nikolaevich Morgun^{}**

**Донской государственной технической университет - ДГТУ, Россия, Ростов-на-Дону*
**Don state technical University - DSTU, Russia, Rostov-of-Don*
(e-mail: konst-lvm@yandexl.ru)

***Южный Федеральный университет – ЮФУ, Россия, Ростов-на-Дону*
***Southern Federal University, SFU, Russia, Rostov-of-Don*
(e-mail: konst-lvm@yandexl.ru)

Аннотация: Рассмотрены отличительные особенности различных видов ячеистых бетонов, применяемых в качестве стеновых материалов. Показано, что в Южном Федеральном округе РФ освоена промышленная технология широкой номенклатуры изделий из энерго- и ресурсосберегающего материала фибропенобетона.

Abstract: the article Considers the distinctive features of different types of cellular concrete used as wall materials. It is shown that in the southern Federal district of the Russian Federation mastered the industrial technology of a wide range of products from energy - saving material of fiber foam concrete.

Ключевые слова: газобетон, пенобетон, фибропенобетон.

Keywords: concrete, foam concrete, fiber-foam concrete.

Современные задачи, решение которых чрезвычайно актуально для развития России, включают в себя насущную необходимость быстрого возведения самых разных строительных сооружений – жилых и общественных зданий, объектов промышленного, военного и сельскохозяйственного назначения [1,2]. Успешное решение перечисленных задач, учитывая не только необходимость их быстрого осуществления, но и исключительно разнообразные климатические и социально-хозяйственные особенности Российской Федерации требуют того, чтобы на современном строительном рынке страны было достаточное количество отечественных энерго- и ресурсоэффективных материалов [3,4].

Анализ современного уровня развития стройиндустрии показывает, что на строительный рынок России стремятся попасть производители самых разных материалов, свойства которых, как правило, не полностью удовлетворяют требованиям регионов Российской Федерации по теплоэффективности, комфортности, долговечности, надежности и ремонтпригодности [5,6]. При этом важно учитывать, что самыми важными строительными материалами являются каменные, то есть пожаробезопасные, изготавливаемые по:

- обжиговым технологиям (кирпич, керамзит и др.);
- безобжиговым (бетоны слитной и ячеистой структур) технологиям [1,2].

Урбанизация социума и развитие научно-технического прогресса привели в XX веке к изменению экологических условий существования человека и интенсивному развитию транспорта. Это повлияло не только на скорость перемещения человека в пространстве, но и предопределило новые, более жесткие требования к качеству жилища.

Современное жилище должно обладать:

- минимальной трудо- и материалоемкостью при возведении зданий, их эксплуатации и реконструкции;

- минимальными расходами на отопление и кондиционирование;
- высоким уровнем акустического комфорта;
- безопасностью при возведении и эксплуатации;
- высокой энергоемкостью разрушения и долговечностью;
- возможностью утилизации после утраты эксплуатационных свойств строительных конструкций.

Возможность удовлетворения перечисленных требований, в свою очередь, ставит задачу совершенствования эксплуатационных свойств, применяемых материалов. XX век показал, что самыми эффективными по показателям ресурсо- и энергосбережения в строительстве являются ячеистые бетоны [7-9]. Профессиональный анализ их эксплуатационных свойств показывает, что ячеистые бетоны автоклавного и естественного твердения существенно различаются по таким важнейшим характеристикам как прочность на сжатие и влажность после термообработки. Формально у автоклавных бетонов эти качества лучше, то есть прочность выше, а влажность ниже. Однако практики не учитывают, что конкретная величина прочности на сжатие назначается не потому, что конструкция получит соответствующие сжимающие нагрузки при монтаже или эксплуатации, а потому, что прочность на растяжение столь мала, что не позволит транспортировать и монтировать крупногабаритные строительные изделия без образования в них, выколов и трещин [10].

Если сравнивать технико-экономическую эффективность ячеистых бетонов, то следует учитывать, что для получения неавтоклавных требуется значительно меньшее количество энергии. Однако большинство видов пено- и газобетонов естественного (неавтоклавного) твердения обладает таким важным недостатком, как высокая усадка при твердении, продолжительность проявления которой может превышать 180 дней с момента изготовления изделия [11]. Учитывая технико-экономическую привлекательность ячеистых бетонов неавтоклавного твердения следует обратить внимание на такую его разновидность, как фибропенобетон (ФПБ). Изделия из ФПБ в Южном Федеральном округе промышленно изготавливаются в течение 15 лет. Освоены следующие виды изделий:

- блоки стеновые и теплоизоляционные плотностью от 250 до 900 кг/м³;
- галтели прямые и фасонные плотностью 400 и 500 кг/м³;
- перемычки брусковые и арочные;
- карнизные изделия.

ФПБ отличается [9,11] от существующих видов ячеистых бетонов:

- повышенными прочностью при растяжении и вязкостью разрушения;
- пониженными теплопроводностью и усадочной деформативностью.

Какими достоинствами обладают строительные изделия из по сравнению с изделиями из других видов ячеистых бетонов? В первую очередь, благодаря достаточной прочности на растяжение, появляется возможность получения высокоточных изделий сложной формы. Пазовая конструкция стенового блока [12] в сочетании со 2-м классом точности размеров предопределяет пониженные требования к квалификации рабочих, выполняющих кладку. Эта особенность делает продукцию из ФПБ привлекательной для частных застройщиков, военных строителей и тех регионов страны, в которых ощущается дефицит квалифицированных строителей. Сравнение теплопроводности равноплотных газо-, пено- и ФПБ (табл.) показывает, что последние выгодно (на 15...20%) отличаются в лучшую сторону, при этом паропроницаемость ФПБ меньше. По нашим данным [9,11] паропроницаемость ФПБ плотности 700 кг/м³ соответствует кирпичной кладке на цементно-песчаном растворе, плотность которой составляет не менее 1800 кг/м³. В зданиях нагрузки на оконные блоки компенсируют перемычками. Железобетонные перемычки – это «мостики холода», которые нарушают теплотехническую однородность современных стен. В Ростове-на-Дону с 2004 года строители пользуются фибропеножелезобетонными перемычками, в которых плотность бетона не превышает 800 кг/м³.

Свойства ячеистых бетонов

Плотность кг/м ³	Прочность, МПа		Морозостойкость, циклы	Паропроницаемость, $\frac{\text{мг}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}}$	Теплопроводность, Вт/(м·°С)				Теплоусвоение (при периоде 24 часа) s, Вт/(м ² ·°С)	
	сжатие	растяжение при изгибе			сухого	для условий эксплуатации				
						А	Б	А	Б	
ФПБ 300	0.5...0.7	0.1...0.3	25	0,23	0.069	0,09	0,11	1,37	1,68	
ФПБ 400	0,7...1,5	0.2...1.0	50	0,21	0.078	0,10	0,13	1,53	1,99	
ФПБ 500	1.0...2.5	0.5...1.8	75	0,18	0.088	0,13	0,16	1,99	2,44	
ФПБ 600	1.5...3.5	0.7...2.5	100	0,15	0.113	0,17	0,21	2,60	3,21	
ФПБ 700	2.5...5.0	1.0...2.8	100	0,13	0.142	0,21	0,24	3,21	3,67	
ФПБ 800	3.5...7.5	1.5...4.0	Более 100	0,10	0.171	0,24	0,27	3,67	4,12	
АГБ 400	1,0...2,0	Не норм.	Не нор.	0,23	0,10	0,13	0,16	1,53	1,99	
АГБ 600	2,0...3,0	Не норм.	До 75	0,17	0,14	0,17	0,20	2,60	3,21	
ПБ 400	0,5...1,0	Не норм.	Не нор.	0,23	0,10	0,13	0,16	1,53	1,99	
ПБ 600	1,5...2,5	Не норм.	До 35	0,17	0,14	0,17	0,20	2,60	3,21	

Примечания: ПБ – неавтоклавный фибропенобетон; АГБ – автоклавный газобетон; ПБ – неавтоклавный пенобетон.

Стены из фибропенобетона обладают повышенным сопротивлением звуко- и теплопередаче. Имеют, достаточную, для сохранения комфортности паропроницаемость. Уровень транспортного и бытового шума в современном городе таков, что акустические свойства материалов с каждым годом становятся все более значимыми для сохранения психологической устойчивости человека. Поскольку необходимость улучшения теплотехнических свойств ограждающих конструкций зданий закреплена на законодательном уровне, особо хотелось бы остановиться на показателях паропроницаемости.

Металлопластиковые окна современного здания в сочетании с паронепроницаемыми

многослойными стенами превратили квартиры в банные помещения, где относительная влажность среды опускается до комфортного уровня только при наличии принудительной вентиляции. Мы не предлагаем отказываться от окон со стеклопакетами. Эти изделия успешно разделяют тепловые и звуковые потоки. Однако стены должны "дышать", поэтому строить их желательно из паропроницаемых материалов, обладающих долговечностью, сопоставимой со сроками эксплуатации зданий.

Исследования показывают, что по показателям морозостойкости фибропенобетоны в 3...5 раз лучше равноплотных им ячеистых бетонов. Изделия из фибропенобетона под действием нагрузок разрушаются пластично, обильным количеством деформаций предупреждая о возможной утрате несущей способности (фото). На фото отражен процесс накопления дефектов при испытаниях фибропеножелезобетонной перемычки прямоугольного сечения длиной 2,5 м, армированной плоским каркасом. Плотность фибропенобетона составляла 820 кг/м³. Масса перемычки - 81 кг, что более чем в 2 раза легче традиционной железобетонной, а несущая способность превысила расчетную нагрузку 800 кгс/м (7,85 кН/м) в 1,3 раза. Разрушение фибропеножелезобетонных перемычек под действием нагрузок отличается обилием разнонаправленных трещин, свидетельствующих об их пластичности. Процесс полного разрушения сопровождается выделением каменной крошки размером до 5 мм. В то время как при разрушении любых других видов каменных материалов наблюдается хрупкое, практически мгновенное разрушение с образованием крупноразмерных опасных для здоровья людей фрагментов.



Рис. Трещинообразование фибропеножелезобетонной перемычки при испытаниях на несущую способность

Заключая изложенное, считаем важным обратить внимание на то, что перспективы строительства доступного жилья для населения РФ станут более реальными при широком использовании изделий из фибропенобетона. Применение фибропенобетона позволяет возводить объекты, отличающиеся:

- низкими энерго-, трудо- и материальными затратами;
- требуемыми тепло- и звукоизоляционными свойствами;
- высокой долговечностью и возможностью получения разнообразного архитектурного облика.

Список литературы

1. Корчагина О.А., Однолько В.Г. Материаловедение. Бетоны и строительные растворы: учебное пособие. Тамбов: Изд-во Тамбов. гос. техн. университета, 2004. 80 с.

2. Касторных Л.И., Трищенко И.В., Гикало М.А. Эффективность системы рециклинга на заводах товарного и сборного железобетона // Строительные материалы, 2016, № 3. С. 36 – 39.
3. Голованова Л.А., Блюм Е.Д. Энергоэффективные строительные конструкции и технологии// Ученые заметки ТОГУ, Том 5, № 4, 2014. С.71-77.
4. Смородин С.Н., Белоусов В.Н., Лакомкин В.Ю. Методы энергосбережения в энергетических, технологических установках и строительстве: учебное пособие/ СПб ГТУРП.-СПб., 2014. 99 с.
5. Попель О.С. Возобновляемые источники энергии в регионах Российской Федерации: проблемы и перспективы // Энергосовет, 2011, № 5. <http://www.energsovet.ru>
6. Ильягуев Р. Энергосберегающие технологии. Стимулировать энергосбережение. <http://abdilceylan.com>
7. Вылежанин В.П., Пинскер В.А. Газобетон в жилищном строительстве, перспективы его производства и применения в Российской Федерации// Строительные материалы, 2009, №1. С. 4-8.
8. Моргун Л.В., Смирнова В.В., Богатина А.Ю. Конструкционные возможности фибропенобетона неавтоклавно твердения//Строительные материалы, 2012, №4. С.14-16.
9. Мухаммед Азри Отхуман Мудин, Мухаммед Хафиз Ахмад, Ханизам Аванг. Механические и прочностные свойства легкого пенобетона армированного фиброй// Австралийский журнал фундаментальных и прикладных наук, 2013, № 7(7), С. 14-21.
10. Однослойные ограждения из автоклавно газобетона в современном строительстве: сб. докл. II науч.-практ. семинара. 24 ноября 2009 г./ под общ. ред. Ф. Л. Капустина. Екатеринбург : УрФУ, 2010. 96 с.
11. Моргун В.Н., Богатина А.Ю., Виснап А.В., Моргун Л.В. О свойствах материалов, соответствующих требованиям крупнопанельного домостроения// Строительные материалы, 2016, №10. С.24-26.
12. Айрапетов Г.А., Моргун Л.В. и др. Патент на полезную модель № 28144 «Стеновой блок». Опубл. в Бюл. № 7 10.03.03. 2 с.

УДК 678

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ И ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОЙ МОДИФИКАЦИИ
РАСТВОРОВ ПОЛИМЕРОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА ИХ ОСНОВЕ
SCIENTIFIC BASES AND TECHNOLOGY OF COMPLEX MODIFICATION
THE POLYMER SOLUTIONS AND INTELLECTUAL MATERIALS BASED
ON THEIR BASIS**

**Григорий Михайлович Коваленко, Елена Сергеевна Бокова
Grigoriy Mikhailovich Kovalenko, Elena Sergeevna Bokova**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство)», Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: gregoryi84@mail.ru)*

Аннотация: Рассмотрены основные научные подходы к использованию полимер-полимерных комплексов в качестве модификаторов полимерных материалов: растворов, волокон, текстильных полотен. Изучен процесс направленного регулирования структуры и физико-химических свойств полимер-полимерных комплексов для их дальнейшего исполь-

зования как модификатора полимерных материалов. Предложены технологии создания интеллектуальных материалов на примере использования поликомплексов в качестве модификаторов прядильных растворов для электроформования и импрегнирования текстильных полотен.

Abstract: The main scientific approaches to the use of polymer-polymer complexes as modifiers of polymeric materials are considered: solutions, fibers, textile fabrics. The process of directed regulation of the structure and physico-chemical properties of polymer-polymer complexes for their further use as a modifier of polymer materials has been studied. Technologies of creation of intellectual materials on an example of use of polycomplexes as modifiers of spinning solutions for electrospinning and impregnation of textile cloths are offered.

Ключевые слова: интерполимерные комплексы, переработка полимеров, полимерные растворы, текстильные материалы, волокнисто-пористые материалы.

Keywords: interpolymer complexes, processing of polymers, polymer solutions, textile materials, fibrous-porous materials.

Переработка полимеров по растворной технологии, в ряде случаев, является основным методом производства полимерных материалов. Это, прежде всего, относится к ограничениям переработки высокомолекулярных соединений через расплав вследствие их химического состава и высокой плотности энергии когезии; получению тончайших покрытий (лаков, красок), а также получению волокнисто-пористых материалов, находящихся в контакте с человеческим организмом – искусственных и синтетических кож обувного и одежного назначения.

В основе переработки полимеров через растворы лежит ряд фундаментальных и эмпирических факторов, регулирующих структуру и показатели свойств получаемых полимерных материалов. К фундаментальным относятся: химический состав исходного полимера, тип растворителя и метод его удаления при формировании плёнок, волокон или покрытий.

В качестве эмпирических факторов, оказывающих влияние на структуру и свойства готовых изделий, можно выделить такие как: температура испарения растворителя (для монолитных покрытий и волокон), тип осаждающей системы (для пористых покрытий), рецептурно-технологические параметры технологического процесса формования полимерных материалов (температура раствора, температура осадительной ванны, характер пропитки и др.).

Немаловажной составляющей при получении полимерных материалов, с заранее заданной структурой и свойствами, является их направленная модификация на всех этапах технологического процесса: при синтезе исходных полимеров, приготовлении полимерных растворов, формировании плёнок, волокон и покрытий, а также в процессе импрегнирования текстильных материалов.

Для реализации принципа направленного структурообразования, прежде всего, необходимо выбрать цель модифицирующего влияния, тип модификатора и способ модификации. Оптимальное сочетание всех вышеуказанных составляющих является основным системным подходом к проектированию материалов и изделий по принципу «состав–структура–свойства» и реализации оптимальной модели «полимер-интеллектуальное изделие».

Обзор патентной информации, научно-технической литературы, а также анализ накопленного опыта многолетних исследований кафедры Химии и технологии полимерных материалов и нанокмозитов, позволяет сделать вывод, что для реализации этого подхода чрезвычайно интересны интерполимерные комплексы (ИПК), стабилизированные кооперативной системой водородных связей. Из большого числа комплексных высокомолекулярных соединений, именно эти поликомплексы являются «smart» системами, способными изменять свою структуру и свойства в зависимости от различных факторов получения и условий эксплуата-

ции готовых изделий [1]. Интерполимерные комплексы могут быть получены простым смешением растворов полимеров, имеющих комплементарные химические группы, при этом представлять собой устойчивые соединения в условиях изменения температуры и действия агрессивных сред [2]. Важной отличительной особенностью ИПК, стабилизированных кооперативной системой водородных связей, является способность в условиях нормальной относительной влажности проявлять эластомерные свойства и высокую сорбционную активность по отношению к парам воды [3].

Цель работы – разработка системного подхода к проектированию полимерных материалов с заранее заданными свойствами, на примере синтеза полимер-полимерных комплексов, модификации ими полимерных растворов, а также применения для получения нетканых материалов и импрегнированных текстильных полотен с пониженной пожароопасностью.

Объектами исследования в работе являлись: разбавленные (0,3 моль/л) водные растворы полиакриловой кислоты (ПАК), поливинилового спирта (ПВС), полиэтиленгликоля (ПЭГ), полиэтиленоксида (ПЭО), полиакриламида (ПАА); прядильные водные растворы ПАК с концентрацией от 10 до 40%, ПВС с концентрацией от 8 до 16%, ПЭО с концентрацией от 2 до 10%. В качестве объектов для модификации использовали образцы хлопчатобумажных тканей из смеси хлопковых и льняных волокон типа парусина артикул 11291 (образец 1) и артикул 11234 (образец 2).

Физико-химические аномалии растворов полиэлектролитов связаны с наличием в их макромолекулах активных групп, способных к диссоциации, а сам процесс диссоциации имеет характер динамического равновесия. Поэтому для ответа на вопрос о возможности комплексообразования применяли методы турбидиметрического титрования и вискозиметрии, которые традиционно используют для анализа процесса комплексообразования в водной среде. [4, 5].

Процессы комплексообразования изучали в разбавленных водных растворах полиэлектролитов с концентрацией от 0,3 моль/л при варьировании pH реакционной среды от 0,8 до 6 и мольного соотношения исходных компонентов. Последние два фактора, то есть соотношение исходных компонентов и pH среды, являются основополагающими в процессах комплексообразования и во многом определяют структуру и свойства формируемых комплексов.

В работе были получены поликомплексы на основе полиакриловой кислоты и неионогенных полимеров – поливинилового спирта, полиэтиленгликоля, полиэтиленоксида, полиакриламида. Расчет концентрации растворов вели по содержанию в смеси поликислоты. Неионогенные полимеры вводили в соответствующих мольных отношениях к ПАК. Глубину протекания реакции комплексообразования регулировали изменением pH среды 2*N* раствором соляной кислоты (*HCl*).

Было показано, что в кислых средах, при переходе через pH критическое комплексообразования, формируются устойчивые поликомплексы различного состава. В случае равного мольного соотношения полимерных компонентов в расчёте на полимерную цепь, получали стехиометрические поликомплексы, в случае избытка поликарбоновой кислоты - нестехиометрические. Этот процесс констатировали по наличию максимумов на кривых турбидиметрии и минимумов на кривых вискозиметрического титрования. Некоторые наиболее типичные экспериментальные данные, характерные для таких систем, на примере комплексов ПАК-ПВС, ПАК-ПЭО, ПАК-ПАА, ПАК-ПЭГ представлены на рис. 1, 2.

В зависимости от условий получения комплексы образовывались в виде гелей, разной степени плотности, порошков и растворов. Все вышперечисленные комплексы были использованы либо самостоятельно, либо в качестве модифицирующих добавок при создании материалов с заранее прогнозированным комплексом свойств.

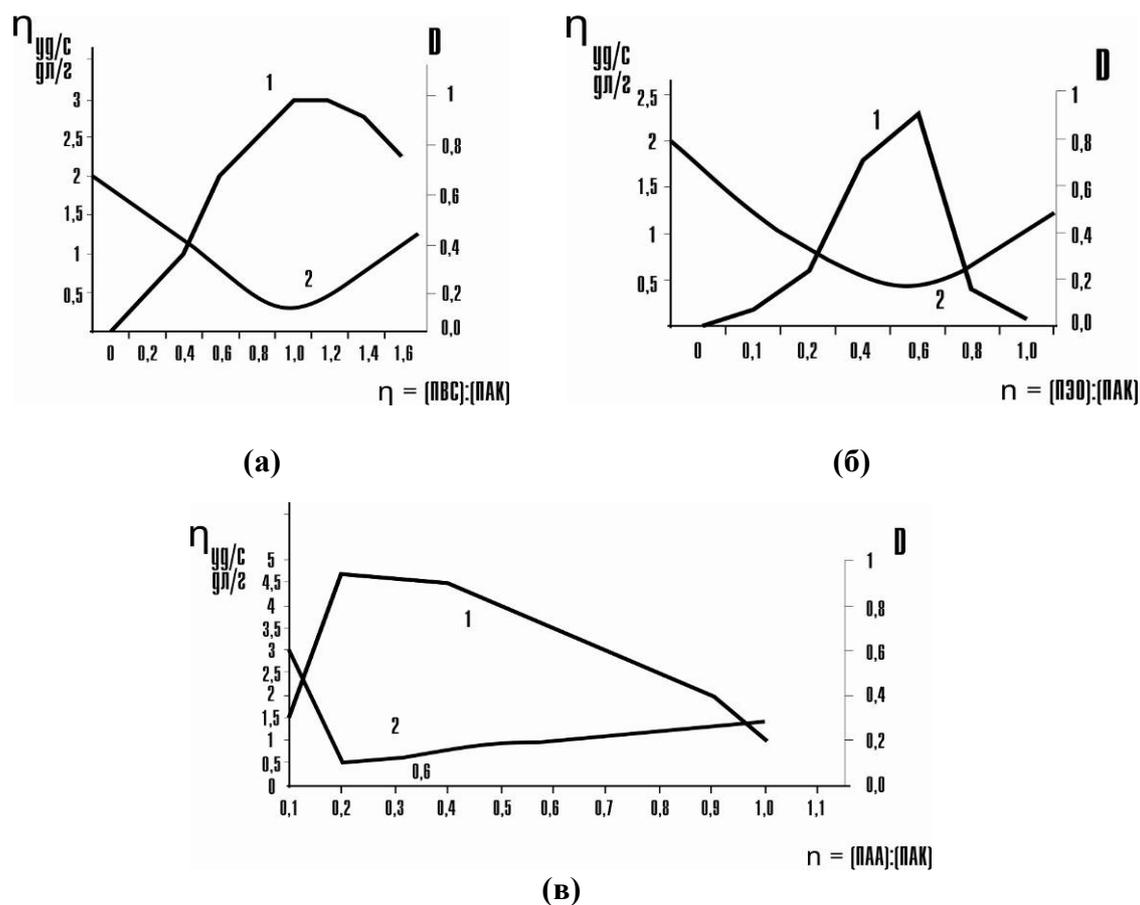


Рис. 1. Кривые турбидиметрического (1) и вискозиметрического (2) титрования раствора ПАК растворами: ПВС(а), ПЭО (б) и ПАА (в) при рН 1,5. $T=22\pm 1$ С°. Среда комплексообразования – вода

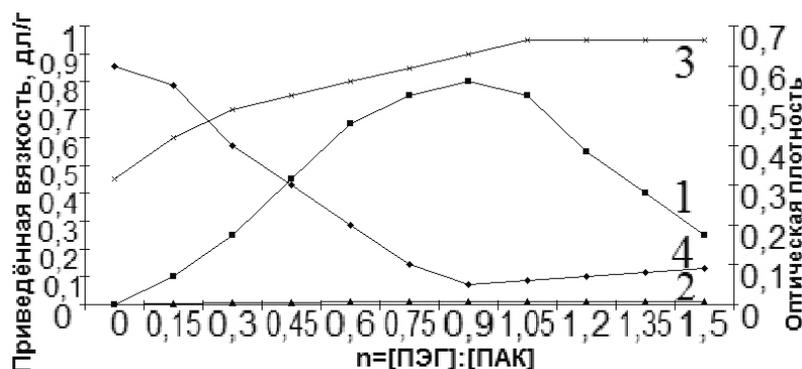


Рис.2. Кривые турбидиметрического (1) и вискозиметрического титрования (2) раствора ПАК раствором ПЭГ при рН 1,5. $T=22\pm 1$ С°. Среда комплексообразования этанол (20%) - вода (80%)

Так в работе ИПК, в виде растворов и низковязких гелей, впервые использовали в качестве модификаторов прядильных растворов для переработки методом электроформования. В связи с этим необходимо было решить ряд задач, связанных с особенностями и закономерностями процесса комплексообразования в таких системах, подбора параметров электроформования, исследования структурно-эксплуатационных характеристик материалов и доказательства наличия в составе нетканых материалов действительно ИПК, а не механической

смеси исходных полимеров. Волокнистые полотна были получены из растворов ПВС, модифицированных поликомплексами ПАК-ПВС и ПАК-ПЭО, методом бескапиллярного прядения на установке «Nanospider™». Микроструктура и характеристики, полученных материалов представлена на рис.3 и в табл.1.

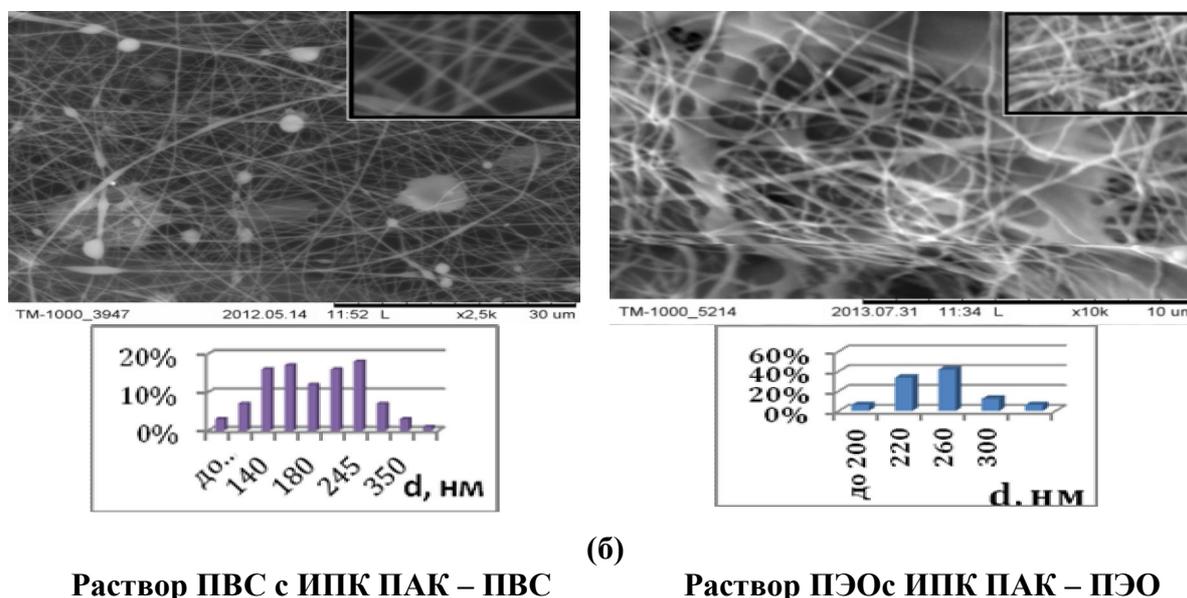


Рис. 3. Микрофотографии нетканых материалов, полученных из модифицированных растворов ПВС. Параметры процесса: напряжение 40 - 60 кВ, расстояние между электродами 14 - 16 см, вращение электрода 6,9 об/мин, скорость движения подложки 0,13 м/мин

Таблица 1. Свойства прядильных растворов, модифицированных ИПК

Раствор неионогенного полимера, содержащий ИПК	Свойства прядильных растворов			D, нм
	η , Па·с	$1/\square$, (См/м) ⁻¹	$\sigma \cdot 10^{-3}$, Н/м	
ПАК-ПВС	0,8	0,065	50,4	200 – 350
ПАК-ПЭО	2,5	0,062	57,7	220 – 300

Результаты проведенных исследований показали, что при всей значимости показателей поверхностного натяжения, вязкости, электропроводности формовочных растворов, решающее влияние на процесс волокнообразования и свойства полученных материалов оказывает структура раствора, в частности наличие в нем сетки зацеплений макромолекул в результате комплексообразования. Наличие в составе материала комплекса, а не простой смеси водорастворимых полимеров подтверждено нерастворимостью полученного материала в горячей воде и высокой сорбционной активностью по отношению к парам воды.

Структура и гидрофильная природа полученных материалов предопределили возможность их использование в качестве составляющего элемента изделий для детской гигиены. Такие материалы, с точки зрения рецептурных и технологических особенностей производства, относятся к многослойным волокнисто-порошковым композитам, каждый элемент которых несет свою функциональную нагрузку. С учетом эксплуатационных и санитарно-гигиенических требований к детским подгузникам, разработанные материалы на основе ИПК могут быть использованы в качестве распределяющего слоя, основной задачей которого является быстрое поглощение, набухание и замедление скорости проникновения влаги в следующий впитывающий слой, содержащий суперабсорбент.

Результаты исследования ряда таких нетканых полотен, предназначенных для изготов-

ления изделий по уходу за детьми (подгузников), по сравнению с материалами, полученными методом электроформования из растворов, модифицированных ИПК, приведены в табл. 2.

Таблица 2. Гигиенические свойства образцов нетканых материалов

Материал	ПП, мг/(см ² ·ч)	Г, %	ВО, %	Сорбционная емкость за 3 часа, %			W, %	F _{p сух.} , Н	ε _{отн.сух.} , %
				S ₆₇	S ₉₁	S ₁₀₀			
Tenotex airten (Ю.Корея)	4,38	1,96	1,90	0,75	0,9	1,3	0	38	126
Komitex ПЭТФ- ВИС (70:30) (Рос- сия)	4,25	8,06	7,81	5,9	6,2	6,5	2,3	32	90
Komitex ПЭТФ (100%) (Россия)	3,57	0,46	0,39	0,65	0,77	0,9	0	28	74
ИПК ПАК - ПВС	3,4	10,8	6,8	18,6	27,5	38,4	150	28	80
ИПК ПАК - ПЭО	3,8	12,3	6,1	45,4	54,7	57,2	200	28	82

ПП – паропроницаемость, мг/(см²·ч), Г – гигроскопичность, %, ВО – влагоотдача, %, W – набухание, %, F_{p сух.} – разрывная нагрузка сухого образца в продольном направлении, Н, ε_{отн.сух.} – относительное удлинение сухого образца при разрыве, %.

Полное отсутствие «эффекта капиллярности» у холстов, включающих ИПК, является следствием не только морфологии материалов, полученных методом электроформования, но и специфической двутяжной ленточной структуры ИПК из чередующихся упорядоченных гидрофобных и дефектных гидрофильных «петель» и «хвостов» [6].

Одной из актуальных задач в области полимерного материаловедения, является создание полимерных текстильных материалов пониженной горючести. В связи с чем, продолжается поиск новых экологически чистых, высокоэффективных модификаторов-антипиренов. Спрос на такие модификаторы существенно возрос за последние двадцать пять лет, что является следствием увеличения коммерческих требований к полимерным (в том числе текстильным материалам) с точки зрения экономической эффективности в сочетании со снижением экологических рисков для окружающей среды.

Исходя из теоретических предпосылок, связанных с химическим составом и строением, особый интерес для этих целей могут представлять полимер-полимерные комплексы, способные поглощать и удерживать в своем объеме большое количество связанной влаги.

Методом дифференциально-сканирующей колориметрии и термогравиметрического анализа поликомплексов ПАК–ПАА, ПАК–ПЭО, ПАК–ПВС было доказано наличие у них эндопиков, характеризующихся высокой энтальпией плавления, что свидетельствует об образовании устойчивых высокомолекулярных соединений, стабилизированных прочной системой водородных связей. Различия в величине энтальпии плавления, которая варьируется в пределах от 30 кДж/г до 57 кДж/г в ряду поликомплексов ПАК–ПАА→ПАК–ПЭО→ПАК–ПВС, обусловлены, прежде всего, их химическим составом, а также особенностями строения. В целом, исходя из высокой энтальпии плавления, характерной для всех полученных ППК, было сделано предположение об их потенциальной термической стойкости, возможной огнестойкости и термостабильности при горении.

Анализ огнезащитных свойств поликомплексов осуществляли на образцах текстильных полотен. Интерполимерные комплексы формировали в структуре тканей, помещая их в раствор, содержащий комплексообразующие полимеры с последующим его подкислением до рН критического, необходимого для образования ИПК. Количество поликомплекса в тканях регулировали путем пропускания пропитанных полотен через плюсовочные валы с установленным зазором в 1 мм. Комплексы образовывались в структуре полотна в виде пленок на волокне, либо мелкодисперсного порошка. Образцы сушили на воздухе при T=20±5⁰C. Дан-

ные по привесу ИПК в структуре тканей свидетельствуют о достаточно высоком привесе связующего непосредственно на волокнах ткани ещё до агломерации частиц поликомплексов. Так для парусины №1, привес ИПК ПАК–ПВС составил - 4,6 г/г, ПАК–ПЭО и ПАК–ПАА – 1,5 г/г. Для парусины №2 при пропитке любым поликомплексом привес в среднем составлял 1 г/г. Испытания тканей на воспламеняемость показали, что наибольшей огнестойкостью обладают материалы № 5 и 8 (табл. 3).

Таблица 3. Определение воспламеняемости тканей по ISO 4589 84

Регистрируемые параметры (испытание вдоль основы)	Материал							
	Парусина (образец №1)				Парусина (образец №2)			
	без обработки	ипк пак-пвс	ипк пак-пэо	ипк пак-паа	без обработки	ипк пак-паа	ипк пак-пэо	ипк пак-пвс
Время зажигания с поверхности, с	15	15	-	15	15	15	-	15
Время зажигания с кромки, с	15	15	15	15	15	15	15	15
Время самостоятельного горения, с	143	-	150	-	-	10	83	5
Прогорание до кромки	+	-	+	-	-	-	-	-
Воспламенение х/б ваты	-	-	-	-	-	-	-	-
Длина обугленного участка, мм	*	77	*	73	59	80	135	37
Поверхностная выпышка	-	-	-	-	-	-	-	-

* - прогорание образца до кромки

По результатам определения кислородного индекса, исходные парусины №1 и 2 относятся к классу легкогорючих материалов (кислородный индекс 19,9 и 23,7 % соответственно). Парусина №2 и №1, модифицированные ИПК ПАК–ПАА попадают в категорию трудногорючих материалов с кислородным индексом 31,7 %, от 27 до 32 % соответственно [7, 8]. Таким образом, в работе изучены физико-химические основы формирования полимер-полимерных комплексов различного состава и строения, установлено влияние условий синтеза на состав и структуру ППК. Показана возможность получения ИПК в виде растворов, гелей, порошков и малосольватированных осадков и их применение в качестве модификаторов прядильных растворов для получения высокосорбционных нетканых материалов, а также импрегнирования текстильных полотен с целью снижения их пожароопасности и горючести.

Список литературы

1. Lau C., Mi Y. A study of blending and complexation of poly(acrylic acid)/poly(vinyl pyrrolidone) // Polymer.- 2002. N.43. P.823-829.
2. А.Д. Антипина, В.Ю. Барановский, И.М. Паписов, В.А. Кабанов. Особенности равновесий при образовании комплексов поликислот и полиэтиленгликолей. – М.: Высокмолекул. соед. А. 2001. Т. 14. №4. С. 941-948.
3. Ikawa T., Abe K., Honda K., Tsuchida E. // J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed. 1975. V. 13. № 7. P. 1505.
4. Бокова Е.С. Физико-химические основы и технология модификации растворов полимеров в производстве волокнисто-пористых материалов: Дис. ... докт. техн. наук. – Москва: МГУДТ, 2007. С. 193-205.

5. Коваленко Г.М. Разработка условий получения интерполимерных комплексов в бинарных растворителях и возможностей их применения. Дис. ... канд. техн. наук. – Москва: МГУДТ, 2011.

6. Рылкова М.В. Создание волокнистых материалов на основе комплексообразующих водорастворимых полимеров методом электроформования. Дис. ... канд. техн. наук. – Москва: МГУДТ, 2014

7. Паписов И.М. Матричная полимеризация и другие матричные и псевдоматричные процессы как путь получения композиционных материалов //Высокомолекулярные соединения. Б. 1997. Т.39. №3. С.562-574.

8. Elena S. Bokova, Grigory M. Kovalenko, Bogusław Woźniak, Maria Pawłowa, Kseniya S. Bokova. Interpolymer complexes as modifying compounds for reducing cotton blended fabric flammability. FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe 2016; 24, 6(120): 8-14. PP. 157-160

УДК 677 025

**РАЗРАБОТКА СТРУКТУР И ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАБОТКИ АРМИРУЮЩИХ
ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН
THE DEVELOPMENT OF STRUCTURES AND TECHNOLOGIES OF PRODUCTION
OF REINFORCING FABRICS**

**Ольга Петровна Фомина, Елена Борисовна Хабарова, Владимир Андреевич Заваруев
Olga Petrovna Fomina, Elena Borisovna Khabarova, Vladimir Andreievich Zavaruev**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва*

The Kosygin State University of Russia, Moscow

(e-mail: kafedra_ttp@mail.ru, alena.khabarova@gmail.com, vlzavaruev@yandex.ru)

Аннотация: Рассмотрена технология получения армирующего трикотажного материала с улучшенными прочностными свойствами путем введения дополнительных протяжек в структуру трикотажа.

Abstract: The article describes technology of reinforcing knitted fabrics with improved strength properties via inserting the additional feed lines in the knitwear structure.

Ключевые слова: армирующие трикотажные материалы, трикотажные протяжки,

Keywords: reinforcing knitted fabrics, additional feed lines

В последние десятилетия всё более широкое применение в самолёто-, ракето-, автомобилестроении, строительстве и дорожной отрасли находят композиционные материалы, представляющие собой комбинацию армирующего материала (матрицы) и наполнителя [1]. Физико-механические свойства композиционных материалов определяются как индивидуальными свойствами армирующего материала и наполнителя, так и прочностью их связи. Использование в качестве матрицы текстильных материалов, состоящих из высокопористых нитей (пряжи) позволяет наполнителю более полно заполнять структуру армирующего материала, что значительно увеличивает прочность их соединения, а следовательно, обеспечивает получение более высоких прочностных свойств композиционного материала [2]. Уникальные свойства трикотажа по сравнению с другими текстильными материалами (высокая пористость, драпируемость, растяжимость, формовочная способность, возможность получения заданной плоской и объемной формы без швейных операций) определяют актуальность его использования в качестве армирующего материала [3].

Основными требованиями, предъявляемыми к армирующему материалу, являются прочность конструкции и её устойчивость (жесткость) в процессе эксплуатации.

Для анализа данных свойств у трикотажного материала проведём сравнение его петельной структуры со строительной конструкцией в виде плоской фермы, которая широко используется при строительстве мостов, перекрытий зданий, высотных башнях, стойках электропередач и т.д. Данная конструкция по многочисленным показателям, и прежде всего, по отношению прочности к весу или жесткости к весу, превосходит цельнометаллические материалы [4, 5]. Конструкция плоской фермы представляет собой решетку из жестких стержней, соединенных между собой в определенном порядке (рис. 1а). Стержни, расположенные двумя параллельными линиями, называются «панели» и образуют верхний и нижний «пояс» конструкции фермы. Эти «пояса» связаны друг с другом посредством стержней, не лежащих на одной прямой и попарно соединенных с «панелями» в жестких или шарнирных «узлах». Один из этих стержней – «раскос» расположен под углом к линиям верхнего и нижнего «пояса», а другой стержень «стойка» расположен перпендикулярно к ним.

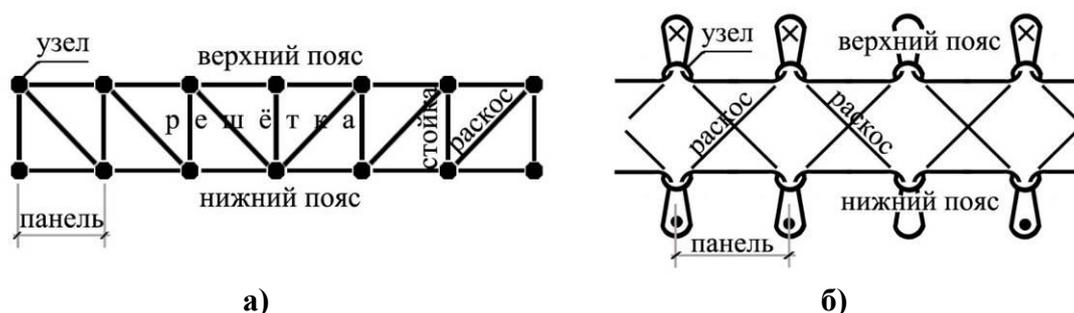


Рис. 1. Схема строения строительной конструкции в виде плоской фермы

Если в петельной структуре торцевого среза двойного кулирного трикотажа лицевой и изнаночный петельные слои рассматривать как верхний и нижний «пояс» конструкции плоской фермы, то протяжки, соединяющие остовы петель одного петельного слоя, будут представлять собой конструктивный элемент «панель», протяжки, соединяющие остовы петель соседних петельных слоев, конструктивный элемент «раскос», а сами остовы петель будут соответствовать конструктивному элементу «узел» (рис. 1б). Анализ торцевых срезов известных двойных кулирных переплетений показал, что в их петельной структуре отсутствует элемент, который соединял бы остовы петель, расположенных в соседних петельных слоях друг напротив друга и который соответствовал бы элементу «стойка» в конструкции плоской фермы. Отсутствие такой протяжки типа «стойка» в структуре армирующего трикотажного материала приводит к значительному уменьшению его прочности и устойчивости (жесткости) при эксплуатации. Его отсутствие обуславливается кулирным процессом петлеобразования, при котором осуществляется последовательное образование петель из одной нити поочередно на каждой игле то одной, то другой игольницы двухфунтурной трикотажной машины [6].

Получение протяжек типа «стойка» в петельной структуре двойного кулирного трикотажа можно осуществить при использовании в процессе петлеобразования дополнительной технологической операции – сдвига игольницы. Чередование операций прокладывания нитей на иглы и возвратно-поступательных сдвигов игольниц приведет к перекрещиванию протяжек, соединяющих остовы петель, висящих на парных иглах соседних игольниц, что в готовом трикотаже заставит остовы этих петель располагаться друг против друга, а соединяющие их протяжки – перпендикулярно к петельным слоям двойного трикотажа.

На рис. 2 приведен пример графической схемы процесса вязания двойного кулирного трикотажа с протяжками типа «стойка», в котором петельные слои образуются переплетением глади Г, а их соединение осуществляется протяжками футерных нитей Ф1 и Ф2. Футерная нить Ф1 прокладывается последовательно на все иглы двух игольниц И1 и И2 (рис. 2а), затем осуществляется вязание петельного ряда глади Г1 на иглах одной игольницы И1 и вы-

полняется сдвиг передней игольницы на один игольный шаг t (рис. 2б). После чего процесс повторяется при прокладывании на иглы футерной нити Φ_2 , но вязание петельного ряда гладки Γ_2 осуществляется на иглах авторой игольницы $И_2$, а сдвиг передней игольницы на один игольный шаг t выполняется в обратном направлении (рис. 2в). В результате такого технологического процесса образуется трикотаж с перекрещивающимися протяжками футерных нитей Φ_1 и Φ_2 .

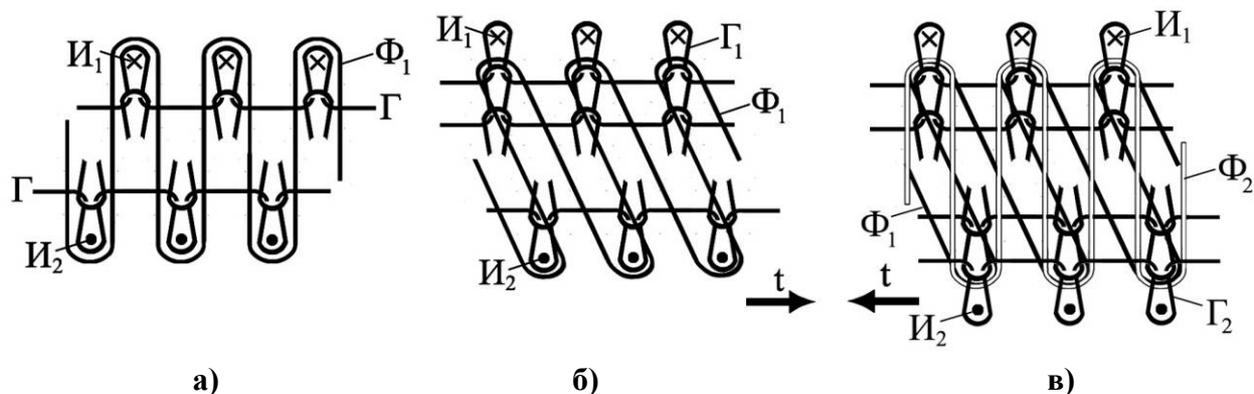


Рис. 2. Графическая схема процесса вязания трикотажа с перекрещивающимися протяжками футерной нити, соединяющие парные иглы соседних игольниц

На рис. 3 даны пространственное изображение армирующего трикотажа разработанной петельной структуры петельной структуры, (рис. 3а) и схемы его торцевого среза, (рис. 3б). В данной структуре остовы петель O соответствуют элементу «узел», соединяющие их протяжки $Пп$ – элементу «панель», перекрещивающиеся протяжки футерных нитей Φ_1 и Φ_2 , соединяющие парные остовы петель O , расположенные друг против друга в соседних петельных слоях, образуют сдвоенные протяжки типа «стойка» $Пс$, а перекрещивающиеся протяжки футерных нитей Φ_1 и Φ_2 , соединяющие остовы петель соседних петельных пар – протяжки типа «раскос» $Пр$ с противоположным углом наклона.

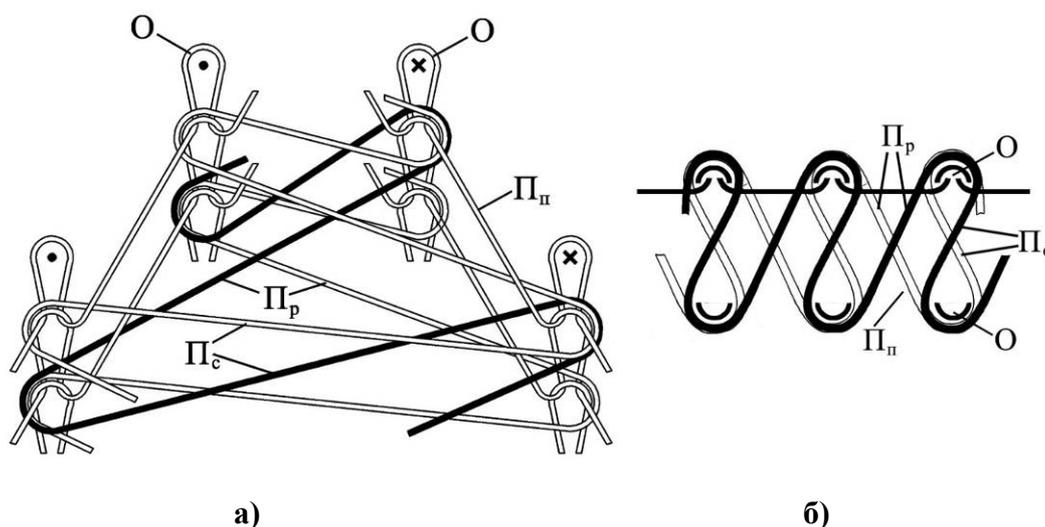


Рис. 3. Петельная структура двойного кулирного трикотажа со сдвоенными протяжками типа «стойка» и «раскос»

Таким образом, данный двойной кулирный трикотаж содержит в своей петельной структуре все элементы строительной конструкции плоской фермы, что обеспечивает оптимальные свойства трикотажа при его использовании в качестве армирующего материала.

Выработка опытных образцов трикотажа данной структуры показала, что его получение можно осуществить на любом виде универсального плосковязального оборудования.

Выводы

1. Уникальные свойства трикотажа по сравнению с другими текстильными материалами определяют актуальность его использования в качестве армирующего материала.
2. Соединение остовов петель соседних петельных слоев двойного кулирного трикотажа парными протяжками, одна из которых расположена под углом, а другая перпендикулярно к этим петельным слоям, обеспечивает значительное увеличение прочности и устойчивости (жесткости) структуры трикотажа в процессе его эксплуатации.
3. Получение протяжек расположенных перпендикулярно к соединяемым ими петельным слоям трикотажа возможно осуществить при чередовании операций прокладывания нитей с дополнительными технологическими операциями – возвратно поступательных сдвигов игольницы.
4. Разработанная технология получения трикотажного материала с улучшенными армирующими свойствами может быть реализована на любом виде универсального плосковязального оборудования.

Список литературы

1. Бондалетова Л.И., Бондалетов В.Г. Полимерные композитные материалы: Учебное пособие. – Томск: Томский политехнический университет, 2013, С.6.
2. В.Труевцев, Е.С.Цобкалло, К.А.Молоносов/Армирование композитов кулирным трикотажем из параарамидной нити // Курьер. Лёгкая промышленность. – 2013. №5. С. 11.
3. Князькин С.В. Разработка технологии создания текстильных армирующих компонентов композиционных материалов применяемых в атомной промышленности: Дис. ... канд. техн. наук. – Димитровград: Димитровградский инженерно-технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ, 2015. 175 с., С.30.
4. Шакирзянов Р.А., Шакирзянов Ф.Р. Курс лекций по строительной механике: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – Казань: КГАСУ, 2014. 144 с.
5. Дарков А.В., Шапошников Н.И. Строительная механика: Учеб. для строит. спец. вузов. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. Шк., 1986. – 607 с.: ил.
6. Лабораторный практикум по технологии трикотажного производства: Учебник для вузов./под общей редакцией Кудрявина Л.А. - М.: РИО МГТУ, 2002. 476 с.

УДК: 541.64

ЦЕЛЛЮЛОЗНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЗОЛЬ ГЕЛЬ ТЕХНОЛОГИИ CELLULOSE MATERIALS MODIFIED BY SILVER NANOPARTICLES USING ZOL GEL TECHNOLOGY

**Бижамал Раимовна Таусарова, Айкен Жуматаевна Кутжанова
Bizhamal Raimovna Taussarova, Aiken Zhumataevna Kutzhanova**

*Алматинский технологический университет, Алматы, Республика Казахстан
Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan, Almaty
(e-mail: birtausarova@mail.ru)*

Аннотация: В статье рассматривается экологически безопасный метод получения в водных растворах наночастиц серебра, путем восстановления глюкозой, найдены оптимальные параметры синтеза. Предложен метод модифицирования целлюлозных тканей, придающий устойчивый антимикробный эффект к многократным влажно-тепловым обработкам, а также улучшающий их физико-механические и гигиенические свойства.

лизовать их рост. Для определения оптимальных концентраций исходных компонентов была проведена серия опытов табл. 1.

Таблица 1. Содержание исходных компонентов

Номер образца	Содержание компонентов, моль/л	
	AgNO ₃	C ₆ H ₁₂ O ₆
1	0,0001	0,001
2	0,0001	0,005
3	0,0001	0,01
4	0,001	0,01
5	0,002	0,05
6	0,005	0,05
7	0,01	0,05
8	0,05	0,05

Реакция восстановления проходит в несколько стадий, причем каждой из них соответствует определенная окраска раствора, на первом этапе (в течение 1-2 сек) раствор приобретает темную грязно-зеленую окраску, переход к следующей стадии (20 мин) сопровождается изменением цвета на светло-желтый, на заключительном этапе раствор становится темным.

В данных условиях образующиеся НЧ серебра Реакция восстановления проходит в несколько стадий, причем каждой из них соответствует определенная окраска раствора, на первом этапе (в течение 1-2 сек) раствор приобретает темную грязно-зеленую окраску, переход к следующей стадии (20 мин) сопровождается изменением цвета на светло-желтый, на заключительном этапе раствор становится темным.

Как показала электронная трансмиссионная микроскопия, образующиеся НЧ имеют сферическую форму, диаметром в пределах от 1-137 нм. На сферическую форму НЧ указывает желтая окраска раствора. Образующиеся частицы стабильны, не осаждаются и не меняют окраску в течение нескольких недель. Хлопчатобумажную ткань полотняного переплетения пропитывают водно-спиртовым раствором тетраэтоксисилана. После ткань отжимают до привеса 90%, сушат при температуре 90 °С в течение 10 мин и термообработка при температуре 125 °С в течение 2 мин с последующей промывкой горячей водой при температуре 45 °С и затем холодной водой. После обработки образцы тканей пропитаны водным раствором наночастиц серебра с различными концентрациями в течение 30 мин. Образцы хлопчатобумажной ткани, обработанные различными концентрациями серебра, исследовались на низковакуумном растровом электронном микроскопе JSM-6510LA в комплекте с энергодисперсионным рентгеновским спектрометром. Полученные результаты представлены на рис. 1.

Электронно-микроскопические снимки подтверждают образование тонкой полимерной пленки на поверхности волокна. Результаты электронно-сканирующей микроскопии показывают изменение морфологической поверхности обработанных образцов по сравнению с необработанными образцами.

Согласно электронно-сканирующей микроскопии и проведенному энергодисперсионному микроанализу (рис.1b) хлопковая ткань содержит С - 57.02%, О - 29.76%, обработанная тетраэтоксисиланом содержит (рис.1d) С - 67.68%, О - 29.76%, Si - 2.56% (табл.2).

После модификации наночастицами серебра на поверхности обработанной ткани образуются частицы серебра -5.01% - 6.80% (рис.1f) которые распределены достаточно неравномерно.

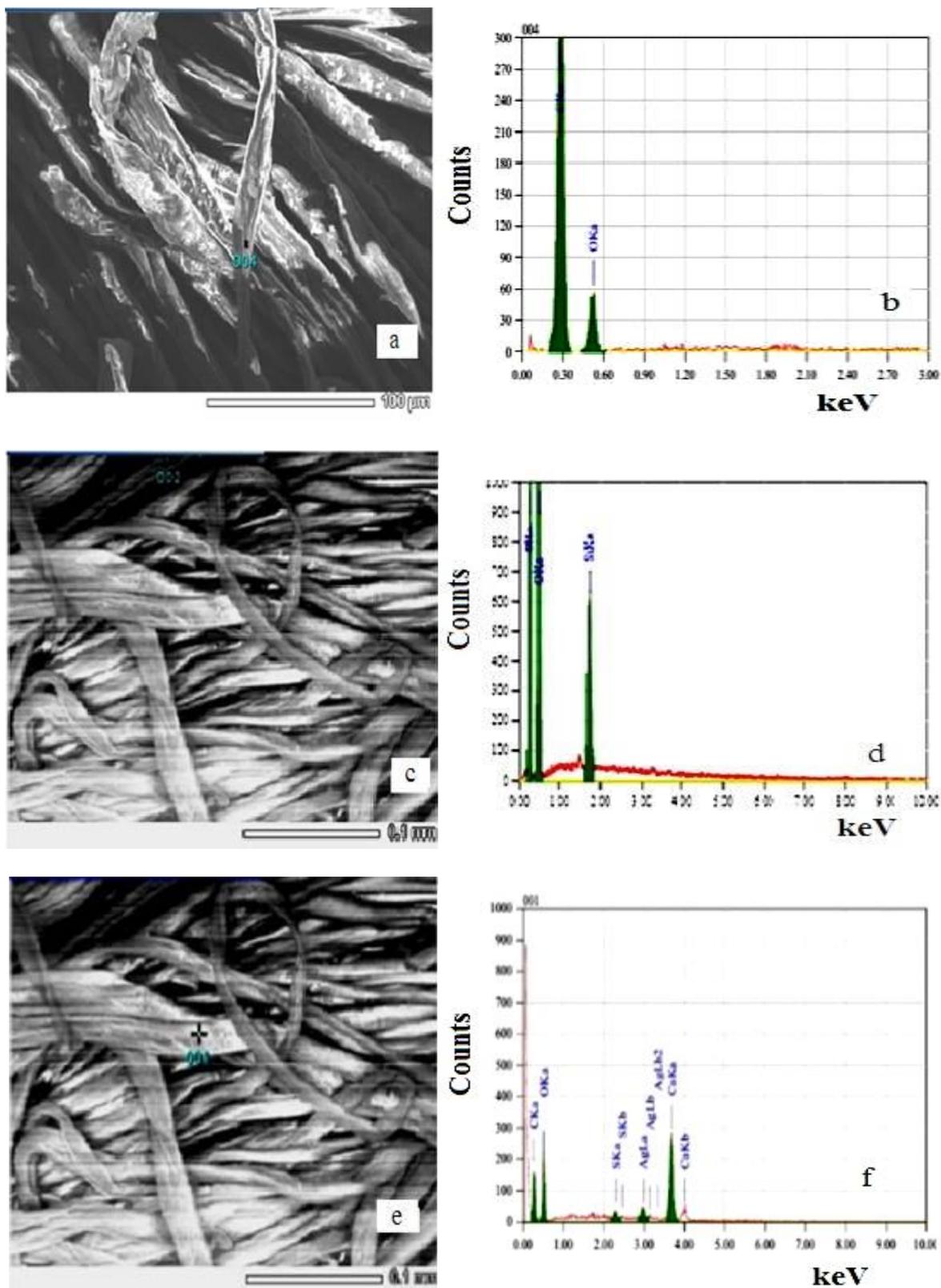


Рис. 1. Электронно-микроскопические снимки хлопчатобумажной ткани (а) обработанной тетраэтоксисилоаном (с), наночастицами серебра (е) и энергодисперсионный микроанализ (b,d,f) соответственно

Результаты энергодисперсионного микроанализа (табл. 2) дают количественное представление о содержании элементов в обработанных и необработанных образцах.

Таблица 2. Средний элементный состав необработанных и модифицированных хлопчатобумажных тканей, полученных на основе результатов энергодисперсионного микроанализа

№	Массовая доля, %					Атомная доля, %				
	C	O	Si	Ca	Ag	C	O	Si	Ca	Ag
Контроль	57,02	42,98				63,86	36,14			
1	67.68	29.76	2.56			74,28	24,52	1,2		
2	12.81	33.53		44.65	5.01	24.11	47.39		27.45	1.05
3	16.54	39.72		36.40	6.78	28.38	51.15		18.71	1.29
4	15.67	32.18	1.34	44.01	6.80	28.87	44.49	0.94	24.30	1.40

Модифицированные наночастицами серебра ткани проверены на способность придания антимикробных свойств обработанным тканям. Анализ данных (табл. 3) показывает, что биостойкость обработанных образцов тканей составляет выше 80% и относятся к биостойким тканям.

Таблица 3. Результаты испытания образцов на устойчивость к микробиологическому разрушению

№	Устойчивость к микробиологическому разрушению, П, %	Разрывная нагрузка, F _{ср}	
		До биоразрушения	После биоразрушения
1	76.1	180	137
2	83.8	173	145
3	80.1	181	146
4	87.0	193	168
5	75.7	181	137
6	89.1	192	171
7	82.0	200	164
8	82.9	193	160

Таким образом, полученные экспериментальные данные показывают, что в результате проведенных исследований разработана серия экологически безопасных целлюлозных материалов, обладающих устойчивостью к микробиологическому разрушению, антимикробным действием по отношению к тест-культурам *Aspergillus*, *Penicillium*. Их применение позволяет обеспечить высокую биозащищенность, повысить экономичность и экологическую безопасность текстильных материалов и готовых изделий.

Список литературы

1. *J. Foksowicz-Flaczyk et al.* Multifunctional durable properties of textile materials modified by biocidal agents in the sol-gel process. // *Surface & Coatings Technology*. 2016. V. 304. P. 160–166.
2. *Xing Y. Yang X. Dai J.* Antimicrobial finishing of cotton textile based on water glass by sol-gel method. // *J Sol-Gel Sci Technol*. 2007. V. 43. P.187–192.
3. *Wan Norfazilah Wan Ismail.* Sol-gel technology for innovative fabric finishing - A Review. // *J. Sol-Gel Sci. Technol*. 2016. V. 78, P. 698–707.
4. *Дюсенбиева К.Ж., Таусарова Б. Р., Кутжанова А.Ж.* Получение и исследование антимикробных целлюлозных материалов на основе жидкого стекла с применением золь-гель метода. // *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. 2016. № 5. С. 60-64.
5. *Оленин А.Ю.* Получение, динамика структуры объема и поверхности металлических наночастиц в конденсированных средах. // *Успехи химии*. 2011. Т. 80. № 7. С.635-662.

6. Suman Singh, Amardeep Bharti, Vijay Kumar Meena. Green synthesis of multi-shaped silver nanoparticles: optical, morphological and antibacterial properties. // J Mater Sci: Mater Electron. 2015. V. 26, P. 3638–3648.

7. Таусарова Б.Р., Кутжанова А.Ж., Сулейменова М.Ш., Маукенова А.Н. Антибактериальные свойства наночастиц серебра: достижения и перспективы. // Вестник Алматинского технологического университета. 2014. №1 (102). С.76-83.

8. Burkitbay A, Taussarova B. R., Kutzhanova A.Z., Rakhimova S.M. Development of a Polymeric Composition for Antimicrobial Finish of Cotton Fabrics. // Fibers & Textiles in Eastern Europe. 2014. V. 22, №. 2(104). P. 96-101.

9. Raúl.A. Morales-Luckie. Synthesis of silver nanoparticles using aqueous extracts of *Heterotheca inuloides* as reducing agent and natural fibers as templates: *Agave lechuguilla* and silk. // Materials Science and Engineering: C. 2016. V. 69. P. 429–436.

10. Таусарова Б.Р., Кутжанова А.Ж., Сулейменова М.Ш. Применение наночастиц серебра для модификации целлюлозных материалов. // Химический журнал Казахстана. 2016. С.116-129.

11. Davidović . S. et al. Impregnation of cotton fabric with silver nanoparticles synthesized by dextran isolated from bacterial species *Leuconostoc mesenteroides*. // Carbohydrate Polymers. 2015. V. 131. P. 331–336.

12. K. Nischala, Tata N. Rao, Neha Hebalkar. Silica–silver core–shell particles for antibacterial textile application. // Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 2011. V. 82. P. 203–208.

13. Srimala Perera et al. Morphological, antimicrobial, durability, and physical properties of untreated and treated textiles using silver-nanoparticles. // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2013. V. 436. P. 975–989.

14. Gopiraman M. et al. Silver coated anionic cellulose nanofiber composites for an efficient antimicrobial activity. // Carbohydrate Polymers. 2016. V.149. P. 51-59.

УДК 677.016:546.57

**ИННОВАЦИОННЫЕ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПОЛУЧЕНИЯ, ОБЛАСТИ
И ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
INNOVATIVE NANO-MODIFIED TEXTILE MATERIALS: THEORY
AND PRACTICE OF MANUFACTURING, AREA AND EXPERIENCE OF USE**

**Галина Сергеевна Станкевич, Ирина Николаевна Бычкова,
Владимир Ильич Родионов, Константин Иванович Кобраков,
Дмитрий Николаевич Кузнецов, Анна Геннадьевна Ручкина
Galina Sergeevna Stankevich, Irina Nikolaevna Bychkova,
Vladimir Ilyich Rodionov, Konstantin Ivanovich Kobrakov
Dmitry Nikolaevich Kuznetsov, Anna Gennadievna Ruchkina**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: otxpaxt@yandex.ru)*

Аннотация: Описаны этапы и результаты разработки технологии получения текстильных материалов, модифицированных наноразмерными частицами серебра. Приведены примеры реализации разработанных процессов в промышленном производстве и использования готовой продукции (одежды) в ряде отраслей народного хозяйства.

Abstract: The stages and results of development of technology of receiving the textile materials modified by silver nano-dimensional particles are described. The examples of realization of the developed processes in industrial production and uses of finished goods (clothes) in a number of branches of the national economy are given.

Ключевые слова: наноразмерные частицы серебра, модификация текстильных материалов, биоцидные свойства, комплексообразование, красители с хелатирующими группами, одежда со специальными свойствами.

Keywords: silver nano-dimensional particles; modification of textile materials; biocidal properties; complex formation; dyes with chelating groups; clothes with special properties.

В медицинской практике одним из популярных препаратов при лечении различных заболеваний в XIX – начале XX вв было коллоидное серебро, которое рекомендовалось также как профилактическое средство. За прошедший период в истории применения коллоидного серебра как медикаментозного средства были периоды как эйфорического признания, так и жесткого негативного отношения.

Нечто подобное происходило, да и, в какой-то мере, происходит в отношении к текстильным и нетканым материалам, содержащим серебро.

До сих пор бытует мнение (причем не только в популярной литературе рекламного характера, но и в специальных публикациях) об отрицательных последствиях использования чулочно-носочных изделий, белья, верхней одежды и т.п., содержащих в составе материала серебро.

И все же убедительно доказано, что серебро способно обезвреживать более 650 видов вредных бактерий и вирусов (для сравнения: эффективный штатный химический антибиотик подавляет развитие 5-10 видов). Практика использования серебросодержащих препаратов показывает (за редчайшими исключениями) отсутствие побочных эффектов, а также резистентности к ним патогенной флоры. Кроме того, установлено, что серебро является микроэлементом, стимулирующим деятельность иммунной системы [1,2].

Среди различных способов создания серебросодержащих текстильных материалов в последние десятилетия основное внимание исследователей химиков, биологов и технологов привлекают наноразмерные частицы серебра и разработка способов их введения в волокнистые материалы [3-5].

Текстильные материалы, содержащие наноразмерные частицы серебра, рекомендуется использовать для изготовления чулочно-носочных изделий, белья, обмундирования для вооруженных сил и т.п.[6,7].

Среди преимуществ препаратов на основе наночастиц серебра, используемых для модифицирования текстильных материалов можно отметить:

- полный спектр антимикробного действия (бактерии, вирусы, грибы) и подавление патогенной микрофлоры (споры).
- отсутствие деструктирующего действия на текстильные материалы.
- экологическая безопасность.

Опыт получения модифицированных наноразмерными частицами серебра текстильных материалов показывает, что одним из ключевых вопросов используемых технологий является проблема достижения степени закрепления, фиксации наночастиц на материале, обеспечивающей сохранение биоцидных свойств в процессе эксплуатации изделий.

Анализ эффективности ряда методов, описанных в литературе показывает, что они или не обеспечивают желаемой прочности связывания наноразмерных частиц с тканевым носителем или требуют использования предварительной активации поверхности материала или дополнительных к стандартным технологических операций [9-13].

В ряде работ [10,14-16] обсуждается роль строения функциональных групп волокнообразующих полимеров на процесс фиксации наночастиц на их поверхности.

Проводя исследования по разработке метода и технологии модифицирования текстильных материалов наноразмерными частицами серебра мы обнаружили ряд факторов, указывающих на то, что важную роль в процессе закрепления наноразмерных частиц серебра на материале играет взаимодействие наночастиц с хелатирующими группами красителя, которым окрашен текстильный материал. Так было установлено, что при одинаковых условиях обработки на окрашенном образце материала закрепляются на 30-35% больше наночастиц серебра, чем на неокрашенном.

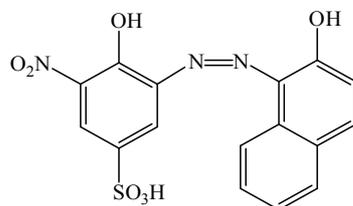
На основе указанной рабочей гипотезы был проведен цикл исследований, который включал в себя экспериментально-теоретические разделы, технологическую часть, а также опытно-промышленную апробацию технологии.

В работе в качестве наномодифицирующего препарата использовался водно-полимерный раствор наноразмерных частиц серебра, получаемый по разработанной в МГУДТ методике [17].

На первом этапе работы были синтезированы специальные модельные азокрасители, содержащие в структуре молекулы активные хелатирующие группы и изучено их взаимодействие с ионами и наноразмерными частицами металлов [18]. Методом спектрофотометрического титрования было установлено, что синтезированные красители вступают в координационные взаимодействия с ионами металлов (Fe, Cu, Cr, Ag), определены составы комплексов. Установлено также, что испытанные красители образуют координационные соединения с наноразмерными частицами металлов, структуры которых однозначно определить не удалось.

В продолжении исследований было приведено углубленное изучение вышеуказанных процессов. Причем в качестве хелатирующих объектов использовались либо промышленно производящиеся кислотные и прямые красители, либо их ближайшие аналоги [19,20].

По результатам проведенных исследований был отобран кислотный азокраситель (1), проявивший наибольшую активность при комплексообразовании с ионами и наноразмерными частицами серебра.



(1)

Краситель (1) использовался в серии экспериментов в результате которых были определены оптимальные значения концентрации наномодифицирующего препарата (НП) в красильной ванне, а также показано, что при обработке НП в выбранных условиях фунгицидная активность шерстяной ткани обеспечивается на уровне, соответствующем подавлению испытанных тест-объектов на 80-100% от эталона [21].

Определение количества серебра на обработанной ткани проводили методом лазерно-искровой эмиссионной спектроскопии в Институте проблем мониторинга загрязнений природных сред НПО «Гайфун», а испытания фунгицидной активности - в лаборатории микрофильтрации и реставрации документов РГАНТД по ГОСТ 9.048-75 [22].

Параллельно описанным экспериментам проводилось изучение характеристик поверхности шерстяной, полиамидной, хлопковой ткани до и после крашения синтезированными красителями и обработки НП.

Полученные в ходе исследований результаты позволили разработать рекомендации к нормам технологических режимов обработки хлопчатобумажной, шерстяной и полиамидной тканей, а также трикотажных шерстяных полотен и изделий из них, а также осуществить выбор технологического оборудования и схемы обработки.

Отличительными моментами предлагаемой технологии обработки являются: использование стандартного оборудования отделочного производства и проведение процесса без изменения последовательности технологических операций; количество серебра, попадающего в сточные воды, определено как фоновое, в разы ниже ПДК; разработанная технология позволяет получить текстильные материалы с различным содержанием наноразмерного серебра (от 2,5 ppm до 30 ppm).

Испытания полученных наномодифицированных тканей и полотен показали, что прошедшие обработку материалы не меняют своих технологических и колористических свойств, но приобретают биоцидные, улучшенные теплофизические и электростатические свойства, что позволяет рекомендовать их для изготовления чулочно-носочных изделий, белья (термобелья), одежды детского ассортимента, школьной формы, обмундирования для служащих ВС, МЧС, спортивной одежды и т.д.

Разработанные технологии наномодифицирования текстильных материалов и изделий из них прошли опытно-промышленные испытания на ряде предприятий отрасли: Брянский камвольный комбинат, Павло-Пасадский камвольный комбинат, ООО «Заречье-Сервис», ООО «Ника-Текстиль», ООО СаНова», ООО комбинат «Парижская коммуна».

Изготовление из наномодифицированных материалов изделия (чулочно-носочные изделия, термобелье, комплекты формы сотрудников МЧС) прошли пробные носки и рекомендованы к применению. В частности, мужские носки, содержащие наноразмерные частицы серебра, включены Приказом Минздравсоцразвития РФ №777к от 01.09.2010 г. в перечень одежды для работников, занятых на работах с вредными и опасными условиями труда или связанных с загрязнениями.

В настоящее время изделия, содержащие наноразмерные частицы серебра используются в подразделениях МЧС, сотрудниками АЭС, Следственного комитета г. Москвы, спортсменами сборных команд РФ, о чем имеются специальные акты, благодарственные письма и т.д.

Вывод. Таким образом, на Российский рынок выведен инновационный продукт, разработка которого прошла все необходимые стадии от научных исследований до промышленного производства.

Вышеописанные материалы производятся полностью на отечественном сырье и препаратах, по отечественной технологии и по полученному положительному эффекту не уступают, а зачастую превосходят зарубежные аналоги, имеют значительные преимущества по стоимости материалов и изделий из них.

Список литературы

1. Савадян Э.Ш., Мельникова В.М., Беликова Г.П. Современные тенденции использования серебросодержащих антисептиков// Антибиотики и химиотерапия. - 1989, №1, С .874-878.
2. Риткер П. Действие коллоидного серебра на иммунитет//Бостон. Новости медицины.- 1999, т.4, №15, С.120-124.
3. Dastjerdi R., Montazer M., Shahsavan S. A novel technique for producing durable multifunctional textiles using nanocomposite coating// Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 2010, V 81, Issue 1, P. 32–41.
4. Rai M., Yadav A., Gade A. Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials// Biotechnol Adv. – 2009, v.27, P.76-83.
5. Panagiotis Dallas, Virender K. Sharma, Redek Zboril Silver polymeric nanocomposites as advanced antimicrobial agents: Classification, synthetic paths, applications and perspectives// Advances in Colloid and Interface Science -2011, v.166, P.119-135.
6. Ki H., Kim Y., Kwon S., Yeong S. A study on multifunctional wool textiles treated with nano-sized silver//J.Mater.Sci.-2007, v.42, P. 8020-8024.

7. Hossam E. Emama, Avinash P. Maniana, Barbora Široká, Heinz Duellib, Bernhard Redlc, Alexandra Pipalc, Thomas Bechtolda Treatments to impart antimicrobial activity to clothing and household cellulosic- textiles – why “Nano”-silver? //Journal of Cleaner Production - 2013, v. 39, P. 17–23.
8. Годымчук А. Ю., Зыкова А. П., Савельев Г. Г. Экология наноматериалов. - М.: Бинном. Лаборатория знаний, 2012, 272 с.
9. Вишняков А. В., Манаева Т. В., Чащин В. А., Хотимский Д. В. Антибактериальный текстильный волокнистый материал и способ его получения// Пат. РФ 2350356, опубл.27.03.2009.
10. Bin Tang, Mingwen Zhang, Xueliang Hou, Jingliang Li, Lu Sun, and Xungai Wang Col-oration of Cotton Fibers with Anisotropic Silver Nanoparticles//Ind. Eng. Chem. Res., 2012, 51 (39), P. 12807–12813.
11. Котельникова Н.Е., Лашкевич О.В., Панарин Е.Ф. Способ получения серебросодер-жащих целлюлозных материалов// Пат. РФ 2256675 опубл. 20.07.2005.
12. Абдуллина В. Х., Сергеева Е. А., Панкова Е. А., Абдуллин И. Ш., Кашапов Н. Ф. Влияние плазмоактивации на фиксацию наночастиц серебра на поверхности полипропилен-ового волокна// Вестник Казанского технологического университета. – 2009, №3, С.53-56.
13. Perelshtein I, Applerot G, Perkash N, Guibert G, Mikhailov S, Gedanken A. Sonochemical coating of silver nanoparticles on textile fabrics (nylon, polyester and cotton) and their antibacterial activity// Nanotechnology -2008, v.19, P. 1-6.
14. Аршакуни А. А. , Губин С. П. Природные биоволокна как полифункциональные ли-ганды для металлсодержащих наночастиц// Кординационная химия, 2010, т.36, №4, С. 251-255.
15. Аршакуни А. А. , Губин С. П. Наноматериалы на основе природных белковых воло-кон// Неорганические материалы, 2010, т.46,№7, С.818-826.
16. Fern M. Kelly and James H. Johnston Colored and Functional Silver Nanoparticle–Wool Fiber Composites// ACS Appl. Mater. Interfaces, 2011, 3 (4), P. 1083–1092.
17. Золина Л. И., Мишаков В. Ю., Жихарев А. П., Баранов В. Д., Полухина Л. М., Ме-жуев С.В. Композиция на основе гидрозоля серебра для придания антимикробных свойств волокнисто-сетчатым материалам//Пат.РФ 2405557 опубл. 10.12.2010.
18. Кобраков К.И., Родионов В.И., Ручкина А.Г., Станкевич Г.С., Цегельник О.С. Ис-следование взаимодействия некоторых азокрасителей с ионами металлов и наноразмерными частицами оксидов металлов// Международная научно-техническая конференция «Совре-менные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промыш-ленности» (Прогресс-2012). Сборник материалов, ч.1, Иваново, 2012, С.103.
19. Кобраков К.И., Родионов В.И., Ручкина А.Г., Кузнецов Д.Н., Станкевич Г.С., Золи-на Л.И., Ковальчукова О.В. Синтез гетарилсодержащих бисазокрасителей и исследование их взаимодействия с ионами и наноразмерными частицами металлов// Изв. Вузов. Химия и хим.технология, 2013, т.56,№4, С.33-37.
20. Кобраков К.И., Ковальчукова О.В. Кузнецов Д.Н., Родионов В.И., Станкевич Г.С. Спектрофотометрическое изучение взаимодействия некоторых азокрасителей, содержащих хелатирующие группы с ионами и наноразмерными частицами металлов// Изв. Вузов. Тех-нология текст. промышленности, 2015, №3, С.82-87.
21. Кобраков К.И., Дмитриева М.Б., Золина Л.И., Родионов В.И., Ручкина А.Г., Серенко О.А., Станкевич Г.С.Получение наномодифицированных биоцидных шерстяных материалов и исследование устойчивости их фунгицидных свойств к мокрым обработкам// Бутлеровские сообщения, 2014, т.37 №2, С.53-59.
22. ГОСТ 9.048-75 Изделия технические. Метод испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов.

УДК 687.1: 66.03

**НАПРАВЛЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ КЛЕЕВОГО
ПЛЕНОЧНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ БЛОКИРОВАНИЯ ПРОНИЦАЕМОСТИ
НИТОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ УТЕПЛЕННОЙ ОДЕЖДЫ
THE DIRECTED REGULATION OF THE GLUTINOUS FILM MATERIAL
PROPERTIES FOR BLOCKING OF THE PERMEABILITY WARMED CLOTHES
THREAD CONNECTIONS**

**Ольга Викторовна Метелева, Людмила Ивановна Бондаренко
Olga Viktorovna Meteleva, Ludmila Ivanovna Bondarenko**

*Ивановский государственный политехнический университет, Иваново, Россия
Ivanovskiy State pollytechnic University, Ivanovo, Russia
(e-mail: olmet07@yandex.ru, bondarenko.ivanovo@yandex.ru)*

Аннотация: Отработаны рецептурно-технологические параметры процесса получения композиционного пленочного материала для перо-пуховой одежды. Выполнена оценка влияния состава полимерных композиций на свойства полимерных плёнок. Полученные результаты исследований позволяют констатировать наличие положительного эффекта. Использование разработанного композиционного пленочного материала обеспечивает непроницаемость ниточных соединений в одежде на перо-пуховом утеплителе.

Abstract: Process prescription and technological parameters of the receiving composite film material for feather-down clothes are fulfilled. The influence assessment of polymeric compositions structure on the polymeric films properties is executed. The received results of researches allow to state existence of positive effect. Use of the developed composite film material provides impermeability of filar connections in clothes on a feather-down heater.

Ключевые слова: композиционный пленочный материал; акрилатные латексы; коэффициент миграции; перо-пуховой утеплитель.

Keywords: the composite film material; akrilat latex; the migration coefficient; a feather-down heater.

Одной из задач современной химии и технологии является создание композиционных материалов нового поколения. При этом все более широкое распространение в различных областях жизнедеятельности человека (медицина, строительство, защита поверхностей от механических повреждений, упаковка и маркировка изделий) находят многослойные и однослойные пленочные материалы, обладающие постоянной остаточной липкостью. Кроме того, известны бесосновные клеевые ленты (переносные слои липкости) – клеевые липкие пленки. Совершенствование свойств липких лент происходит в направлении расширения их функциональных возможностей.

Для применения в швейной промышленности при изготовлении изделий различного назначения из разнообразных по свойствам материалов, включая пленочные материалы и материалы с полимерными покрытиями, разработан пленочный материал, обладающий остаточной липкостью и образующий прочные и надежные клеевые соединения с различными текстильными материалами. Он представляет собой многослойный композиционный материал, одним из слоев которого является высококонтактный клей с низкой температурой стеклования, способный образовывать клеевое соединение без длительного воздействия давления [1-3]. Материал создан для герметизации швов защитных изделий.

Разработаны технологии блокирования проницаемости ниточных соединений водозащитных швейных изделий и одежды на перо-пуховом утеплителе (ППУ) с применением это-

го материала. Однако для реализации этих технологий один и тот же пленочный материал должен обладать разными техническими характеристиками:

- для герметизации швов водозащитной одежды обеспечивать высокие: адгезионную прочность, эластичность, механическую прочность, эксплуатационную надежность (стойкость к агрессивным воздействиям);

- для снижения миграции перо-пуховой смеси в утепленных изделиях: незначительную толщину, не влияющую на внешний вид изделия, минимальную липкость; низкий коэффициент миграции ППУ.

Учитывая особенности применения пленочного материала в пуховой одежде, отработаны параметры процесса его получения, удовлетворяющего требованиям швейного производства. Основными компонентами полимерных композиций служили водные дисперсии акриловой природы, полимеры которых имели одинаковый химический состав, но отличающиеся количественным содержанием мономерных звеньев в полимерной цепи. С целью выбора рационального состава исследуемых латексов для создания полимерных композиций, используемых в качестве клеевого и неклеевого слоёв плёночного материала, оценивалось влияние соотношения сомономеров на физико-механические и технологические свойства латексных плёнок.

Для обеспечения непроницаемости ниточных соединений в одежде на ППУ были исследованы различные варианты латексных композиций, а также режимы и условия формирования полимерных слоёв. Была установлена целесообразность применения в качестве основного пленкообразующего для изолирующего слоя акрилатного латекса БАК-Р, представляющего собой водную дисперсию сополимера бутилакрилата, акрилонитрила и метакриловой кислоты с содержанием звеньев акрилонитрила 30-34%. Пленки из указанного латекса обеспечивают сочетание прочности и эластичности, характеризуются высокой стойкостью к окислению и атмосферным воздействиям. При выборе полимера для клеевого слоя определяющим свойством являлась липкость, так как она характеризует адгезионную способность.

Формирование полимерных слоёв композиционного пленочного материала в работе осуществлялось наносным методом: заданная толщина каждого полимерного слоя обеспечивалась выбором величины зазора ракельного устройства. В ходе экспериментальных исследований выявлено, что оптимальным соотношением адгезионной способности и когезионной прочности обладают пленки из акрилатного латекса БАК-Н. Этот латекс обладает хорошими пленкообразующими свойствами, клеящей способностью, поэтому его целесообразно использовать как основу клеевого слоя. Низкое содержание в составе сополимерного латекса звеньев нитрила акриловой кислоты (от 4,5 до 5,0 %) способствует получению покрытий с высокой эластичностью и остаточной липкостью.

Как известно, при получении покрытий и композиционных материалов, латексы обычно используют в смеси с другими ингредиентами [4-5]. Важное отличие латексной технологии состоит в том, что перерабатываемая среда (латексная композиция) обладает относительно низкой вязкостью. Реологическое поведение латексов является важнейшей характеристикой, определяющей их технологичность в процессе переработки [6]. Для выбора оптимального состава латексных композиций при формировании полимерных слоёв клеевого пленочного материала оценивалось влияние целевых ингредиентов (загустителя, регулятора рН, эмульгатора, пластификатора) на реологические свойства смесей и физико-механические показатели сформированных плёнок.

Регулирование вязкости латексных систем осуществлялось подбором дозировок загустителя, а также изменением значения рН. В качестве загущающего агента, обеспечивающего требуемую вязкость и стабильность латексных смесей при переработке, использовался загуститель акриловой природы. Реологические свойства латексных смесей оценивали путём измерения вязкости с помощью японского ротационного вискозиметра «Reotest» при скорости сдвига 6 об/мин. Оценивалось влияние различных дозировок акрилового загустителя на из-

менение вязкости, как свежеприготовленных латексных композиций, так и выдержанных в течение различного времени.

Полученные данные показали, что процесс загущения во многом зависит от количества вводимого в латекс загустителя и времени вызревания смесей. В результате проведенных исследований выявлено, что загущенные латексные смеси отличаются достаточной агрегативной устойчивостью во времени, и переработка их не вызывает технологических затруднений. Установлено, что получение технологически вязких композиций ($\eta = 10 \div 30$ Па·с) для формирования покрытий наносным методом, характеризующихся стабильностью свойств в течение длительного времени и устойчивостью к сдвиговым деформациям, может быть достигнуто введением в латекс загустителя в количествах 10-20 мас. ч. на 100 мас. ч. полимера латекса.

В ходе экспериментальных исследований оценивалась возможность повышения эластичности клеевого пленочного материала. С этой целью в состав полимерной композиции на основе сополимерного акрилатного латекса БАК-Р осуществлялось введение пластифицирующего агента (ПФ) – диоктилфталата (ДОФ). Как было установлено, что введение указанного ПФ в загущенные латексные композиции не вызывает технологических трудностей. Полученные смеси характеризовались однородностью и высокой агрегативной устойчивостью во времени.

В работе были исследованы различные варианты предлагаемого самоклеящегося пленочного материала. Качество блокирования ниточных соединений к проникновению элементов ППУ обеспечивалось проклеиванием модельных образцов стеганых пакетов на участке верхнего слоя чехла пухового пакета с расположением пленки под материалом верха.

Экспериментальные исследования полученных вариантов пленочных материалов позволили установить закономерности изменения их свойств (жесткости, величины блокирующего эффекта, надежности блокирующего эффекта) при варьировании их толщины, химического ингредиентного и количественного состава. Установлено, что требуемый эффект блокирования проколов ниточных соединений за счет реологии липкого клеевого слоя пленочного материала достигается при применении всех испытуемых его вариантов, что подтверждают полученные до и после проклеивания микрофотографии отверстия прокола от иглы в ткани.

Экспериментально по специально разработанной методике установлено, что при существующей технологии изготовления утепленной одежды на ППУ, не предполагающей специальных операций по предотвращению миграции перо-пуховой смеси в ниточных соединениях, коэффициент сквозной миграции ($K_{см}$) достигает в новом (не подвергнутом носке) изделии 0,40 и в процессе ухода постоянно растет, увеличиваясь после десятого цикла аквастирки в 3 раза.

Использование для проклеивания с внутренней стороны (такое расположение исключает изменение внешнего вида изделия) исследуемых вариантов пленочного материала способствует существенному снижению $K_{см}$ (в 6–8 раз). Этот эффект сохраняется и после воздействия десяти аквастирок – $K_{см}$ не превышает 0,30. Установлено, что наибольшее влияние на эффект блокирования отверстий от прокола оказывает толщина клеевого слоя. Рациональными структурными вариантами требуемого пленочного материала являются, включающие два слоя: неклеевой армирующий на основе латекса БАК-Р толщиной 0,05÷0,07 мм и клеевой на основе латекса БАК-Н толщиной 0,10÷0,40 мм.

В процессе воздействия многоциклового деформирующей нагрузки в условиях предпрятия химической чистки одежды (воздействия до 10 аквастирок) и с ростом толщины клеевого слоя пленки $K_{см}$ возрастает. При этом на начальных стадиях (первые 3-4 аквастирки) происходит быстрый рост $K_{см}$, затем его значения стабилизируются. Наиболее эффективный вариант пленочного материала имеет толщину 0,23-0,25 мм. Его использование при формировании ниточно-клеевого соединения обеспечивает снижение $K_{см}$ до 0,04–0,05 (до

аквастирки), незначительное повышение $K_{см}$ в результате воздействия десяти аквастирок 0,09–0,16. Следует отметить, что обычно верхняя одежда на ППУ служит не более 3-х лет, а значит $K_{см}$ достигнет в этом случае величины не более 0,12. Таким образом, увеличение толщины клеевого слоя нежелательно, т. к. это приводит к большей длительности процесса сушки пленки и вероятности появления внутренних напряжений.

Установлено, что введение ПФ в полимерные системы способствует снижению прочностных показателей, сопровождающемуся уменьшением прочности клеевого слоя и его поверхностной адгезионной активности. Это негативно сказывается на процессе стежкообразования из-за налипания клеевого вещества на иглу и нитки, при этом достигнутого уровня снижения коэффициента сквозной миграции не наблюдалось.

Согласно полученным данным увеличение количественного содержания нитрила акриловой кислоты в сополимере способствует нарастанию жёсткости, а в случае уменьшения его содержания в сополимере происходит обратный процесс, сопровождающийся повышением липкости и снижением прочностных показателей плёнок. Выбранный в результате экспериментальных исследований вариант пленочного материала на основе латексов БАК-Р и БАК-Н, имеющий наилучшие результаты эффекта блокирования ниточно-клеевого соединения, также обеспечивает рациональные условия образования ниточно-клеевого соединения.

Анализ полученных данных показал, что проклеивание ниточных соединений утеплённых изделий на ППУ обеспечивает снижение миграции элементов пуховой смеси. При этом на степень проникновения ППУ через швы оказывает влияние комплекс исследованных в работе факторов, а именно: конструкция шва, структурные характеристики материала верха, количественно-ингредиентный состав ВСПМ. Так, наименьшее значение $K_{см}$ имеет пакет материалов, включающих ППУ, соединённый с материалом верха с поверхностной плотностью от 90-150 г/м² (состав polyethylene terephthalate и Nylon) стачным швом. В процессе эксплуатационного воздействия 10-ти аквастирок $K_{см}$ увеличивается на 5-7 %, что в соответствии с разработанными критериальными значениями характеризует высокое качество изделия. Стоит отметить, что увеличение толщины клеевого слоя более 0,3 мм, приводит к снижению качества получаемого соединения: повышению $K_{см}$ вследствие того, что соединяемый пакет увеличивается по толщине, жёсткости.

Выводы

- отработаны рецептурно-технологические параметры получения самоклеящегося пленочного материала и способ его применения для снижения миграции ППУ через ниточные соединения утепленной одежды и установлено, что для выполнения комплекса требований полимерные слои должны состоять из композиций на основе водных дисперсий акриловых полимеров БАК-Р и БАК-Н, соответственно для неклеевого и клеевого слоев;

- выявлены закономерности влияния состава полимерных композиций и толщины полученного пленочного материала на блокирующий технологический эффект, наблюдаемый для всех ниточных соединений и всех вариантов исследованного материала;

- установлено, что рациональная толщина клеевого слоя пленочного материала должна составлять 0,23-0,25 мм;

- показано, что использование разработанного пленочного материала для проклеивания ниточных швов обеспечивает снижение $K_{см}$ в 6-8 раз по сравнению с современной технологией изготовления изделий на ППУ при сохранении достигнутого эффекта после воздействия десяти аквастирок.

Список литературы

1. Метелева, О.В. Теоретическое обоснование эффективного применения химических материалов при изготовлении защитных швейных изделий / О.В. Метелева // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013. Том 346. № 4. С. 109–113.

2. Сурикова, М.В. Соединение защитных материалов при использовании самоклеющегося пленочного материала / М.В. Сурикова, О.В. Метелева, Е.И. Коваленко // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013. Том 347. № 5. С. 101–104.
3. Метелева, О.В. Создание перспективных клеевых материалов для защитных швейных изделий / О.В. Метелева, Е.П. Покровская, Л.И. Бондаренко, А.Н. Белякова // Электронный журнал «Сервис в России и за рубежом». – 2013. – Вып. 1(39). – Режим доступа: http://old.rguts.ru/electronic_journal/number39/contents.
4. Елисеева, В.И. Полимерные дисперсии / В.И. Елисеева. – М: Химия, 1980. 296 с.
5. Еркова, Л.Н. Латексы / Л.Н. Еркова, О.С. Чечик. – М.: Химия, 1983. 224 с.
6. Трофимович, Д.П. Технология переработки латексов / Д.П. Трофимович, В.А. Берестнёв. – М: ООО Издательство Научтехлитиздат, 2003. 372 с.

УДК 677.017.4

**МЕХАНИЧЕСКИЕ И ВИБРОГАСЯЩИЕ СВОЙСТВА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ
ТРИКОТАЖНЫХ СТРУКТУР
KNITTED SPACER FABRICS MECHANICAL AND VIBRATION ABSORBING
PROPERTIES**

**Александр Павлович Башков, Галина Всеволодовна Башкова
Alexander P. Bashkov, Galina V. Bashkova**

*Ивановский государственный политехнический университет, Россия, Иваново
Ivanovo State Polytechnic University, Russia, Ivanovo
(e-mail: apb303@yandex.ru, milena55@yandex.ru)*

Аннотация: В статье на основе теории сжатых гибких стержней анализируется способность двухслойных трикотажных полотен с соединительными элементами из индивидуальных нитей сопротивляться механическим нагрузкам и вибрации. Это дает возможность прогнозировать механические и виброизоляционные свойства при проектировании подобных структур.

Abstract: On the basis of the compressed flexible rods theory the ability to resist lateral contraction and vibration of two-layer knitted fabrics with connecting elements of the individual filaments (yarns) is analyzed. It becomes possible to predict the mechanical and vibrated properties of such a kind structures.

Ключевые слова: Двухслойные трикотажные полотна, соединительные элементы из индивидуальных нитей, «распорки», стержневые элементы, угол перегиба, сопротивление сжатию, виброизоляционные свойства.

Keywords: Two-layer knitted fabrics, connecting elements of the individual filaments (yarns), spacer structures, resistance to lateral contraction, vibrated properties.

Новые перспективные структуры двухслойных трикотажных полотен с соединительными элементами из индивидуальных нитей, известные в иностранной литературе как «knitted spacer fabrics» (рис. 1) известны совсем недавно. Особенность их в том, что между слоями имеются протяжки, играющие роль распорок [1]. Пространственный (так называемый «распорчатый») трикотаж широко используется в автомобильной, аэрокосмической, строительной и других отраслях промышленности. Механические свойства таких структур обуславливается способностью «распорок» сопротивляться продольному сжатию и изгибу, аналогично гибким стержням, что обеспечивает устойчивость полотна по отношению к деформациям, нормальным его поверхности. Расположение соединительных (распорчатых) ни-

тей в структуре трикотажа напоминает сложные пространственные кривые, которые подобно пружинам гасят виброколебания. Применение в качестве распорок полимерных мононитей или льносодержащей пряжи достаточной жесткости и упругости усиливает виброгасящий эффект.

Такие механические свойства «распорчатых» структур позволяют применять их в качестве виброгасящих прокладок в ладонной части перчаток для защиты от локальной вибрации и виброгасящих стелек в обуви, ковриков или обивки опорной поверхности для защиты от общей вибрации. Эти полотна можно использовать в качестве амортизирующего материала в сидениях транспортных средств, в спортивной экипировке, в медицинских фиксирующих изделиях или ортопедических матрацах, для частичной или полной замены вспененного полиуретана. Вспененный полиуретан, имея однородную пористую структуру, воздухопроницаем и гигроскопичен. Однако, упругость стенок пор невелика. Под действием сжатия пора складывается, резко уменьшаясь в объеме, а воздухопроницаемость слоя заметно ухудшается. Кроме этого, полиуретан обладает высокой хемо- и биостойкостью, при попадании на полигоны твердых отходов практически не разлагается, что вызывает определенные трудности при утилизации отслуживших свой срок изделий. Замена слоя вспененного полиуретана трикотажными «распорчатыми» структурами из натуральных волокон, в частности, льняными позволит избежать указанных недостатков.

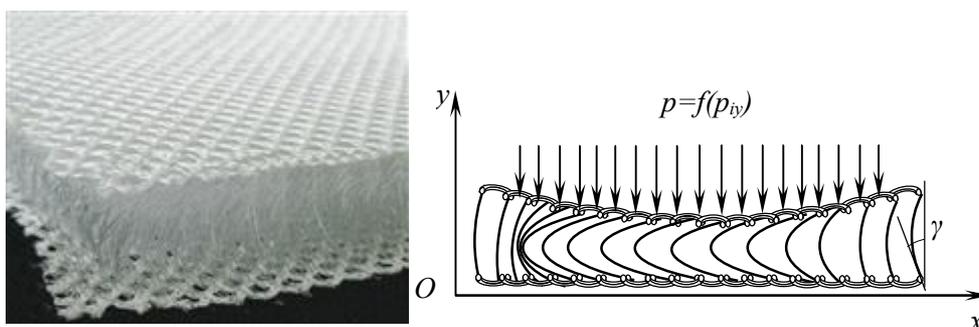


Рис. 1. Схема деформации соединительных элементов двухслойного трикотажа

Имеются перспективы использования таких структур и в качестве армирующей составляющей волокнистых полимерных композитов.

Для проектирования подобных структур с оптимальными параметрами: по линейной плотности и прочности нити, плотности и взаимному расположению соединительных элементов, их начальному изгибу и размерам необходимо аналитически определить способность материала противостоять деформации при поперечном сжатии.

При сосредоточенной или распределенной по ограниченной площади материала нагрузке, усилия внутри такой структуры перераспределяются на весь прилегающий массив «распорок», делая внутренние напряжения более равномерными. Сами «распорки» изгибаются в виде пространственной кривой, испытывая деформации сжатия, изгиба и кручения, а их сопротивление по мере нарастания деформации нелинейно и резко падает при больших углах изгиба. Однако, соседние «распорки» изгибаясь, воздействуют друг на друга, ограничивая изгиб, за счет создания подобия вязко-упругой среды или пружинно-демпфирующей системы.

В теории упругих стержней есть понятие потери устойчивости стержня при превышении осевой нагрузки P некоего критического значения P_a . В этом случае, деформация изгиба настолько велика, что стержень резко теряет несущую способность и разрушается. В нашем случае стержень (нить) обладает высокой гибкостью, способностью восстанавливать первоначальную форму при снятии нагрузки и не разрушается. Кроме того, при небольших разме-

рах стержня (нити), равному толщине полотна 3-5 мм, он достаточно хорошо сопротивляется осевому сжатию. Тогда критической силой можно считать такое сжатие, при котором произойдет полный изгиб «распорки», т.е. в этом случае оба слоя полотна максимально приближены друг к другу. При снятии нагрузки «распорка» распрямится за счет собственной упругости и упругости менее деформированных соседних «распорок».

Значение критической силы P_y для единичной «распорки» в проекции на ось Oy (рис. 2) можно найти из известного уравнения Эйлера [2]

$$P_y = \frac{\pi^2 EI}{l_y^2}, \quad (1)$$

где E – продольный модуль упругости стержня (для льняного волокна $E=50-70$ ГПа); I – минимальный момент инерции сечения стержня, для круглого сечения $I=\pi r^4/4$; l_y – длина проекции стержня на ось y (определяется визуально при нагружении материала или принимается с учетом диаметра d стержня. При полном сложении $l_y \approx 2d$).

В этом выражении произведение EI представляет собой изгибную жесткость нити. При сильном изгибе она будет функцией угла изгиба γ [3], т.е.

$$EI = ER_0^4 \frac{\pi \cos \gamma (1 - 3 \cos^2 \gamma + 2 \cos^3 \gamma)}{3 \sin^4 \gamma}. \quad (2)$$

Граничные условия для угла γ находятся в пределах от 0° до 90° . При углах изгиба близких к 90° изгибная жесткость максимальна, затем она резко падает.

Нить состоит из взаимно скрученных волокон, поэтому целесообразней оценивать её упруго-жесткие свойства, введя вместо геометрического радиуса r эффективный радиус нити R_0 , зависящий от числа волокон в сечении N , коэффициента плотности укладки волокон φ (для льняной пряжи 0,83):

$$R_0 = r_0 \sqrt{\frac{N}{\varphi}}, \quad (3)$$

где r_0 – радиус единичного волокна.

При минимальном изгибе в свободном участке ветви, т.е. когда угол изгиба $\gamma \rightarrow 0$, можно считать, что

$$I = \frac{\pi r^4}{4} = \frac{\pi R_0^4}{4}. \quad (4)$$

С учетом всех подстановок можно записать

$$P_y = E \frac{\pi^3}{l_y^2} r_0^4 \left(\frac{N}{\varphi} \right)^2 \frac{\cos \gamma (1 - 3 \cos^2 \gamma + 2 \cos^3 \gamma)}{3 \sin^4 \gamma}. \quad (5)$$

Из формулы следует, что при полном сложении «распорок» когда $\gamma = 90^\circ$, $P_y=0$, т.е. происходит потеря несущей способности «распорчатой» структуры. График формулы (5) показан на рис. 2. Зона $O-A$ кривой I соответствует начальному изгибу, создаваемому в процессе вязания полотна, зона $A-B$ соответствует первой стадии нагружения при малых углах изгиба и небольших внутренних напряжениях, зона $B-C$ максимального сопротивления при изгибе, зона $C-D$ сложение ветвей «распорки» и потеря несущей способности.

При действии распределенных нагрузок $p=f(p_{iy})$ центральная, (i) -я «распорка», на которую действует максимальная сила сжатия, изгибаясь, давит на соседнюю $(i+1)$ -ю распорку, которая менее нагружена и изогнута и, следовательно, может создать поддерживающий эффект (рис.3). Рассмотреть статику такой системы можно, представив единичную «распорку» в виде продольно-поперечно сжатого стержня. Поперечная нагрузка возникает в результате действия сил реакции от соседней «распорки» и распределена вдоль стержня в соответствии с функцией $q=f(kl_x)$, в которой k – жесткость соседней «распорки», l_x – ее деформация вдоль координатной оси Ox .

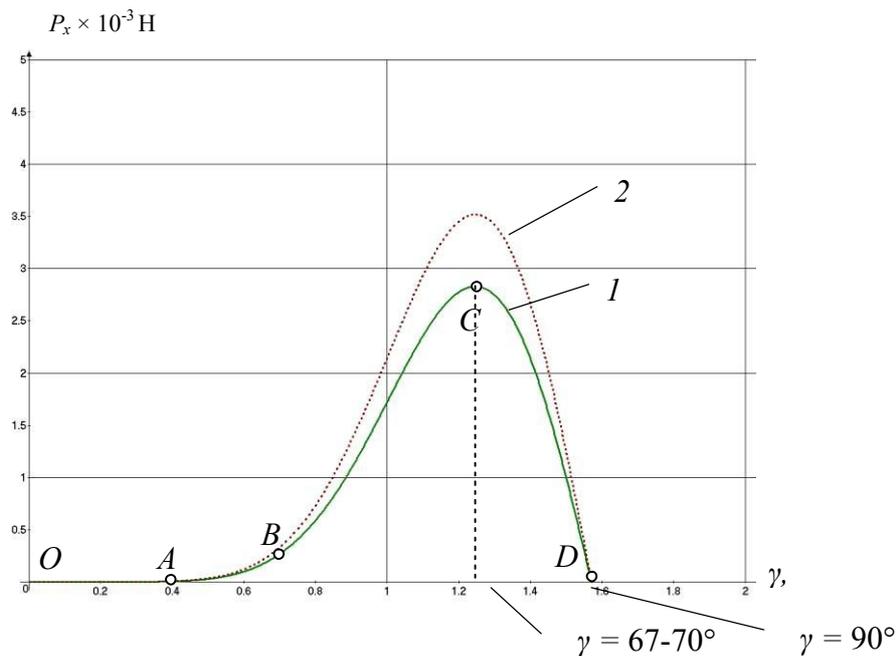


Рис. 2. Зависимость значения критической силы для одиночной «распорки» от угла перегиба:

1 – без взаимодействия с соседней нитью, 2 – при взаимодействии с соседней нитью

Решая задачу с использованием теоремы Лагранжа – Дирихле о полной потенциальной энергии [2], можно получить следующее выражение для изгиба стержня в пределах одной полуволны синусоиды:

$$P_{y(i)} = \frac{\pi^3 EI_{(i)}}{l_{y(i)}^2} + \frac{k l_{x(i+1)}^2}{\pi^2} = \frac{\pi^3 EI_{(i)}}{l_{y(i)}^2} + \frac{k(0,5l_{y(i+1)} \operatorname{tg} \gamma)^4}{\pi^2} = \frac{\pi^3 EI_{(i)}}{l_{y(i)}^2} + \frac{EI_{(i+1)}(0,5l_{y(i+1)} \operatorname{tg} \gamma)^4}{\pi^2}. \quad (6)$$

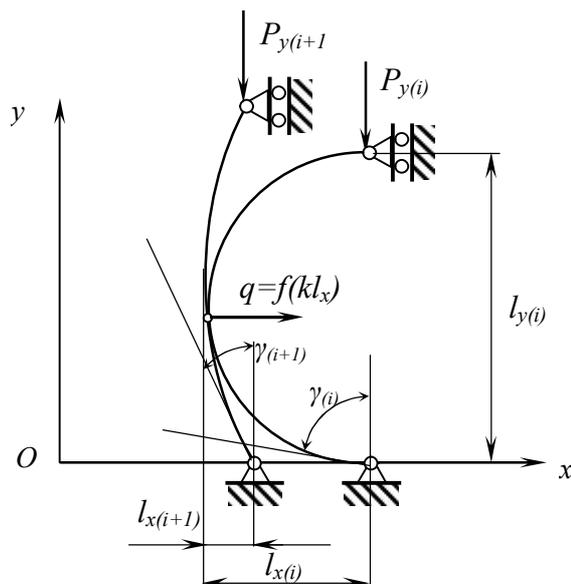


Рис. 3. Схема взаимодействия двух изгибаемых стержней

В свою очередь, $k=EI_{(i+1)}$ можно рассчитать по формуле (2), подставив значение углов изгиба γ для $(i+1)$ -й «распорки». Эти действия можно повторить для следующей пары $(i+1)$ -й и $(i+2)$ -й «распорок» и т.д. до тех пор, пока распорки перестанут касаться друг друга. Затем расчет пошагово проводится для одиночных «распорок» по формуле (5). Число шагов по формулам (5) и (6) определяется длиной «распорок» и расстоянием между ними. Реализовать подобные расчеты пошагово можно в математической системе *MatLab*.

Для прогнозирования виброгасящих свойств «распорчатых» полотен можно представить их структуру в виде пружинно-демпфирующей системы. Очевидно, что у каждого вида полотна будут некоторые собственные частоты, при совпадении которых с частотой вибрации возникнут резонансные явления.

Резонансная частота нелинейно зависит от жесткости нитей k , определяемой по формуле (2). Угловая частота резонансных колебаний может быть выражена следующим образом

$$\omega_n = 2\pi f_n = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{(dF/d\delta)}{m}}, \quad (7)$$

где m – масса элемента, $dF/d\delta$ – кривизна кривой удлинения в упругой части.

Коэффициент виброгашения (демпфирования) можно записать как

$$\zeta = \frac{c}{2m\omega_n}. \quad (8)$$

Показатель вибропроводимости тогда определяется выражением

$$T_r = \sqrt{\frac{1 + (2\zeta\omega/\omega_n)^2}{[1 - (2\omega/\omega_n)^2]^2 + (2\zeta\omega/\omega_n)^2}}. \quad (9)$$

Лабораторные исследования показывают, что более устойчивы к вибрации плотные, толстые полотна из упругих нитей, например, из полиэфира. Резонансные колебания возникают при частотах от 11 до 16 Гц в зависимости от структуры и жесткости нитей. Вибропроводимость полотен снижается по мере роста частоты колебаний.

Выводы

1. На основе теории сжатых гибких стержней проведен анализ несущей способности двухслойного трикотажа с соединительными элементами из индивидуальных нитей, используемого для опорного слоя сидений транспортных средств.
2. Показано, что несущая способность такой трикотажной структуры возрастает при уменьшении длины распорок и шага между ними, а также при увеличении модуля упругости нити за счет количества и плотности укладки волокон, сырьевого состава и крутки.
3. Представлена зависимость виброгасящих свойств распорчатого трикотажа от жесткости соединительных нитей.

Список литературы

1. Шатникова Н.В. Методы проектирования основных параметров квазимногослойного трикотажа / Н.В. Шатникова, Б.Б. Строганов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2007. №2. С.75-77.
2. Светлицкий В.А. Механика гибких стержней и нитей / В.А. Светлицкий, – М.: Машиностроение, 1978. 222 с.
3. Черноус Д.А. Прогнозирование эффективных механических характеристик трикотажа / Д.А. Черноус, С.В. Шилько, А.В. Чарковский // Физическая мезомеханика. Т. 11. 2008. - №4. С. 107-114.

УДК 691.87

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТКАНЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА
INNOVATIVE WOVEN TEXTILE MATERIALS OF BUILDING COMPLEX**

**А.А. Кусенкова, Т.Ю. Карева, Б.Н. Гусев
А.А. Kusenkova, T.Yu. Kareva, B.N. Gusev**

*Ивановский государственный политехнический университет, Иваново
Ivanovo State Polytechnic University, Ivanovo
(e-mail: nyutik37@mail.ru, ktju@bk.ru, ictlp@ivgpu.com)*

Аннотация: В работе рассматриваются особенности производства на отечественном оборудовании технического тканого текстиля для использования в различных отраслях строительства.

Abstract: The article considers the the features of production to domestic equipment of the technical woven textiles for use in various sectors of construction.

Ключевые слова: инновационные материалы, тканое геополотно, строительный комплекс.

Keywords: innovative materials, woven geopolotno, building complex

В настоящее время производство технического текстиля является интенсивно развивающимся направлением в области высоких текстильных технологий [1]. На отечественном рынке производства данной продукции, созданным на основе цивилизованной конкуренции, представлен широкий ассортимент технического текстиля, отвечающий высоким требованиям мировых стандартов. За последние годы отечественными предприятиями накоплен позитивный опыт в развитии этого инновационного направления. Внедрение новых разработок в области технического текстиля позволит расширить ассортимент и производить новые высокотехнологичные материалы, востребованные современным внутренним и международным рынком [2]. Особенно повышенный спрос на текстильные материалы и изделия на волокнистой основе наблюдается в дорожном строительстве.

Инновационным техническим материалом является тканое геоплотно, применяемое в дорожном строительстве, позволяющее уменьшить расход традиционных строительных материалов и изделий из них (песка, щебня, гравия, бетона) икратно увеличить срок службы дорожной одежды. Главными преимуществами тканых и нетканых геотекстильных материалов являются: улучшение технологических процессов, сокращение сроков строительства, повышение долговечности возводимых объектов, возможность строительства в сложных геологических условиях, в которых применение традиционных методов работы либо экономически нецелесообразно, либо физически невозможно [3].

Тканое геоплотно изготавливается из полиэфирных или полипропиленовых нитей и выполняет функции армирование (т.е. усиление дорожных конструкций и материалов с целью улучшения их механических характеристик), разделение (т.е. предотвращение взаимного проникновения частиц материалов смежных слоев дорожных конструкций), фильтрация (т.е. пропускание жидкости в структуру материала или сквозь нее с одновременным сдерживанием грунтовых и подобных им частиц) и защита (т.е. предохранение поверхности объекта от возможных повреждений) [4].

Сегодня российские предприятия осуществляют производство тканого геоплотнона на импортной технике, которая по стоимости превышает аналогичное отечественное оборудование. В то же время расширение производства и рынка сбыта тканого геоплотнона ставит за-

дачи и перед машиностроителями о производстве аналогичного по классу ткацкого оборудования, которое позволяет выпускать широкополотенные ткани, необходимые для дорожного строительства. Так ЗАО «ВТФ «Текстильмаш» (г. Чебоксары) в 2016 году впервые изготовило по заказу ИВГПУ широкополотенный ткацкий станок СТБУ1-540-1 и разместило его на производственной площадке ООО «Ультрастаб» (г. Тейково Ивановская область) для проведения соответствующих пуско-наладочных и экспериментальных работ. В качестве исходного сырья использовались по основе и утку полиэфирные комплексные нити с нулевой круткой. В процессе эксплуатации станка были выявлены отдельные ткацкие пороки, в частности, заDIR и обрыв элементарных нитей основы вследствие их расслаивания, что приводит к нарушению прочностных характеристик ткани. В связи с тем, что используемые основные нити с нулевой круткой подвергаются расслаиванию, было рекомендовано, в качестве основных нитей использовать полиэфирные крученые нити. Для обеспечения требуемой прочности ткани по основе (при использовании другой структуры основной нити) был произведен расчет прочности ткани при исходных, ранее заявленных заправочных данных. Для этого, согласно методологии [5], сначала произведен расчет прочности тканого геополотна по основе при использовании нити с нулевой круткой. Линейную плотность полиэфирной основной нити с нулевой и заданной круткой принимали в соответствии с нормативным документом [6].

Таблица. Расчётные значения по остальным показателям

Наименование показателя, единица измерения	Обозначение	Значения	
		С нулевой круткой	С заданной круткой
Линейная плотность по основе, текс	T_0	111	230
Плотность ткани по основе, $\frac{\text{нит}}{\text{дм}}$	P_0	120	62
Удельная разрывная нагрузка, гс/текс	Q_0	69	65

Прочность ткани по основе рассчитывали по формуле (1):

$$R_p = \frac{A_0 \cdot Q_0 \cdot T_0 \cdot P_0}{2000} = \frac{1 \cdot 69 \cdot 120 \cdot 111}{2000} = 459,54 \text{ гс} = 0,46 \text{ кгс} . \quad (1)$$

Определив требуемую прочность тканого геополотна, производим перерасчет, основываясь на [5], плотность ткани по основе при использовании крученой основной нити (2):

$$P_0 = \frac{R_p \cdot 2000}{A_0 \cdot Q_0 \cdot T_0} = \frac{459,54 \cdot 2000}{1 \cdot 69 \cdot 111} = 61,48 \frac{\text{нит}}{\text{дм}} . \quad (2)$$

Для создания необходимой прочности готовой ткани расчетная плотность по основе должна составлять не менее $P_0 = 62 \frac{\text{нит}}{\text{дм}}$, что намного ниже плотности тканого полотна, включающего в качестве основной нити полиэфирную нить с нулевой круткой. Данный вариант проектирования тканого геополотна позволяет, при сохранении требуемой прочности, снизить материалоемкость технической ткани, и как следствие – уменьшить ее себестоимость.

В работе показано, что применение технических тканых материалов, а именно тканого геополотна, является незаменимым материалом в строительной отрасли. Данный вид технической ткани направлен на совершенствование технологических операций в дорожном строительстве.

Список литературы

1. Боцман А.С. Применение тканых геосинтетических материалов в России // В сборнике: Пути улучшения качества автомобильных дорог. Под редакцией М.И. Бальзанникова, К.С. Галицкова, Т.В. Дормидонтовой. Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет. 2015. С. 19-22.

2. Столяров О.Н., Горшков А.С. Применение высокопрочных текстильных материалов в строительстве // Инженерно-строительный журнал. – 2009. №4. С. 21 – 25.
3. Федосов С.В. Проблемы оценки качества и стандартизации геосинтетических материалов в дорожном строительстве / С.В. Федосов, П.И. Пospelов, Т.О. Гойс, Н.А. Грузинцева, А.Ю. Матрохин, Б.Н. Гусев // Academia. Архитектура и строительство. – 2016. №1. С. 101-106.
4. СТО 46487778-001-2015 Геополотно тканое Ультростаб Технические условия
5. Толубеева Г.И. Теория строения и проектирования тканей: основные положения и понятия / Г. И. Толубеева, Т. И. Шейнова, Т. Ю.Карева, Р. И.Перов.- Иваново : ИГТА, 2012. 227 с.
6. ГОСТ 24662-94 Нить полиэфирная техническая. Технические условия.

УДК 537(076.5)

**ПРЯМОЕ ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ РАЗВИТИЯ СТРУКТУРЫ В ДВУХФАЗНОЙ
ЗОНЕ ЗАТВЕРДЕВАЮЩИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ
A DIRECT STUDY OF THE KINETICS OF STRUCTURE DEVELOPMENT
IN TWO-PHASE ZONE OF SOLIDIFYING ALLOYS**

**Иван Иванович Сулимцев
Ivan Ivanovich Sulimtsev**

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

Аннотация. Разработан метод прямого изучения кинетики развития структуры в элементарном объеме двухфазной зоны. Установлена связь её кинетикой развития диффузионного переохлаждения в интервале затвердевания.

Abstract. Developed a method of direct study of the kinetics of structure development in the elementary volume of the two-phase zone. The connection of its diffusion kinetics of development of hypothermia in the solidification interval.

Ключевые слова: кристаллизация, двухфазная зона, развитие структуры, диффузионное переохлаждение, слиток, качество слитка.

Keywords: solidification, two-phase area, the development of the structure, diffusion of PE-reksadana, ingot, ingot quality.

Когда деталь отлита в форму, структура, образующаяся сразу после затвердевания, определяет многие свойства изделия. Это справедливо и для слитков, несмотря на распространенное мнение, что дефекты могут быть ликвидированы при ковке. На практике многие дефекты, проходя через все стадии изготовления, доходят до готового изделия. Наличие значительных дефектов не позволяет получить желаемые механические свойства, а колебания в химическом составе приводят к тому, что коррозионные и усталостные свойства в разных местах изделия становятся различными. Поэтому важной задачей, стоящей перед производством и наукой, является получение в твердом состоянии металла, однородного по химическому составу, не содержащего значительных дефектов и обладающего определенными, одинаковыми по всему объему, механическими и физическими свойствами [1].

Еще Д.К.Черновым было установлено, что граница между твердой и жидкой фазами кристаллизующегося стального слитка весьма разветвлена. Последующие производственные

и лабораторные исследования позволили установить, что протяженность (глубина) этой границы в типичных условиях затвердевания может составлять 10^{-2} - 10^2 см. Область (объем) пространства, занимаемая совместно существующими твердой и жидкой фазами и отделяющая полностью затвердевший металл от расплава называют двухфазной зоной. По современным представлениям именно в двухфазной зоне протекают основные процессы, приводящие к образованию дендритной, зеренной и другой структуры, неметаллических включений, различных типов дефектов в конечном продукте. Типичным свойством двухфазной зоны является значительная величина межфазной поверхности. Изучение закономерностей формирования структуры в двухфазной зоне обычно проводили либо путем металлографического исследования шлифов уже затвердевшего расплава, либо путем декантации (отделения) жидкой фазы от остальной части слитка. Оба этих метода не позволяют изучить закономерности формирования структуры в двухфазной зоне на всех этапах развития двухфазной зоны. С этой целью был специально разработан метод прямого изучения закономерностей формирования дендритной структуры на всех этапах формирования двухфазной зоны.

Конструкция установки показана на рис. 1. Строение дендритного каркаса, остающегося на опорной сетке, показано на рис 2.

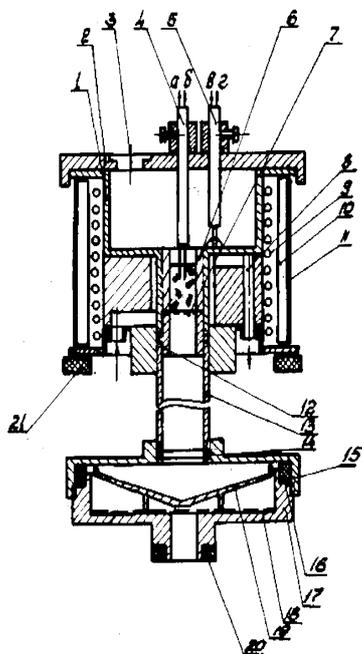


Рис. 1. Схема установки для изучения кинетики развития структуры двухфазной зоны (в ее элементарном объеме) и диффузионного переохлаждения в ней

1 - корпус камеры; 2 - крышка; 3- окно; 4 - термопара измерительная; 5-термопара сравнения; 6-цилиндрический составной тигель; 7- сетка (дно тигля); 8- канал для охладителя; 9 – нагреватель; 10-теплоизоляция; 11- кожух; 12- втулка; 13- патрубок; 14- уплотнение; 15- крышка; 16- уплотнение ловушки; 17- корпус ловушки; 18- фильтр; 19- отражатель; 20- уплотнение; 21- опора

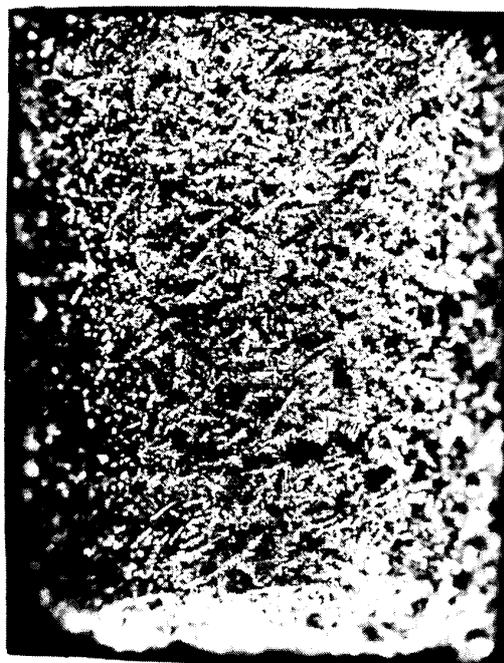


Рис. 2. Общий вид типичного дендритного каркаса (остова), остающегося на опорной сетке тигля после проведения экстракции междендритной жидкости из элементарного объема двухфазной зоны
Увеличение x 7,8

В проводимых опытах междендритная жидкость могла быстро удаляться из объема, занимаемого кристаллизующимся расплавом. Это позволяло определять ее равновесную температуру ликвидус T_L для каждого данного состояния кристаллизации ячеек (двухфазной зоны). Определение температуры T_L осуществлялось путем независимого термического анализа ликвата на той же установке. Естественной величиной, характеризующей неполноту протекания диффузионных процессов в ячейках элементарного объема двухфазной зоны является разность $T_L - T = \Delta T_D$, где T - температура двухфазной зоны в момент экстракции, ΔT_D - среднее диффузионное переохлаждение в элементарном объеме двухфазной зоны в момент экстракции (удаления междендритной жидкости).

Дендритный каркас представляет собой физически малый (элементарный) объем двухфазной зоны, то есть объем, температуру в котором можно считать постоянной, а процессы структурообразования одинаковыми во всех дендритных ячейках дендритного каркаса.

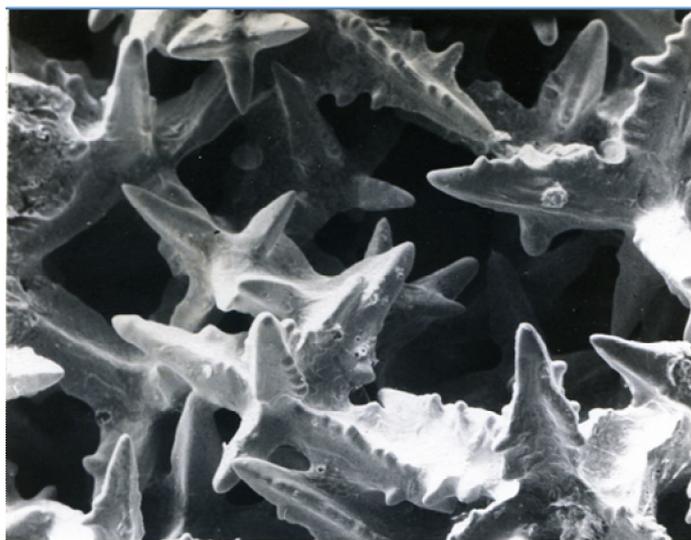


Рис. 3. Строение кристаллической части двухфазной зоны сплава Sn + 60 вес. % Pb. Скорость охлаждения 0,09 °C/с, $\Delta T = 0,2$ °C, $\Delta T_D = 0,7$ °C, $\times 350$.

Структура дендритного каркаса исследовалась при помощи сканирующих электронных микроскопов JSM-U3, JSA-50X, а также стереоскопического микроскопа типа SM-XX.

Детальная структура дендритного каркаса на ранней стадии кристаллизации показана на рис. 3. Поперечные размеры ветвей дендритной структуры изучались путем выбора 10 – 20 типичных дендритов и для каждого из них, а затем всех вместе, проводилось определение среднего значения соответствующего параметра дендритной структуры посредством оптического стереомикроскопа SM-XX. Установлено, что общий характер изменения средних толщин осей первого, второго и третьего порядка одинаков. Это сходство заключается в быстром изменении в начале процесса затвердевания, наличии небольшой переходной области и последующем относительно медленном увеличении до конца затвердевания. Протяженность последнего участка составляет 70 – 80 процентов интервала затвердевания сплава. Начальная и переходная области, примерно поровну, делят между собой остальные 20 – 30 процентов интервала затвердевания. На начальном участке наблюдается наибольшая скорость роста соответствующих величин. В этот период кристаллизации элементарного объема двухфазной зоны скорость изменения с температурой (или во времени) поперечных размеров ветвей дендритной структуры примерно на порядок превышает значение ее на последнем, наиболее протяженном этапе затвердевания. Характер изменения средних расстояний между дендритами и длин осей различного порядка, как показали результаты исследований, аналогичны.

Выводы

1. Разработанный метод прямого изучения кинетики формирования структуры двухфазной зоны в процессе дендритной кристаллизации металлического сплава позволил установить закономерности формирования структуры в двухфазной зоне.

2. Результаты изучения зависимости от температуры (отсчитанной от начала затвердевания) средних значений толщин и длин осей первого, второго и третьего порядка показали, что в небольшом интервале температур вблизи ликвидуса, соответствующем области увеличения диффузионного переохлаждения, наблюдается интенсивное возрастание этих характеристик. В дальнейшем темп их прироста замедляется и сохраняется примерно постоянным.

3. Наблюдается тесная связь кинетики развития дендритной структуры с кинетикой развития диффузионного переохлаждения в двухфазной зоне.

4. Полученные результаты могут быть использованы при развитии теории формирования металлического слитка и металлопродукции при разработке математических программ затвердевания сплавов и прогнозирования структуры металла в машиностроительных производствах.

Список литературы

1. Тяжелникова И.Л., Борисов В.И., Борисов В.Т. Кристаллизация цилиндрической ячейки двухфазной зоны. // Известия АН СССР, Металлы. 1970. № 5. С. 122-128.

УДК 687.03:620.1

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА БАЗОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВОЙСТВ ИННОВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СПОРТИВНОЙ ОДЕЖДЫ THE RESEARCH AND DEVELOPMENT OF THE BASIC INDICATORS OF THE PROPERTIES OF INNOVATIVE MATERIALS FOR SPORTSWEAR

Татьяна Викторовна Глушкова *, Екатерина Николаевна Васильева **,
Tatyana Viktorovna Glushkova, Ekaterina Nikolaevna Vasilyeva

* Новосибирский технологический институт (филиал)

ФГБОУ «Российский государственный университет им. А.Н.Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Новосибирск

* *Novosibirsk Technological Institute (branch) the Kosygin State University of Russia, Novosibirsk (e-mail: glushkovatv@mail.ru)*

** Новосибирский колледж лёгкой промышленности и сервиса, Новосибирск

** *Novosibirsk College of light industry and service, Novosibirsk (e-mail: pirohkova@gmail.com)*

Аннотация: В статье рассмотрены методы исследования паропроницаемости инновационных материалов для спортивной одежды. По разработанной авторами методике определён коэффициент паропроницаемости, получены кривые нарастания относительной влажности воздуха в корпусе установки при прохождении влаги через материал. Определены базовые показатели коэффициента паропроницаемости с учетом результатов проведенных исследований и данных ведущих фирм-производителей спортивной одежды.

Abstract: The methods of research of permeability of innovative materials for sportswear are considered in this article. The coefficient of permeability is defined per the method of authors. The curves of the increase in the relative humidity of air in the body of the installation when moisture passes through the material are obtained. The basic indicator of coefficient of vapor permeability, based on the results of research and data of leading manufacturers of sportswear is defined.

Ключевые слова: инновационные материалы для спортивной одежды, паропроницаемость, базовый показатель, мембрана.

Keywords: innovative materials for sportswear, vapor permeability, the basic indicator, membrane.

Интерес населения России к зимним видам спорта и активного отдыха за последние годы значительно возрос. Этому способствовало проведение XXII зимних Олимпийских игр в г. Сочи, а также финансовые и политические ограничения для отдыха россиян за рубежом. Зимние виды спорта на снегу относятся к традиционным массовым видам спорта в Российской Федерации.

Существенным фактором безопасности при занятиях спортом является спортивная одежда, которая становится всё более функциональной по мере нарастания физических нагрузок на организм спортсмена. Инновационные материалы, предназначенные для изготовления спортивной одежды, в основном, импортируются в нашу страну из Европы и Юго-Восточной Азии (Ю-ВА). Для эффективного использования новых полотен необходимы сведения об особенностях их свойств в сравнении с лучшими (базовыми) представителями и возможность их объективной оценки отечественными предприятиями.

Проведённый анализ ассортимента товаров на примере одежды для занятий сноубордингом в сети магазинов «Спортмастер», «Триал-спорт» в г. Новосибирске показал, что выбор изделий достаточно широк, при этом европейскую одежду вытесняют марки из Китая, есть предложения от российского производителя - фирмы STAYER® г. Санкт-Петербург.

Местных производителей по изготовлению одежды для сноубординга и другой спортивной экипировки нет, хотя в прошлом в г. Новосибирске работало несколько крупных предприятий по выпуску подобного ассортимента продукции. Производство спортивной одежды местными производителями может быть вновь освоено с использованием инновационных материалов, что способствовало бы реализации политики импортозамещения, включая не только экономическую, но и социальную составляющие. Это обусловлено близким расположением от г. Новосибирска горнолыжных курортов Кемеровской области и Белокурихи, имеются подобные спортивные объекты и в Новосибирской области.

В статье раскрывается актуальный вопрос оценки качества, исследования и разработки базовых показателей свойств инновационных материалов для спортивной одежды.

Пакет одежды для зимних видов спорта на снегу может формироваться с применением двух принципов: классического «hard shell» («тяжелая оболочка») и инновационного «soft shell» («мягкая оболочка») [1]. Принцип «hard shell» хорошо зарекомендовал себя на практике в виде многослойной одежды, которая отличается функциональностью, практичностью, обеспечивает спортсмену максимальный комфорт при занятиях в любых погодных условиях, защищает от ветра и холода, отводит влагу. Многослойность обеспечивается путем применения в комплекте с термобельём пакета изделия, состоящего из материала верха, утепляющей прокладки, подкладки, дополнительного утеплителя, пристегивающегося к основному изделию или надеваемому под него.

Материал верха изготавливается из тканей, обладающих высокими показателями водоотталкивания и водонепроницаемости, способностью «дышать», то есть пропускать парообразную влагу из-под одежды. В классических тканях эффект водоотталкивания и водонепроницаемость достигаются за счет специальной водоотталкивающей отделки («DWR»), а также использования не смачиваемых нитей в сочетании с плотной структурой переплетения или мембранным покрытием с изнанки.

В противовес громоздкой многослойности «hard shell» материалы «soft shell» обеспечивают замену трёх слоёв пакета одним. На сегодняшний день созданы материалы, объединяющие в себе следующие качества: «windstopper» – дословно «защита от ветра», «polartec power stretch» – «текстиль для зимы, прочность и эластичность», «power shield» - «прочный щит», «windblock softshell» – «ветрозащитная мягкая оболочка». Новое поколение полотен

класса «soft shell» представлено трикотажными полотнами с трехслойной структурой, например, «Pontetorto No Wind®», Polartec® Power Shield® и др.

Гладкая, плотная внешняя поверхность полотен с водоотталкивающим покрытием «DWR» обладает большой износостойкостью, способствует снижению сопротивления воздуха при прохождении трассы спортсменом. Внутренний, ворсовый слой материала обеспечивает теплозащиту при относительно небольшой массе. Мембрана расположена между ними, обладает достаточной эластичностью, легко растягивается, не стесняя движений. Микропоры мембраны размером 1 мкм позволяют эффективно защищать спортсмена от ветра и внешней влаги и отводить парообразную влагу от тела.

Для материалов одежды, предназначенных для занятий зимними видами спорта, важным свойством является паропроницаемость или, как ее называют в рекламных изданиях, «дышащая способность». Существует несколько методов определения и оценки паропроницаемости одежных материалов, в том числе мембранных. Большое распространение получил метод косвенной оценки сопротивления проникновению паров по величине RET, $\text{m}^2\text{Pa/W}$ или $\text{m}^2\text{Pa/Wt}$ (Resistance Evaporative Thermique) с использованием потеющей тёплой пластины (ISO 11092:2014, ГОСТ Р ИСО 11092-2012). [2]

Этот метод приближен к реальным условиям эксплуатации одежды спортсменом. Его сущность заключается в измерении количества энергии, необходимого для поддержания температуры пластины на уровне температуры человеческой кожи, в то время как вода испаряется с поверхности пластины и проникает через тестируемый мембранный материал во внешнюю среду. Чем больше затрачивается энергии, тем больше испарение через мембрану, а значит больше паропроницаемость. Реализация метода по ISO 11092:2014, ГОСТ Р ИСО 11092-2012 возможна на зарубежном оборудовании, характеристика которого представлена в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика оборудования по ISO 11092, ГОСТ Р ИСО 11092

Марка прибора	Область применения	Цена, тыс. рублей
M259B, SDL Atlas, США	Прибор предназначен для испытания текстиля, мембран, кожи, многослойных материалов. Соответствует требованиям стандарта ISO 11092	8 350
EY50, Китай	Прибор предназначен для испытания мембранных материалов, кожи, тканей. Аналог M259B, SDL Atlas, США, более компактный по габаритам. Соответствует требованиям стандарта ISO 11092	2 900

На кафедре ТДШИ НТИ (филиала) РГУ им. А.Н. Косыгина авторами разработана установка и метод оценки паропроницаемости текстильных материалов, который использован в ходе настоящего исследования [3]. Сущность метода заключается в фиксировании нарастания относительной влажности воздуха в герметичном корпусе установки, которое происходит за счет прохождения влаги из диффузионной ячейки - термостата через материал в воздух корпуса установки в течение определенного времени. На основании экспериментальных данных рассчитывают коэффициент паропроницаемости B_h , $\text{мг}/(\text{м}^2\text{с})$ для испытуемого образца и строят кривые нарастания влажности воздуха в корпусе установки.

Для проведения испытания использована установка, которая включает герметичный корпус, диффузионную ячейку - термостат и измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИТ 5–ТР «Термит» производства НПК «РЭЛСИБ» г. Новосибирск. Общая стоимость установки не превышает 5 тыс. рублей [4]. Описание установки и сущность метода представлены в стандарте организации СО НТИ (филиал) РГУ им. Косыгина.

Показатели коэффициента паропроницаемости, V_h , мг/(м²с), для образцов материалов для спортивной одежды при комплектовании костюма в соответствии с «hard shell» и «soft shell» приведены в табл. 2. Графическая интерпретация результатов испытаний представлена в виде столбчатой диаграммы (рис. 1).

Таблица 2. Показатели коэффициента паропроницаемости V_h , мг/(м²с) образцов материалов для спортивной одежды

№ обр.	Характеристика образца	Принцип комплектации	Поверхностная плотность г/м ²	Волокнистый состав	V_h , мг/(м ² с)
1	Трикотажное трёхслойное мембранное полотно, Ю-ВА	«soft shell»	320	Полиэстр +Эластан	3,6
2	Трикотажное трехслойное мембранное полотно, арт.681/8000/М, «Pontetorto», Италия	«soft shell»	310	Полиамид +Эластан	5,6
3	Трикотажное трехслойное мембранное полотно, «Pontetorto», Италия	«soft shell»	380	Полиамид +Эластан	4,7
4	Ткань плащевая мембранная Дюспо (Dewspo Teflon) арт. 14-0452, Ю-ВА	«hard shell»	130	Полиэстр	9,9

Графики нарастания относительной влажности воздуха в корпусе установки аппроксимированы в программе «Microsoft Excel», рис. 2. Ошибка аппроксимации не превысила 5 %.

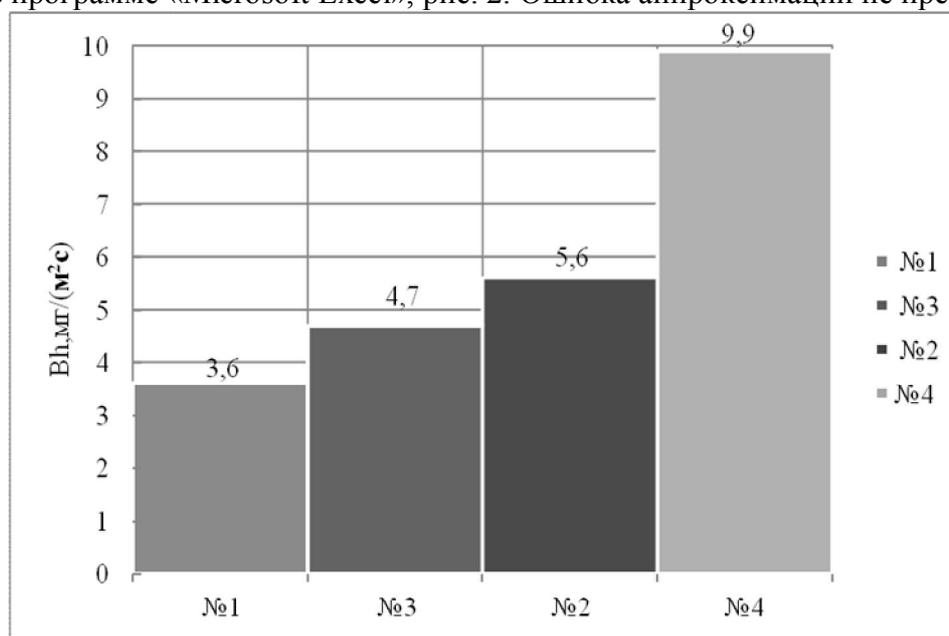


Рис. 1. Показатели коэффициента паропроницаемости V_h , мг/м²с: 1- трикотажное трёхслойное мембранное полотно, Ю-ВА; 2 - трикотажное трёхслойное мембранное полотно арт. 681/800/М «Pontetorto», Италия; 3 - трикотажное трёхслойное мембранное полотно «Pontetorto», Италия; 4 – ткань плащевая мембранная Дюспо (Dewspo Teflon) арт. 14-0452, Ю-ВА

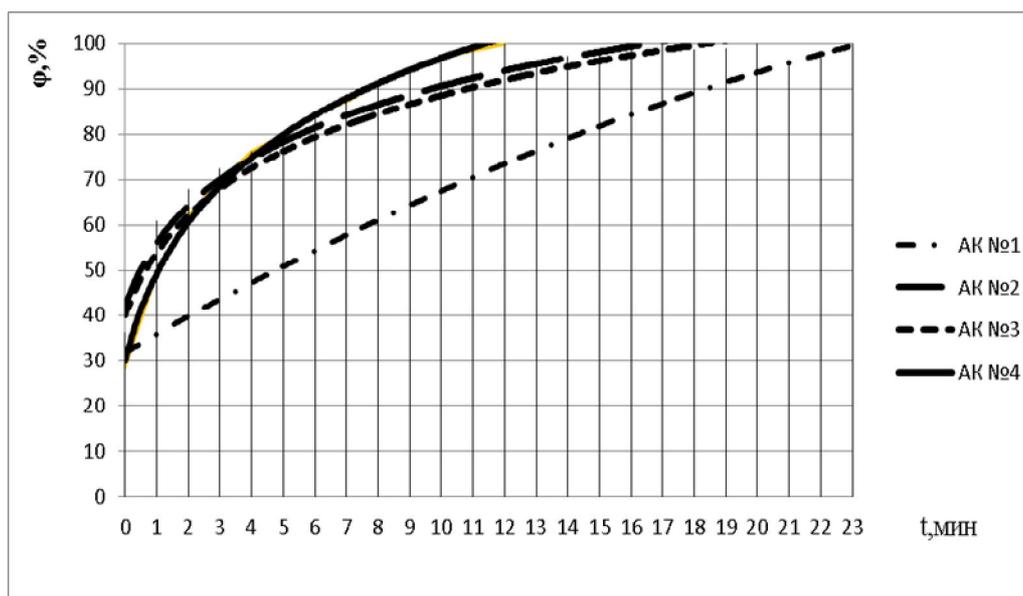


Рис. 2. Теоретические кривые нарастания влажности воздуха в корпусе установки: 1- трикотажное трёхслойное мембранное полотно, Ю-ВА; 2 - трикотажное трёхслойное мембранное полотно арт. 681/800/М «Pontetorto», Италия; 3 - трикотажное трёхслойное мембранное полотно «Pontetorto», Италия; 4 – ткань плащевая мембранная Дюспо (Dewspo Teflon) арт. 14-0452, Ю-ВА

Базовые значения коэффициента паропроницаемости V_h , $\text{мг/м}^2\text{с}$ установлены на основе анализа полученных экспериментальных данных с учетом предлагаемой в [5] группировки мембранных материалов по показателю RET (табл. 3). $\text{RET}=0$ соответствует отсутствию одежды на человеке.

Таблица 3. Базовые показатели дышащей способности мембранных материалов

Физическая активность спортсмена	ISO 11092 RET, $\text{м}^2\text{Па/Вт}$	Оценка	СО НТИ (филиал) РГУ им. Косыгина V_h , $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$
Высокая	от 0 до 6	Очень хорошо, «превосходно дышащая»	Более 6
Средняя	от 6 до 13	Хорошо, «хорошо дышащая»	от 3 до 6
Низкая	от 13 до 30	Удовлетворительно, «дышащая»	до 3
	более 30	Неудовлетворительно, «не дышащая»	0

Список литературы

- Мокеева Н.С., Глушкова Т.В., Кузнецова В.С. Номенклатура показателей качества мембранных материалов для спортивной одежды/ Материалы международной научно-практической конференции «Приоритетные модели общественного развития в эпоху модернизации: экономические, социальные, философские, политические, правовые, аспекты. Инновации и прогрессивные технологии в индустрии моды». (25 марта 2016 г.) – В 5-и частях. – Ч.5. /Саратов: Изд-во «Академия управления», 2016. 94 с.
- ГОСТ Р ИСО 11092-2012 Материалы текстильные. Физиологические воздействия. Определение теплостойкости и стойкости к водяному пару в стационарных условиях (метод испытаний с использованием изолированной конденсирующей термопластины) /М.: Стандартинформ, 2014. 11 с.
- Глушкова Т.В., Соколовская И.Ю. Метод определения паропроницаемости одежных материалов / Сб. статей международной научно-практической конференции «Техническое

регулирование: базовая основа качества материалов, товаров и услуг». ЮРГУЭС, Шахты, 10-11 марта 2011 г.

4. Официальный сайт НПК «Рэлсиб». [Электронный ресурс]. – URL: <https://relsib.com/>

5. Качество и тестирование. Официальный сайт «Мембрана GORE-TEX®» [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.gore-tex.ru/ru-ru/opyt/kachestvo>

УДК 67.02,677.01

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ СО СПЕЦИАЛЬНЫМИ
СВОЙСТВАМИ**
**ANALYSIS OF TECHNOLOGIES FOR PRODUCING MATERIALS
WITH SPECIAL PROPERTIES**

Наталья Александровна Макарова, Александр Сергеевич Козлов
Natalia Alexandrovna Makarova, Alexander Sergeevich Kozlov

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва*

*The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: natmakarova79@mail.ru, askozlov53@mail.ru)*

Аннотация: в статье представлен обзор технологий получения текстильных материалов, обладающих комплексом специальных свойств.

Abstract: the article presents a review of technologies for producing textiles with special properties

Ключевые слова: текстильные материалы, свойства, препараты, защитные покрытия, обработка, технологии

Keywords: of textile materials, properties, preparations, protective coatings, processing, technology.

В современных условиях жизнедеятельности человека всё чаще возникает необходимость в материалах, обладающих специальными свойствами. Сегодня, такие материалы широко применяют для изготовления одежды работников топливно-энергетического комплекса, в металлургии, машиностроении, строительстве, стекольной и атомной промышленности, для медицинского персонала и работников пищевой отрасли.

По данным литературных источников [1,2] технический текстиль должен обладать такими свойствами как: водоупорность, водоотталкивание, масло- бензостойкость, нефтеотталкивание, устойчивость к действию кислот и щелочей, огнестойкостью, стойкостью к проколам, сопротивление порезам и т.п.

В свою очередь медицинские материалы должны обеспечивать [3,4] стерильность (антимикробную защиту как в сухом так и во влажном состоянии), пирогенность (отсутствие продуктов метаболизма микробов, вызывающих у человека повышение температуры тела), гемосовместимость (выявление отрицательных биологических эффектов при контакте изделия с кровью), пыле-, ворсоотделение и т.п.

Придание специальных защитных функций текстильным материалам достигается их модификацией или соответствующей отделкой.

Для придания материалам водоотталкивающих свойств используют обработки двух типов:

- изменяют характер поверхности волокон и нитей, составляющих ткань;
- наносят на поверхность материала сплошную пленку гидрофобных веществ.

В первом случае материал сохраняет свою структуру, свободно пропускает воздух и водяные пары, гигиеничен. Однако такая обработка не достаточно обеспечивает полной водонепроницаемости материала.

Во втором случае материал становится водо- и воздухопроницаемый, но происходит ухудшение его гигиенических свойств.

Для придания материалам водоотталкивающих свойств так же известно большое количество парафинсодержащих составов, органические комплексы хрома, соли алюминия, силикона. Однако в процессе эксплуатации эффект водозащитности таких материалов снижается, получаемые отделки недостаточно устойчивы к химической чистке и стирке. Вместе с этим использование солей хрома не рекомендуется для светлых тканей, поскольку в результате обработки на них появляется грязновато-зеленый оттенок [5, 6, 7].

Сегодня при производстве материалов с водоотталкивающими свойствами применяются мембраны.

Мембраны – это пленка, способная тем или иным способом (в виде водяного пара через поры или за счет диффузии отдельных молекул через сам мембранный материал) транспортировать влагу через себя в сторону наименьшего содержания водяного пара.

По способу производства мембранные материалы разделяют на два вида:

- membrane laminated – ламинированную мембрану (готовый мембранный лист приклеивают к тканевой основе);

- membrane coating – покрытие с мембранными свойствами (мембрану наносят на тканевую основу непосредственно в жидком виде, и, соответственно, мембранные свойства покрытие приобретает уже после высыхания) [8].

Мембранные материалы обладают высокой водоупорностью, высокими влагозащитными свойствами и в то же время являются паро- и воздухопроницаемыми. Материалы с мембранным покрытием устойчивы к многократным стиркам, химическим чисткам, они износостойки и морозостойки. Однако изделия из материалов с мембранным покрытием требуют особого ухода. Для них рекомендуется только ручная стирка при температуре не выше 30 °С и специальные жидкие моющие средства. После стирки изделие следует тщательно отжать, не выкручивая. Сушить на плечиках при комнатной температуре. Это необходимо для сохранения мембранного покрытия.

Маслоотталкивающие свойства (олеофобность) придают текстильным материалам с помощью фторорганических соединений. Сами олеофобизаторы должны создавать на поверхности текстильного материала пленку, поверхностное натяжение которой будет ниже поверхностного натяжения органических жидкостей. Единственными найденными продуктами, которые отвечают этим требованиям, оказались фторированные углеводороды, что связано с уникальными электронными свойствами атома фтора.

К недостаткам фторорганических олеофобных соединений относятся повышенная загрязняемость обработанных ими материалов и трудность удаления загрязнений при стирке. Кроме того, они очень дороги и не всегда обеспечивают получение достаточной устойчивости к стирке и химической чистке [9, 10]. Вместе с этим химическая модификация текстильных материалов с использованием фторсодержащих соединений может приводить к деструкции волокон текстиля [11].

Одним из наиболее распространенных способов придания текстильным материалам кислотоотталкивающих свойств известен химический способ, включающий состав из активных кремнийорганических соединений [12]. Кислотоотталкивающие свойства могут быть так же приданы текстильным материалам путем их пропитки кремнийорганическими гидрофобизаторами [13].

Все методы придания огнезащитных свойств текстильным материалам основаны на введении антипиренов, изменяющих или заменяющих отдельные стадии горения.

В зависимости от энергетического баланса горения вещества, замедляющие этот процесс – антипирены – подразделяют на три класса:

1 – поглощают тепло, активные в конденсированной фазе, эффективны в субстрате и уменьшают количество газов за счет замедления деструкции (гидроксид алюминия, силикат магния);

2 – активные в газовой фазе, уменьшающие количество выделившегося тепла за счет замедления процесса окисления (замедляют горение);

3 – антипирены, способствующие образованию карбонизированного остатка путем изолирования массы полимера и доступа кислорода.

Большинство фторсодержащих соединений обладают огнезащитными свойствами, особенно в смеси с галогеном или азотсодержащими соединениями. Обработка материалов осуществляется путем их пропитки аппретирующим раствором, плюсования, сушки и термофиксации. Для придания огнезащитных свойств шерстяным материалам используют соединения фосфора, титана, железа, хрома (по сравнению с другими, шерстяные материалы обладают более высокими огнезащитными свойствами). Обработка ведется в кислой среде при 100 °С в течение 45 мин. [14].

Биологически активные материалы можно разделить на две группы: волокнистые материалы с биозащитной отделкой, предохраняющей их от повреждения при воздействии бактерий, грибов и насекомых; биологически активные материалы, способные защищать организм человека от инфекций или оказывать лечебный эффект.

Одним из наиболее распространенных и эффективных способов защиты материалов и изделий от поражения микроорганизмами является использование специальных химических соединений, токсичных для микроорганизмов.

В настоящее время описано несколько тысяч биоцидов, относящихся к различным классам химических соединений: неорганические соединения (серебро, ртуть, медь, кадмий, хром, свинец, железо, кальций); углеводороды (дифенил); спирты, фенолы и их производные (2-окси-дифенил, п-нитрофенол, гексахлорофен, пентахлорофен); альдегиды, кетоны органические кислоты и их производные (формальдегид); амины, соли аминов, четвертичные аммониевые соединения (катамин АБ); элементоорганические соединения (соединения ртути, оловоорганические соединения); гетероциклические соединения (фурацилин, нитрофуриллак-ролеин); оксихинолят меди [15].

Противогнилостную обработку осуществляют на целлюлозных материалах, особенно на льняных. Льняные изделия обрабатывают растворами дубильного экстракта, медного купороса и хромпика, в результате чего на ткани образуется медно-хром-таннидный лак. Эту обработку сочетают с крашением в цвет хаки и с приданием водоупорности с помощью мыльно-парафиновой эмульсии. Для улучшения противогнилостного эффекта в состав пропиточного раствора добавляют салициланилид.

Введение антимикробных добавок в различные материалы не только предохраняет их от воздействия микроорганизмов в критических условиях эксплуатации, но и дает возможность придавать материалам антимикробные свойства. В настоящее время существуют различные способы получения материалов с антимикробными свойствами [15, 16].

Таким образом, для получения материалов со специальными свойствами применяют различные препараты и технологии. Однако их использование не всегда экономично.

Препараты для получения текстильных материалов с водоотталкивающими свойствами имеют высокую стоимость. Высока себестоимость услуги при окуночном методе гидрофобизации изделий. В текстильной промышленности на производство материалов затрачивается большое количество воды. Для термофиксации гидрофобных составов необходимо использование сушильных барабанов и прессов. В некоторых случаях преобладает высокая токсичность при применении препарата в красильной камере [7].

В связи с этим сегодня наиболее перспективным способом получения текстильных материалов со специальными свойствами являются плазмохимические технологии.

Кроме России, в настоящее время очень большая активность во внедрении плазмохимических методов обработки текстиля наблюдается в Италии, США, Японии, Китае, Германии, Англии, Южной Корее. Главная причина, заставляющая производителей обращать внимание на плазмохимические методы – это их экологическая безопасность.

Одним из плазмохимических методов придания текстильным материалам специальных свойств является терморезактивный метод плазменного напыления.

Плазменный метод заключается в формировании на поверхности материала покрытия из нагретых и ускоренных частиц композиционного материала, обработанных высокотемпературной плазменной струей. При взаимодействии таких частиц с материалом происходит их соединение и формирование защитного покрытия.

Исследования показали [17], что для получения защитных покрытий на текстильных материалах целесообразно использовать модифицированный метод плазменного напыления, используя разработанный в Московской государственном университете дизайна и технологии рабочий макет устройства «ИТОМ-200». В зависимости от состава напыляемых композиций с помощью устройства «ИТОМ-200» возможно получать текстильные материалы с различными защитными свойствами. При этом специальные покрытия, возможно, наносить полностью на готовые изделия или наносить их локально.

Внедрение плазмохимических технологий в производство текстильных материалов ведет к уменьшению потребления чистой воды, существенному уменьшению количества сточных вод, заметному сокращению потребления химических реактивов и материалов [18].

Список литературы

1. ГОСТ 11209-2014. «Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний».
2. ГОСТ 12.4.280-2014. Система стандартов безопасности труда. «Одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. Общие технические требования».
3. ГОСТ EN 13795-3-2011. «Хирургическая одежда и белье, применяемые как медицинские изделия для пациентов, хирургического персонала и оборудования».
4. ГОСТ 31214-2003. «Изделия медицинские. Требования к образцам и документации, представляемым на токсикологические, санитарно-химические испытания, испытания на стерильность и пирогенность».
5. Корнеев А.Д., Эссер В.К., Попов Б.Н., Егорова И.Л., Евстигнеев А.Ю., Корнеев К.Д. Патент № 2056467. Концентрированная эмульсия для водоотталкивающей отделки текстильных материалов, 1996.
6. Никитина Л.Л., Гаврилова О.Е., Обеспечение заданных свойств материалов для изделий легкой промышленности с использованием полимерных композиций. // Вестник Казанского технологического университета. Вып. 18. Том 16. 2013. С. 158-161.
7. Артамонов А.Е. Применение гидрофобизирующих составов для водо- и грязеотталкивающей пропитки текстильных изделий. // Современная Химчистка и Прачечная. 2013. С. 14-19.
8. Покровская Е.П., Метелева О.В., Бондаренко Л.И., Белякова Л.И. Создание перспективных клеевых материалов для защитных швейных изделий. // Сервис в России и зарубежом. Вып. № 1. 2013. С. 26-37.
9. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов: учебник для вузов в 3 т. – М., 2001, том 3, 298 с.
10. Хакимова Д.А., Кодиров Т.Ж., Содиков Н.А. Разработка нового состава для олеофобной отделки специальной одежды. / Материалы XI Международной научно-практической конференции «Кожа и мех в XXI веке: технология, качество, экология, обра-

зование», Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, 2015, С. 60-65.

11. Полехин Д.М., Волков В.А., Щукина Е.Л. Модификация полимерных волокон текстильных материалов фторсодержащими поверхностно-активными веществами для водо-, маслоотталкивающей отделки тканей. / Сборник статей Международной научно-практической конференции «Достижения и перспективы технических наук». Уфа, 2014, С. 68-71.

12. Копылов В.М., Школьник О.В., Калимова Т.А., Славин Г.С., Школьник М.И. Патент РФ 2064025. Состав для отделки текстильных материалов, 1996.

13. Журавлева Н.В., Калимова Т.А., Балашова Т.Д. Водо-, кислотоотталкивающая отделка текстильных материалов различного сырьевого состава с улучшенными потребительскими свойствами. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. № 5. 2004. С. 52-54.

14. Абдулин И.А., Васильева З.З., Валеев Н.Х. Разработка огнезащитного состава для текстильных материалов. // Вестник Казанского технологического университета. № 10. 2010. С. 534-537.

15. Пехташева Е.Л., Неверов А.Н., Заиков Г.Е., Шевцова С.А., Темникова Н.Е. Способы защиты материалов от биоповреждений. // Вестник Казанского технологического университета. № 8. Том 15. 2012. С. 167-172.

16. Мишаков В.Ю., Макарова Н.А., Бузов Б.А., Замета Б.В. Современные антимикробные материалы на текстильных носителях. // Текстильная промышленность. № 2. 2002. С. 32-33.

17. Федоров М.В., Козлов А.С., Макарова Н.А. Моделирование процесса плазменного напыления защитных покрытий на материалы легкой промышленности. // Химические волокна. № 5. 2016. С. 73-75.

18. Горберг Б.Л., Иванов А.А., Стегнин В.А. Использование низкотемпературной плазмы тлеющего разряда низкого давления для обработки текстильных материалов. // Сборник трудов V Международного симпозиума по теоретической и прикладной плазмохимии. Т.2, Иваново, 2008, С. 586-589.

УДК 687

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ НА ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА RESEARCH NEW OF THE PACKAGES OF MATERIALS ON THERMAL PROPERTIES

**Асем Аугангалиевна Таласпаева, Раушан Оразовна Жилисбаева
Assem Augangaliyevna Talaspaeva, Raushan Orazovna Zhilisbaeva**

*Алматинский технологический университет, Казахстан, Алматы
Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan*

Аннотация: В статье представлены исследования пакетов материалов, состоящих из огнестойких материалов и с различными сочетаниями с учетом физико-механических свойств.

Abstract: Researches of packages of the materials consisting of fire-resistant materials and with various combinations taking into account physicomechanical properties are presented in article.

Ключевые слова: Спецодежда, пакет материалов, тепловой барьер.

Keywords: protective clothing, a package of materials, a thermal barrier.

В настоящее время в мире существует большое количество огнезащитных материалов. Методы получения огнезащитных тканей разнообразны, от пропитывания тканей специальными составами до создания новых материалов из негорючих волокон и нитей. Большое распространение в настоящее время получили специальные химические волокна – достижения науки в промышленности. Такие свойства, как высокая прочность, термостойкость, жароупорность, негорючесть, электропроводность, ударопрочность, легкость делают эти волокна и изделия на их основе необходимыми и незаменимыми в различных областях промышленности, в том числе и в текстильной [1]. Многие зарубежные и отечественные фирмы занимаются разработкой огнезащитных материалов, имеющих стандартные механические и теплофизические свойства. Однако следует отметить, что значительным недостатком импортных материалов является высокая цена, а выпускаемые отечественной текстильной промышленностью материалы не всегда отвечают комплексной защите от вредных факторов производства, а именно обладают огнестойкостью.

Целью данных исследований является разработка новых пакетов материалов и определение их на устойчивость теплового потока. В данной работе при подборе пакетов материалов (табл.1) были использованы материалы верха, нетканые полотна и подкладочные материалы, образующие тепловой барьер [2].

Таблица 1. Характеристика новых пакетов материалов

№ Образца пакета	Виды материалов	Вид материалов	Состав материалов	Толщина, мм	Поверхностная плотность, г/м ²
1	Материал верха	FR премьер 350	100ХЛ, антистатические нити	0.66	350
	Прокладочный материал	Нетканый материал	Пленка Шерстяные волокна50%, aramидные волокна50%	3.374	430
	Подкладочный материал	Бязь	100% хлопок	0.384	155
	ИТОГО			4.424	935
2	Материал верха	FR премьер 350	100ХЛ, антистатические нити	0.66	350
	Прокладочный материал	Нетканый материал	Пленка Шерстяные волокна50%, aramидные волокна50%	3.98	540
	Прокладочный материал	Нетканый материал	Шерстяные волокна50%, aramидные волокна50%	2.094	240
	Подкладочный материал	Бязь	100% хлопок	0.384	155
	ИТОГО			7.118	1.285
3	Материал верха	FR премьер 350	100ХЛ, антистатические нити	0.66	350
	Прокладочный материал	Нетканый материал	Пленка Шерстяные волокна50%, aramидные волокна50%	3.374	430
	Прокладочный материал	Нетканый материал	Шерстяные волокна 100%	2.094	240
	Подкладочный материал	Бязь	100% хлопок	0.384	155
	ИТОГО			6.512	1.175
4	Материал верха	FR премьер 350	100ХЛ, антистатические нити,	0.66	350

	Прокладочный материал	Нетканый материал	Пленка Шерстяные волокна50%, aramидные волокна50%	4.024	550
	Подкладочный материал	Бязь	100% хлопок	0.384	155
	итого			5.068	1.055

Результаты исследований (рис. 2) показывают, что данные материалы соответствуют стандарту и рекомендуется провести их исследование на тепловые свойства СТ РК 1495 [3]. На рис. 1 указан процесс испытания опытных образцов на устойчивость теплового потока на приборе.

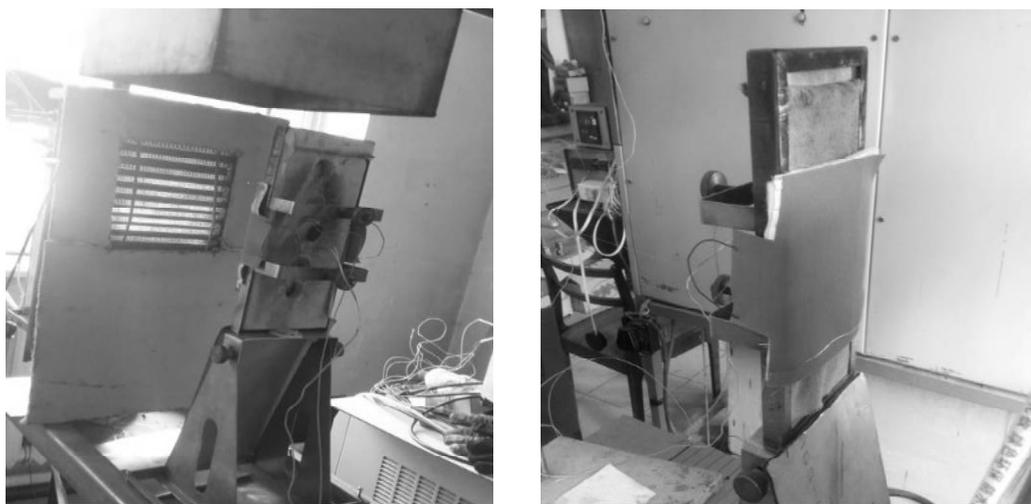


Рис. 1. Процесс испытания опытных образцов на устойчивость теплового потока на приборе

Таблица 2. Определение устойчивости теплового потока при: 5,0 кВт/м²

Пакет №	Начальная температура	60 сек	90 сек	120 сек	150 сек	180 сек	210 сек	240 сек	270 сек	285 сек	300 сек
1	20	28	33	36	38	44	48	53	-	-	-
2	20	25	30	33	35	38	41	44	47	50	-
3	20	26	30	32	37	38	41	44	48	49	50
4	20	31	36	38	41	44	49	53	-	-	-

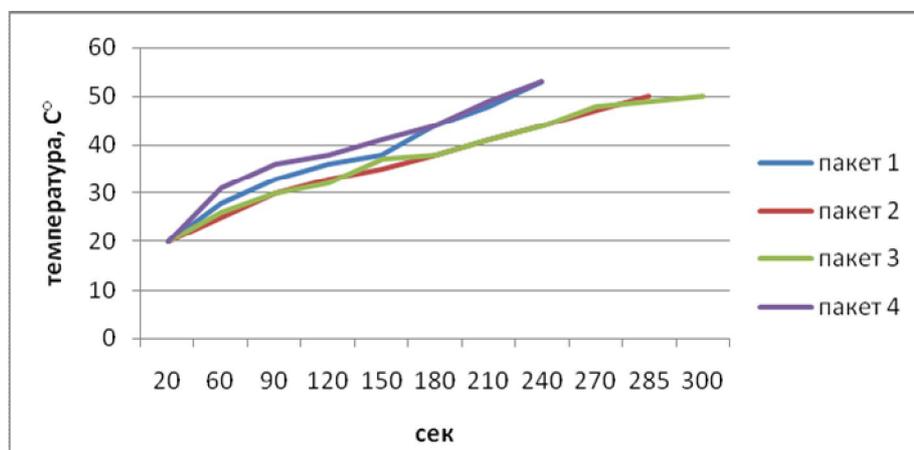


Рис. 2. Анализ исследуемых материалов

В результате проведенных исследований пакетов материалов согласно Ст РК 1495 все исследуемые пакеты имеют предельно допустимые значения температур, при этом наиболее оптимальными и имеющими наименьшие температуры на изнаночной стороне пакета являются пакеты, состоящие из материала верха, прокладочного материала и подкладочного материала, под номерами 2 и 3 (рис. 2).

Список литературы

1. Жилисбаева Р.О., Кожабергенова К.Д. Надежность в проектировании специальной одежды для металлургов. – А.: АлматыКоркем, 2012. С.33.
2. Таласпаева А.А., Жилисбаева Р.О. Исследование влияния нетканых материалов на теплозащитные показатели спецодежды // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2015. С.88-91.
3. Государственный стандарт Республики Казахстан. 1495. – 2006. С.3.

УДК 664

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ FORMATION AND DEVELOPMENT OF PRODUCTION OF ORGANIC FOOD

Ирина Петровна Дашкевич, Геннадий Аркадьевич Свищев
Irina Petrovna Dashkevich, Gennady Arkadievich Svishchev

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

Аннотация: Рассмотрены принципы и правила органического производства продуктов питания, в том числе требования к ведению документации и особенностям процедуры сертификации органических продуктов и их маркировки, а также меры ответственности и контроля.

Abstract: The principles and rules for the organic production of food products are considered, including the requirements for the documentation and features of the certification procedure for organic products and their labeling, as well as measures of responsibility and control.

Ключевые слова: органическое, природное, биологическое, безопасность, сырье.

Keywords: organic, natural, biological, safety, raw materials

Мир, в котором мы живем, очень быстро развивается, и мы, его граждане, должны думать о том, как защитить окружающую среду и сберечь ее для будущих поколений. Еще в 20-х гг. XX столетия австрийский философ Рудольф Штайнер предложил концепцию биодинамического сельского хозяйства, и в дальнейшем именно она значительно повлияла на становление и развитие производства органической продукции. Органическое сельское хозяйство становится с каждым годом все актуальнее и достаточно активно осваивается во многих странах мира, в том числе и в Российской Федерации.

Наконец, чем «органический» продукт отличается от «экологического», а ведь есть еще и другие термины, например, «биологический», «природный», которые сегодня также используются? Что регламентируется законодательством, а что отдается на откуп бизнесу [1]?

Изучение этой проблемы послужит получению нового импульса в организации выпуска продукции органического производства, а также понимание того, как работает в ЕС

модель органического сельскохозяйственного производства, каковы основные этапы ее создания и развития [2].

Представителями отраслевых органов государственного управления и научных учреждений изучаются принципы и правила органического производства в Евразийском Союзе (ЕС), в том числе требования к продукции, процессам и ведению документации, особенности процедуры сертификации органических продуктов и их маркировки, а также меры ответственности и контроля.

Роберт Франселла, советник Департамента по вопросам политики и регулирования в области охраны окружающей среды, продовольствия и сельского хозяйства Великобритании отметил, что тенденция к общности в стандартах и регламентах наблюдается не только в ЕС, но и во всем мире [3].

В настоящее время в различных странах для обозначения сельскохозяйственной практики, отвечающей принципам органического сельского хозяйства, используют различные термины: «органическое», «экологическое», «биологическое», «природное».

Международная федерация органического движения IFOAM использует термин «органическое сельское хозяйство». Продукты, маркируемые как «органические», должны быть получены в условиях ведения «органического сельского хозяйства» и на 95 % иметь «органический» состав [4].

Надо знать, что этот термин также используется в отношении пищи и кормов, которые производятся без применения искусственных удобрений или пестицидов (акцент – на хорошем состоянии почв). При содержании животных минимизируется использование медицинских препаратов и обеспечиваются приближенные к естественным условия их обитания. При производстве органических продуктов питания максимально сокращается количество добавок и иных вспомогательных веществ [4].

Важно то, что продукты охоты или рыболовства не относятся к органическим, поскольку полученные таким способом они не находятся в сфере контроля.

Основными техническими законодательными документами, которыми руководствуются европейские производители органических продуктов, являются: Регламент Совета (ЕС) № 834/2007 от 28 июня 2007 г. по органическому производству и маркировке органической продукции и Регламент Комиссии (ЕС) № 889/2008 от 5 сентября 2008 г., устанавливающий правила применения Регламента Совета (ЕС) № 834/2007 в отношении органического производства, маркировки и контроля.

Техническое законодательство ЕС по органической продукции распространяется на продукцию растениеводства, переработанную и переработанную продукцию животноводства, продукцию пчеловодства, корма для животных и материалы, которые могут быть использованы для размножения, семена для культивации и др.

Среди характерных особенностей органического производства – запрет использования ГМО и продуктов, их содержащих (исключение – медицинские препараты в ветеринарии); ионизирующего излучения; гидропонной, выращенной без почвы, продукции.

При маркировке органической продукции производитель должен предоставлять потребителю только достоверную информацию. Указывается состав продукта, кодовый номер контролирующего органа, дата проведения последней инспекции, логотип сообщества и место происхождения (обязательны только для импортеров, но могут использоваться и государствами-членами ЕС) и др.

Государства-члены ЕС также внимательно отслеживают, как функционируют контрольные органы внутри стран (государство должно убедиться в том, что данные органы надлежащим образом выполняют свои обязанности по контролю производством органической продукции).

В рамках реализации плана разработки технических регламентов Таможенного союза, и внесения изменений в технические регламенты Таможенного союза (например) за Республи-

кой Беларусь закреплена разработка 2 технических регламентов, устанавливающих требования к минеральным удобрениям, а также 6 изменений в технические регламенты по безопасности пищевой продукции.

По состоянию на 01.01.2016 г. в Республике Беларусь сертифицировано в числе других 353 системы управления качеством и безопасностью пищевых продуктов на основе принципов анализа рисков и критических контрольных точек (НАССР); и 50 систем управления безопасностью пищевых продуктов по международному стандарту ИСО 22000.

Если говорить о продуктах питания, то отечественная стандартизация в этой области развивается с учетом общемировых тенденций к потреблению «зеленых» продуктов. На торговых прилавках ЕС уже появились белорусские продукты со знаком «Натуральный продукт» [5].

В Российской Федерации (по словам главы Роспотребнадзора Анны Поповой), уже начала появляться маркировка по принципу продовольственного светофора [6,7]. Суть его заключается в следующем: знак красного цвета наносится на те продукты, которые могут причинить определённый вред здоровью; жёлтый цвет обозначает продукцию, которая считается преимущественно нейтральной; зелёным цветом маркируются те товары, которые являются экологически чистыми и не наносят вреда человеческому организму.

Данный метод является эффективным способом передачи потребителям информации о вреде или пользе конкретной продукции. Большинство покупателей не могут самостоятельно проанализировать состав приобретаемого товара и оценить его потенциальную опасность. При этом экологически чистые товары стоят дороже, чем менее полезные аналоги, что нередко отпугивает некоторых людей.

«Продовольственный светофор» позволит покупателям лучше контролировать свой рацион и более ответственно относиться к своему здоровью. Выбор продуктов станет более осознанным, что является мотивацией для производителей более избирательно подходить к ингредиентам своих товаров [6].

«Во всех странах, где это есть, это в самом деле работает, не только потому что людям будет проще выбирать, но и потому что производитель старается, понимая, что это очень серьезный маркетинговый ход, сократить количество продуктов, которые должны выпускаться с красной маркировкой», - отметила глава Роспотребнадзора. Данное предложение включено в подготавливаемый ведомством план реализации стратегии повышения качества пищевых продуктов и не требует дополнительных расходов для информирования потребителя.

Председатель правления Международной конфедерации обществ потребителей Дмитрий Янин констатирует, что ситуация и с маркировкой в России удручающая. «В этом плане мы сильно отстаём от развитых стран» рассказал он «Парламентской газете» [7].

«Срок годности продуктов наши люди более или менее научились находить и читать, но это не главная проблема. На этикетках нет информации о вреде еды: количестве в ней сахара, соли и трансжиров. С этой точки зрения наши упаковки малоинформативны.

Следует отметить, что работа в этом направлении уже ведется, в том или ином виде уже доказала свою эффективность в ряде других государств, будем надеяться, что и в Российской Федерации ситуация изменится в лучшую сторону.

Список литературы

1. Горбачева А. Натурпродукт для бедных и богатых // Независимая газета. 2008. №128. С.5.
2. Горшков Д.В. Рынок экологически чистых продуктов: зарубежный опыт и перспективы России // Маркетинг в России и за рубежом. 2004. №6. С.15.
3. Мазурова А.Ю. Географический анализ производства и потребления органических продуктов питания в странах мира // Вестник Московского университета. 2008. №6. С.10.

4. ЮсфинЮ.С., Леонтьев Л.И., Доронина О.Д. Экологически чистое производство: содержание и основные требования // Экология и промышленность России. Март 2009.

5. Гордышевский С.М. Что в надписи тебе моей? Или как покупатель за правдой ходил. // МОС (Методы оценки соответствия). 2009. №2. С. 25. Источник: <https://www.certificatione.ru/novosti/v-rossii-poyavitsya-markirovka->

6. www.certificatione.ru/novosti/v-rossii-poyavitsya-markirovka-po-printsipu-prodovolstvennogo-svetofora.html

7. Всё что вы хотели знать про органические продукты питания. – Режим доступа: <http://organicproducts.narod.ru/po-printsipu-prodovolstvennogo-svetofora.html>.

УДК 687.023

КОМПОЗИЦИОННАЯ СМЕСЬ ДЛЯ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ COMPOSITE FOR HEAT-PROTECTIVE CLOTHING

Татьяна Николаевна Соприкина
Tatiana Nikolaevna Soprikina

АО «ЭлисФэшнРус», Россия, Ростов-на-Дону
"Elis Fashion Rus", Russia, Rostov-on-Don
(e-mail: tat-sop@mail.ru)

Аннотация: Рассмотрены альтернативные несвязные утеплители теплозащитной одежды различного назначения, приведены результаты экспериментальных исследований в лабораторных условиях.

Abstract: the paper considers alternative incoherent thermal insulation of clothing for various purposes, the results of experimental studies in the laboratory.

Ключевые слова: несвязные утеплители, перо-пуховое сырье, куриное перо, холлофайбер, теплозащитная одежда

Keywords: incoherent insulation, feather-down raw material, feather chicken, hollofayber, heatproof clothing

Развитие общества и рост научно-технического прогресса требуют создания качественной недорогой производственной теплозащитной одежды, обладающей улучшенными эксплуатационными, гигиеническими и эргономическими свойствами. Достижение этой цели требует решения целого ряда научных и практических задач, таких как изучение условий труда с учетом климатических условий и разработки исходных требований к спецодежде; конфекционирование материалов и их исследование в пакетах одежды; проектирование экспериментальных образцов и организация производства.

При изготовлении утепленной одежды применяются материалы различных свойств и назначения: ткань верха, подкладка и утепляющая прокладка. Внешний вид изделия и ряд эксплуатационных характеристик обуславливают выбранные материалы верха и подкладки. Основные теплоизоляционные и физиолого-гигиенические свойства определяют утеплители. В качестве утеплителей в одежде различного назначения применяют натуральное, синтетическое и комбинированное сырье, обладающее целым рядом разнообразных характеристик.

Утеплители натурального происхождения обладают целым рядом положительных характеристик, но при этом достаточно дорогостоящие. Утеплители синтетического происхождения так же обладают целым рядом положительных характеристик, но сильно уступают с точки зрения гигиеничности одежды. Проблема заключается в том, что для производства

утепленной одежды с ограниченными сроками эксплуатации необходимо недорогое сырье с характеристиками, отвечающими требованиям гигиеничности.

Одним из путей создания рациональной одежды является использование в ней материалов, обеспечивающих в течение времени ее эксплуатации удаление влаги с поверхности тела человека, воздухообмен пододежного пространства с внешней средой, теплоизоляцию, защиту организма человека от воздействия влаги и загрязнений, поддержание теплового баланса человека, что является необходимым условием его нормальной жизнедеятельности [1].

Известно, что лучшим теплоизолятором является неподвижный воздух. Чем больше волокон содержится в единице объема материала утеплителя, тем больше их суммарная площадь поверхности, обеспечивающая способность утеплителя удерживать большой объем воздуха. Однако при значительном увеличении объема воздуха в утеплителе возникают конвекционные потоки воздуха, которые приводят к снижению теплоизолирующих свойств сырья. Если же увеличивается плотность утеплителя, то снижение теплоемкости сырья обусловлено тем, что в эффективной суммарной теплопроводности материала начинает возрастать составляющая теплопроводности самих волокон, которая больше воздуха в десятки раз [2].

Формирование пакета материалов утепленного швейного изделия, используемого как в производственной деятельности человека, так и на отдыхе во время занятий спортом и в быту производится с учетом опыта использования объемных текстильных полотен из натуральных волокон – шерсть, хлопок или их смесей с химическими волокнами. Нормативы показателей свойств, характеризующих теплозащитные качества швейных изделий, также определены с учетом особенностей свойств натуральных волокон и особенностей эксплуатации изделий, содержащих в основном натуральные волокна. Натуральные волокна имеют, благодаря особенностям строения структурных органических элементов, способность отводить от поверхности тела человека продукты метаболизма, образующиеся в процессе жизнедеятельности человека. К таким продуктам относят, прежде всего, пары воды (пот), которые благодаря процессам сорбции проникают в структуру натуральных волокон, не взаимодействуют с волокнами, создавая, таким образом, нормальный микроклимат в пододежном пространстве. В случае использования в утепленной одежде объемных несвязных материалов из химических (синтетических) волокон описанная динамика нарушается из-за неспособности химических волокон производить отвод продуктов метаболизма от поверхности тела человека [3].

Синтетические несвязные утеплители имеют различную структуру и обладают широким набором характеристик, позволяющих использование этих материалов в производстве бытовой и рабочей одежды, однако, использовать эти материалы для изготовления специальной теплозащитной одежды широкого профиля не целесообразно по гигиеническим характеристикам и дороговизны сырья.

Все растительные волокна состоят из одной или комплекса растительных клеток и имеют довольно сложный химический состав [4]. Самым недорогим и распространенным является применение ваты хлопчатобумажной в качестве утеплителя в одежде. Натуральная вата – экологически чистый утеплитель, обеспечивающий целый ряд гигиенических требований, предъявляемых к одежде. Хлопок легко пропускает воздух, сохраняет тепло, не вызывает аллергических реакций. Недостатком применения ваты в качестве утеплителя являются эксплуатационные характеристики: высокая масса и снижение теплоизоляции в результате намокания, сбивание в комки в процессе эксплуатации.

К текстильным волокнам животного происхождения относятся волокна шерсти и натурального шелка. По химическому составу они представляют собой белковые вещества типа кератинов [4]. Шерстяные волокна, применяемые в качестве утеплителей в одежде, обладают способностью долго сохранять тепло, впитывать влагу. Недостатком шерстяных утеплителей является способность к сваливанию, при котором резко ухудшаются эксплуатационные свойства изделия.

Перо-пуховое сырье обладает высокими показателями гигиенических свойств, создавая при этом оптимальный микроклимат пододежного пространства. Одними из наиболее важных свойств пуха являются его способность занимать большой объем при малой массе – объемность, способность быстро занимать прежний объем после сжатия – упругость. Пух удерживает теплый, нагретый телом воздух, создавая надежный барьер для холода [5]. Перо-пуховое сырье относится к наиболее доступным натуральным материалам, что делает возможным его практическое использование при производстве многих видов товаров широкого потребления. Согласно ОСТу [3] перо-пуховые изделия подразделяют на группы в зависимости от назначения и состава сырья, которые подразделяются на пуховые, полупуховые и перовые. Анализ швейных изделий с перо-пуховыми наполнителями и утеплителями, производимыми предприятиями легкой промышленности России, показал, что предпочтение отдается перо-пуховому сырью водоплавающих птиц. Ведущие предприятия России, изготавливающие изделия с перо-пуховым наполнителем используют гусиный пух, собранный с породистой птицы, выращиваемой в суровых климатических условиях экологически чистых областей сибирского региона.

Куриное перо имеет видовые отличия от пера водоплавающей птицы, но при этом обладает целым рядом положительных свойств. Преимущество куриного пера заключается в его стоимости. Стоимость пухового гусиного сырья составляет от 500 до 2000 рублей за 1 кг, что делает не рациональным его применение в недорогой специальной теплозащитной одежде с ограниченными сроками эксплуатации. Куриное перо используется только в качестве наполнителя спальных изделий, стоимость 1 кг куриного пера составляет 15-20 рублей. Для повышения наполнительной способности с целью использования в качестве утеплителя одежды разработаны различные виды модификации куриного пера, что позволяет значительно повысить показатель F.P. пера. Механическая модификация [6] достаточно экологически и экономически целесообразный способ улучшения качества пера сухопутных птиц.

С целью получения сырья, отвечающего гигиеническим и экономическим показателям, были проведены исследования комплексного утепляющего наполнителя, состоящего из модифицированного куриного пера и холлофайбера. Синтетические материалы, используемые в качестве утеплителей для рабочей одежды, создают «парниковый эффект» в пододежном пространстве, что значительно снижает теплозащитные свойства одежды. Влияние синтетических материалов, используемых в качестве утепляющей прокладки в специальной теплозащитной одежде для рабочих с интенсивной физической нагрузкой на здоровье человека не проводились. Стоимость утеплителей из синтетических материалов выше куриного пера. Куриное перо хорошо впитывает влагу, выделяемую человеком в процессе физических нагрузок, но при этом стержень пера достаточно жесткий, что снижает эргономические показатели утеплителя. Смешивание синтетических материалов и экологичного куриного пера позволит получить качественно новый комплексный утепляющий наполнитель теплозащитной одежды.

Показатель наполняющей способности несвязного синтетического утеплителя – холлофайбер, достаточно низкий по сравнению с показателями перо-пухового сырья, но при этом сырье обладает легкостью и мягкостью, способностью равномерно заполнять отсеки. При смешивании с модифицированным куриным пером получается достаточно объемная смесь, обладающая целым рядом положительных характеристик: композиционная смесь достаточно экологична за счет введения в состав натурального материала, утеплитель легкий, мягкий, экономически недорогой, что позволяет использовать смесь в одежде с коротким сроком эксплуатации. Помимо специальной одежды, полученная смесь может использоваться в качестве утепляющей прокладки в бытовой одежде, которая подвержена влиянию моды, обуславливающей моральный износ одежды.

Для определения составляющих частей смеси и наполняющей способности проведен эксперимент по методике [7]. Исследованию подвергалась смесь модифицированного кури-

ного пера и холлофайбера в различных соотношениях, результаты эксперимента представлены в табл. 1.

Таблица 1. Показатель F.P. модифицированного куриного пера с холлофайбером

Удельный объем, см ³ Состав смеси	Н0 см3 начальный объем	Н1 см3 объем с нагруз- кой	Н2 см3 объем сразу после снятия нагрузки	Н3 см3 F. P.
Холлофайбер	325	215	245	260
МКП	600	450	500	550
10% холлофайбер 90% перо	450	250	400	410
20% холлофайбер 80% перо	475	260	410	410
30% холлофайбер 70% перо	480	260	400	420
40% холлофайбер 60% перо	495	270	425	430
50% холлофайбер 50% перо	480	260	390	410
60% холлофайбер 40% перо	450	250	380	390
70% холлофайбер 30% перо	380	240	350	350
80% холлофайбер 20% перо	320	220	330	330

На рис.1 представлена фотография композиционной смеси 60% модифицированного куриного пера и 40% холлофайбера. К достоинству полученной смеси относится способность равномерно распределяться в отсеке и не сбиваться в нижние слои пакета в процессе эксплуатации за счет сцепления волокон холлофайбера с крючками опахала куриного пера.



Рис.1. Композиционная смесь модифицированного куриного пера и холлофайбера

В результате эксперимента выявлено, что наибольший показатель наполняющей способности полученной смеси соответствует составу 40% холлофайбера и 60% модифицированного куриного пера, который уменьшается относительно модифицированного куриного пера на 22% и повышается относительно холлофайбера на 53%, стоимость композиционной смеси меньше стоимости холлофайбера на 30%.

В результате выполненного исследования выявлено, что композиционная смесь из модифицированного куриного пера и синтетического холлофайбера обладает хорошим показателем $F.P.$, утеплитель достаточно легкий, обладает высокими показателями гигиеничности. Стоимость такого сырья значительно снижается по сравнению со стоимостью синтетического утеплителя. Таким образом, композиционную смесь в составе 40% холлофайбера и 60% модифицированного куриного пера можно рекомендовать использовать в качестве несвязного утеплителя в одежде различного назначения.

Список литературы

1. Моделирование системы «человек-одежда-среда» на этапе конфекционирования материалов для подсистемы «одежда»: сб. науч. тр. / Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – Приложение №6 (2004). – Новочеркасск, 2004. 220 с.: ил.
2. Алейникова О.А. Оптимизация конструкций теплозащитных пакетов одежды с объемными материалами: автореф. дис.... канд. техн. наук. Шахты: ЮРГУЭС, 2006. 23 с.
3. ОСТ 10-02-01-06-87. Сырье перо-пуховое. Технические условия - Введ. 1989-01-01.- М.: Изд-во стандартов, 1989. 15 с.
4. Шепелев А.Ф. Товароведение и экспертиза текстильных товаров. учеб.– М.: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: издательский центр «МарТ», 2004. 304 с.
5. Рукавишникова, А.С. Исследование влияния вязкости несвязных материалов на тепловое сопротивление пакетов одежды для защиты от пониженных температур в условиях ветра: дисс. . . . канд. техн. наук: 05.19.04 / Анна Сергеевна Рукавишникова. – Шахты, 2007. 221 с.
6. Соприкина Т.Н. Исследование и разработка асимметричных пакетов швейных изделий с применением модифицированного куриного пера. Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.19.04. ЮРГУЭС. – Шахты, 2007. 19 с.
7. European Standard EN 12934 : 1999 has the status of a DIN Standard. Composition labeling of processed feathers and down for use as. English version ICS 59.040; 1999 -09- 05.

УДК 677.025

ОСОБЕННОСТИ ВЫРАБОТКИ УЧАСТКОВ ЧУЛОЧНО-НОСОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВЯЗАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ FEATURES OF PRODUSING OF PARTS OF HOSIERY PRODUCTS DEPENDING ON THE POSSIBILITIES OF THE KNITTING EQUIPMENT

Елена Валерьевна Николаева, Татьяна Вячеславовна Муракаева
Elena Valerjevna Nikolaeva, Tatjana Vyacheslavovna Murakaeva

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва*

*The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: l-kobra@rambler.ru, tanik-murik@yandex.ru)*

Аннотация: Рассмотрены основные варианты выработки участков чулочно-носочных изделий в соответствии с возможностями современного чулочно-носочного оборудования с целью создания системы автоматизированного проектирования технологической подготовки производства чулочно-носочных изделий различного назначения и выбора оптимального процесса их производства.

Abstract: Considered the main variants of development of hosiery products in accordance with the possibilities of modern hosiery equipment with the purpose of creating an automated

design system for technological preparation of hosiery production for various purposes and choosing the optimal process for their production are considered.

Ключевые слова: чулочно-носочные изделия, чулочно-носочное оборудование, борт, мысок, пятка.

Keywords: hosiery, hosiery equipment, boardside, toe, heel.

При проектировании чулочно-носочных изделий затрачивается много времени на расчетные работы по оценке вариантов решений, анализа справочных материалов, подготовку технической документации.

С целью превращения производства чулочно-носочных изделий в гибкую систему необходимо создание систем автоматизированного проектирования (САПР), целью которой является проектирование оптимального процесса производства чулочно-носочных изделий с определенными заданными свойствами, обеспечивающими экономии ресурсов.

На трикотажных предприятиях, где эксплуатируется небольшое количество оборудования, выбор машин, на которых целесообразно вырабатывать спроектированное изделие не представляет никаких трудностей. Однако на предприятиях, на которых необходимо определить соответствие между большим числом изделий и типов вязальных машин, быстро и правильно произвести оценку не всегда удается. Особенно это трудно сделать при разработке чулочно-носочных изделий, так как необходимо оценить соответствие большого числа показателей изделий и машин и только в случае их согласования можно принимать решение о выработке изделия на машине данного типа, то есть спроектированная технология вязания изделия должна быть сравнена с технологическими возможностями машины.

Вопросы разработки САПР технологической подготовки чулочно-носочного производства и выбора оптимального решения были рассмотрены в ряде работ [1], [2], [3]. Но со временем происходит обновление оборудования, появляются новые технологии изготовления изделий. С целью автоматизации технологического проектирования трикотажных изделий вся информация об изделиях и способах их изготовления заведена в классификаторы ассортимента; группы использования ассортимента; набора основных участков чулочно-носочных изделий (борт, паголенок, след); набора дополнительных участков чулочно-носочных изделий (заработок, пятка, мысок, отработка, разделительный ряд, закрепительные ряды); последовательности вязания; технологии вязания основных участков чулочно-носочных изделий; технологии вязания дополнительных участков чулочно-носочных изделий. Варьируя элементы, входящие в классификаторы, относящиеся к изделиям, проектируется технология их выработки и при сопоставлении с классификаторами оборудования выбирается оптимальный вариант.

В зависимости от вида оборудования, наличия на нем специальных рабочих органов и способа осуществления технологического процесса, все участки чулочно-носочных изделий, в том числе борта, пятки и мыска можно получать различными способами. Кроме того, в настоящее время современные круглочулочные автоматы оснащены компьютерными системами, которые позволяют создавать программы рисунка и программы вязания. На машинах выполняется электронный отбор рабочих органов, за счет чего такие сложные элементы как пяточный карман могут выполняться на любом участке изделия, например, на участке борта или в виде рисунка на паголенке. Причем на участке борта можно выполнять пяточный карман не 1 раз, а 2 и более раз, получая на крае изделия зубцы. На основе проведенного анализа существующих способов выработки участков чулочно-носочных изделий [4], [5], методик их проектирования, технических характеристик и технологических возможностей современных чулочно-носочных автоматов разработаны и систематизированы базы данных способов выработки различных участков чулочно-носочных изделий для различных групп населения и назначения, при использовании которых можно выбрать оптимальный способ выработки участка изделия. Так например, участок борта на круглочулочном автомате (КЧА) об-

разуется на круговом движении цилиндра. Различают одинарный и двойной борт. Технология его выработки может варьироваться в зависимости от типа (одноцилиндровые (о/ц) и двухцилиндровые (д/ц) автоматы) и принципа работы используемого оборудования. В табл. 1 представлены некоторые наиболее часто применяемые виды бортов чулочно-носочных изделий, а в табл. 2 – виды мысков.

Таблица 1. Виды бортов чулочно-носочных изделий

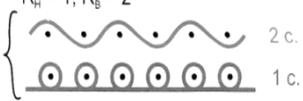
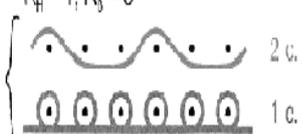
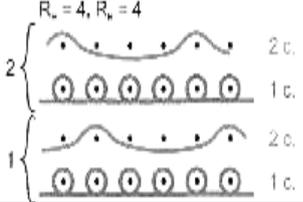
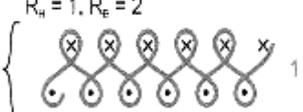
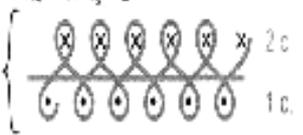
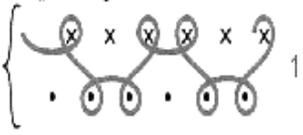
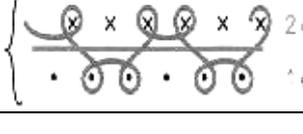
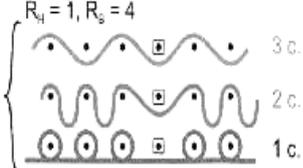
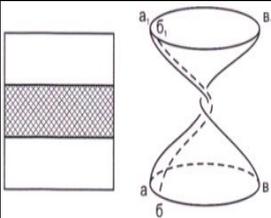
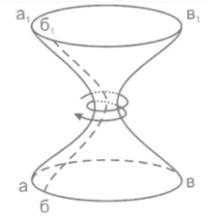
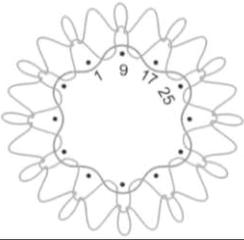
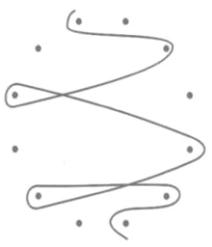
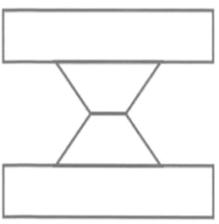
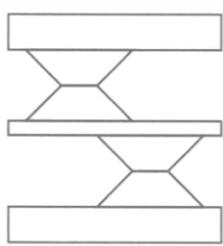
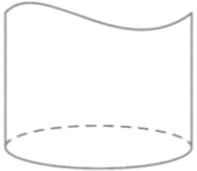
№	Вид борта	Технология выработки	Вид оборудования
1	Двойной борт классический	$R_H = 1, R_B = 2$ 	О/ц КЧА минимально 2 петлеобразующие системы
2	Двойной борт модифицированный	$R_H = 1, R_B = 3$ 	О/ц КЧА минимально 2 петлеобразующие системы
3	Двойной борт сложного переплетения	$R_H = 4, R_B = 4$ 	О/ц КЧА минимально 2 системы
4	Двойной борт комбинированного переплетения		О/ц (д/ц) КЧА, многосистемные
5	Ластик 1 + 1	$R_H = 1, R_E = 2$ 	Д/ц КЧА, минимально 1 петлеобразующая система
6	Ластик 1 + 1 с эластаном	$R_H = 1, R_E = 2$ 	Д/ц КЧА, минимально 2 петлеобразующие системы
7	Ластики различных сочетаний	$R_H = 1, R_E = 6$ 	Д/ц КЧА, минимально 1 петлеобразующая система
8	Ластики различных сочетаний с эластаном	$R_H = 1, R_E = 6$ 	Д/ц КЧА, минимально 2 петлеобразующие системы
9	Борт, выработанный переплетением паголенка		О/ц (д/ц) КЧА, многосистемные
10	Борт, выработанный плюшевым переплетением	$R_H = 1, R_B = 4$ 	Д/ц КЧА, минимально 3 петлеобразующие системы

Таблица 3. Виды мысков

№	Тип мыска	Технология выработки	Вид оборудования	Особенности технологии
1	Закрытый мысок. Способ пере- кручивания		О/ц КЧА минималь- ное число систем 3	Края трубчатого полот- на, перекрученного в середине, соединяются после образования участ- тка
2	Закрытый мы- сок. Технология обкручивания		О/ц КЧА минималь- ное число систем 2	Трубчатое полотно об- кручивается нитью в се- редине, после чего его края соединяются и ма- шина вяжет следующий участок
3	Закрытый мы- сок. Постепенное включение игл в работу		О/ц КЧА минималь- ное число систем 1	КЧА должен иметь ме- ханизм индивидуального отбора игл, специальный механизм, который за- хватывает нить первого ряда и оттягивает ее
4	Закрытый мы- сок. Прокладыва- ние соедини- тельной нити		О/ц КЧА минималь- ное число систем 1	Способ основан на заты- гивании нити первого ряда, где соединитель- ная нить прокладывается так же, как при зарабо- тке начального петельно- го ряда на плоской ма- шине. Требуется меха- низм для захвата и заты- гивания нити
5	Закрытый мы- сок. Зашивка на машине		О/ц КЧА, минималь- ное число систем 1	Для реализации этого способа на машине тре- буется дополнительная рабочая зона
6	Открытый мысок. Технология классического пяточного кармана		О/ц КЧА с иглами 2 видов (с длинными и короткими пятками), с возможностью ре- версивного движения, минимальное число систем 1	Способ основан на тех- нологии вязания пяточ- ного кармана классиче- ским способом
7	Открытый мысок. Модифициро- ванный пяточ- ный карман		О/ц КЧА с иглами 3 видов (с длинными, средними и коротки- ми пятками), с воз- можностью реверсив- ного движения, ми- нимальное число сис- тем 1	Способ основан на тех- нологии вязания пяточ- ного кармана классиче- ским способом, но тре- буются иглы с пятками 3 видов

8	Открытый мысок. Без специальной технологии		О/ц КЧА, минимальное число систем 1	Преимущество способа – машина не теряет производительности во время наработки мыска
---	---	---	-------------------------------------	---

Для сопоставления технологии вязании изделий с показателями машин разработана база данных, содержащая технологические возможности современных одно- и двухцилиндровых чулочно-носочных автоматов, используемых на трикотажных фабриках, включающая в себя технологические возможности данных машин при вязании каждого из участков изделия различными способами. Показатели изделия и показатели вязальных машин обобщены и связаны между собой.

Список литературы

1. Глушкова Е.В. Разработка технологических основ автоматизированного проектирования чулочно-носочных изделий. Дис. ... канд. техн. наук. - М.: МГТА им. А.Н.Косыгина, 1991. 369 с.
2. Ульянова М.В. Разработка технологических основ систем автоматизированного проектирования чулочно-носочных изделий, вырабатываемых на одноцилиндровых круглочулочных автоматах. Дис. ... канд. техн. наук. - М.: МГТА им. А.Н.Косыгина, 1990. 269 с.
3. Кураксина Е.Н. Разработка систем автоматизированного проектирования чулочно-носочных изделий. Дис. ... канд. техн. наук. - М.: МГТА им. А.Н.Косыгина, 1989. 378 с.
4. Кудрявин Л. А., Шалов И.И. Основы технологии трикотажного производства. - М.: Легпромбытиздат, 1991. 495 с.
5. Лабораторный практикум по технологии трикотажного производства / Под ред. Кудрявина Л.А. - М.: РИО МГТУ, 1999. 476 с.

УДК 677.054

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА 3D ОРТОГОНАЛЬНЫХ ТКАНЕЙ * DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR PRODUCTION OF 3D ORTHOGONAL FABRICS

**Александр Павлович Гречухин, Дмитрий Владимирович Зайцев,
Сергей Николаевич Ушаков
Alexander Pavlovich Grechukhin, Dmitriy Vladimirovich Zaitsev,
Sergey Nikolaevich Ushakov**

*Костромской государственной университет, Россия, Кострома
Kostroma State University, Russia, Kostroma
(e-mail: niskstu@yandex.ru)*

Аннотация: Рассмотрены направления развития технологий трехмерного ортогонального ткачества и показаны преимущества таких тканей. Показаны технологические особенности предполагаемого способа их изготовления.

Abstract: The directions of development of three-dimensional orthogonal weaving technologies are considered and the advantages of such fabrics are shown. Technological features of the proposed method of their manufacture are shown.

* Работа выполнена по проекту 11.9627.2017/БЧ

Ключевые слова: 3D ортогональная ткань, способ формирования ткани, сложнопрофильная трехмерная ткань.

Keywords: 3D orthogonal fabric, a method of forming a fabric, a complex three-dimensional fabric.

По сравнению со слоистыми композиционными материалами и прочими композитами на базе трехмерных волокнистых материалов [1-2], композиты на базе трехмерных ортогональных тканей имеют лучшую стойкость к механическим воздействиям вдоль основных, уточных и дополнительных систем нитей из-за отсутствия изгиба нитей в слоях ткани. Такая особенность строения предполагает высокую скорость распространения ударной волны в материале [3]. Энергия удара может распространяться на большую площадь. Кроме того, наличие дополнительных систем нитей позволяет снизить расслаивание композита [4]. Такое строение материала позволяет говорить о большом потенциале его использования в конструкциях летательных аппаратов, военной и специальной технике. Широкое распространение трехмерные ортогональные ткани получили в качестве средств защиты от пуль [3-7]. Также существуют дополнительные области применения, например антенны, интегрированные в 3D волокнистый материал [8].

При этом технология ортогонального трехмерного ткачества позволяет значительно повысить производительность при выработке материала, а значит снизить энергозатраты на производство т.к. существует возможность обеспечить одновременное прокладывание нескольких нитей (формирующих всю ширину ткани в каждом направлении, так если в одной плоскости геометрия формируется 100 нитями, то и прокладывать можно в теории одновременно 100 нитей), в отличие от обычной ткацкой технологии.

В качестве направлений развития трехмерного ортогонального ткачества можно выделить следующие:

1. Формирование изделий со стандартным профилем (прямоугольник, квадрат и т.д.).
2. Формирование изделий со сложным профилем (круг, швеллер, двутавр и т.д.).
3. Формирование изделий переменного профиля по длине и ширине (изделия произвольной формы).

С точки зрения технологии производства 3D ортогональных тканых волокнистых материалов) для композитов важно обеспечить возможность производства материала со сложным профилем в одном или нескольких направлениях. Изменение профиля вдоль образца (вдоль нитей основы) представляет наибольшую сложность для технологии 3D ОТВМ, т.к. все нити основы, участвующие в заправке определяют профиль изделия и вывести их полностью из зоны формирования не представляется возможным. Этот недостаток минимизируется путем исключения взаимодействия нитей основы с другими системами нитей для сокращения расхода дорогостоящего материала. Также можно добиться более плотной укладки вертикальных слоев нитей и создания переменного сечения вдоль образца ткани, а также повышение производительности оборудования. Более плотная укладка слоев возможна при наличии рапир для прокладывания вертикальных систем нитей в зоне бердо-опушка ткани, а не за бердом, т.к. это позволит максимально снизить «растаскивание» структуры ткани за счет снижения горизонтальной составляющей натяжения вертикальной системы нитей. Для этого нами разработан способ формирования трехмерных ортогональных тканей, характеризующийся тем, что вертикальные нити перемещают в системе рапир или галев в ремизах между зоной формирования и бердом, перемещение указанных рапир по отдельности или группами осуществляется на различную высоту в зависимости от заданного профиля, прокладывают кромочную нить для фиксации вертикального слоя, возвращают вертикальные рапиры в исходное положение, после этого прокладывают нить утка, фиксируют уточную систему нитей с помощью кромочной иглы, возвращают рапиры с уточными нитями в исходное положение,

после этого осуществляют перемещение бердом двух участков нитей утка и двух участков вертикальных систем нитей к опушке ткани.

В настоящее время обрабатывается технологии с использованием двух и одной системы вертикальных нитей. 3D модель такой ткани представлена на рис. 1.

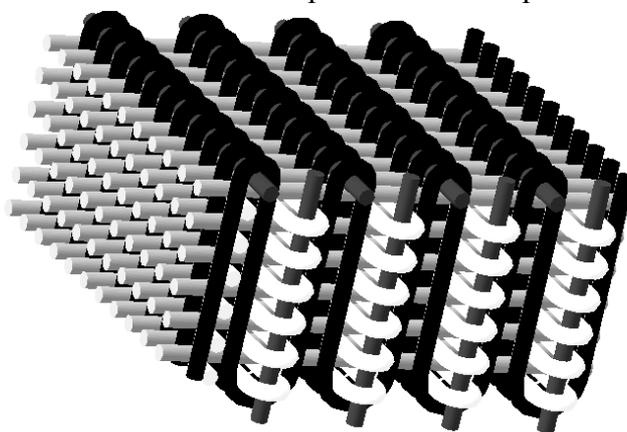


Рис. 1. Структура трехмерной ортогональной ткани

3D модель станка для реализации предложенной технологии представлена на рис. 2.

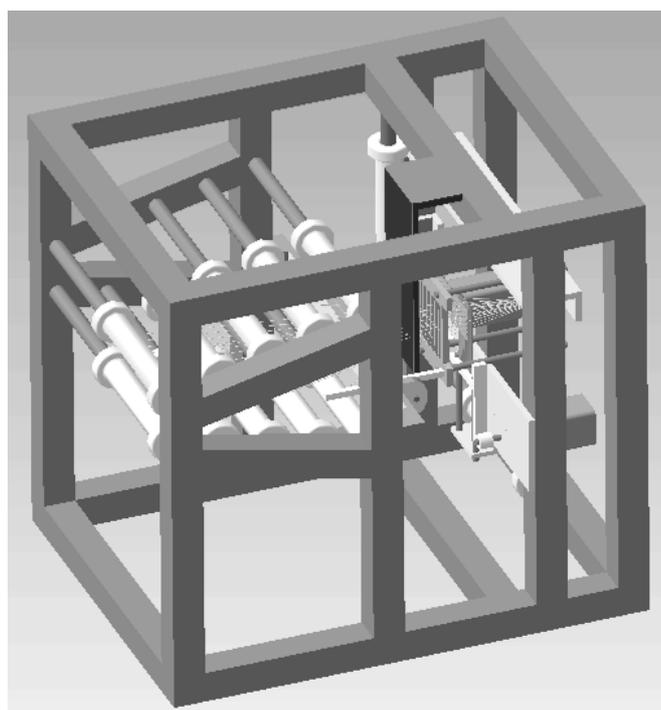


Рис. 2. Станок для производства трехмерных ортогональных тканей

Оборудование создается с использованием сервоприводов Delta Electronics и в технологии заложена возможность менять законы перемещения основных органов станка (уточные нити, вертикальные нити, кромочные нити, бердо, отпуск основы и отбор ткани) в зависимости от текущих условий ткачества.

Для реализации технологии 3D ортогональных тканей переменного профиля нами разработана модель и изготовлен опытный образец модуля электронной жаккардовой машины. При этом на первом этапе исследований профиль будет изменяться в одной плоскости, а в последующем вывод нитей из зоны формирования будет предусмотрен в четырех направлениях. Для изготовления отдельных элементов опытной ткацкой установки и электронной жаккардовой машины, а также для визуализации опытных образцов тканей (для наглядности

и обработки технологических решений используются разборные 3D модели трехмерных ортогональных тканей) используется 3D принтер.

В заключении важно отметить перспективность направления трехмерных ортогональных тканей для создания и развития гибридных технологий, например плетельно-ткацких.

Список литературы

1. Селиверстов В.Ю. Перспективные объемные текстильные изделия. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2015. № 5 (358). С. 105-108.

2. Селиверстов В.Ю., Петров И.Н., Черкасов К.С. Механизм прокладывания утка для получения трехмерных текстильных изделий. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2013. № 1 (343). С. 66-70.

3. Huang G and Zhong ZL. Tensile behavior of 3D woven composites by using different fabric structures. *Mater Des* 2002; 23(7): 671–674.

4. XIWEN JIA, BAOZHONG SUN, BOHONG GU. Ballistic penetration of conically cylindrical steel projectile into 3D orthogonal woven composite: a finite element study at microstructure level. // *Journal of Composite Materials* 45(9) 965–987 (2010). DOI: 10.1177/0021998310381150.

5. XIWEN JIA, BAOZHONG SUN, BOHONG GU. Ballistic penetration of conically cylindrical steel projectile into 3D orthogonal woven composite: a finite element study at microstructure level. // *International Journal of DAMAGE MECHANICS*, Vol. 21—March 2012. DOI: 10.1177/1056789510397078.

6. LIHUA LV, AND BOHONG GU Transverse Impact Damage and Energy Absorption of Three-Dimensional Orthogonal Hybrid Woven Composite: Experimental and FEM Simulation. // *Journal of COMPOSITE MATERIALS*, Vol. 42, No. 17/2008. DOI: 10.1177/0021998308093718.

7. Kadir Bilisik, Mansour H. Mohamed. Experimental determination of ballistic performance of newly developed multiaxis non-interlaced/non-Z E-glass/polyester and 3D woven carbon/epoxy composites with soft backing aramid fabric structures. // *Textile Research Journal* 81(5)/2010 520–537. DOI: 10.1177/0040517510383613.

8. Xin Wang, Lan Yao, Fujun Xu, Dongchun Zhou¹, Yiping Qiu. Design and Characterization of Conformal Microstrip Antennas Integrated into 3D Orthogonal Woven Fabrics. // *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*; Volume 7, Issue 2 – 2012.

9. Заявка № 2016133672 от 16.08.2016 на патент на изобретение. Способ формирования трехмерной ортогональной ткани.

УДК 677.027.625(043.3)

СНИЖЕНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПОЛИСТИРОЛА THE DECREASE IN FIRE DANGER OF POLYSTYRENE

Марианна Анатольевна Середина
Marianna Anatolevna Seredina

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

Аннотация: Описаны исследования эффективности огнезащитного действия замедлителей горения различной химической природы на снижение горючести полистирола.

Abstract: Described studies of the effectiveness of fire-retardant action of the retardants of different chemical nature to reduce the combustibility of polystyrene.

Ключевые слова: полистирол, замедлители горения, термоллиз, карбонизованный

остаток, кислородный индекс,

Keywords: polystyrene, flame retardants, thermolysis, carbonized residue, oxygen index.

Необходимость создания пожаробезопасных полимерных материалов – трудногорючих, с пониженным дымовыделением и образованием малотоксичных продуктов в процессе горения является весьма актуальной задачей. Особо важны показатели горючести для пластиков, использование которых связано с большими потоками людей или высокой скоростью перемещения объекта в пространстве, что способствует быстрому распространению возгорания и затрудняет ликвидацию пожара

Наиболее востребованы трудногорючие пластмассы в самолетостроении, строительстве, пассажирском вагоностроении, автомобилестроении, в электрических и бытовых изделиях, современных рекламных технологиях – причем с точки зрения не только горючести, но и способности к выделению дыма и образованию токсичных продуктов в результате горения, скорости распространения пламени [1].

В настоящее время одним из наиболее применяемых в быту, промышленности, авто-, авиастроении полимером является полистирол (ПС) и пластики на его основе. Экструзией из него получают пленки, листы, трубы, шланги, капилляры, прутки, сайдинг, различные по сложности профили, наносят полимерную изоляцию на провода, производят многослойные разнообразные по конструкции гибридные погонажные изделия. ПС является горючим и легко воспламеняемым материалом. Сложность снижения горючести ПС заключается в том, что температура начала термодеструкции 250°C , температура полураспада 364°C , при 450°C он полностью газифицируется с выделением легколетучих, горючих продуктов. Термолиз ПС протекает с достаточно высокой скоростью. При горении ПС образуется черный дым, содержащий частицы сажи [2].

Для снижения горючести полистирола применяют методы химической модификации, а также вводят в них замедлители горения (ЗГ) не только на стадии переработки, но и в реакционную смесь при полимеризации и сополимеризации. Наиболее перспективным является метод введения ЗГ в расплав полимера при формовании, так как он позволяет сохранить существующую технологию получения изделий, характеризуется высокой экономичностью и создает предпосылки для разработки экологически чистых процессов. Для снижения пожарной опасности полимерных материалов используются ЗГ различного химического состава: неорганические и органические вещества, среди которых преобладают галоген- и фосфорсодержащие соединения [3-5].

Объектом исследований являлся бисерный ПС, полученный методом суспензионной полимеризации стирола в водной среде. Согласно литературным данным [4-6], металлсодержащие антипирены являются наиболее эффективными и экологически безопасными для термопластичных полимеров. Для исследования влияния на горючесть ПС были выбраны в основном гидроксиды и оксиды металлов. Изучено влияние на горючесть ПС таких ЗГ как: оксид алюминия Al_2O_3 , диоксид олова SnO_2 , диоксид титана TiO_2 , диоксид кремния SiO_2 , гидроксид алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3$, гидроксид магния $\text{Mg}(\text{OH})_2$ и гидроксид циркония $\text{Zr}(\text{OH})_4$, а также полифосфат аммония (ПФА) и наноразмерный борат цинка $\text{ZnO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Синтез данного ЗГ заключается во взаимодействии оксида цинка с близким к стехиометрическому количеству борной кислоты, в водном растворе при повышенной температуре [7].

Основной характеристикой степени огнезащиты ЗГ является выход карбонизованного остатка (КО) термолиза, который определяет горючесть полимера. Для проведения процесса термолиза готовили полимерную композицию, состоящую из ПС и замедлителя горения. Антипирены вводили в композицию в количестве от 10 до 30 % от массы полимера. Введение большего количества ЗГ в процессе получения полимерного материала будет оказывать отрицательное воздействие на вязкость расплава, что в итоге приведет к ухудшению физико-механических свойств получаемого изделия. Формование образцов из расплава полистирола,

содержащих ЗГ, проводили на лабораторной установке Melt Indexer при 230⁰С. Так как ПС при температурах выше 400⁰С полностью газифицируется, то образование КО при термоллизе ПС с добавкой антипирена может означать, что полимер не полностью переходит в газовую фазу, а образует карбонизованный остаток, который препятствует дальнейшему сгоранию полимера, и тем самым уменьшается выход токсичных продуктов сгорания в газовую фазу. В работе была определена зольность полимерных композиций, то есть масса твердого неорганического остатка (золы), образующегося после полного сгорания образца и рассчитан фактический выход остатка термоллиза (ΔКО) и результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты термоллиза при 400⁰С модифицированного полистирола

Наименование ЗГ в композиции	Содержание ЗГ в полимерной композиции, %	КО, %	ΔКО, %	КИ, %
ПС (без добавок)	0	0	0	17,4
Al ₂ O ₃	10	44,2	2,9	17,7
SiO ₂		50,7	5,0	17,6
SnO ₂		44,5	3,1	17,9
TiO ₂		86,4	5,2	18,0
ПФА		53,4	4,6	18,0
Al(OH) ₃		35,0	31,4	17,9
Mg(OH) ₂		37,1	25,0	18,3
Zr(OH) ₄		38,5	37,2	18,2
ZnO*B ₂ O ₃		18,5	8,3	24,3
Al(OH) ₃		20	51,8	32,7
Mg(OH) ₂	43,6		29,6	18,5
Zr(OH) ₄	47,5		40,9	18,6
ZnO*B ₂ O ₃	22,7		12,7	27,8
Al(OH) ₃	30	65,1	33,2	18,2
Mg(OH) ₂		65,3	32,8	20,1
Zr(OH) ₄		74,7	44,3	24,3
ZnO*B ₂ O ₃		33,6	22,6	29,2

Анализ данных, представленных в табл. 1, показал, что ΔКО термоллиза при введении всех оксидов металлов или ПФА очень невелик (2,9-5,2%), а наибольший выход ΔКО термоллиза наблюдается при использовании гидроксидов металлов. При введении гидроксидов металлов в полимерную композицию, как и оксидов металлов, выход КО термоллиза зависит от введенного количества антипирена, и с увеличением количества вводимого ЗГ выход КО термоллиза также увеличивается. Это связано с тем, что с увеличением содержания гидроксидов металлов в полимерной композиции количество органической составляющей увеличивается за счет того, что в процессе термоллиза гидроксиды металлов разлагаются с образованием оксидов металлов и воды, что способствует усилению процесса карбонизации ПС. Зольность гидроксидов металлов значительно меньше зольности оксидов металлов и соответственно выход углеродсодержащих остатков термоллиза больше у полимерных композиций, содержащих гидроксиды металлов. Как видно из данных табл. 1, с увеличением содержания Al(OH)₃ и Mg(OH)₂ в полимерной композиции углеродсодержащий остаток плавно увеличивается и при содержании в полимере 30% примерно одинаков и составляет около 33%. Максимальные значения ΔКО были достигнуты при использовании Zr(OH)₄ при всех концентрациях ЗГ в полимере. Реакция разложения гидроксидов металлов является эндотермической, что приводит к охлаждению субстрата до температур ниже точки воспламенения. Образование воды способствует разбавлению горючих газов, выделяющихся при разложении, ослабляет действие кислорода и уменьшает скорость горения. Более того, после разложения

образуется теплоизолирующий слой, который предотвращает выделение дыма [3,6]. Гидроксид циркония при термическом разложении при температуре выше 300⁰С образует ZrO₂ и H₂O. Количество выделившейся воды при термоллизе гидроксида циркония значительно больше, чем при термораспаде Mg(OH)₂ и Al(OH)₃. Механизм огнезащитного действия Zr(OH)₄ для ПС, по-видимому, такой же, как при использовании Mg(OH)₂ и Al(OH)₃. Однако максимальное количество H₂O, выделяющееся при термоллизе ПС, содержащего Zr(OH)₄, обеспечивает более высокий выход углеродсодержащего остатка по сравнению с другими гидроксидами. Например, при содержании Zr(OH)₄ в полимере 30% ЗГ ΔКО составляет 44,3%, а при использовании Al(OH)₃ и Mg(OH)₂ около 33%. Оксиды металлов, являясь тугоплавкими соединениями, остаются в структуре полимера и образуют плотный защитный слой, который экранирует полимер от воздействия высоких температур. Выход КО термоллиза ПС, содержащего наноразмерный борат цинка, невелик и в зависимости от содержания его в композиции составляет от 8,3 до 22,6 %. Проведен анализ влияния выхода КО термоллиза на огнезащитные показатели композиций из ПС (таблица 1). Как видно из представленных данных, наибольшей эффективностью огнезащитного действия для ПС обладает гидроксид циркония и борат цинка, позволяющие получить материалы с повышенным кислородным индексом (КИ). Однако, применение гидроксида циркония не позволило получить материал, не поддерживающей горение на воздухе.

Участие продуктов разложения полистирола, модифицированного боратом цинка, в ингибирован окислительных процессов горения было выявлено при исследовании газообразных продуктов пиролиза ПС. Состав летучих продуктов термораспада полистирола определяли методом ступенчатой пиролизной хроматографии (СПГХ) при 400⁰ С (табл. 2).

Таблица 2. Результаты СПГХ образцов полистирола

Наименование материала	КИ, %	Количество летучих продуктов, мг/мг			
		СО	СО ₂	СО/ СО ₂	Н ₂ О
Исход. ПС	17,4	7,23	9,62	0,75	2,05
ПС+ ZnO*В ₂ О ₃	29,2	3,46	4,35	0,80	5,15

Введение бората цинка затрудняет окисление карбонизованного остатка и СО до СО₂. Изменение соотношения СО/СО₂, характеризующее интенсивность протекания окислительных процессов, наблюдается при использовании бората цинка. Так, количество выделившегося монооксида углерода снижается с 7,23 м/мг – для исходного ПС до 3,46 м/мг для модифицированного, а количество диоксида углерода в присутствии бората цинка уменьшается более, чем в 2 раза. Одновременно с этим происходит усиление протекания реакции дегидратации процесса термической деструкции ПС. Борат цинка, входящий в состав полимерной композиции, катализирует процесс образования полиароматических соединений и, следовательно, способствует увеличению выхода карбонизованного остатка термоллиза, что обеспечивает повышение огнезащитных показателей ПС до КИ=27,8 и 29,2 % и позволяет отнести эти образцы к группе трудногорючих материалов [3].

Известно, что использование наноразмерных соединений металлов приводит к повышению огнезащитного действия ЗГ[8]. В работе был использован борат цинка со средним размером частиц менее 80нм.

Результаты исследования поверхностных слоев карбонизованных остатков образцов ПС с добавкой бората цинка методом атомной силовой микроскопии (АСМ) показывают (рис. 1), что частицы ЗГ очень равномерно распределены не только по поверхности карбонизованного полимера, но также и во всем объеме. Это подтверждает результаты проведенных исследований о более высокой эффективности огнезащитного действия бората цинка для полистирола.

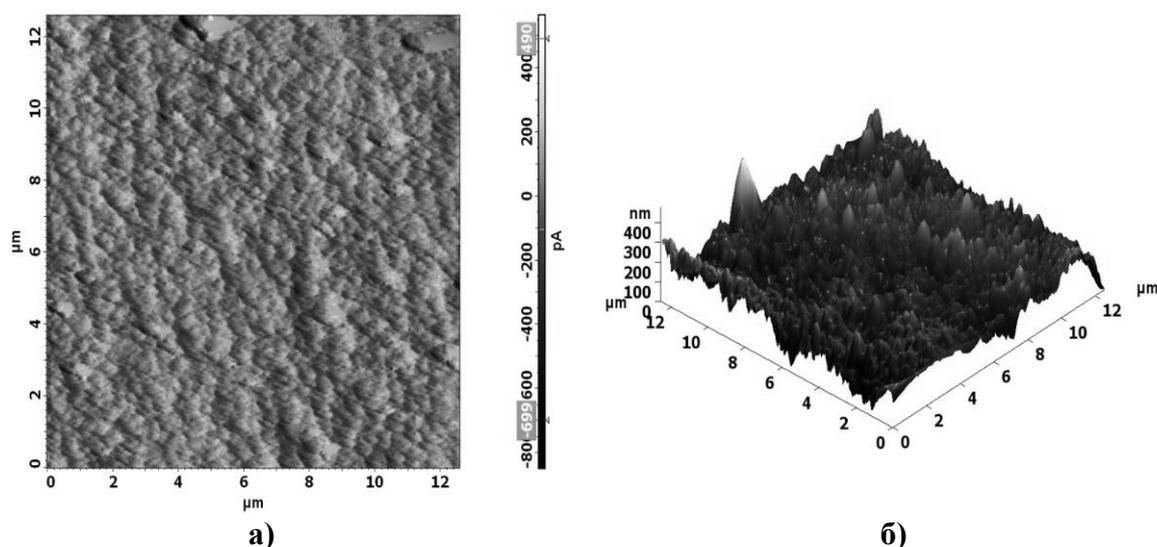


Рис. 1. Микрофотографии АСМ* : а) поверхность КО термолитиза ПС + ZnO*V₂O₅ , б) трехмерное изображение КО термолитиза ПС + ZnO*V₂O₅

(* Получены на оборудовании Центра коллективного пользования - атомно-силовом микроскопе NTEGRA Prima NT-MDT)

Значительное влияние на протекающие при термолитизе ПС процессы может быть обусловлено не только особенностями химического состава этого ЗГ, но и тем обстоятельством, что в процессе формования ПС-композиции наночастицы бората цинка обеспечивают максимальный контакт с элементами структуры полистирола.

Эффективность огнезащитного действия бората цинка можно объяснить и тем, что в процессе термолитиза образуются как гидробораты цинка, так и безводные соединения, которые обладают различными физико-химическими механизмами снижения горючести. Эффективность бората цинка проявляется в конденсированной фазе горения и усиление процесса карбонизации ПС способствует снижению выделения летучих продуктов термолитиза и уменьшению дымообразования при горении полимера.

Список литературы

1. Лупанов С.А., Фирсов А.Г., Зарипов Р.А. Гибель людей при пожарах: статистика, анализ условий и причин // Пожарная безопасность. 2003. №1. С.72.
2. Антонов Ю.С. Ингибирование процессов термолитиза и горения карбоцепных термопластичных полимеров с целью создания экологически безопасных материалов.: Дис...канд. хим. наук. - М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2004. 173 с.
3. Михайлин Ю.С. Тепло-, термо- и огнестойкость полимерных материалов. СПб.: Научные основы и технологии, 2011. 422 с.
4. Леонова Д.И. Сравнительный анализ токсичности основных групп антипиренов// Актуальные проблемы транспортной медицины . 2008. № 3. С. 117.
5. Пат.6531530 США, МПК С 08 К 9/10, С 08 К 9/04. , Asano Takayuki Non halogen, organic of inorganic flame retardants in thermoplastic polymer blends// Daicel Chemical Ind., № 09/746181; Заявл. 21.12.2000; Оpubл. 11.03.2003; Приор. 28.12.1999, №11-372771.
6. Аблеев Р.И. Актуальные проблемы в разработке и производстве негорючих полимерных компаундов для кабельной индустрии // Кабель-NEWS. 2009. №6-7. С. 64.
7. Osman Nuri Ata, Enes Səayan, Bengu Engin. Optimization and modeling of zinc borate production with the reaction of boric acid and zinc oxide // Journal of Industrial and Engineering Chemistry. 2011. V.17, P. 493.
8. Микитаев А.К., Каладжян А.А., Леднев О.Б., Микитаев М.А., Давыдов Э.М. Нанокompозитные полимерные материалы на основе орнаголин с повышенной огнестойкостью // Исследовано в России. 2010. №2. С. 48.

УДК 677.027.33

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЦИДНЫХ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ БЕЛЬЕВОЙ
ГРУППЫ ДЛЯ ПАЦИЕНТОВ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ
USAGE OF BIOCIDAL COTTON FABRICS OF LINEN GROUP FOR MEDICAL
INSTITUTIONS' PATIENTS**

**Ольга Николаевна Баранова *, Людмила Ивановна Золина **,
Виктор Юрьевич Мишаков **
Olga Nikolaevna Baranova *, Ludmila Ivanovna Zolina **,
Victor Urievich Mishakov ****

** Колледж Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва*

** College of Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: bon-20@bk.ru)*

*** Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва*

*** The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: zludmila0308@mail.ru; viktormishakov@rambler.ru)*

Аннотация: Проведен сравнительный анализ наиболее распространенных современных препаратов для придания бактерицидных свойств текстильным материалам. Показаны преимущества наночастиц серебра, которые нелетучи, экологически безопасны и индифферентны по отношению к резидентной микрофлоре. Установлено, что хлопчатобумажные ткани бельевого ассортимента, обработанные разбавленными гидрозолями серебра, придают им антисептическую активность, сохраняющуюся после пяти стирок.

Abstract: The comparative analysis of the most widespread modern medicines for giving of textile materials bactericidal properties is carried out. Advantages of silver nanoparticles which it is nonvolatile are shown, are ecologically safe and indifferent in relation to resident microflora. It is established that the linen range cotton fabrics processed by the diluted silver hydrosols give them the antiseptic activity remaining after five washings.

Ключевые слова: Катамин АБ, триклозан, полисепт, AgBion, антисептические свойства тканей, таниды.

Keywords: Katamin AB, triclosan, polisept, AgBion, fabrics antiseptic properties, tanida.

В современном мире, несмотря на проведение разнообразных профилактических и противоэпидемических мероприятий, уровень инфекционных и кожно-аллергических заболеваний остается высоким. В связи с этим, разработка мер профилактики и лечения этих заболеваний является одним из приоритетных направлений науки и технологий. Для решения этой проблемы, важное место отводится швейным изделиям с антисептическими свойствами, применение которых, снижает риск возникновения инфекционного процесса. Такие изделия могут быть, как изготовлены из модифицированных антисептиками текстильных материалов, так и обработаны ими после в готовом виде.

К наиболее распространенным дезинфицирующим препаратам, применяющимся во многих областях промышленности можно отнести: катамин АБ, триклозан, полисепт и т.д.

Катамин АБ – алкилдиметилбензиламмония хлорид, представляющий собой катионное поверхностно-активное вещество с комплексом всех биоцидных свойств, предназначается для санитарной обработки и дезинфекции технологического оборудования и инвентаря, изготовленного из любого материала, а также для производства дезинфицирующих и моющих средств, бактерицидных препаратов (детергентов, антисептиков), в качестве эмульгатора в

лакокрасочной промышленности [4]. Кроме того, его используют для дезинфекции тканей, в медицинских целях (для обработки рук хирурга и раневых поверхностей, а также дезинфекции хирургических инструментов, предметов ухода за больными и помещений) [1, 2]. Его также применяют в музейной практике для борьбы с биоразрушителями [3].

Однако, этот препарат относится к 3-му классу опасности умеренно опасных веществ, в связи, с чем применение Катамина АБ для модификации текстильных материалов непосредственно и длительно контактирующих с кожей человека имеет ограниченный характер [5].

Триклозан - это вещество хлорфенольной природы, способное одинаково эффективно воздействовать и на грамм-положительную, и на грамм-отрицательную флору. Он применяется при изготовлении антибактериального мыла, зубных паст, дезодорантов, дезинфицирующих растворов, начиная с 70-х годов XX века. Однако, по результатам последних исследований, триклозан уничтожает не только вредную, но и полезную (резидентную) флору. В результате этого, организм теряет способность защищаться от различных инфекций. Бесконтрольное использование бытовой химии с триклозаном ведет к тому, что часть бактерий мутирует и становится невосприимчивой, не только к триклозану, но и к антибиотикам. Поэтому триклозан в настоящее время имеет ограниченную область применения [6].

Полисепт - это отечественная разработка 80-х годов прошлого века. Препарат прошел исследования, тестирования и испытания во множестве советских, а впоследствии российских институтов, и широко применялся на практике в медицине и народном хозяйстве страны. Полисепт используют против плесени, грибков, бактерий, таких как колибактериоз, стафилококк, сальмонеллез, листериоз, бруцеллез, туберкулез и других инфекций, имеющих первую группу устойчивости.

Спектр применения полисепта настолько велик, что его используют и при выпуске вакцин для животных и добавляют в побелку и красящие составы. Действующее вещество полисепта – полигексаметиленгуанидин-гидрохлорид. Отличительной способностью полисепта является его полимерная структура, в результате чего на обрабатываемых поверхностях (дерево, металл) образуется остаточная микроплёнка, сохраняющаяся длительное время и обладающая остаточным антимикробным действием.

Полисепт принадлежит к числу водорастворимых катионных полиэлектролитов. Из литературных данных известно, что при обработке им тканей хлор, содержащийся в его структуре, вымывается водой. Кроме того, катионные полиэлектролиты являются экологически опасными [7].

В настоящее время перспективным направлением разработки новых биоцидов является создание и использование наноразмерных частиц различных металлов. В наноразмерном состоянии они приобретают новые свойства и становятся в биологическом отношении весьма активными. Например, в медицине наноматериалы, отвечают таким основным требованиям, как биосовместимость и программируемое позитивное действие на биологический объект. Антибактериальными свойствами в отношении транзитной микрофлоры обладают препараты наночастиц серебра, меди, золота и палладия.

Наночастицы меди обладают антибактериальной активностью в отношении *St. Aureus*. Однако выраженное антибактериальное действие их в отношении *Staphylococcus aureus* имеет дозозависимый эффект, а именно полное отсутствие бактериального роста наблюдается при действии водных растворов наночастиц меди в концентрациях не менее 0,5%. Медь по сравнению с серебром имеет менее выраженные антисептические свойства, но вместе с тем усиливает действие препаратов серебра [8].

Некоторые препараты нанозолота обнаруживают антибактериальное действие, в частности, против *Helicobacter pylori*, а также антигрибковую активность. Мнения специалистов относительно таких препаратов неоднозначны. Очевидно, что эти препараты, безусловно, помогают больному, но, кроме того, они дают ярко выраженный побочный эффект. Некоторые соединения золота токсичны, накапливаются в почках, печени, селезёнке и гипота-

ламусе, что может привести к органическим заболеваниям и дерматитам, стоматитам и тромбоцитопении [9].

Наночастицы серебра применяются как биоцидная добавка - в форме модификатора, предназначенной для создания и производства новых материалов, покрытий и других видов продукции с биоцидными свойствами широкого спектра действия. Большое внимание уделяется функциональной активности наночастиц серебра с точки зрения придания как бактерицидных, так и бактериостатических свойств различным материалам и изделиям [10].

На основе наночастиц серебра в начале 2000-х годов появилось новое поколение антисептиков - коллоидные растворы под маркой AgBion. Препараты AgБион-1 и AgБион-2 обладают бактерицидными, вирулентными, фунгицидными свойствами, а также активны по отношению к плесени и сине-зеленым водорослям. Препарат AgБион-2 в разбавленном виде может использоваться для дезинфекции помещений, предметов обстановки, оборудования в лечебно-профилактических, пенитенциарных учреждениях, на объектах коммунального хозяйства [11]. AgБион-1 предназначен, главным образом, для модификации наночастицами серебра различных материалов. Введение наноразмерных частиц серебра в количестве от 0,01% до 0,1% от объема модифицируемого материала приводят к появлению стойкого биоцидного эффекта, однако этот препарат вымывается водой [12].

Таким образом, для модифицирования хлопчатобумажных тканей необходимо выбирать антисептик со следующими свойствами: экологически безопасный, нетоксичный, не содержащий хлора, который разрушает структуру целлюлозы, не летучий, выдерживающий многократные влажные обработки. Этим требованиям в полной мере отвечают препараты на основе коллоидного серебра, для которых эффект уничтожения бактерий и грибов проявляется по отношению к 500 штаммам и более. Они в 1750 раз сильнее действия той же концентрации карболовой кислоты и в 3,5 раза сильнее действия сулемы. В то же время они индифферентно к резидентной флоре человека. Поэтому наночастицы серебра представляют собой оптимальный вариант препарата для модифицирования тканей медицинского назначения [13].

В данной работе были апробированы препараты, разработанные в ЗАО «ЦНТБ», содержащие наночастицы серебра со средними размерами от 1 нм до 20 нм [14].

Согласно исследованиям, было установлено, что текстильные материалы, обработанные разбавленными гидрозолями серебра, с массовой долей атомарного серебра от 0,00185% до 0,216%, после дополнительной обработкой танидами приобретают антисептическую активность и сохраняют ее после пяти стирок.

Для определения антисептической устойчивости модифицированных образцов ткани были выбраны штаммы бактерий, характерные транзитной микрофлоре: *Bacillus cereus* sp. или *Bacillus licheniformis*, *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*. Изначально материалы исследовали методом зон, который дает только общую оценку антисептической устойчивости. Зоны задержки роста бактерий составили 1 – 4 мм (при норме 4 мм). Для более детальной оценки пробы материала исследовали на бактерицидную и бактериостатическую устойчивость аэрозольным методом и методом «высева микроорганизмов на плотные питательные среды».

Текстильные материалы с бактерицидными и бактериостатическими свойствами служат препятствием для мигрирующих болезнетворных бактерий из внешней среды на тело человека, не оказывая при этом раздражающего действия на кожу. Эти материалы можно рекомендовать в качестве лечебно-профилактических и гигиенических средств.

Модифицированные наночастицами серебра ткани показали различные уровни антисептической устойчивости от биоцидности до бактериостатичности. Так, образцы бязи, модифицированные гидрозолями серебра, обладали биоцидным эффектом, определенным по методу «зон». Эти же образцы после пяти стирок и далее после пяти стирок и последующего автоклавирования проявляли бактерицидность при исследовании аэрозольным методом. По

методу высева микроорганизмов на плотные питательные среды из растущей жидкой культуры они показали бактериостатический эффект.

Модифицированные наночастицами серебра ткани можно рекомендовать для расширения ассортимента компрессионного белья, в частности, для изготовления женских бюстгалтеров в послеоперационный период на грудной железе, а также и для других антисептических изделий [15]. Современное компрессионное белье сильно деформируется, кроме того в его состав входит большое количество синтетических волокон (лайкра – 21%, полиамид – 60%, хлопок – 19 %), снижающих гигиенические свойства.

Внедрение новых модифицированных материалов бельевой группы (100% хлопка) ведет к расширению ассортимента и более полному соответствию изделий целевому назначению и условиям эксплуатации.

Список литературы

1. Седов А.В., Гончаров С.Ф., Онищенко Г.Г., Трегуб Т.И., Жилиев Е.Г. Антимикробные материалы в профилактике инфекционных болезней. - М.: ВЦМК «Защита», 1998. С. 200.
2. Хаханина Т.И., Осипов Б.П. и др. Отечественные методы контроля экологической безопасности продукции текстильной и лёгкой промышленности // Рос. хим. общества им. Д.И. Менделеева, 2002. Т. 46. № 2. С. 77- 81.
3. М.К. Никитин, Е.П. Мельникова. Химия в реставрации. - Л.: Химия, 1990. 304 с.
4. Экология для инженера / Под ред. Панина В. Ф. М.: изд. дом «Ноосфера», 2001. С. 284.
5. ТУ 9392 – 003 – 48482528 – 99. Катамин АБ.
6. Сахарова Э.Б. Обзор наиболее значимых клинических работ по изучению безопасности и влияния зубной пасты, содержащей комбинацию триклозан/сополимер, на микрофлору полости рта // Маэстро стоматологии. - 2012. № 3(47). С. 57- 60.
7. Жолдакова З.И., Одинцов Е.Е., Харчевникова Н.В. и др. Новые сведения отоксичности и опасности химических и биологических веществ: гуанидин гидрохлорид (ГГХ) // Токсикологический вестник. - 2004. №6.С. 34- 35.
8. Беклемышев В.И., Мухамедиева Л., Пустовой В.И., Мауджери У.О.Д. Наноструктурированные материалы с антимикробными свойствами // Наноиндустрия. - 2009. № 6. С. 18-21.
9. Буркитбай А.Ж., Кутжанова Б.Р., Таусарова. Разработка новой композиции для антимикробной отделки целлюлозного текстильного материала // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. - 2010. №12. С. 20- 23.
10. Букина Ю.А., Сергеева Е.А. Препараты для придания волокнистым текстильным материалам антибактериальных свойств // Вестник Казанского технологического университета. - 2013. Т.16. №17. С. 163-165.
11. ТУ 2499 – 002 – 44471019 – 2006 AgБион – 1
12. ТУ 2499 – 003 – 44471019 – 2006 AgБион – 2
13. Лидин Р.А., Молочко В.А., Андреева Л.Л. Химические свойства неорганических веществ. - Л.: Химия, 2000. С. 286.
14. Композиция на основе гидрозоля серебра для придания антимикробных свойств волокнисто-сетчатым материалам Пат. 2405557 Российская Федерация, МПК7А 61 К 33/38, А 61 L 15/44. № 2009121510/15; заявл. 08.06.09; опубл. 10.12.10, Бюл. № 34. С. 5.
15. Баранова О.Н, Мишаков В.Ю., Золина Л.И. Классификация текстильных швейных изделий с антисептическими свойствами// Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. - Санкт-Петербург. - 2012. №4. С. 103-108.

УДК 677.027.625

**ПОЛУЧЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКОН
С ПОНИЖЕННОЙ СМАЧИВАЕМОСТЬЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ФТОРИРОВАННЫХ ПАВ**
**RECEIVING THE MODIFIED POLYMERIC FIBRES WITH THE LOWERED
WETTABILITY WITH USE FLUORINATED SURFACTANT**

Надежда Васильевна Колоколкина
Nadezhda Vasilyevna Kolokolkina

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

Аннотация: Рассмотрены возможности получения модифицированных полимерных (поливинилспиртового, хлорсодержащего) волокон с повышенным уровнем антиадгезионных свойств при использовании коагуляционного метода формования из растворов волокнообразующих полимеров с добавками фторсодержащих ПАВ и приведены некоторые реологические особенности формовочных растворов.

Abstract: The possibilities of receiving modified polymeric (polyvinylspirit, chlorine-containing) fibers with the increased level of anti-adhesive properties are considered when using a coagulative method of formation from solutions the voloknoobrazuyushchikh of polymers with additives fluorinated surfactant and some rheological features of forming solutions are given.

Ключевые слова: пониженная смачиваемость, краевой угол смачивания, вязкость растворов.

Keywords: the lowered wettability, the regional angle of wetting, viscosity of solutions.

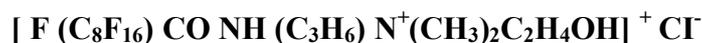
Материалы с пониженной смачиваемостью или гидро-, олеофобными (антиадгезионными) свойствами находят применение для создания защитной одежды работников различных отраслей, имеющих контакт с агрессивными или токсичными быстро проникающими жидкими средами, а также в качестве защитных материалов строительных, конструкционных и других изделий и объектов.

Проблеме придания волокнам антиадгезионных свойств уделяется большое внимание: разрабатываются новые модификаторы, с помощью которых сообщаются указанные свойства, способы их нанесения на поверхность или введения в структуру волокна. Эффект гидрофобности может быть достигнут путем введения в состав волокна веществ с низким поверхностным натяжением. Установлено, что наибольшее снижение энергии твердого тела наблюдается при создании на этой поверхности идеально упакованных гидрофобных групп атомов, содержащихся во фторполимерах или фторированных поверхностно-активных веществах (ПАВ), позволяющие обеспечить равномерное нанесение полимера на поверхность волокон [1]. Основой для разработки ресурсосберегающих технологий придания полимерным волокнам пониженной смачиваемости является повышение эффекта антиадгезионных свойств [2].

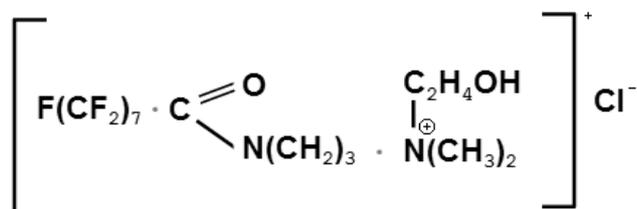
Одним из перспективных способов такой технологии является «композитная модификация», которая позволяет без существенных изменений условий формования сообщать волокнам высокий уровень специальных свойств. В настоящей работе исследована возможность получения модифицированных хлорсодержащего и поливинилспиртового волокна с высоким уровнем антиадгезионных свойств при введении в их структуру фторсодержащих добавок фторПАВ – ПОФ-7 и ПОФ-9 методами коагуляционного формования. Для получе-

ния модифицированных волокон с антиадгезионными свойствами использовали композиции поливинилового спирта (ПВС) с молекулярной массой 70 кДа и перхлорвинила с добавками фторПАВ, в качестве которых применяли:

- фторсодержащее поверхностно-активное вещество - ПОФ-9



- фторсодержащее поверхностно-активное вещество - ПОФ-7



Растворы ПВС (18%-ные) с добавками 0,5-10 масс.%, а также перхлорвинила (30%-ные) с добавками 0,01-5,0 масс.% фторсодержащего ПАВ были стабильны во времени (24 часа). Одним из показателей, влияющих на процесс коагуляционного формирования из растворов полимеров, является вязкость формовочных растворов. Вязкость формовочных растворов изучали на ротационном вискозиметре «Полимер РПЭ-1М». При исследовании реологических свойств растворов ПВС и растворов ПВС с добавками ПОФ-9 было установлено, что введение добавок фторПАВ ПОФ-9 влияет на вязкость растворов ПВС, причем этот эффект зависит от концентрации фторПАВ: с повышением ее количества вязкость снижается при малых напряжениях сдвига.

При исследовании реологических свойств композиций перхлорвинила, а также композиций перхлорвинила, содержащих 1,0 – 2,0 масс.% фторПАВ ПОФ-7 было показано, что добавка фторПАВ не приводит к заметному изменению вязкости растворов. При больших градиентах скорости сдвига вязкость ацетонового раствора перхлорвинила снижается при добавлении в него ПОФ-7. Этот факт должен благоприятно влиять на процесс формирования полимерных волокон.

Формование модифицированных полимерных волокон ПВС и хлорин коагуляционным способом осуществляли на стендовом лабораторном оборудовании для формирования волокон из растворов полимеров по мокрому способу. В качестве осадительной ванны при формировании волокна ПВС использовали водный раствор сульфата натрия с концентрацией 400 г/л с температурой 40⁰С, а при формировании хлорсодержащего волокна хлорин – воду.

Характеристикой свойств полученных ПВС волокон, отражающей смачиваемость, является краевой угол смачивания, который определяли методом висючей капли. В качестве смачивающей жидкости использовали воду и вазелиновое масло. Согласно полученным данным (табл. 1), введение в структуру ПВС волокна ПОФ-9 в количестве 0,5-10% масс. и хлориновое волокно ПОФ-7 0,01-5,0 масс.% соответственно, приводит к существенному увеличению несмачиваемости модифицированных волокон - краевой угол увеличивается до 120 град (волокно ПВС) и 135 град (волокно хлорин).

Таблица 1. Антиадгезионные свойства поливинилспиртовых волокон, полученных из смесей ПВС и фторПАВ ПОФ-9 и хлориновых волокон, полученных их смесей перхлорвинила и фторПАВ ПОФ-7

Состав волокна	Тип добавляемого фторПАВ	Содержание фторсодержащей добавки, % масс.	Краевой угол смачивания водой, град	Краевой угол смачивания вазелиновым маслом, град
ПВС	ПОФ-9	0	-	30
		0,5	-	60
		1,0	-	80
		2,0	-	110

		4,0	-	125
		5,0	-	135
		10,0	-	75
Хлорин	ПОФ-7	0	70	55
		0,1	110	70
		0,25	115	75
		0,5	120	75
		1,0	115	80
		2,0	110	70

Использование в качестве добавки ПОФ-9 в количестве от 0,5 до 5,0 % масс. способствует увеличению краевого угла смачивания волокна ПВС с 65 до 135 град. Введение в модифицированное ПВС волокно более 5,0% масс. ПОФ-9 приводит к повышению смачиваемости. Введение в модифицированное хлориновое волокно фторПАВ ПОФ-7 в количестве от 0,1 до 1,0 % масс. приводит к повышению несмачиваемости волокна, а выше 2,0% масс. этот показатель снижается, что объясняется, по-видимому, концентрированием на поверхности волокна повышенного количества гидрофильной части фторПАВ.

Представляло интерес проведение сравнительных исследований по модифицированию полимерных волокон путем введения добавок фторПАВ в структуру и в поверхностный слой полимерного волокна. Данные об уровне антиадгезионных свойств хлориновых волокон, поверхностно обработанных фторсодержащим ПАВ ПОФ-7 представлены в табл. 2.

Таблица 2. Краевой угол смачивания поверхностно модифицированного фтор ПАВ ПОФ-7 хлоринового волокна

Состав волокна	Количество введенной добавки, % масс	Краевой угол смачивания, град, вода	Краевой угол смачивания, град, масло
Хлорин(исх)	-	73	55
Хлорин + ПОФ-7	0,01	85	65
Хлорин + ПОФ-7	0,05	90	75
Хлорин + ПОФ-7	0,10	95	80
Хлорин + ПОФ-7	0,50	105	90
Хлорин + ПОФ-7	0,70	110	95
Хлорин + ПОФ-7	1,0	100	85
Хлорин + ПОФ-7	1,5	90	80
Хлорин + ПОФ-7	2,0	90	75
Хлорин + ПОФ7	10,0	85	60

При определении уровня антиадгезионных свойств выявлено (табл. 2), что при поверхностном введении фторПАВ и при введении этих добавок в структуру волокна для достижения максимально возможного уровня антиадгезионных свойств требуется большее количество добавок фторПАВ. Однако уровень антиадгезионных свойств при структурном введении добавок выше, чем при их поверхностном нанесении. Этот факт, возможно, связан с повышением шероховатости поверхности волокна при его получении и дополнительной ролью этого показателя в повышении несмачиваемости волокон [3].

Фтор ПАВ способны ориентированно располагаться в поверхностном слое волокон: фторсодержащим радикалом - наружу, а гидрофильной частью - внутрь волокна, что и обеспечивает высокие значения краевого угла смачивания. Повышение количества ПОФ-7 до 10% приводит к резкому снижению уровня свойств модифицированных волокон, что, как и в случае коагуляционного способа формования, объясняется повышенной концентрацией на поверхности волокна гидрофильных фрагментов молекул фторПАВ.

Для оценки эксплуатационных свойств модифицированных полимерных волокон использовали метод водопоглощения и характеризовали временем намокания в дистиллированной воде.

Таблица 3. Время намокания модифицированных волокон с добавками фтор ПАВ ПОФ-7

№ п/п	Методы введения добавок фторПАВ	Количество добавляемого фторПАВ	Время намокания, мин
1	Исходное волокно	-	1,5
2	Поверхностное нанесение	0,25	30
3	Введение в структуру волокна	0,25	90

Результаты, представленные в табл. 3, свидетельствуют о более высоких эксплуатационных характеристиках модифицированных волокон, полученных введением в формовочные растворы добавок ПОФ-7 и формованием из них волокон, по сравнению с волокнами, поверхностно обработанных фтор ПАВ.

Список литературы

1. Агеев А.А., Волков В.А. Поверхностные явления и дисперсные системы в производстве текстильных материалов и химических волокон. – М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2004. 464 с.
2. Веденева И.В., Слеткина Л.С., Гальбрайт Л.С. Модификация вискозных волокон латексами полифторалкилакрилата с различным содержанием поверхностно-активных веществ// Химические волокна. 2007. №3. С 15-17.
3. Пророкова Н.П., Бузник В.М., Кирюхин Д.П., Никитин Д.Н. Перспективные технологии гидро-,олеофобизации текстильных материалов // Химическая технология. 2010. Т. 11. № 4. С. 213-224.

УДК 675.92.026:678.049.91

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МАРК ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОКРЫТИЙ ИСКУССТВЕННЫХ КОЖ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЖАРООПАСНОСТИ МАТЕРИАЛОВ THE EFFECT OF DIFFERENT GRADES OF PVC USED IN THE PRODUCTION OF COATINGS OF ARTIFICIAL LEATHER ON THE CHARACTERISTICS OF THE FLAMMABILITY OF MATERIALS

Наталья Владимировна Черноусова
Natalia Vladimirovna Chernousova

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow

Аннотация: Проведен системный анализ влияния антипиренных добавок на характеристики пожарной опасности поливинилхлоридных (ПВХ) - покрытий ИК, полученных на основе различных марок полимера как отечественного, так и зарубежного производства.

Abstract: Conducted system impact analysis antipyrene additives on flammability characteristics of polyvinyl chloride (PVC) coating artificial leathers obtained on the basis of different grades of polymer, both domestic and foreign production.

Ключевые слова: ПВХ, эмульсионный ПВХ, полимерные пленочные материалы, искусственная кожа, горючесть, интумесцентная система, антипирены.

Keywords: PVC, emulsion PVC, polymer film materials, artificial leather, flammability, intumescent system, flame retardants.

Промышленность искусственных кож и пленочных материалов является отраслью производства, вся продукция которой производится на основе различных полимеров. Несмотря на неоспоримые преимущества полимерных материалов, они обладают существенным недостатком - высокой горючестью и представляют серьезный источник пожароопасности.

Ежегодно пожары наносят экономике страны ущерб в сотни миллионов рублей. При сгорании полимерных материалов выделяется большое количество токсичных газов, пагубно действующих на человека и окружающую среду. Гибель людей при пожаре в половине случаев определяется именно отравлением токсичными продуктами горения полимеров.

Пожарная опасность полимерных материалов и изделий из них определяется следующими характеристиками: горючестью, дымовыделением при горении и воздействии пламени, огнестойкостью конструкции. В частности, одним из многослойных полимерных материалов, к которому предъявляется требование пониженной пожароопасности, является искусственная кожа (ИК), используемая для обивки мебели и салонов средств транспорта [1].

Создание пожаробезопасных материалов является актуальной проблемой, требующей постоянного внимания и неотложного решения. Среди различных подходов к снижению пожароопасности полимерных материалов выделяется самый экономически выгодный – это введение различных наполнителей в полимерные композиции. Для повышения пожаробезопасности материалов вводятся добавки, затрудняющие воспламенение и снижающие скорость распространения пламени – антипирены [2], часто используются специальные синергические или вспенивающиеся, они же интумесцентные системы, которые останавливают горение полимера на стадии термического распада, сопровождающегося выделением горючих газообразных продуктов [3]. В ранее выполненных в университете работах было показано влияние различных антипиренов на характеристики пожаробезопасности поливинилхлоридных композиций, а также проведена оценка влияния различных пластифицирующих добавок на физико-механические и технологические свойства полимерных пленочных материалов на основе ПВХ 372NF при производстве мягких искусственных кож [4-7].

Целью данной работы являлось снижение пожароопасности поливинилхлоридных (ПВХ) - покрытий ИК путем введения различных добавок, таких как мел, гидроксид алюминия (ГА), борат цинка, оксид сурьмы, полифосфат аммония (ПФА), интумесцентная система на основе полифосфата аммония (ПФА), пентаэритрита (ПЭ) и меламина (МА), а также комплексной системы, состоящей из комбинации нескольких антипиренов (SBK-1, SBK-2) в ПВХ - композиции и изучение характеристик пожаробезопасности ПВХ - покрытий ИК, полученных на основе различных марок полимера как отечественного, так и зарубежного производства.

В качестве объектов исследования были использованы композиции на основе ПВХ-Е различных марок, таких как ПВХ-372, ПВХ-367, ПВХ-382, PVC TPM-31, PVC TPL-31, PVC 370 HD и диоктилфталата (ДОФ), а также композиции на основе ПВХ-Е 372 и ДОФ с различными антипиренами. Пленки получали желированием при температуре 170⁰С. Для полученных образцов модифицированных пленок были определены показатели термостабильности композиций и кислородный индекс (КИ).

Показано, что различные марки ПВХ по-разному влияют на показатели термостабильности и кислородный индекс модифицированных ПВХ пленок. На рис.1 представлены значения кислородного индекса для композиций на основе ПВХ разных марок. Наибольший эффект по показателю КИ наблюдается для отечественных марок ПВХ-372 и ПВХ-367, а также PVC TPM-31 китайского производства и достигает значения 23. По совокупности по-

казателей термостабильности композиций, КИ и органолептическим характеристикам в дальнейшем в работе при модификации полимерных композиций с целью получения материалов с улучшенными пожаробезопасными характеристиками решено использовать в качестве пленкообразующего поливинилхлорид марки ПВХ-372.

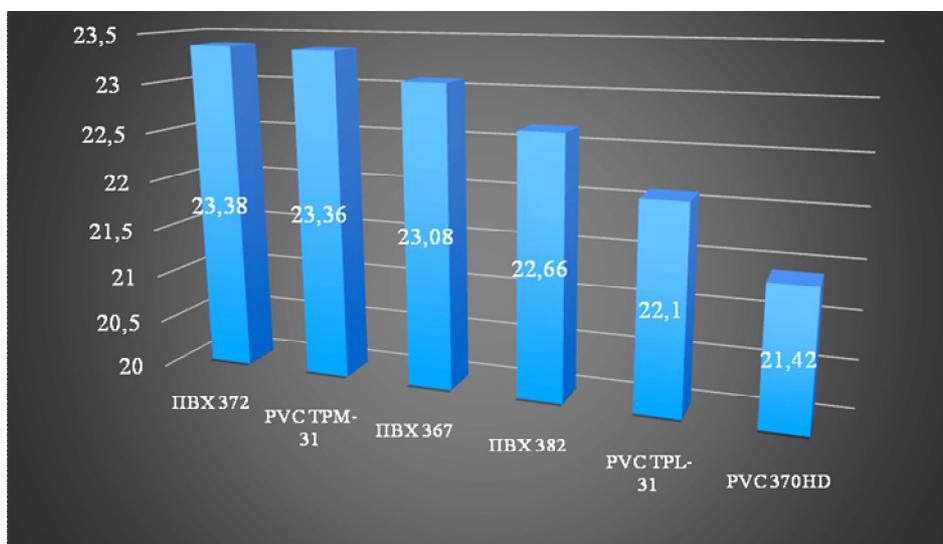


Рис. 1. Значения показателя кислородного индекса для композиций ПВХ разных марок

В ходе проведения дальнейшего исследования показано, что антипирены, использованные в работе в качестве модифицирующих добавок, по-разному влияют на показатели термостабильности модифицированных пленок и КИ композиций. На рис. 2 представлены значения кислородного индекса для композиций на основе ПВХ - 372 с различными антипиренами.

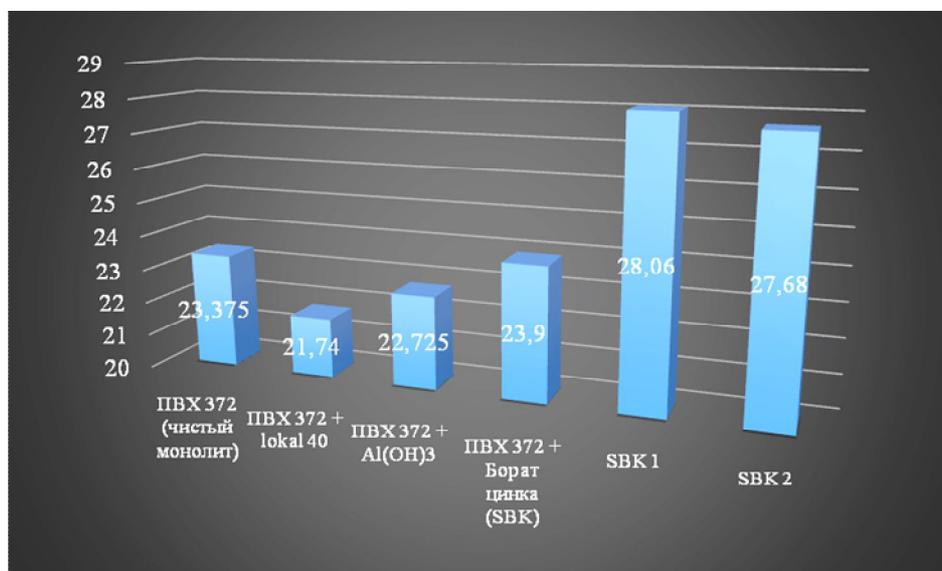


Рис. 2. Значения показателя кислородного индекса для композиций ПВХ с различными антипиренами

Наибольший эффект достигается при использовании комплексных систем SBK-1 и SBK-2, в состав которых входят сразу несколько из перечисленных выше компонентов. Введение этих систем позволяет получить пленки с хорошими органолептическими свойствами и увеличить показатель КИ с 23 до 28. Если КИ материала более 27, то материал считается

самозатухающим при выносе его из пламени огня, то есть относится к трудногорючим материалам.

По совокупности показателей термостабильности композиций, КИ, органолептическим характеристикам и технологичности данные системы SBK-1 и SBK-2 рекомендованы к использованию в качестве добавки полифункционального действия, значительно снижающей пожароопасность лицевых ПВХ-покрытий искусственных кож при удовлетворительных показателях физико-механических характеристик материала.

Список литературы

1. Черноусова Н.В., Рожкова Н.С. ПВХ-композиции для искусственных кож пониженной горючести // Сборник научных трудов 4-ой Международной научно-практической конференции «Инновации, качество и сервис в технике и технологиях». Курск. 2014. С. 246.
2. Ломакин С.М., Заиков Г.Е., Микитаев А.К. Замедлители горения для полимеров. Энциклопедия инженера - химика. 2012. № 9. с.22.
3. Ненахов С.А., Пименова В.П. Физико-химия вспенивающихся огнезащитных покрытий на основе полифосфата аммония (обзор литературы) // Пожаровзрывобезопасность. 2010. Т.19.38. С.12.
4. Ибрагимов Р.В., Коняева Ю.А., Черноусова Н.В. Влияние различных антипиренов на характеристики пожаробезопасности поливинилхлоридных композиций // Тезисы докладов в сборнике материалов Всероссийской научной студенческой конференции «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2016)». Москва. 2016. С. 110.
5. Дедов А.В., Черноусова Н.В. Эффективность снижения скорости десорбции пластификатора из поливинилхлорида. Пластические массы. 2017. №1-2, С.12.
6. Копылов А.И., Черноусова Н.В., Старков А.И., Матвеев К.А. Оценка влияния пластифицирующих добавок на физико-механические и технологические свойства полимерных пленочных материалов на основе ПВХ 372NF при производстве мягких искусственных кож // Дизайн и технологии. 2017. №57(99). С.48.
7. Старков А.И., Копылов А.И., Матвеев К. А. Оценка физико-механических свойств поливинилхлоридных смол при производстве мягких искусственных кож в условиях импортозамещения // Дизайн и технологии. 2016. №55(97). С.52.

УДК 677.027.625.3

БИОПРЕПАРАТЫ С НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА С ВЫСОКОЙ СУБСТАНТИВНОСТЬЮ К ЦЕЛЛЮЛОЗНЫМ ВОЛОКНАМ BIOPREPARATIONS WITH SILVER NANOPARTICLES WITH HIGH SUBSTANTIVITY TO CELLULOSE FIBERS

**Наталья Сергеевна Дымникова, Екатерина Вячеславовна Ерохина
Natalia Sergeevna Dymnikova, Ekaterina Vjacheslavovna Erohina**

*Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, г. Иваново
Federal Government Institution of Sciences G.A. Krestov
Institute of Solution Chemistry of the Russian academy of Sciences, Ivanovo
(e-mail: nsd@isc-ras.ru)*

Аннотация: Проведено исследование особенностей синтеза частиц серебра в присутствии катионных полиэлектролитов различной молекулярной массы и их субстантивности по отношению к целлюлозному волокну. Определена антимикробная активность наноконпозигов к грамположительным и грамотрицательным бактериям и грибам. Доказано, что, меняя

субстантивность препарата к целлюлозному волокну, можно регулировать уровень антигрибковой или антимикробной активности изделий в процессе их эксплуатации.

Abstract: A study of the silver particles synthesis features in the presence of cationic polyelectrolytes of different molecular weights and their substantivity towards to cellulose fiber was made. The antimicrobial activity of nanocomposites for gram-positive and gram-negative bacteria and fungi was determined. It is proved that by changing the substantivity of the preparation to the cellulose fiber it is possible to regulate the level of antifungal or antimicrobial activity of the products during their operation.

Ключевые слова: целлюлозные волокна, субстантивность, наночастицы серебра, полиэлектролиты, антимикробная и антигрибковая активность.

Keywords: cellulose fibers, substantivity, nanoparticles of silver, polyelectrolytes, antimicrobial and antifungal activity

В настоящее время в процессе борьбы с инфекционными заболеваниями в недостаточной мере используются приемы предотвращения инфицирования за счет создания материалов и изделий гигиенического и бытового назначения (чулочно-носочных, перчаток, белья) для профилактики поражения грибковыми и бактериальными микроорганизмами.

Создание эффективных защитных средств повседневного использования сопряжено с рядом трудностей как в подборе биоцидных веществ во избежание побочных, неблагоприятных для человека последствий, так и в разработке эффективных приемов их иммобилизации для обеспечения длительного антимикробного действия и многократного использования изделий в отличие, например, от медицинских материалов одноразового применения.

Новым подходом к профилактике распространения инфекционных заболеваний и предотвращению развития микроорганизмов - биодеструкторов является расширение ассортимента антимикробных или биозащищенных изделий, выполненных на текстильных носителях. Вследствие высокого уровня комфортности целлюлозосодержащих материалов прогнозируется увеличение объемов потребления наномодифицированных целлюлозосодержащих изделий индивидуального длительного использования. При этом, уникальный комплекс их антимикотических, антибактериальных, гигиенических и эксплуатационных свойств должен обеспечиваться сочетанием специальных свойств наномодификаторов и физико-химических свойств целлюлозных матриц.

Наиболее приемлемыми для практической реализации являются способы защиты, основанные на введении в текстильные материалы биоцидных препаратов. Однако, наблюдаемое в настоящее время расширение мировых объемов применения материалов с биоэффектами способствует адаптации микробных культур (МК) к неблагоприятным факторам, росту и распространению резистентных микроорганизмов, устойчивых к действию биоцидов. При этом, постоянное повышение требований к экологичности и аллергенности антимикробных препаратов ограничивает применение многих эффективных реагентов, поскольку рост их экологической безопасности, как правило, сопровождается снижением биологической активности. Поэтому не прекращается поиск принципиально новых антимикробных агентов, обладающих широким спектром воздействия на МК, но при этом относительно безопасных для человека. Одним из качественно новых и перспективных направлений является получение стабильных ультрадисперсных частиц серебра (НЧ), которые, по мнению ряда исследователей, могут обладать аномально высокой биологической активностью.

Важной задачей является получение антимикробных изделий с эффектом профилактики и реабилитации микозных заболеваний в течение длительного срока их эксплуатации потребителем и возможностью многократного проведения бытовых стирок. Решение ее основывается на двух факторах: разработке новых видов серебросодержащих препаратов и совершенствовании приемов регулирования субстантивности, т.е. способности биологически активных препаратов переходить из раствора на волокно и фиксироваться на нем.

Целью данной работы явилось получение функциональных серебросодержащих наноматериалов для придания антигрибковой или антимикробной активности целлюлозным текстильным материалам, находящимся в длительном контакте с телом человека, обеспечивающих возможность многократного применения изделий в чередовании с периодическими бытовыми физико-химическими воздействиями.

Выполнение такой задачи основано на двух факторах:

- разработке новых видов серебросодержащих препаратов, в которых антимикробные свойства обеспечиваются спецификой химического состояния ультрадисперсных частиц серебра и биоцидным действием компонентов их окружения, усиливающих действие серебра;
- совершенствовании приемов регулирования субстантивности биологически активных серебросодержащих наноматериалов к целлюлозным волокнам посредством оптимизации их состава и условий получения.

Сложность комплексного удовлетворения всем требованиям научно-технической задачи предопределяет необходимость поиска нетрадиционных путей ее решения для одновременного соответствия нескольким условиям, которые на первый взгляд кажутся абсолютно несовместимыми. Это касается, прежде всего, вопросов регулирования спектра антимикробного действия биоцидов и функционализированных ими изделий, а также оптимизации процессов массоотдачи активного вещества для обеспечения эффективного и длительного защитного действия при минимизации потерь в процессе стирок.

На наш взгляд, новым эффективным приемом расширения свойств формируемых ультрадисперсных частиц серебра является включение в их стабилизирующую оболочку полимеров, способных повышать субстантивность НЧ_{Ag} по отношению к целлюлозе. В качестве таких полимеров могут выступать катионные полиэлектролиты (КПЭ). Эффективность взаимодействия КПЭ с целлюлозой определяется величиной их положительного заряда и должна возрастать с увеличением числа положительно заряженных групп в полимерной цепи. Одновременно можно ожидать и повышения антимикробной активности НЧ_{Ag} . Наличие в их оболочке положительно заряженных групп должно способствовать адсорбции наночастиц на отрицательно заряженной поверхности клетки, усиливать их взаимодействие с клеточной мембраной, приводить к её дестабилизации, нарушению транспортных и барьерных функций.

Для обоснованного выбора КПЭ и концентрации его в препарате был исследован процесс формирования ультрадисперсных металлических частиц серебра ($1,9 \cdot 10^{-3}$ моль·л⁻¹) в присутствии полиэлектролитов с различной степенью полимеризации (М.м. КПЭ-1 – 2000-10000 г·моль⁻¹, КПЭ-2 – 1000-7000 г·моль⁻¹, КПЭ-3 – 500 г·моль⁻¹) и процесс сорбции синтезированного препарата целлюлозным материалом. Динамику синтеза НЧ_{Ag} , их размеры и агрегативную устойчивость оценивали на основании анализа спектров поглощения их коллоидов. Показано, что наибольшее снижение оптической плотности, а, следовательно, уменьшение содержания металлических частиц во внешнем растворе за счет их перехода в волокнистый материал, происходит при введении в синтезируемый золь серебра КПЭ-1 в концентрации 0,2 г/л, КПЭ-2 в концентрации 0,3 г/л и КПЭ-3 в концентрации 1,0 г/л.

Данные табл.1, количественно характеризующие влияние КПЭ на сорбцию НЧ_{Ag} целлюлозным материалом, показывают, что при введении, соответственно, 0,2 г/л КПЭ-1, 0,3 г/л КПЭ-2 и 1,0 г/л КПЭ-3 интенсивность окраски ткани возрастает 1,5-1,7 раза и, соответственно, выбираемость золь серебра целлюлозным материалом увеличивается в 18-30 раз.

Таблица 1. Влияние КПЭ на сорбцию серебряных золь целлюлозным материалом

Тип КПЭ	Наименование показателя	Концентрация КПЭ (г/л):					
		0	0,2	0,3	0,5	0,8	1,0
КПЭ-1	ΔD_{410}	0,02	0,5	0,3	0,2	0,18	0,11
	K, %	2	60	35	20	18	10
	Интенсивность окра-	11,8	20,0	14,8	13,7	12,9	12,4

	ски $1/L \cdot 10^{-3}$						
	Содержание Ag^0 , мг/г волокна	0,10	1,16	0,50	0,35	0,25	0,20
КПЭ-2	ΔD_{410}	0,02	0,18	0,37	0,2	0,1	0,08
	K, %	2	18	42	20	10	9
	Интенсивность окра- ски $1/L \cdot 10^{-3}$	11,8	15,3	19,5	13,3	12,9	12,5
	Содержание Ag^0 , мг/г волокна	0,10	0,57	1,1	0,30	0,25	0,21
КПЭ-3	ΔD_{410}	0,02	0,15	0,26	0,31	0,44	0,62
	K, %	2	17	29	34	50	60
	Интенсивность окра- ски $1/L \cdot 10^{-3}$	11,8	12,0	12,7	13,8	16,8	18,3
	Содержание Ag^0 , мг/г волокна	0,10	0,13	0,22	0,36	0,78	0,96

На наш взгляд уменьшение сорбции наночастиц серебра с ростом концентрации КПЭ-1 или КПЭ-2 происходит по двум причинам:

1. В процессе жидкостной обработки целлюлозного материала синтезируемым препаратом в ванне возникает система отрицательно заряженное волокно – катионы электролита. Очевидно, высокомолекулярные КПЭ-1 и КПЭ-2 перезаряжают волокно при концентрациях более 0,2 и 0,3 г/л, соответственно, что приводит к возникновению электростатического отталкивания. Чем выше поверхностный заряд волокна и одноименный заряд частицы, тем выше потенциальный барьер, который необходимо преодолеть активной частице, чтобы осуществить ее сорбцию на поверхности волокна.

2. Из-за увеличения размеров стабилизирующей оболочки $НЧ_{Ag}$. На основании спектров, полученных методом фотонной корреляционной спектроскопии, (см. рис. 1) доказано резкое возрастание среднего гидродинамического радиуса частиц в растворе с повышением концентрации полиэлектролита.

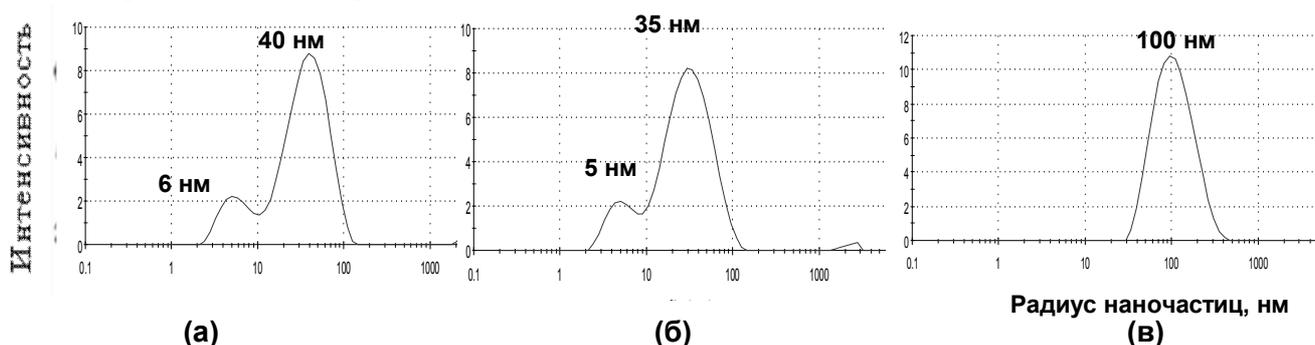


Рис. 1. Диаграмма распределения по размерам наночастиц серебра ($1,9 \cdot 10^{-3}$ моль·л⁻¹), синтезированных в водных растворах, содержащих КПЭ-1: 0 (а); 0,2 (б) и 1,0 г/л (в)

Для обеспечения длительного эффекта биологической активности материала в процессе проведения бытовых физико-химических обработок, соответственно, для закрепления активного вещества на материале использовали специальный препарат, образующий прозрачную эластичную пленку на поверхности волокна.

Включение такого соединения в предлагаемую композицию позволит регулировать скорость выхода во внешнюю среду серебросодержащего препарата и обеспечить заданный уровень антигрибковой или антимикробной активности изделий в процессе их эксплуатации

и сохранности эффекта к многократному проведению бытовых обработок. В работе в качестве пленкообразующего соединения был использован поливинилацетат в концентрации 0,2 масс. %.

Исследование биологической активности образцов, не подвергавшихся влажной обработке и после повторения 10-кратного комплекса промывок (раствором мыла, теплой и холодной водой) позволили сделать следующие выводы:

- при иммобилизации препарата, синтезируемого без участия КПЭ, в результате влажных обработок из материала серебро удаляется полностью, в результате чего микробиологическая активность данных образцов отсутствует;

- повышение субстантивности НЧ_{Ag} обеспечивает более высокое содержание частиц серебра в модифицированных материалах после их влажно-тепловых обработок, что позволяет сохранить антимикробную активность данных материалов даже после 10-кратной стирки;

- наличие минимальных зон задержки роста тест-культур даже при очень низком содержании НЧ_{Ag} объясняется синергетическим действием металлического ядра и стабилизирующего компонента, который сам является биологически активным препаратом.

Кривые на рис. 2 отражают изменение зоны задержки роста смеси грибов *Aspergillus niger* и *Penicillium sp.* носочных изделий (состав: 80 % хлопка, 15 % полиамида и 5 % эластана), обработанных методом пропитки синтезированными препаратами, содержащими НЧ_{Ag} ($5 \cdot 10^{-3}$ масс. %) и КПЭ-1 (0 - $10 \cdot 10^{-2}$ масс. %), в процессе стирок.

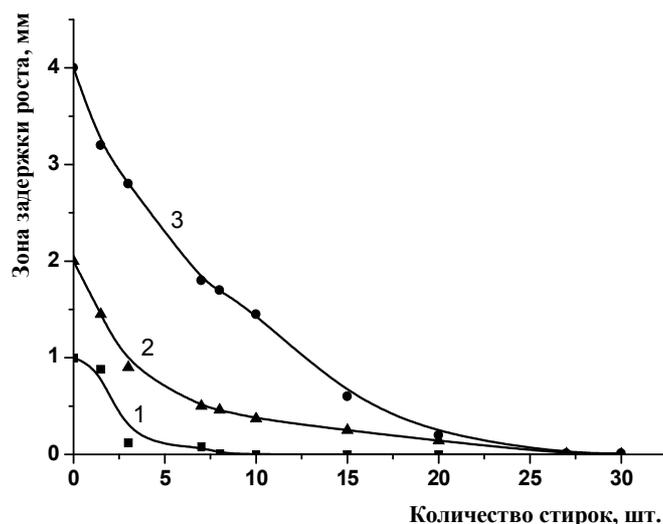


Рис. 2. Оценка устойчивости антимикробной отделки носков, обработанных препаратом, содержащим НЧ_{Ag} ($5 \cdot 10^{-3}$ масс. %) и КПЭ-1 к смеси грибов *Aspergillus niger* и *Penicillium sp.* в процессе стирок.

Содержание КПЭ-1 в препарате, масс. %: 1 – 0; 2 - $10 \cdot 10^{-2}$; 3 - $2 \cdot 10^{-2}$

Данные рис. 2 убедительно доказывают, что включение при синтезе наночастиц серебра катионактивного полиэлектролита, обеспечивающего субстантивность препарата к целлюлозному материалу, и пленкообразующего соединения, закрепляющего активные компоненты на материале, позволяет регулировать скорость выхода во внешнюю среду частиц серебра, обеспечивать тем самым необходимый уровень антигрибковой или антимикробной активности изделий в процессе их эксплуатации и сохранять эффект к многократному проведению бытовых обработок.

В результате проведенных исследований была разработана простая в техническом исполнении технология синтеза стабильных наночастиц серебра, позволяющая непосредствен-

но на предприятии (без использования дорогостоящего оборудования) изготавливать биоцидный препарат.

Применение данного препарата позволит обеспечить высокую биоактивность текстильных материалов и биозащищенность модифицированным полимерам из натуральных и синтетических волокон при минимальном содержании в них наночастиц серебра (не более 0,01 % масс), повысить экономичность и экологическую безопасность как технологий, так и готовых изделий.

УДК 677.025

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУР ДВУХСЛОЙНОГО
ТРИКОТАЖА С РАЗЛИЧНЫМИ СВОЙСТВАМИ
DEVELOPMENT AND RESEARCH OF DOUBLE-LAYER STRUCTURES
KNIT WITH DIFFERENT PROPERTIES**

**Ирина Ивановна Рябова
Irina Ivanovna Ryabova**

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

Аннотация: В работе рассмотрены особенности структуры и способы получения двухслойного трикотажа с различными рисунчатыми эффектами, который имеет улучшенные потребительские свойства.

Abstract: The paper discusses features of the structure and methods of obtaining double-layered Jersey with various patterning effects, which has improved consumer properties.

Ключевые слова: двухслойный трикотаж, комбинированные переплетения, элемент петельной структуры, ячейка, свойства.

Keywords: double-layered knitted fabric, combined interlacings, element of loop structure, cell, properties.

В настоящее время перспективным направлением для расширения ассортимента двухслойных трикотажных полотен является использование комбинированных одинарных трикотажных переплетений для слоев и различных способов их соединения.

Двухслойный трикотаж широко применяется для производства изделий технического и бытового назначения. Поэтому целью работы является разработка и исследование структур двухслойного трикотажа с различными свойствами, создание разнообразных рисунчатых эффектов, обеспечивающих новое художественное оформление поверхности трикотажных полотен, и использование современного плосковязального оборудования с электронным управлением.

Предложены структуры и способы выработки двухслойного трикотажа, в котором слои соединены друг с другом в процессе вязания изнаночными сторонами посредством прессовых набросков, образованных из основных нитей одного из слоев, и слои выработаны различными переплетениями [1].

Применение прессовых переплетений позволяет получить на трикотаже разнообразные рельефные, ажурные и оттеночные рисунки со сложной структурой, путем комбинации прессовых петель с различным индексом с петлями обычных размеров, изменения их размеры и положение [2].

В первой группе образцов двухслойного трикотажа для лицевой стороны, с целью получения необходимых рисунчатых эффектов, использовалось комбинированное рисунчатое переплетение, представляющее собой сочетание неполного и прессового переплетений. Рисунки на трикотаже неполных переплетений получают путем постоянного или периодического выключения из работы части игл.

В разработанной структуре двухслойного трикотажа на лицевой стороне прессовые петли вытягивались на высоту нескольких петельных рядов, в зависимости от количества набросков, и на этих же прессовых петлях, кроме набросков из нити лицевого слоя, располагались наброски из нитей другого слоя, способствуя образованию ажурного эффекта. Наброски прессовых петель раздвигали соседние петельные столбики глади, и при использовании цветной пряжи для выработки слоев и расположение прессовых петель в шахматном порядке создавался красивый рисунок. Также на лицевой стороне, согласно заданному раппорту, располагались пропущенные петельные столбики, которые тоже давали ажурный эффект.

На изнаночной стороне соединительные наброски располагались в шахматном порядке через два ряда, поэтому соседние петли наклонялись в разные стороны и в местах расположения набросков образовывались ячейки, создавая ажурный эффект, и сквозь них проглядывали изнаночные петли лицевой стороны, создавая дополнительный цветной эффект. Размер ячеек изменяли с помощью прокладывания разного количества набросков на одни и те же иглы.

Соединение переплетений лицевой и изнаночной стороны может происходить через ряд, через несколько рядов, через несколько петельных столбиков, по диагонали, в шахматном расположении набросков или в определенной последовательности, образуя определенный рисунчатый эффект.

В разработанных структурах двухслойного трикотажа элементы соединения (наброски) располагались по контуру фигур, образуя квадраты и ромбы, в шахматном порядке, по диагонали и в виде зигзагов. Полученные полотна отличались по характеру заполнения поверхности полотна участками различной структуры: одни полотна содержали все петли с соединительными набросками; а другие имели участки рисунка без соединительных набросков и участки, где петли содержали наброски, которые располагались в шахматном порядке; а третьи имели ограниченное количество петель с набросками, которые располагались только по контуру фигур рисунка. При соединении переплетений в двухслойном трикотаже одновременно с имитацией ажюра получался и рельефный узор. В отличие от ажюра, для выработки прессового полотна не требуются переносы, что влияет на производительность оборудования.

Во второй группе образцов двухслойного трикотажа в качестве соединительных элементов использовались наброски, образованные из основной нити одного из слоев, которые провязывались в петли вместе с петлями другого слоя и выходили на лицевую сторону полотна. Такое соединение получалось при определенном соотношении длин нитей в петлях и набросках двух слоев. При выработке данной структуры необходимо учитывать такие главные факторы, как глубина кулирования, перетяжка нити и усилие оттяжки.

При использовании цветной пряжи для выработки слоев и расположение соединительных элементов только по контуру фигур рисунка были получены оригинальные цветные рисунки. Расход пряжи при таком соединении больше, чем при прессовом, но оно дает более надежное соединение слоев.

Для выработки слоев использовалось сырье разных видов, что позволило снизить материалоемкость трикотажа. Лицевая сторона отличалась от изнаночной по сырьевому составу, линейной плотности и цвету пряжи. Также различные варианты сочетаний представляют интерес для полотен не только бытового, но и технического назначения. При вязании двухслойного трикотажа возникает необходимость определиться в подборе переплетений слоев,

элементов соединения, порядка их чередования, вида сырья, линейной плотности пряжи, оптимальных параметров слоев и их соотношения, от которых будут зависеть его физико-механические свойства, а также внешний вид полотна (различные рисунчатые эффекты).

Использование в двухслойном полотне различных одинарных переплетений позволяет изменить свойства трикотажа этих переплетений. Таким образом, можно увеличить формоустойчивость, прочность, улучшить теплозащитные свойства, внешний вид, изменить в ту или иную сторону поверхностную и объемную плотность.

Разработанные полотна приобрели новые свойства, которые необходимо учитывать при проектировании изделий – меньшая растяжимость и распускаемость по сравнению с базовым переплетением. Толщина двухслойного трикотажа зависит от вида и способа соединения слоев. Благодаря своему строению прессовые полотна получают большей ширины.

Таким образом, были разработаны структуры двухслойного кулирного трикотажа с прессовым соединением слоев основными нитями с различными рисунчатыми эффектами (ажурным, рельефным, цветовым), которые имеют улучшенные потребительские свойства. На основании разработанной технологии были составлены программы вязания и выработаны образцы двухслойного трикотажа на плосковязальной машине фирмы «SteigerVesta 130-E», проведен их сравнительный анализ по внешнему виду, структуре и свойствам[3]. При получении разработанных структур можно использовать любые варианты сочетаний пряжи для слоев трикотажа, которые представляют интерес для полотен различного назначения.

Работу необходимо продолжить, потому что на базе рисунчатых комбинированных переплетений можно создать неограниченное количество структур двухслойного трикотажа с различными свойствами и узорными эффектами.

Список литературы

1. *Поспелов Е.П.* Двухслойный трикотаж. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 208 с.
2. *Кудрявин Л.А., Шалов И.И.* Основы технологии трикотажного производства. М.: Легпромбытиздат, 1991. 496 с.
3. *Колесникова Е.Н., Кудрявин Л.А., Галактионова А.Ю., Муракаева Т.В.* Разработка программ для плосковязальных машин фирмы «Steiger». М.: ГОУВПО «МГТУ им. А.Н. Косыгина», 2008. 216 с.

УДК 677.027.625.3

ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ И СЕРЕБРА ДЛЯ АНТИМИКРОБНОЙ ЗАЩИТЫ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ THE PECULIARITIES OF COPPER/SILVER BIMETALLIC NANOPARTICLES SYNTHESIS FOR ANTIMICROBIAL PROTECTION OF CELLULOSE MATERIALS

Екатерина Вячеславовна Ерохина
Ekaterina Vjacheslavovna Erohina

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

*G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of the Russian Academy of Sciences, Russia, Ivanovo
(e-mail: erochina2007@yandex.ru)*

Аннотация: Исследован процесс синтеза биметаллических золь в условиях восстановления катионов серебра коллоидной медью. С привлечением методов спектрофотометрии доказано образование медь-серебряных золь и измерен размер получаемых наночастиц. Определена бактерицидная активность целлюлозных материалов, допированных наночасти-

цами, в отношении тест-культур грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов и грибов.

Abstract: The process of synthesis of bimetallic sols under conditions of the reduction of silver cations by colloidal copper was studied. Using the methods of spectrophotometry, the formation of copper-silver sols was proved and the size of the nanoparticles obtained was measured. The bactericidal activity of cellulose materials doped with nanoparticles has been determined for the test cultures of Gram-positive and Gram-negative microorganisms and fungi.

Ключевые слова: наночастицы, коллоидная медь, бактерицидная активность, целлюлозный материал.

Keywords: nanoparticles, colloidal copper, bactericidal activity, cellulose material.

Интерес к получению наночастиц (НЧ) меди и серебра обусловлен антибактериальным действием их соединений, что является актуальным в условиях активизации борьбы с возрастающим количеством микроорганизмов, резистентных к антибиотикам и антисептикам. В литературе имеются сообщения, что бактерии, устойчивые к пенициллину и биомицину, не обладают устойчивостью к серебру и его препаратам. Исследование девяти пяти клинических штаммов грамотрицательных бактерий на устойчивость к соединениям ртути, серебра и другим дезинфицирующим средствам позволило установить, что если устойчивостью к ртути обладал 41% штаммов, то устойчивостью к серебру - всего 21% [1].

Возможно, универсальность действия наночастиц серебра объясняется реализацией различных механизмов его воздействия на микробные культуры (МК). Важными положительными свойствами серебра являются также его активность к МК в низких концентрациях (олигодинамическое действие) и относительно низкая токсичность для высокоорганизованных животных и человека.

Благодаря выполнению разнообразных функций внутри живого организма, широкому распространению в природе и относительно низкой себестоимости, медь обладает высоким потенциалом для применения в качестве антимикробного агента, заменяя благородные металлы при разработке антибактериальных средств [2]. Авторами [3] показано, что наноразмерные частицы меди способны проявлять антимикробные свойства к широкому спектру микроорганизмов, включая патогенные бактерии. Медь, в сравнении с серебром, имеет менее выраженные антисептические свойства, но значительно усиливает действие препаратов серебра [4]. В связи с этим актуальна разработка методов синтеза стабильных НЧ медь-серебро в реакциях совместного восстановления ионов металлов, при котором могут быть получены биметаллические наночастицы состава «ядро-оболочка», частицы-янусы и наносплавы металлов. Перспективным видится создание нетканых полотен, бактерицидных пластырей и повязок с включением медных и серебряных наночастиц.

Преимуществами НЧ при изготовлении антимикробных нанокомпозитов по сравнению с массивными и ионными формами, являются более низкая токсичность НЧ в сравнении с токсичностью их солей, возможность проявления синергизма свойств материалов центрального ядра и стабилизирующих компонентов.

Несмотря на повышенный интерес исследователей к формированию медных и серебряных зольей, синтез смешанных наночастиц меди и серебра недостаточно изучен. Глубокими, теоретически и эмпирически обоснованными являются результаты изучения отдельных стадий синтеза медь-серебряных частиц при его радиационно-химическом иницировании [5]. Однако зависимость структуры смешанных НЧ от многих факторов, включающих тип восстановителя, соотношение потенциалов и концентраций присутствующих металлов, природу стабилизаторов, условия проведения процессов и т.д., указывают на актуальность исследования процессов химического восстановления катионов. Сложность контролирования синтеза в присутствии двух катионов обусловлена протеканием окислительно-восстановительных процессов между металлами. Существенное различие окислительных потенциалов (E₀) пар

Ag^+/Ag^0 (+0,7994 В) и $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0$ (+0,3450 В) указывает на меньшую активность катионов меди в реакциях с восстановителями и способность металлической меди и катионов Cu^+ восстанавливать катионы серебра [6].

Целью работы является получение стабильных бикомпонентных наноразмерных частиц меди и серебра в условиях химического восстановления, когда коллоидная медь становится восстановителем для ионов серебра, и проверка возможности использования бикомпонентного золя для антимикробной защиты текстильных материалов.

При изучении условий получения биметаллических систем нами были использованы методы прямого визуального наблюдения, оптической спектроскопии и фотонной корреляционной спектроскопии. В процессе эксперимента варьировали концентрацию компонентов и время экспозиции приготовленного раствора коллоидной меди с целью последующего восстановления ионов серебра. С привлечением метода спектрофотометрии доказано образование смешанных наночастиц меди и серебра, имеющих характеристические плазмонные полосы поглощения в области 560-590 нм и 400 нм. Оптические спектры поглощения растворов с синтезированными наночастицами регистрировали в области 300-800 нм на спектрофотометре СФ-56. Гидродинамический радиус получаемых частиц меди измеряли методом динамического рассеяния света на приборе «Zetasizer Nano ZS».

Стабилизацию наночастиц в растворе обеспечивали желатином, а так же органическим комплексообразователем - нитрилотриметиленфосфоновой кислотой.

Наночастицы моно- и биметаллических золь меди и серебра синтезировали в открытой термостатируемой ячейке при температурах $20-80 \pm 0,50^\circ\text{C}$. В водный раствор (85 мл), содержащий желатин (0,1-0,5%), НТФ ($1,8 \cdot 10^{-2}$ М), сульфат меди (II) ($2,0 \cdot 10^{-2}$ М) и гидроксид натрия (до общей щелочности $12,5 \cdot 10^{-2}$ М), вводили в течение 3-х минут при постоянном перемешивании 15 мл раствора тетрагидробората натрия (0,52 М). При последовательном восстановлении катионов водные растворы нитрата серебра ($0,4 \cdot 10^{-2}$ М) быстро добавляли в предварительно синтезированный золь меди. Золи хранили в закрытых колбах.

Проведённые ранее наши исследования [7] позволили определить оптимальные условия для восстановления катионов меди. В частности, была показана целесообразность применения в качестве одного из компонентов синтеза комплексообразующего соединения. На рис. 1 представлен ЭСП коллоидного раствора ультрадисперсных частиц меди, синтезированных при оптимально найденных условиях.

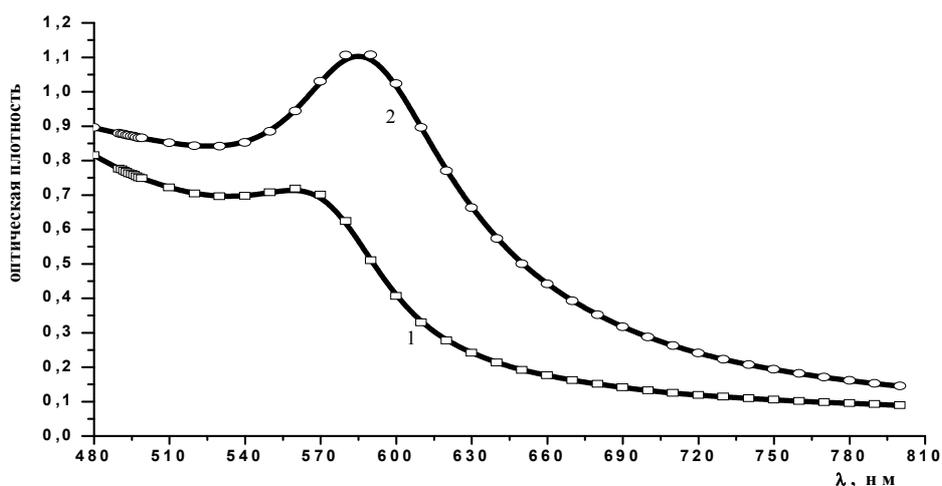


Рис. 1. Кинетика изменения спектров поглощения золь, синтезированных введением тетрагидробората натрия ($7,9 \cdot 10^{-2}$ М) в раствор, содержащий: Cu^{2+} - $2,0 \cdot 10^{-2}$ М, НТФ - $1,8 \cdot 10^{-2}$ М, желатин - 0,1 %, NaOH - $12,5 \cdot 10^{-2}$ М; Время выдерживания, час: 0,05 (1); 96 (2)

Возрастающее внимание к получению смешанных биметаллических наночастиц, обладающих новыми, не свойственными индивидуальным металлам свойствам, побуждает к разработке методов синтеза наноразмерных биметаллических наночастиц в реакциях одновременного восстановления двух или более ионов.

При этом использование в качестве прекурсоров ионов меди и серебра интересно тем, что полученная на первом этапе восстановления коллоидная медь может являться восстановителем для катионов серебра вследствие существенно различающихся электрохимических потенциалов.

Данные рис. 2 свидетельствуют, что добавление катионов серебра в синтезированный золь меди (кривая 1) приводит к появлению полосы поглощения при 400 нм, принадлежащей наночастицам серебра (кривая 2).

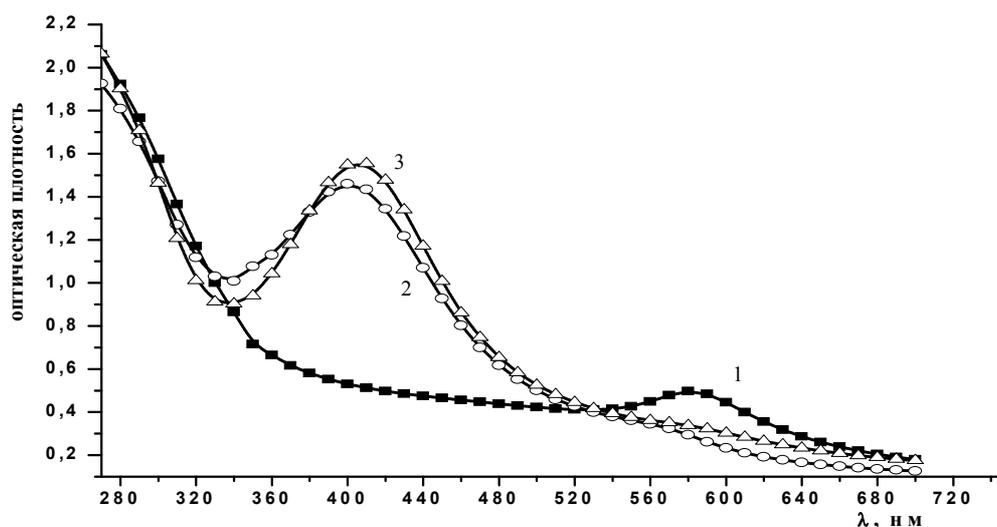


Рис. 2. Кинетика изменения спектров поглощения золь меди (1) и медь-серебряных (2 и 3): Cu^{2+} - $2,0 \cdot 10^{-2}$ М, Ag^{+} - $0,4 \cdot 10^{-2}$ М, НТФ - $1,8 \cdot 10^{-2}$ М, желатин - 0,1 %, NaOH - $12,5 \cdot 10^{-2}$ М; Время выдерживания, час: 4 (1); 4,5 (2), 144 (3)

В настоящее время исследователями детально описаны полосы в спектрах поглощения водных растворов серебра, свойственные переходу от семейства кластеров (290-325 нм), к квазиметаллическим частицам (350-370 нм) и фазе металла (390-420 нм) [8]. Одновременно с появлением полосы поглощения НЧ серебра уменьшается интенсивность поглощения коллоидной меди при 585 нм. Спектры во времени (до 6 суток) практически не изменились, что свидетельствует о быстром протекании реакции ионов серебра с НЧ меди. Практически полное исчезновение полосы плазменного резонанса меди при получении биметаллических НЧ в данном эксперименте может свидетельствовать об образовании частицы типа ядро-оболочка, где оболочкой являются слои наночастиц серебра.

В процессе эксперимента варьировалось время экспозиции наночастиц меди с целью определения оптимального для дальнейшего синтеза бикомпонентных наночастиц. Установлено, что при мольном соотношении $\text{Cu}:\text{Ag}$ равным 1:0,2, время выдерживания НЧ меди должно составлять 48-72 часа. При этом образуются устойчивые бикомпонентные золи с размером наночастиц 28 нм (90%) и 2 нм (10%).

Проведена апробация синтезированных НЧ в качестве антимикробного и антигрибкового компонента защиты натуральных полимерных материалов. На рис. 3 представлены фотографии зон задержки роста тест-культур.

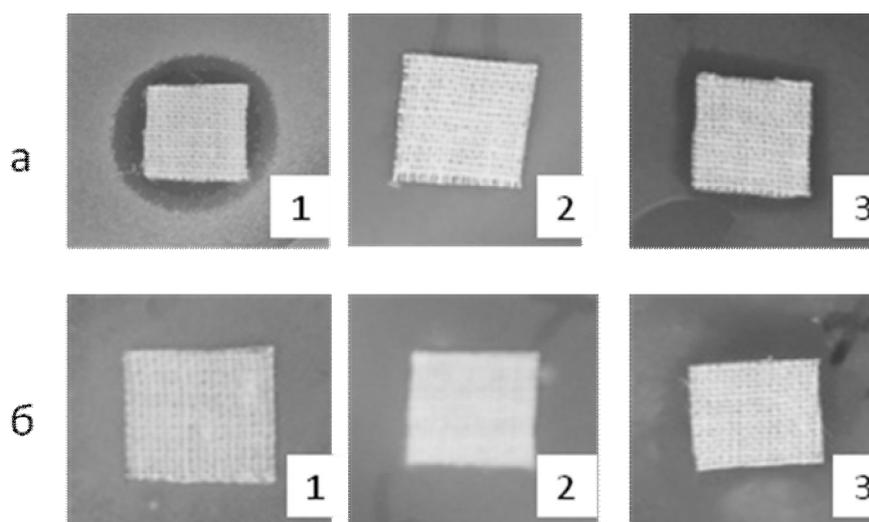


Рис. 3. Защита х/б ткани, обработанной бикомпонентным медь-серебряным (а) и монокомпонентным медным (б) золем, от *Staphylococcus aureus* (1), *Escherichia coli* (2), *Candida albicans* (3)

В качестве последних использовали предварительно выращенные на скошенном агаризованном мясопептонном агаре суточные тест-культуры микроорганизмов – кишечной палочки *Escherichia coli* М-17 (грамотрицательная культура), золотистого стафилококка *Staphylococcus aureus* 6538-Р АТСС=209-Р FDA и штамм дрожжеподобных микроскопических грибов - кандиды альбиканс *Candida albicans* ССМ 8261 (АТСС 90028). Материалы допировали соответствующими золями в течение 10 мин при температуре $30 \pm 1^\circ\text{C}$, отжимали на лабораторной установке до остаточного содержания раствора 100% и высушивали. Ореолы вокруг образцов, различные по диаметру и интенсивности окраски, - зоны ингибирования, определяющие пространство вокруг текстильного материала, в котором микроорганизм уничтожается или замедляет рост.

Фото, приведенные на рис. 3, убедительно свидетельствуют об активном воздействии текстильных материалов, обработанных препаратами с бикомпонентными НЧ (а), на грамм-положительные микроорганизмы - *Staphylococcus aureus* и культуру дрожжеподобного гриба *Candida albicans*. Синтезированный золь обеспечивает высокие зоны задержки роста культуры в сравнении с монокомпонентным золем меди (б), который проявляет только бактериостатические свойства.

Спектральные измерения выполнены на оборудовании центра коллективного пользования "Верхневолжский региональный центр физико-химических исследований".

Список литературы

1. Khor S.Y., Jegathesan M. // Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1983 Jun;14(2):199-203.
2. Veerapandian M., Sadhasivam S., Choi J., Yun K. Glucosamine functionalized copper nanoparticles: Preparation, characterization and enhancement of antibacterial activity by ultraviolet irradiation // Chemical Engineering Journal. 2012. V. 209. P.558-567.
3. Gunawan C., Teoh W.Y., Marquis C.P., Amal R. Cytotoxic origin of copper (II) oxide nanoparticles: comparative studies with micron-sized particles, leachate, and metal salts // ACS Nano. 2011. V. 5. P. 7214-7225
4. Алипов, В.В. Оценка эффективности антимикробного действия низкоинтенсивного лазерного излучения, наночастиц меди и их сочетанного применения в эксперименте *in vitro* / В. В. Алипов, Е.А. Добрейкин, А.И. Урусова, П.А. Беляев // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. - 2013. Т. VI. No2 (19). С. 222-226.

5. Ершов Б.Г., Абхалимов Е.В. Коллоидная медь и особенности её реакции с ионами серебра в водном растворе // Коллоидный журнал. 2009. т. 71. № 4. С. 486-491.
6. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия. 1979. С.92.
7. Erohina E.V., Galashina V.N., Bogachkova T.N., Dymnikova N.S., Moryganov A.P Synthesis of Biologically Active Copper Sols in the Presence of Complex-Forming Compounds. Russian Journal of Applied Chemistry. 2015. V. 88. N 5. P. 738-745.
8. Ершов Б.Г.// Российский химический журнал. 2001. Т. XLV. № 3. С.20-30.

УДК 677.024

**РАЗРАБОТКА ТКАНЕЙ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ
С ЗАЩИТОЙ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
DEVELOPMENT OF FABRICS FOR SPECIAL PROFESSIONAL CLOTHING WITH
PROTECTION AGAINST ELECTROMAGNETIC RADIATION
ESPECIALLY THE MANUFACTURE OF GLASS FABRICS**

**Елена Владимировна Сильченко
Elena Vladimirovna Silchenko**

*Российский государственный университет им. А.Н.Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство), Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: silchenko@textile.ru)*

Аннотация: Рассмотрены требования к тканям для изготовления одежды с защитой от электромагнитного излучения. Спроектированы и изготовлены новые ткани, которые удовлетворяют всем требованиям. Исследованы их свойства и структура.

Abstract: Considered requirements to fabrics for the manufacture of clothing with protection against electromagnetic radiation. Designed and produced new fabrics that satisfy all requirements. Studied their properties and structure.

Ключевые слова: Структура тканей, защита, электромагнитное излучение, коэффициент экранирования

Keywords: Tissue structure, protection, electromagnetic radiation, the shielding factor

Технический текстиль сегодня в мире наиболее динамично развивающаяся отрасль среди других направлений развития текстиля. В текстильной индустрии Германии технический текстиль занимает более 50% оборота, в США – 40%, в Китае – 30% и ему обеспечен дальнейший рост, т.к. технический прогресс предлагает новые области применения. Российский рынок технического текстиля в сравнении с другими товарными группами отрасли также наиболее динамичен и прогрессивен. Рост его производства и потребления в ближайшие 10 лет прогнозируется с опережением в 1,5-2 раза среднего роста экономики в целом.

Важным направлением сегодня является создание тканей для защиты от электромагнитного излучения. Сегодня АО «Текстильная фирма «Чайковский текстиль» ведет работы по созданию таких тканей, Приходится сталкиваться со многими проблемами, так как отсутствуют устоявшиеся методы проектирования таких тканей, не изучены в достаточной степени свойства таких тканей, не определены четко требования к ним. [1, 2].

В России прогнозируется рост выпуска защитных тканей. Защита человека от различных негативных факторов является первостепенной задачей и в этой области технический текстиль занимает особое место. В России всё более актуальным становятся вопросы создания одежды и других текстильных материалов с высокими защитными свойствами. Специ-

альная одежда и средства индивидуальной защиты играют важную роль в снижении травматизма на производстве и сохранении здоровья и трудоспособности работающих. С учётом того фактора, что специальная и защитная одежда фактически решает национальные задачи, повышение её качества и развитие её производства на современном уровне должно входить в сферу государственных интересов. Выбор методов и средств обеспечения безопасности определяется набором вредных и опасных производственных факторов, присущих производственному оборудованию или технологическому процессу. При этом в зависимости от функционального назначения они должны соответствовать требованиям каждого производства и максимально защищать от вредных и опасных факторов.

Постоянное воздействие электромагнитного излучения (ЭМИ) на человека действует на резонансные процессы на молекулярном и клеточном уровне в различных органах и системах организма. ЭМИ приводят к головным болям, утомляемости, нарушениям сердечно-сосудистой, нервной систем, страдает иммунная система человека. Наиболее подвержены воздействию ЭМИ кровь и глаза, повышается частота онкологических заболеваний и развитие катаракты, увеличивается количество людей, страдающих кожными заболеваниями.

При значениях электромагнитного излучения на рабочем месте, превышающего предельно допустимые нормы, государство обязывает работодателя за свой счет принимать меры по снижению ЭМИ до допустимого уровня. В соответствии с санитарными правилами и нормами по ЭМИ для уменьшения ЭМИ защитные устройства должны представлять собой электрически и магнитно замкнутый экран.

Для защиты от ЭМИ выпускаются металлизированные и неметаллизированные ткани. Нами разработаны новые ткани для защиты человека от электромагнитного излучения [3-6].

Новизной разработки получения экранирующих тканей является: формирование защитных (экранирующих) свойств на этапе производства пряжи (на этапе прядения) – пряжа изготавливается из смеси металлизированных и др., волокон (например, полиэфира, арамида, хлопка и др); формирование необходимой геометрической модели строения ткани; - оптимально бережливый выпуск ткани в заключительном отделочном производстве.

Сейчас защитные (экранирующие) свойства достигаются или нанесением спецпрепаратов на ткань (на этапе отделки) или нанесением металлопокрытий на поверхность ткани, в результате защитные свойства изделий не обладают перманентностью к жестким условиям эксплуатации-уход.

На сегодняшний день российский рынок не имеет подобных тканей и изделий, адаптированных к российским условиям труда с утвержденным уровнем защиты и качеством безопасности. Рынок полностью занимают ткани импортного производства. Разработанный ассортимент тканей с комплексом защитных средств и спецодежды из них должны обеспечивать технико-экономические показатели: снижение энергозатрат – не менее 15%, сохранение защитных свойств изделий при многократных стирках – не менее 15 стирок, снижение себестоимости продукции – не менее 10%.

При проектировании тканей необходимо задаться входными и выходными параметрами. Сегодня разработка алгоритма расчета значительно упрощается, если проектирование ткани проходит на ПЭВМ. Современная ЭВМ при использовании современных программных средств сама определит порядок расчета и выдаст необходимые данные.

Среди современных программных средств целесообразно вычисления проводить в программной среде Маткад. Строение ткани во многом определяет ее свойства. Это не требует доказательств, и многочисленные исследования это всегда подтверждают [7]. В качестве входных параметров в наших исследованиях взяты: b – толщина ткани; φ – отношение высот волн изгиба основы и утка или порядок фазы строения однослойной ткани ПФС; M – поверхностная плотность ткани. При проектировании ткани согласно геометрическому методу проектирования тканей, предложенному проф.Н.Г.Новиковым [4].

В табл. 1 представлена характеристика спроектированных нами тканей:

Таблица 1. Характеристика тканей

Параметр	Размерность	Ткань	
		ScreenTex 240Арт 89001	Экранер 240, арт. 96401
Ширина ткани	см	150	156,4
Сырье		Полиэфирная нить с вложением антистатических нитей	20% антистатические нити, 80% арамидные (95% метаарамид, 5% параарамид)
		Полотно	Саржа 2/2
Поверхностная плотность	г/м ²	235	220,1
Линейная плотность основы, утка	текс	20x3, 20x3	Сердечник – 5, нити 15,4x3
Плотность ткани по основе/по утку	нит/дм	177, 195	189, 199
Уработка по основе/по утку	%	5, 6	5, 6
Разрывная нагрузка ткани по основе/по утку, не менее	Н	1200, 1200	930,850
Стойкость ткани к истиранию, не менее	циклы	7000	4050

Спроектированные хлопчатобумажные ткани были выработаны на бесчелночных ткацких станках СТБ.

Ткани прошли испытания всех необходимых физико-механических свойств в соответствии с существующей нормативной документацией [8-16].

Представляет интерес определение коэффициента экранирования электромагнитного поля радиочастотного диапазона и электрической проводимости. Программа испытания образцов экранирующих материалов включала себя оценку коэффициента экранирования образцов материала для изготовления индивидуальных экранирующих комплектов для защиты человека от воздействия электромагнитных излучений радиочастотного диапазона; Измерения уровней электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона (на частотах 170, 450, 950, 1800, 2450 и 2800 МГц) осуществлялись при размещении образцов тканей между источником ЭМП и средством метрологического контроля. Измерения проводились на расстоянии 10 см от источника ЭМП по величине среднеквадратичного значения напряженности электрического поля. Источниками ЭМП служили генератор Agilent 8648C, усилитель Mini-Circuits XNL-42W, дипольные антенны SPEAG AG, кабельные сборки H&Z [15].

Полученные значения оценивались на соответствие требованиям СанПиН 2.2.4.1191-03; ТР ТС 019.2011 Технический регламент Таможенного Союза «О безопасности средств индивидуальной защиты» Для определения значений проводимости ткани использовался мультиметр FPPF109N производства фирмы «APPA TECHNOLOGY CORP», включенный в государственный реестр средств измерений.

В целом результаты испытаний по оценке средних значений коэффициента экранирования образцов материала при изготовлении индивидуальных экранирующих комплектов для защиты человека от воздействия электромагнитных излучений свидетельствует о достаточно высокой эффективности образцов материала в диапазоне частот 170-2800 МГц.

Представленные образцы могут быть использованы как материал в изделиях средств индивидуальной защиты, предназначенных для применения в качестве средства обеспече-

ния защиты человека от неблагоприятного влияния ЭМП радиочастотного диапазона 170 – 2800 МГц.

Сравнительная оценка влияния санитарной обработки на экранирующие свойства образцов материала при действии ЭМП в диапазоне часто 170-2800 МГц показывает, что на частоте 170 МГц после первичной и повторной санитарной обработки коэффициент экранирования образцов тканей снижается незначительно, сохраняя высокие армирующие свойства. На частотах 170 – 900 МГц максимальное значение коэффициентов экранирования по сравнению с первым образцом составило 1,69 после второй санитарной обработки, а на частотах 1800 – 2450 МГц заметно большее снижение коэффициента экранирования после второй санитарной обработки, составляя 3,00 и 3,72 соответственно.

Результаты сравнительной оценки влияния на эффективность экранирования материала первичной и повторной санитарной обработки показывают, что, несмотря на некоторое снижение коэффициентов экранирования после первичной и повторной обработки, их значения меняются неравномерно по частотным диапазонам. В наименьшей степени они изменяются на частотах до 900 МГц, несколько больше на частотах больше или равной 1800 МГц. Тем не менее, значения снижения коэффициентов экранирования не превышает 10% от исходных величин.

Для определения значений проводимости ткани использовался мультиметр APPA109N фирмы «APPA TECHNOLOGY CORP», включенный в государственный реестр средств измерений. Электрическое сопротивление ткани неустойчиво, и изменяется в зависимости от механического воздействия. Таким образом, электрическое сопротивление ткани сильно зависит от износа в результате гигиенической обработки (стирка, химическая чистка), а также от естественного механического износа в процессе носки защитного комплекта.

Применение исследованных образцов исследуемых тканей, предназначенных для применения в производстве экранирующих комплектов для защиты человека от воздействия электромагнитных полей, приводит к значительному снижению уровней ЭМП радиочастотного диапазона (170 – 2800 МГц) в связи с высокими коэффициентами экранирования. Первичная и повторная санитарная обработка материала приводит к незначительным изменениям коэффициента экранирования, не превышающим 10% от исходных значений.

Данные испытаний экранирующих свойств исследуемой металлизированной ткани показывают, что они полностью соответствуют СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях [14].

Исследуемая металлизированная ткань, предназначенная в производстве экранирующих комплектов для защиты человека от воздействия электромагнитных полей может быть использована в качестве средства обеспечения защиты человека от неблагоприятного влияния ЭМП радиочастотного диапазона. Параметры материала по электрическому сопротивлению свидетельствуют о недопустимости ее использования в экранирующих комплектах, применяемых для защиты персонала от воздействия электрических полей промышленной частоты 50 Гц, так как не обеспечивает защиту человека от токов смещения, импульсных токов, а также токов, вызванных наведенным напряжением; металлизированная ткань «ScreenTex 240» не может быть использована под рабочим напряжением промышленных частот, так как не соответствует требованиям ГОСТ 12.4.172087 ССБТ п.2.11.

Ткань «Экранер 240», арт. 96401, имеет более высокие показатели, коэффициент экранирования повышается более чем в 2 раза, что свидетельствует об эффективности ее выпуска и использования в различных областях.

Список литературы

1. Сильченко Е.В., Николаев С.Д. Маркетинговые исследования рынка тканей, предназначенных для защиты от электромагнитного излучения. В сборнике: Сборник научных трудов аспирантов. Москва, 2014. С. 3-10.

2. Сильченко Е.В., Николаев С.Д. Основные области применения металлизированных тканей. // Сборник материалов международной научно-технической конференции «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2015)», МГУДТ, 2015. С. 37-41.
3. Кашеев О.В., Сильченко Е.В., Мастраков Р.В. Проектирование хлопчатобумажных тканей по заданному порядку фазы строения. // Материалы докладов международной научно-технической конференции «Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности», Витебский государственный технологический университет. 2014. С. 41.
4. Сильченко Е.В., Николаев С.Д. Разработка и исследование свойств ткани для защиты человека от воздействия электромагнитных полей, с.166-168. Материалы Всероссийской научно-технической конференции «Инновационные технологии в науке и образовании. . Камышин, 29-30 октября 2015 года, 2016. С.166-169.
5. Сильченко Е.В., Николаев С.Д. Металлизированные ткани для защитных костюмов. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности, 2016, №1, С.79-84.
6. Сильченко Е.В., Николаев С.Д. Новая ткань для защиты человека от воздействия электромагнитных полей. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2015. № 6 (360). С. 59-64.
7. Николаев С.Д., Мартынова А.А., Юхин С.С., Власова Н.А. Методы и средства исследования технологического процесса ткачества. Монография - М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина. 2003. 336 с.
8. Николаев С.Д., Сильченко Е.В. Токсикологические испытания ткани для пошива специальной и профессиональной одежды. // Дизайн и технологии. 2015. № 47 (89). С. 55-58.
9. Николаев С.Д., Сильченко Е.В. Защита человека от электромагнитного излучения при помощи тканей. // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 15. С. 161-166.
10. Николаева Н.А., Палагина И.В., Емельянова И.В., Власова Т.Ю., Сильченко Е.В. Анализ арамидных нитей и пряжи. // Материалы докладов международной научно-технической конференции «Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности», Витебский государственный технологический университет. 2013. С. 67-69.
11. ГОСТ Р ИСО 10993-2009 «Оценка биологического действия медицинских изделий»: «Ч.1. Оценка и исследования»; «Ч.2. Требования к обращению с животными»: «Ч.10. Исследование раздражающего и сенсибилизирующего действия»; «Ч.12. «Приготовление проб и контрольные образцы»; «Ч.18. Исследование химических свойств материалов».
12. ГОСТ Р 52770-2007 «Изделия медицинские. Требования безопасности. Методы санитарно-химических и токсикологических испытаний».
13. ГОСТ Р 51148-98 «Изделия медицинские. Требования к образцам и документации, представляемым на токсикологические, санитарно-химические испытания, испытания на стерильность и пирогенность».
14. Сборник руководящие методических материалов по токсиколого-гигиеническим исследованиям полимерных материалов и изделий на их основе медицинского назначения. МЗ СССР, 1987.
15. СанПиН 2.2.4.1191-03; ТР ТС 019.2011 Технический регламент Таможенного Союза «О безопасности средств индивидуальной защиты».
16. ГОСТ 12.4.172087 ССБТ «Комплект экранирующий для защиты от электрических полей промышленной частоты».

УДК. 678; 675.92.03.

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АНТИПИРЕННЫХ ДОБАВОК
НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
МЯГКИХ ИСКУССТВЕННЫХ КОЖ
EVALUATION OF THE EFFECT OF ADDITIVES ON ANTIPIRENY
PHYSICAL-MECHANICAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES
POLYMERIC FILM MATERIALS IN THE PRODUCTION
SOFT ARTIFICIAL LEATHER**

**Александр Иванович Копылов, Наталья Владимировна Черноусова,
Алексей Игоревич Старков
Alexander Ivanovich Kopylov, Natalia Vladimirovna Chernousova,
Aleksey Igorevich Starkov**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.
Искусство)», Россия, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: kopylov-aliv@yandex.ru, starkov_a@inbox.ru)*

Аннотация: Проведен системный анализ влияния антипиренных добавок на деформационно-прочностные и технологические свойства полимерных пленочных материалов на основе эмульсионного поливинилхлорида Российского производства марки 372NF.

Abstract: System analysis of the effect of flame retardant additives on the deformation-strength and technological properties of polymer film materials on the basis of emulsion polyvinylchloride of the Russian production of mark 372NF is carried out.

Ключевые слова: ПВХ, эмульсионный ПВХ, полимерные пленочные материалы, искусственная кожа, горючесть, коэффициент трения, физико-механические свойства.

Keywords: PVC, emulsion PVC, polymer film materials, artificial leather, flammability, coefficient of friction, physical and mechanical properties, hygroscopicity.

Промышленность искусственных кож и пленочных материалов является отраслью, вся продукция которой относится к композиционным полимерным материалам.

Несмотря на все видимые неоспоримые преимущества полимерных материалов, следует отметить, что все они обладают существенным недостатком - высокой горючестью - и представляют серьезный источник пожароопасности. Повсеместное использование материалов из полимеров в строительстве, производстве, транспортных средствах и быту приводит к тому, что при пожарах выделяется большое количество токсичных веществ, которые могут приводить к гибели людей.

Горючесть полимеров обусловлена высоким содержанием углерода и водорода из которого состоят макромолекулы полимеров. Полимерные материалы невозможно сделать полностью негорючими, но можно уменьшить их способность к возгоранию и поддержанию горения. Для этого применяются добавки, затрудняющие воспламенение и снижающие скорость распространения пламени, называемые антипиренами [1].

Поливинилхлорид является одним из основных полимеров общетехнического назначения, широко используемым для производства широкого спектра изделий, в том числе и искусственной кожи. Одним из основных недостатков материалов из поливинилхлорида является их низкая устойчивость к термической деструкции, причем поливинилхлорид является негорючим полимером. Горючесть материалов на основе поливинилхлорида обусловлена

веществами, входящими в состав композиций, без которых невозможна переработка данного полимера. Широкое применение ПВХ для технических целей и в быту требует повышения его термической устойчивости и снижения пожароопасности.

Модифицирование поливинилхлоридных плёнок подразумевает направленное изменение их свойств путём регулирования надмолекулярной структуры или изменения химического состава молекулы. Надмолекулярной структурой называется способ упаковки макромолекул в пространственно-выделяемых элементах, имеющих определенный размер и форму, и их взаимное расположение [2].

Основное требование, предъявляемое к модификаторам - это эффективное выполнение своей функции и экономическая выгодность. Однако улучшение одного свойства приводит к ухудшению других, поэтому выбор добавки определяется всем комплексом воздействия на изделие. Также вводимые модификаторы должны обладать устойчивостью к миграции и нетоксичностью.

В качестве антипиренов для ПВХ изделий часто используют синергические добавки и прежде всего триоксид сурьмы и борат цинка. Эффект синергизма этой системы связан с образованием летучих галогенидов сурьмы-источников атомов галогена и металла в газовую фазу. При этом ингибирование захватывает как предпламенную, так и реакционную зону. В свою очередь, действие бората цинка, как основного дымоподавителя, заключается в образовании стекловидной массы на поверхности, а в присутствии оксидов сурьмы и галогенсодержащих антипиренов, он способствует образованию групп $Sb - O - Br$, а также подавляет дымообразование, ускоряя образование полиароматических структур, которые в свою очередь образуют коксовый слой [3].

Следует также учесть, что введение добавок почти всегда приводит к ухудшению эксплуатационных и технологических свойств, прежде всего физико-механических и диэлектрических и повышению стоимости материала. Как правило, для достижения видимого эффекта требуется введение значительных количеств добавок. Высокая концентрация добавок затрудняет возможность их использования в тонких полимерных слоях, а именно при получении покрытий искусственных кож, в том числе поливинилхлоридных. Поэтому снижение пожарной опасности полимерных материалов является комплексной задачей по оптимизации ряда характеристик получаемого материала.

Одним из основных недостатков материалов из поливинилхлорида является их низкая устойчивость к термической деструкции, причем сам поливинилхлорид является негорючим полимером. Горючесть материалов на основе поливинилхлорида обусловлена веществами, входящими в состав композиций, без которых невозможна переработка данного полимера. Широкое применение ПВХ для технических целей и в быту требует повышения его термической устойчивости и снижения пожароопасности.

Таким образом, целью данной работы являлась модификация пластифицированных поливинилхлоридных образцов пленочных материалов на основе ПВХ марки 372NF трехоксидом сурьмы и боратом цинка в разном соотношении и оценка влияния антипиренных добавок на физико-механические и технологические свойства полимерных пленочных материалов.

При оценке технологических и эксплуатационных свойств образцов в качестве основного показателя определяли коэффициент трения, который является одним из важных показателей и характеризует как технологические свойства, так и эксплуатационные свойства материалов. От коэффициента трения, который в свою очередь подразделяется на статический $f_{ст}$ и динамический $f_{дин}$, зависят адгезионные свойства поверхности, износостойкость, а также истираемость готового материала [4].

Коэффициенты трения определяли на универсальном испытательном комплексе, созданном на кафедре ХТПМ и Н РГУ им. А.Н. Косыгина (бывш. МГУДТ), работа на котором была описана ранее в работе [5].

Расчет коэффициента трения полимерных пленочных материалов на основе различных пластифицирующих агентов проводился как для лицевой поверхности, стороны транспортера подложки, так и для изнаночной поверхности, т.е. со стороны наносного устройства. Расчетные значения представлены на рис. 1 и 2.

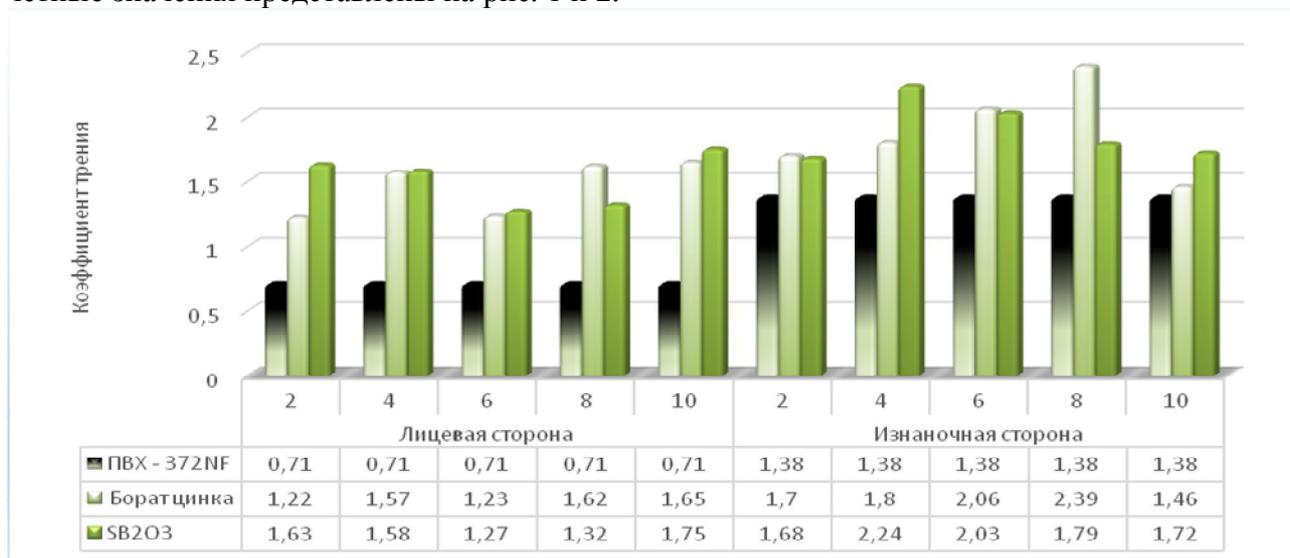


Рис. 1. Сопоставительный график значений статического коэффициента трения полимерных пленочных материалов, модифицированных трехоксидом сурьмы и боратом цинка

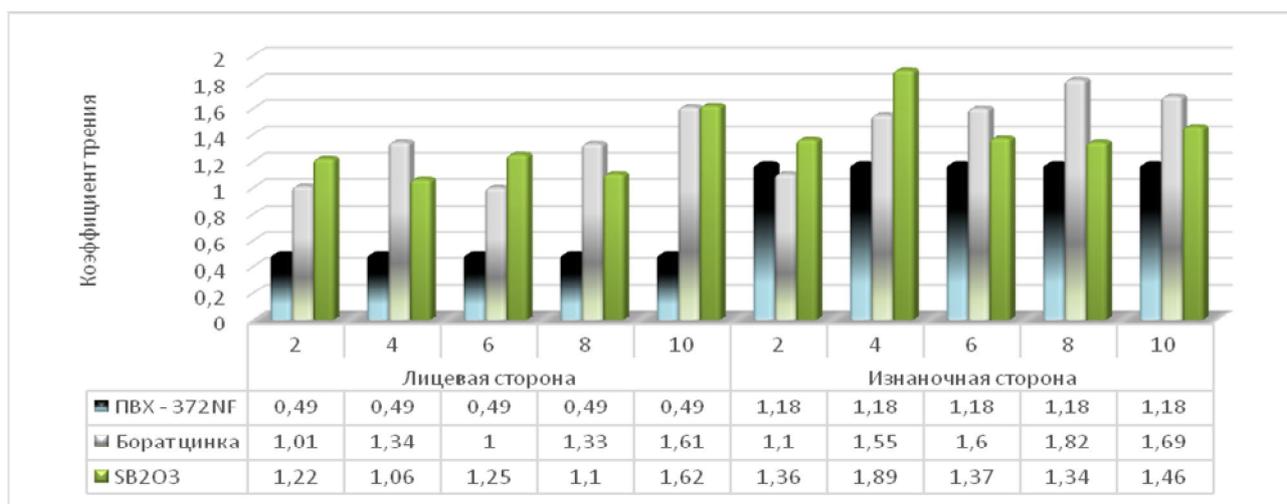


Рис. 2. Сопоставительный график значений динамического коэффициента трения полимерных пленочных материалов, модифицированных трехоксидом сурьмы и боратом цинка

Как видно из рис. 1 и 2, модифицирование полимерной композиции на основе ПВХ марки 372NF антипиренными добавками, такими как трехоксид сурьмы и борат цинка, существенным образом повышают коэффициент трения для каждой из сторон полимерного пленочного материала. Следует также отметить, что адгезионные свойства пленочных материалов с лицевой и изнаночной сторон имеют существенные отличия в показателях. Это можно объяснить поверхностным эффектом, связанным с плотностью упаковки макромолекул и объемными процессами деформирования микровыступов на поверхности материала при движении по его поверхности [6,7].

Из графика 1 видно, что наибольшим статическим коэффициентом трения из анализируемых материалов как со стороны транспортера подложки (лицевой стороны), так и с обо-

ротной стороны, является пленочный материал, модифицированный боратом цинка с содержанием 8 массовых частей на 100 массовых частей полимера. Так, величина статического коэффициента для образца с содержанием бората цинка в размере 8 массовых частей составляет 1,62 по лицевой стороне и 2,39 по изнаночной соответственно.

Вместе с тем, согласно рис.2, наибольшим динамическим коэффициентом трения из анализируемых материалов со стороны транспортера подложки (лицевой стороны), являются пленочные материалы, модифицированные добавлением трехоксида сурьмы и бората цинка с содержанием 10 массовых частей на 100 массовых частей полимера и величина данных коэффициентов составляет 1,61 для бората цинка и 1,62 для трехоксида сурьмы соответственно.

Необходимо отметить, что не модифицированный полимерный пленочный образец всегда обладает меньшим статическим и динамическим коэффициентом трения.

Важной характеристикой полимерных пленочных материалов является их деформационно-прочностные свойства, от которых зависят способность сопротивляться нагрузкам, выдерживать большие деформации, способность выдерживать нагрузки при переработке в готовое изделие, сохранять форму изделия при эксплуатации и пр.

Деформационно-прочностные характеристики полимерных пленочных систем были исследованы на разрывной машине марки Н1К серии S. На рис. 3 представлена зависимость предела прочности при разрыве σ (МПа) и относительного удлинения ε (%) монолитных плёнок на основе ПВХ российского производства марки 372NF пластифицированного ДОФ и модифицированного трехокисью сурьмы и боратом цинка в разных массовых частях.

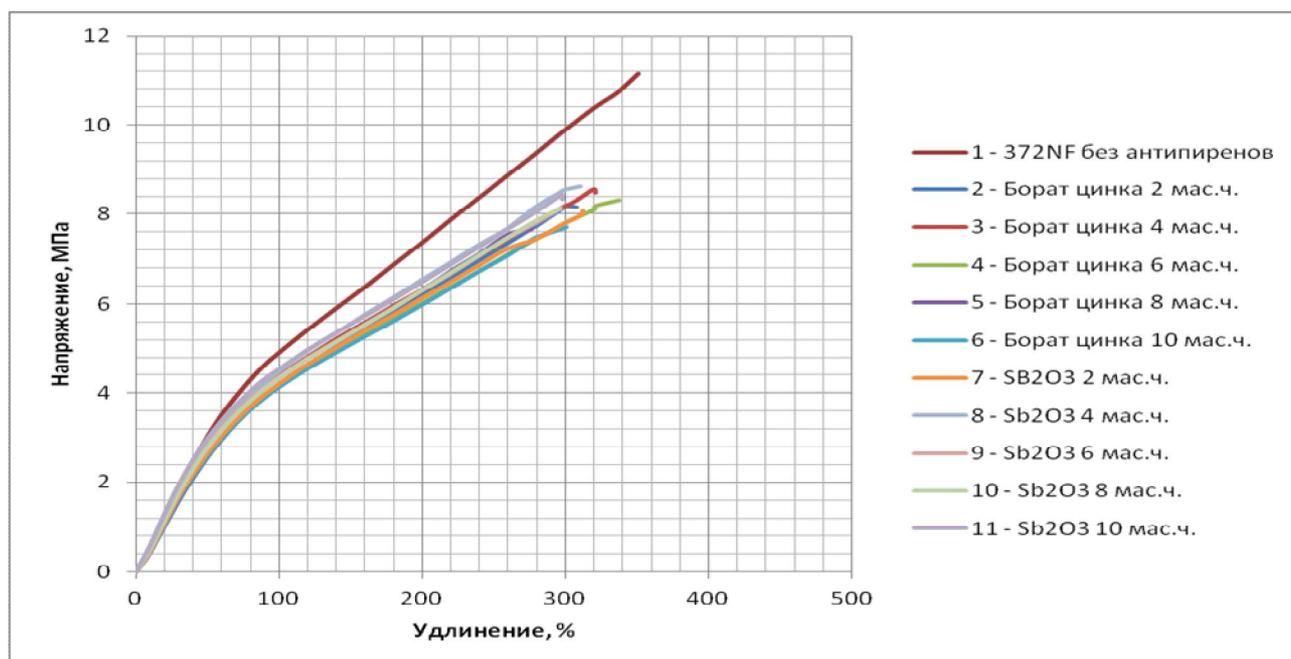


Рис. 3. Показатели деформационно-прочностных свойств полимерных пленочных материалов, пластифицированных пластификатором ДОФ и модифицированных трехоксидом сурьмы и боратом цинка с разным содержанием.

Как видно из рис. 3, при введении в полимерную композицию добавок, существенным образом происходит снижение деформационно-прочностных свойств, это обусловлено в первую очередь изменением жесткости и гибкости макромолекул, вызванных введением активных добавок в полимерную композицию.

Вместе с тем необходимо отметить, что деформационно-прочностные показатели полимерных пленочных образцов после модификации полимерной композиции, существенным образом не отличаются.

В табл. 1 приведены средние значения пяти параллельных опытов определения разрушающего удлинения, разрушающего напряжения, а также модуля упругости материала при 10% и 100% удлинении соответственно.

Таблица 1. Деформационно-прочностные характеристики полимерных пленочных материалов, пластифицированных ДОФ и модифицированных трехоксидом сурьмы и боратом цинка с разным содержанием

Наименование модификатора образца пленочного материала	Разрушающее напряжение, МПа	Разрушающее удлинение, %	Модуль упругости 10%, МПа	Модуль упругости 100%, МПа
372NF без антипиренов	11,2	351	4,45	4,91
Борат цинка 2 мас.ч.	8,2	307	4,53	4,18
Борат цинка 4 мас.ч.	8,5	321	5,36	4,38
Борат цинка 6 мас.ч.	8,3	337	5,32	4,17
Борат цинка 8 мас.ч.	7,7	276	5,40	4,34
Борат цинка 10 мас.ч.	7,7	300	4,88	4,13
Трехоксид сурьмы 2 мас.ч.	8,1	312	4,66	4,20
Трехоксид сурьмы 4 мас.ч.	8,62	310	5,07	4,48
Трехоксид сурьмы 6 мас.ч.	8,1	297	5,22	4,35
Трехоксид сурьмы 8 мас.ч.	8,1	296	5,12	4,33
Трехоксид сурьмы 10 мас.ч.	8,3	297	5,94	4,54

Из табл. 1 и рис. 3 видно, что наибольшим удлинением обладает образец пленочного материала, не модифицированный добавками, которое составляет 351%, и в тоже время, данный материал обладает самым высоким значением разрушающего напряжения 11,2 МПа, но при этом низким по отношению ко сем испытываемым образцам модулем упругости при 10% и 100% удлинении равном 4,45 МПа и 4,91 МПа соответственно.

Вместе с тем наименьшее значение удлинения имеет образец, модифицированный добавлением бората цинка с содержанием 8 массовых частей на 100 массовых частей полимера, которое составило 276%, а также самым низким значением разрушающего напряжения, которое составило 7,7 МПа. Наряду с низкими значениями разрушающего удлинения и напряжения, данный материал обладает хорошими значениями модулей упругости при 10% и 100% удлинении, которое составляет 5,40 МПа и 4,34 МПа соответственно.

Необходимо отметить также, наилучшим значениями деформационно-прочностных характеристик из модифицированных образцов боратом цинка, обладает образец с содержанием антипирена в 4 массовые части на 100 массовых частей полимера. Так, разрушающее напряжение данного образца составил 8,48 Мпа, а разрушающее удлинение при этом составляет 321%. При этом, значения модулей упругости при 10% и 100% удлинении, составляют 5,36 МПа и 4,38 МПа соответственно. Таким образом, в результате проведенных исследований оценки влияния антипиренных добавок, таких как трехоксид сурьмы и борат цинка, определены значения коэффициентов динамического и статического трения для изученных образцов, а также значения показателей деформационно-прочностных свойств модифицированных материалов. Показано, что данные добавки оказывают существенное влияние на физико-механические и технологические свойства полимерных пленочных материалов на основе пластифицированного ПВХ марки 372NF.

Список литературы

1. Андрианова Г. П., Шестакова И. С., Куциди Д. А. и др. Химия и физика высокомолекулярных соединений в производстве искусственной кожи, кожи и меха: Учеб. для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп./ – М.: Легпромбытиздат. 1987. 464 с.

2. Андрианова Г.П., Полякова К.А., Матвеев Ю.С. Технология переработки пластических масс и эластомеров в производстве полимерных пленочных материалов и искусственной кожи. Ч.1. – М.: КолосС, 2008. с. 269.
3. Ибрагимов Р.В., Коняева Ю.А., Черноусова Н.В. Влияние различных антипиренов на характеристики пожаробезопасности поливинилхлоридных композиций. [тезисы] // В сборнике: Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2016) сборник материалов Всероссийской научной студенческой конференции. 2016. С. 110-112.
4. Копылов А.И., Андрианова Г.П., Андрианов А.В. О критерии анизотропии деформационных искусственных кож [текст] // Кожевенно-обувная промышленность - 1984. № 1. - С. 41.
5. Старков А.И., Копылов А.И. Трибологические показатели в стандартах легкой промышленности [текст] // Стандарты и качество. – 2016. № 5 (947). С. 43.
6. Копылов А. И., Черноусова Н. В., Старков А. И., Матвеев К. А. Оценка влияния пластифицирующих добавок на физико-механические и технологические свойства полимерных пленочных материалов на основе ПВХ 372NF при производстве мягких искусственных кож [текст] // Дизайн и технологии. – 2017. №57(99). С. 48.
7. Старков А.И., Копылов А.И., Матвеев К. А. Оценка физико-механических свойств поливинилхлоридных смол при производстве мягких искусственных кож в условиях импортозамещения [текст] // Дизайн и технологии. – 2016. №55(97). С. 52.

Научное издание

Международный научно-технический Форум
ПЕРВЫЕ МЕЖДУНАРОДНЫЕ КОСЫГИНСКИЕ ЧТЕНИЯ
(МНТФ КОСЫГИН- 2017)

Тематика чтений

«СОВРЕМЕННЫЕ ЗАДАЧИ ИНЖЕНЕРНЫХ НАУК»

VI-ый Международный научно-технический Симпозиум
«СОВРЕМЕННЫЕ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ СЭТТ – 2017»

Сборник научных трудов
(Том 4)

11 - 12 октября 2017 года

Технический редактор
ИП Полежаев П.В.

Компьютерная верстка
ИП Полежаев П.В.

Материалы публикуются в авторской редакции

Подписано в печать 25.09.17 Формат бумаги 60x84/8
Бумага множ. Усл.печ.л. 43,75 Заказ № 1170-Н Тираж 100

Редакционно-издательский отдел РГУ им. А.Н. Косыгина
115035, Москва, ул. Садовническая, 33, стр.1
e-mail: riomgudt@mail.ru

Отпечатано в РИО РГУ им. А.Н. Косыгина