МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ

международной научно-технической конференции

ИННОВАЦИИ В ТЕКСТИЛЕ, ОДЕЖДЕ, ОБУВИ

посвященной 60-летию УО «ВГТУ»

INTERNATIONAL CONFERENCE ON TEXTILE AND APPAREL INNOVATION

ICTAI-2025

18–19 ноября

Витебск, 2025

Витебский государственный
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ
международной научно-технической конференции

ИННОВАЦИИ В ТЕКСТИЛЕ, ОДЕЖДЕ, ОБУВИ

посвящённой 60-летию УО «ВГТУ»

INTERNATIONAL CONFERENCE ON TEXTILE AND APPAREL INNOVATION ICTAI–2025

18–19 ноября 2025

Витебск
2025

УДК 67/68
ББК 37.2

Издание содержит результаты международной научно-технической конференции «Инновации в текстиле, одежде, обуви (ICTAI-2025)» (18–19 ноября 2025 г.). В нем представлены материалы докладов ученых Республики Беларусь, Российской Федерации, Республики Узбекистан, Республики Казахстан, Азербайджанской Республики и Итальянской Республики в области технологии и производства нитей, тканей, трикотажа и нетканых материалов, дизайна и моды, производства одежды и обуви, оборудования легкой и текстильной промышленности, химических технологий и экологических проблем в производстве, экономики и управления в организациях.

Материалы докладов предназначены для преподавателей, студентов и научных исследователей, хозяйственных руководителей и специалистов органов государственного управления.

Редакционная коллегия:
Кузнецов А.А., *доктор технических наук, профессор;*
Рыклин Д.Б., *доктор технических наук, профессор;*
Буркин А.Н., *доктор технических наук, профессор;*
Ясинская Н.Н., *доктор технических наук, доцент;*
Абрамович Н.А., *кандидат технических наук, доцент;*
Довыденкова В.П., *кандидат технических наук;*
Грузневич Е.С., кандидат экономических наук.

Тексты набраны с авторских оригиналов.

Редакционная коллегия приносит извинения за возможные неточности, возникшие в процессе компьютерной верстки издания.

УДК 67/68
ББК 37.2
© УО «Витебский государственный
технологический университет», 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1
ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Анализ проблем производства и переработки технической конопли 11
Гришечкин А. А.[1], председатель,
Сокова Г. Г.[2], д.т.н., доц., проф., Федосова Н. М.[3], к.т.н., доц., ст. преп.
[1]СППСК «ЛЬНОВОД», г. Тогучин, Новосибирская обл., Российская Федерация
[2]Костромской государственный университет, г. Кострома, Российская Федерация
[3]Военная академия радиационной, химической и биологической защиты
им. Маршала Советского Союза С. К. Тимошенко, г. Кострома, Российская Федерация

Разработка технологии получения трикотажной пряжи с содержанием тонких нитроновых волокон 15
Галдыцкая Т. М., зав. отд., Илькевич Н. В., зам. зав. отд.,
Семашко Т. Н., гл. спец., маг., Яцко Т. И., инж.-технолог 2 кат., маг.
РУП «Центр научных исследований легкой промышленности», г. Минск, Республика Беларусь

Колосниковая решетка для очистки волокнистых материалов 24
Керимов Усни Гадир , phd, и.о.доц.
Азербайджанский технологический университет, г. Гянджа, Азербайджанская Республика

Влияние крутки полиэфирных нитей на формирование пористой структуры и свойства армирующих тканей для композиционных материалов 27
Силина Т. В.[1], научный сотрудник, Левакова Н. М.[1], генеральный директор, к.т.н.,
Юхин С. С.[2], д.т.н., проф.
[1]ООО «ТЕКС-ЦЕНТР», г. Москва, Российская Федерация
[2]Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), г. Москва, Российская Федерация

Разработка лабораторной установки ультразвуковой сварки нетканых материалов... 32
Кузнецов А. А., д.т.н., проф., Науменко А. М., к.т.н., доц., Буткевич В. Г., к.т.н., доц.,
Юрченко О. Н., асп.
Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Влияние пропитки на гигроскопические свойства нетканых материалов 35
Карнилов М. С., асп., Рыклин Д. Б., д.т.н., проф., зав. каф.
Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Секция 2
ШВЕЙНЫЕ И ОБУВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Исследование пылемкости спецодежды с защитными свойствами..... 42
Метелева О. В., д.т.н., проф., Бондаренко Л. И., к.т.н., доц.
Ивановский государственный политехнический университет,
г. Иваново, Российская Федерация

Разработка авторской коллекции
классических цельнокроеных мужских полуботинок..... 50
Карасева А. И., к.т.н., доц., Костылева В. В., д.т.н., проф., Синёва О. В., к.т.н., доц.
Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
г. Москва, Российская Федерация

Программный комплекс проектирования раскроя кожи для производства обуви..... 55
Тарасов С. Д., асп., Староверов Б. А., д.т.н., проф., Лапшин В. В., д.т.н., доц., зав. кафедрой
Костромской государственный университет, г. Кострома, Российская Федерация

Разработка показателей оценки нейронных сетей, используемых
для генерации дизайна одежды 62
Козин П. Д., студ., Иванова Ю. С., магистрант, Зимина Е. Л., к.т.н., доц.,
Довыденкова В. П., к.т.н., доц.
Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Технологии 3D-моделирования для разработки деталей низа обуви
и оснастки обувного производства..... 68
Киреева Л. А., асп., Синева О. В., к.т.н., доц.
Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
г. Москва, Российская Федерация

Анализ типа телосложения человека для проектирования одежды..... 73
Крюкова А. В., студ., Ульянова Н. В., к.т.н., доц.
Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Технология автоматизированной сборки клапана сумки женской..... 77
Буевич А. Э., к.т.н., доц., Буевич Т. В., к.т.н., доц.
Витебский государственный университет им. П. М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь

Влияние материалов верха обуви на прочность крепления подошв из этиленвинилацетата 85
Гуминский Д. Д., студ., Перфилова Н. В., студ.,
Фурашова С. Л., к.т.н., доц., Милюшкова Ю. В., к.т.н., доц.
Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Оценка водозащитных свойств ниточно-клеевых соединений мембранных материалов при моделировании эксплуатационных нагрузок..... 90
Панкевич Д. К., доц., к.т.н, Овчинникова Т. А., магистрант
Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Влияние декоративно-конструктивных элементов на визуальное восприятие одежды 99
Бондарева Е. В., ст. преп., Окулевич А. О., студ.
Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Цвет, форма, алгоритм: визуальный язык искусственного интеллекта в моде 106
Плотникова Д. А., студ., Иванова Н. Н., ст. преп.
Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Секция 3
ДИЗАЙН ТЕКСТИЛЯ, ОДЕЖДЫ И ОБУВИ

Проектирование функционально-декоративных элементов одежды в трехмерном пространстве 113
Туханова В. Ю., к. т. н, ст. преп.
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
г. Москва, Российская Федерация

Создание сувенирной продукции для г. Витебска..... 118
Курлович П. М., студ., Самутина Н. Н., к.т.н., доц.
Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Источник вдохновения для выражения философии авторской художественной дизайн-концепции..... 125
Соловьёва С. А., студ., Алибекова М. И., д-р иск., доц.
Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
г. Москва, Российская Федерация

Апсайклинг для остатков швейного производства 133
Красильникова А. А., студ. магистратуры, Гаврилова О. Е., к.п.н., доц.
Казанский национальный исследовательский технологический университет,
г. Казань, Российская Федерация

Ретростиль в современной интерпретации: иконы стиля 60-х и их влияние на современную моду 136
Тоневская А. И., студ., Никитина Л. Л., к.п.н., доц.
Казанский национальный исследовательский технологический университет,
г. Казань, Российская Федерация

Современные подходы к дизайну и производству обуви из войлока и сукна 145
Чупахина Е. А., студ., Никитина Л. Л. , к.пед.н., доц., Гаврилова О. Е., к.пед.н., доц.
Казанский национальный исследовательский технологический университет,
г. Казань, Российская Федерация

Проектирование переплетений для создания рельефного рисунка в двухслойной жаккардовой ткани 152
Казарновская Г. В., к.т.н., проф., Пархимович Ю. Н., ст. преп., Шульговский М. С., студ.
Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Секция 4
ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Влияние антимикробной обработки на капиллярное впитывание нетканых полотен медицинского назначения 158
Макарова Н. А., к.т.н., доц.
Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
г. Москва, Российская Федерация

Композиционный материал на основе измельченной прорезиненной ткани 162
Гаврилюк Е. Ю., ст. преп., Азанова А. А., д.т.н., доц.
Казанский национальный исследовательский технологический университет,
г. Казань, Российская Федерация

Проблемы вторичной переработки одноразовых изделий лёгкой промышленности 166

Фархутдинова Д. Р., магистр, Никитина Л. Л., к.п.н., доц.
Казанский национальный исследовательский технологический университет,
г. Казань, Российская Федерация

Анализ параметров обезжиривания меха с применением препарата «Карделин УН» на основе моделей машинного обучения 172
Лутфуллина Г. Г., д.т.н., доц., Люлинская Я. Л., асп.
Казанский национальный исследовательский технологический университет,
г. Казань, Российская Федерация

Анализ морфологии и фракционного состава отходов льнопрядильного производства для армирующего слоя в биокомпозитах..... 179
Иванова В. В., асп., Скобова Н. В., к.т.н., доц., Ясинская Н. Н., д.т.н., доц.
Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Антимикробные свойства серебросодержащих текстильных материалов..... 183
Пехташева Е. Л., д.т.н., проф., Райкова Е. Ю., к.т.н., доц.,
Леонова И. Б., к.т.н., доц., Маричева Е. Р.
Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, г. Москва, Российская Федерация

Получение и свойства водонепроницаемых композиционных слоистых материалов с мембранными свойствами для медицинских простыней 188
Абдусаматова Д. О.[1], к.х.н., доц., Аташикова Н. А.[2], докторант,
Ширинова М. Х.[1], PhD, Нигматова Ф. У.[1], д.т.н., проф.
[1]Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
г. Ташкент, Республика Узбекистан
[2]Некоммерческое акционерное общество «Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова»,
г. Чимкент, Республика Казахстан

Investigation of the Possibilities of Dyeing Fibrous Textile Materials with Natural Biopolymers..... 193
Nabiyeva I. A., Dr., Prof., Azamjonova S. Sh., doctoral student
Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Republic Uzbekistan

Получение эфира целлюлозы и применение его в текстильной промышленности..... 198
Набиева И. А[1], д.т.н., проф., Исхакова Д. Ш.[1], докторант, Суярова Х. Х.[2], зав. лаборатории
[1]Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
г. Ташкент, Республика Узбекистан
[2]«CHEMISTRY INTERNATIONAL» MCHJ QK, г. Навои, Республика Узбекистан

Исследование процесса вакуумной пропитки текстильных полотен огнезащитным составом 203
Гаврилов А. В., к.т.н., доц., Гаврилов Д. А., студ.
Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация

Огнезащитная обработка кожаных материалов азот- и борсодержащей композицией..... 209
Хакимова М. Ш.[1], PhD., Рафиков А. С.[1], д.х.н., проф., доц., Исламова Д. А.[1], асс.,
Кадыров Ш. У.[2], асс., Мирзаев Н. Б.[1], д.т.н., проф.
[1]Ташкентский институт текстильной и лёгкой промышленности,
г. Ташкент, Республика Узбекистан
[2]Джизакский политехнический институт, г. Джизак, Республика Узбекистан

Секция 5
КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ЛЁГКОЙ И ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Исследование свойств стелечных картонов при формовании сжатием 216
Гуминский Д. Д., студ., Мелещенко Ю. С., студ.,
Борисова Т. М., к.т.н., доц. Милюшкова Ю. В., к.т.н., доц.
Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Анализ языковых генераций искусственного интеллекта для оценки изделий лёгкой промышленности..... 221
Орлов А. В., асп., Шустов Ю. С., д.т.н., проф., зав. кафедрой
Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)
г. Москва, Российская Федерация

Сравнительный анализ методов измерения скорости пули для баллистических исследований тканей для бронежилетов 230
Адамян А. В., асп., Гречухин А. П., д.т.н., проф., Сокова Г. Г., д.т.н., проф., Куликов А. В., к.т.н., доц.
Костромской государственный университет, г. Кострома, Российская Федерация

Особенности определения показателя «микронейр» при оценке линейной плотности короткоштапельных волокон с наличием внутренней полости..... 235
Пашин Е. Л., д.т.н., проф.
Костромская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Кострома, Российская Федерация

Разработка алгоритма обнаружения линии раппорта рисунка как метода контроля перекоса уточной нити в текстильных материалах со сложным переплетением или рисунком..... 239
Мирошниченко Д. А., к.т.н., ст.н.с, Барабанщикова И. С., к.т.н., доц., Карева Т. Ю., д.т.н., проф.
Ивановский государственный политехнический университет,
г. Иваново, Российская Федерация

Разработка и исследование испытательной установки для оценки износостойкости металлизированных ортогональных 3D-тканей 247
Константинов К. А, маг., Саликова Е. В., к.т.н., доц.
Костромской государственный университет, г. Кострома, Российская Федерация

Анализ структуры дефектов низа обуви и изучение причин их возникновения 252
Радюк А. Н.[1], к.т.н., доц., Пржевальская М. Е.[2], менеджер, Буркин А. Н.[1], д.т.н., проф.
[1]Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь
[2]ЧПУП «Обувное ремесло», г. Витебск, Республика Беларусь

Анализ образцов для испытаний физико-механических свойств подошв из полиуретанов..... 256
Радюк А. Н.[1], к.т.н., доцент, доцент, Буркин А. Н.[1], д.т.н., проф.
Лукатенок П. Л.[1], асп., Дозорцев С. П.[2], зам. директора по производству
[1]Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь
[2]ООО «Стилфлекс», г. Витебск, Республика Беларусь

Современные направления создания охлаждающего текстиля..... 262
Азанова А. А., д.т.н., доц., зав. каф., Хуснутдинова Г. Н., ст. преп.
Казанский национальный исследовательский технологический университет,
г. Казань, Российская Федерация

Секция 6
МЕНЕДЖМЕНТ В ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. ИННОВАЦИИ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО

Развитие нефинансовой отчётности в Республике Беларусь: формирование системы ключевых показателей эффективности для предприятий текстильной, швейной и обувной промышленности 268
Грузневич Е. С., к.э.н., зав. каф.
Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Управление знаниями в организациях лёгкой промышленности Республики Беларусь: текущее состояние и направления развития..... 274
Иванова А. А., маг.э.н., Ванкевич Е. В., д.э.н., проф.
Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Конкурентоспособность рабочей силы текстильной отрасли в странах ЕАЭС..... 281
Алексеева Е. А., к.э.н., доц., Шеремет О. О., маг.
Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Оценка конкурентоспособности трикотажа по качественным показателям 288
Валиева З. Ф.[1], PhD, доц, Махкамова Ш. Ф.[1], PhD, доц., Валиева К. Д.[2], магистр
[1]Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, г. Ташкент, Республика Узбекистан
[2]Миланский университет, г. Милан, Итальянская Республика

Информационная безопасность в сфере электронной коммерции предприятий легкой промышленности..... 294
Кожакина Е. О., студ., Любашова К. А., студ., Мандрик О. Г., м.э.н., ст. преп.
Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Развитие текстильной отрасли в новых условиях: ключевые драйверы и требуемые компетенции 301
Стаселько В. М., м. н., асп., Зайцева О. В., к. э. н., доц.
Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Секция 1
ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

УДК 677.12

Анализ проблем производства и переработки технической конопли

Гришечкин А. А.[1], председатель,
Сокова Г. Г.[2], д.т.н., доц., проф.,
Федосова Н. М.[3], к.т.н., доц., ст. преп.

[1]СППСК «ЛЬНОВОД», г. Тогучин, Российская Федерация,
[2]Костромской государственный университет, г. Кострома, Российская Федерация,
[3]Военная академия радиационной, химической и биологической защиты им. Маршала Советского Союза С. К. Тимошенко, г. Кострома, Российская Федерация

Реферат. Рост популярности технической конопли в настоящее время обусловлен рядом ее уникальных свойств, экологичностью ее производства и переработки, широкой номенклатурой продукции, получаемой при переработке ее стеблевой массы и семян. Вместе с тем остается нерешенным ряд проблем, возникающих на различных этапах агропроизводства и первичной обработки этой культуры. Повышению эффективности технологий переработки будет способствовать глубокая дифференциация процесса, предусматривающая учет всех особенностей жизненного цикла технической конопли, начиная от земельного участка выращивания, погодных условий в процессе вегетации и заканчивая направлением переработки получаемого волокнистого продукта и запросами потребителя.

Ключевые слова: экологичность, импортозамещение, конопля, семена, стебель, агропроизводство, переработка, пенька, дифференциация, эффективность.

Актуализация таких понятий как «углеродный след», «зеленая технология», «экологическая конкурентоспособность» [1] вызывает необходимость совершенствования подходов к проектированию и производству промышленной продукции и товаров народного потребления, требований к качеству сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, организации технологических процессов. При этом все больший интерес вызывает натуральное растительное сырье, в том числе техническая конопля. Это вызвано, в первую очередь, универсальностью культуры с точки зрения технических применений, а также повышенной урожайностью ее (общее количество продукции растениеводства, получаемой с единицы посевной площади) в сравнении с другими, возделываемыми на территории Российской Федерации. В целом возделывание и глубокая переработка всего урожая технической конопли может способствовать лесосбережению за счет сокращения вырубки лесов, сокращению объемов пластиковых отходов и вредных выбросов при их производстве и утилиза-

ции за счет частичной или полной замены ряда полимерных материалов, используемых в промышленности и быту, повседневной жизнедеятельности человека, животных [2, 3].

Другой существенной причиной, определяющей повышенное внимание к этой культуре, является необходимость оперативного решения проблемы импортозамещения хлопка-сырца, используемого в отечественной промышленности для производства широкого ассортимента продукции – от товаров первой необходимости, одежды и белья до оборонной промышленности и медицины [4].

Следует отметить, что в последние десятилетия приоритеты при производстве и переработке технической конопли существенно изменились. Так, во второй половине XX века ее возделывали преимущественно для получения стеблевой массы с последующей переработкой на длинное и короткое волокно, из которых вырабатывали грубые тарные ткани (паковочные, мешковины, брезенты, парусину) и различные крученые изделия (канаты, веревки, шпагаты, рыболовные сети). При этом семенные посевы служили лишь для восполнения семенного фонда.

В настоящее время акцент сместился на пищевое и парфюмерно-косметическое направление использования конопли [5, 6]. В данном случае речь идет о получении и переработке семенной части ее урожая. Важным моментом является отход от традиционной технологии переработки стеблей и ориентация на получение однотипной волокнистой массы, используемой для получения преимущественно нетканых материалов, широко применяемых во всех отраслях промышленности: швейной, обувной, мебельной, автомобильной, строительной и др. [7–11]. При этом возникает ряд проблем на различных этапах получения и переработки технической конопли. Так, в системе сельского хозяйства особую актуальность приобретают вопросы совершенствования агротехники, технологий уборки семенной и стеблевой части урожая, приготовления тресты.

В настоящее время широко внедрены сорта однодомной конопли. Их особенности как текстильного сырья мало изучены. Известно, что условия произрастания и отдельные агротехнические приемы оказывают существенное влияние на морфологические характеристики стеблей, их технологические свойства, распределение и качество волокна в них. Коноплю можно убирать в разные сроки в зависимости от основной производственной цели возделывания этой культуры. Физиологическая спелость волокна и семян наступает в разное время, а сами семена созревают неодновременно вследствие разных сроков образования семенных коробочек на стеблях. При уборке в стадии биологической спелости, когда большая часть семян полностью вызрела, получают грубое, одревесневшее волокно, при уборке в более ранние сроки – гибкое, достаточно прочное, эластичное волокно [12]. Следует отметить, что количественное и качественное распределение волокон по длине конопляных стеблей, как и льняных, неравномерно – в комлевой части и в соцветии их содержится гораздо меньше в сравнении со средней частью, при этом волокна комля и соцветия существенно отличаются по размерам, прочности, степени одревеснения и ряду других свойств. Наличие многочисленных тонких ответвлений в соцветии ведет к образованию гнезд костры в процессе механической обработки стеблевой мас-

сы, отходов трепания и других волокнистых полуфабрикатов. Гнезда костры (наличие в волокне насыпной костры, обволоченной волоконном) существенно снижают качество как самого волокнистого продукта, так и эффективность последующей его механической переработки, облагораживания.

Конопля относится к грубоволокнистым лубяным культурам, для которых характерно заметное, а иногда значительное одревеснение волокон в стеблях. При этом волокнистые пучки, залегающие в них, особенно в нижней их части, плотно прилегают друг к другу, не изолированы прослойками паренхимы. Это ведет к появлению так называемой лентистости волокна [12]. Для ослабления этого явления ранее широко применяли биологические способы обработки стеблей после уборки, чаще всего водную мочку. Получение моченцовой тресты конопли обеспечивало производство «ниточной» пеньки, используемой для производства пряжи и тканей, преимущественно в виде трепаной пеньки (длинное волокно конопли). Однако эта операция технологического процесса первичной обработки всегда отличалась высокой энерго-, трудо-, материалоемкостью и существенно повышало себестоимость получаемой готовой продукции. Поэтому от нее в последние десятилетия отказались, что оказало сильное негативное влияние на качество получаемой волокнистой продукции.

С внедрением технологии получения однотипного волокна проблема получения качественной конопляной тресты своей актуальности не потеряла. При ее решении, помимо экономических аспектов, необходимо принимать во внимание как особенности современных селекционных сортов, технологические приемы агропроизводства и получения волокнистых продуктов, так и требования, предъявляемые потребителями к качеству волокнистой продукции и направления дальнейшей переработки.

Отдельной большой проблемой является организация первичной переработки стеблевой массы конопли. С одной стороны, ранее при реализации традиционной технологии набор технологических операций и оборудование для их осуществления при первичной обработке льна и конопли были весьма похожи. Для конопли применялось более мощное, крупногабаритное оборудование. В настоящее время при переработке льняного сырья часто применяется упрощенная технология получения однотипного волокна и малогабаритное, в некоторых случаях мобильное, оборудование. Применение его для конопляного сырья весьма проблематично, поскольку не обеспечит получение качественного волокнистого продукта без включения дополнительных технологических приемов и операций. Оборудование, предназначенное для переработки конопляного сырья, практически не выпускается. Отдельные машины, например, мяльные, трясильные, куделеприготовительные, имеющиеся еще на некоторых предприятиях, не обеспечат достижение требуемого уровня экономических и качественных характеристик готовой продукции.

К грубоволокнистым лубяным культурам помимо конопли относятся кенаф и рами. Технологии выделения волокна из сырья последних всегда существенно отличались от «конопляной», поэтому также не могут применяться без дополнительного изучения и модернизации с учетом особенностей строения стеблей современных сортов конопли.

Одним из возможных вариантов решения указанной проблемы может являться адаптация современных льняных технологий и оборудования с обязательной модернизацией, начиная с процесса уборки стеблевой части урожая, с разработкой машин или узлов, обеспечивающих реализацию отдельных специфических операций технологического процесса, позволяющих получить очищенную от костры волокнистую массу высокого качества.

Для расширения ассортимента пеньковой продукции важным моментом является разработка технологических приемов облагораживания однотипной пеньки, например, чесание, дробление и др., и средств их реализации с учетом особенностей свойств этого волокна. Высокой эффективности технологий переработки будет способствовать глубокая дифференциация процесса, предусматривающая учет всех особенностей жизненного цикла конопли, начиная от земельного участка выращивания, погодных условий в процессе вегетации и заканчивая направлением переработки получаемого волокнистого продукта и запросами потребителя.

Решение комплекса указанных проблем, вероятно, будет способствовать увеличению объемов производства технической конопли, развитию отечественного сельского хозяйства, пищевой, текстильной и других отраслей промышленности, появлению на рынке новых натуральных продуктов, обладающих комплексом полезных для человека и окружающей среды свойств, укреплению экономики и безопасности Российской Федерации.

Список используемых источников

1. Смирнова, Г. А. Зеленые технологии – направление инновационной деятельности в легкой промышленности / Г. А. Смирнова, М. Н. Титова // Инновации. – 2010. – № 1 (135). – С. 58–63.

2. Смирнова, Т. В. Лубяные волокна (на примере конопли) в мире и России: история и перспективы развития / Т. В. Смирнова, И. С. Барабанщикова // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). – 2020. – № 1. – С. 10–14.

3. Федосова, Н. М. Льняные материалы как продукт зеленых технологий / Н. М. Федосова, В. Г. Внуков // Актуальные проблемы науки в технологиях текстильной и легкой промышленности (Лен-2016) : сб. трудов Междунар. науч-техн. конф. / Костром. гос. ун-т. – Кострома : Изд-во Костром. гос. ун-та, 2016. – С. 72–74.

4. Басова, Н. В. Анализ производства лубяных культур в Росси за период импортозамещения / Н. В. Басова, Э. В. Новиков // Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. – 2023. – № 2(3). – С. 54–63.

5. Кабунина, И. В. Современные направления использования коноплепродукции // Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. – 2021. – № 1. – С. 4–10. DOI: 10.54016 / SVITOK.2021.1.1001.

6. Алексаночкин, Д. И. Использование пищевых волокон промышленной конопли в качестве пребиотического компонента в пищевой индустрии / Д. И. Алексаночкин,

И. А. Фоменко, Е. А. Алексеева // Пищевые технологии: сб. тезисов III Междунар. симпозиума / Кемеров. гос. ун-т. – Кемерово : Изд-во Кемеров. гос. ун-та, 2024. – С. 152–154.

7. Коунина, Л. Е. Анализ ассортимента нетканых материалов с вложением пеньковых волокон / Л. Е. Коунина, М. А, Сташева // Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). – 2023. – № 1. – С. 763–765.

8. Мезенцев, И. С. Разработка строительного утеплителя на основе волокон технической конопли / И. С. Мезенцев, И. В. Красина, А. С. Парсанов // Технологии и качество. – 2022. – № 2(56). – С. 40–45.

9. Изделие из волокон конопли, преимущественно для изготовления матраса : полез. Модель RU 201483 / Г. П. Синчин. – Опубл. 17.12.2020.

10. Захарова, А. Н. Волокна на основе посевной конопли и возможность их использования в медицинских повязках / А. Н. Захарова [и др.] // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2023. – № 4 (406). – С. 140–145.

11. Валишина, З. Т. Высококачественная целлюлоза из волокна пеньки и управление процессом ее получения / З. Т. Валишина [и др.] // Вестник Технологического университета. – 2015. – Т. 18, № 25. – С. 77–81.

12. Марков, В. В. Первичная обработка лубяных волокон : учебник для студентов вузов текстильной промышленности / В. В. Марков [и др.] – М. : Легкая индустрия, 1974.

УДК 677.022

Разработка технологии получения трикотажной пряжи с содержанием тонких нитроновых волокон

Галдыцкая Т. М., зав. отд.,
Илькевич Н. В., зам. зав. отд.,
Семашко Т. Н., гл. спец., маг.,
Яцко Т. И.,
инж.-технолог 2 кат., маг.

РУП «Центр научных исследований легкой промышленности»,
г. Минск, Республика Беларусь

Реферат. В статье представлены результаты выполнения научно-исследовательской работы, нацеленной на создание и внедрение в хлопкопрядильном производстве современных технологий получения одиночной и крученой смешанной трикотажной пряжи с применением новых химических волокон. С использованием стандартизированных приборных методов и микроскопических исследований изучены свойства полиакрилонитрильных волокон (далее – ПАН волокон), проведены комплексные исследования физико-механических свойств и качественных показателей пряжи, полученной на их основе. По результатам теоретического проектирования свойств пряжи экспериментальным путем определены рациональные параметры работы технологического оборудования на

всех переходах хлопкопрядильного производства для обеспечения выпуска качественной смешанной пряжи трикотажного назначения, изготовлены опытные партии продукции. С использованием тонких нитроновых волокон в хлопкопрядении созданы новые технологии получения пряжи по полугребенной и кардной системам прядения кольцевым способом формирования. Область применения результатов исследований: хлопкопрядильное производство, трикотажное производство.

Ключевые слова: полиакрилонитрильное волокно, трикотажная пряжа, кольцевой способ, технология, свойства.

В мировой текстильной промышленности на протяжении последних лет сохраняются два направления развития сырьевой базы. Во-первых, совершенствование технологий получения пряжи по различным системам прядения из натуральных волокон высокого качества – льняных, хлопковых, шерстяных, шелковых. Это направление неразрывно связано с сохраняющимися у потребителей требованиями экологичности и гигиеничности одежды. Во-вторых, разработка и оптимизация технологий изготовления пряжи на основе постоянно развивающегося ассортимента химических волокон (полиамидных, полиэфирных, полиакрилонитрильных, вискозных), свойства которых в значительной степени определяют заданные физико-механические, эксплуатационные, специальные свойства текстильной и трикотажной продукции. Повышение конкурентоспособности продукции является необходимым условием успешной работы предприятий-производителей. Использование смесей натуральных и химических волокон позволяет расширить ассортимент текстильной продукции и открывает путь к получению материалов с новыми эксплуатационными свойствами. В настоящее время на первый план все чаще выдвигаются требования к эстетическому оформлению изделий, то есть к потребительскому качеству. Для решения этой задачи используется смесь хлопка с химическими, в частности, ПАН волокнами, которая позволяет сохранять гигиенические свойства хлопковых волокон и получить трикотажные изделия, которые хорошо сохраняют форму, не мнутся и быстро сохнут после стирки, являются гипоаллергенными. По сравнению с другими синтетическими волокнами ПАН волокна выгодно отличаются легкостью модификации, что дает возможность в широких пределах придавать им определенные свойства: окрашиваемость красителями различных классов, антистатичность, антисептичность, невоспламеняемость, теплостойкость, пористость, прозрачность, повышенную прочность, устойчивую извитость, сцепляемость и т. д. Также ПАН волокно считается самым «теплым» химическим волокном и является перспективным для изготовления «термо» изделий из пряжи на их основе. В Республике Беларусь ПАН волокна выпускаются в широком ассортименте, однако до настоящего времени практически использовались только на шерстопрядильных предприятиях, а пряжа

хлопкового типа с содержанием нитрона завозилась трикотажными предприятиями из-за рубежа. С целью импортозамещения и расширения ассортимента продукции отечественных предприятий, отвечающей современным требованиям рынка, проведены работы по созданию технологии получения тонкой полугребенной и кардной пряжи трикотажного назначения кольцевого способа формирования с вложением полиакрилонитрильного волокна линейной плотности 0,17 текс производства ОАО «Нафтан». Исследования физико-механических свойств ПАН волокон проводились в Отраслевой научно-исследовательской лаборатории текстильной промышленности на приборе FAVIMAT+, полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические свойства ПАН волокон

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя
1	Фактическая линейная плотность, текс	0,17
2	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	18,21
3	Разрывная нагрузка, сН	5,71
4	Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	33,5
5	Коэффициент вариации по относительной разрывной нагрузки, %	11,66
6	Разрывное удлинение, %	38,81
7	Коэффициент вариации по разрывному удлинению, %	12,43
8	Упругость, сН	0,24
9	Остаточная извитость, %	0,42
10	Устойчивость извитости, %	52,42
11	Удлинение при распрямлении, %	0,81

По результатам проведенных маркетинговых исследований внутреннего и внешнего рынков, интереса производителей трикотажа к пряжам с содержанием ПАН волокон проведена разработка технологий получения смешанной пряжи следующих сырьевых составов и линейных плотностей:

– полугребенной пряжи линейной плотности 16,5 текс и 20 текс сырьевого состава хлопок/ПАН/вискоза 40/30/30 с использованием в качестве составляющих сортировки вискозных волокон линейной плотности 0,13 текс и средневолокнистых хлопковых волокон 4 типа I сорта класса «хороший» линейной плотности 0,156 текс;

– кардной суровой пряжи 20 текс, 25 текс и окрашенной 25 текс х2 состава ПАН/хлопок 60/40 с использованием средневолокнистых хлопковых волокон 4 типа I сорта класса хороший линейной плотности 0,156 текс.

С учетом значений физико-механических показателей, составляющих сортировку волокон, выполнены теоретические расчеты прогнозных качественных характеристик для

нитронсодержащей пряжи. Анализ значений полученных показателей позволил сделать вывод, что использование ПАН волокон линейной плотности 0,17 текс с удельной разрывной нагрузкой 33,5 сН/текс, хлопковых волокон 0,156 текс с удельной разрывной нагрузкой 25,6 сН/текс и вискозных волокон линейной плотности 0,13 текс с удельной разрывной нагрузкой 24,6 сН/текс, наличие большого количество волокон в поперечном сечении пряжи (172, 138 и 128 штук) дает возможность получить смесь волокон с прядильной способностью достаточной для выработки пряжи, равномерной по структуре и свойствам, с высокими прочностными показателями. Расчет гипотетической неровноты показал, что запланированная к выпуску пряжа линейной плотности 16,5 текс и 20 текс состава хлопок/ПАН/вискоза 40/30/30, 20 текс и 25 текс ПАН/хлопок 60/40 характеризуется малой неравномерностью: ее неровнота составила 10,0 %, 9,1 %, 9,4 % и 8,4 % соответственно. Полученные в результате расчетные значения показателей пряжи показали, что наибольшей относительной разрывной нагрузкой обладает пряжа линейной плотности 20 текс и 25 текс состава ПАН/хлопок 60/40. С учетом результатов проведенных исследований были выполнены экспериментально-технологические работы по изготовлению полугребенной и кардной пряжи.

Отличительной особенностью технологического процесса получения полугребенной трехкомпонентной пряжи является то, что смешивание компонентов пряжи осуществлялось лентами, при этом хлопковая лента была получена в процессе гребнечесания, а нитроно-вискозная лента – в процессе кардочесания [1]. В ходе проведения исследований была определена необходимая последовательность технологических переходов для выработки полугребенной смешанной пряжи линейной плотности 16,5 текс и 20 текс кольцевым способом формирования, разработан план прядения и выявлены рациональные параметры заправки всех видов задействованного в процессе оборудования [2].

Подготовка компонентов пряжи к их совместной переработке осуществлялась раздельно и включала:

1. Нитроно-вискозного компонента:

– разрыхление и смешивание волокон;

– формирование настила;

– кардочесание волокон и получение чесальной ленты;

– сложение лент, вытягивание, распрямление, параллелизация волокон в ленте с I перехода ленточных машин.

2. Хлопкового компонента:

– разрыхление, очистка и смешивание волокон;

– формирование настила;

– кардочесание волокон и получение чесальной ленты;

– сложение, вытягивание, параллелизацию волокон и получение ленты с предварительного (нулевого) перехода;

– сложение лент, вытягивание, распрямление, параллелизация волокон в ленте и формирование холстика;

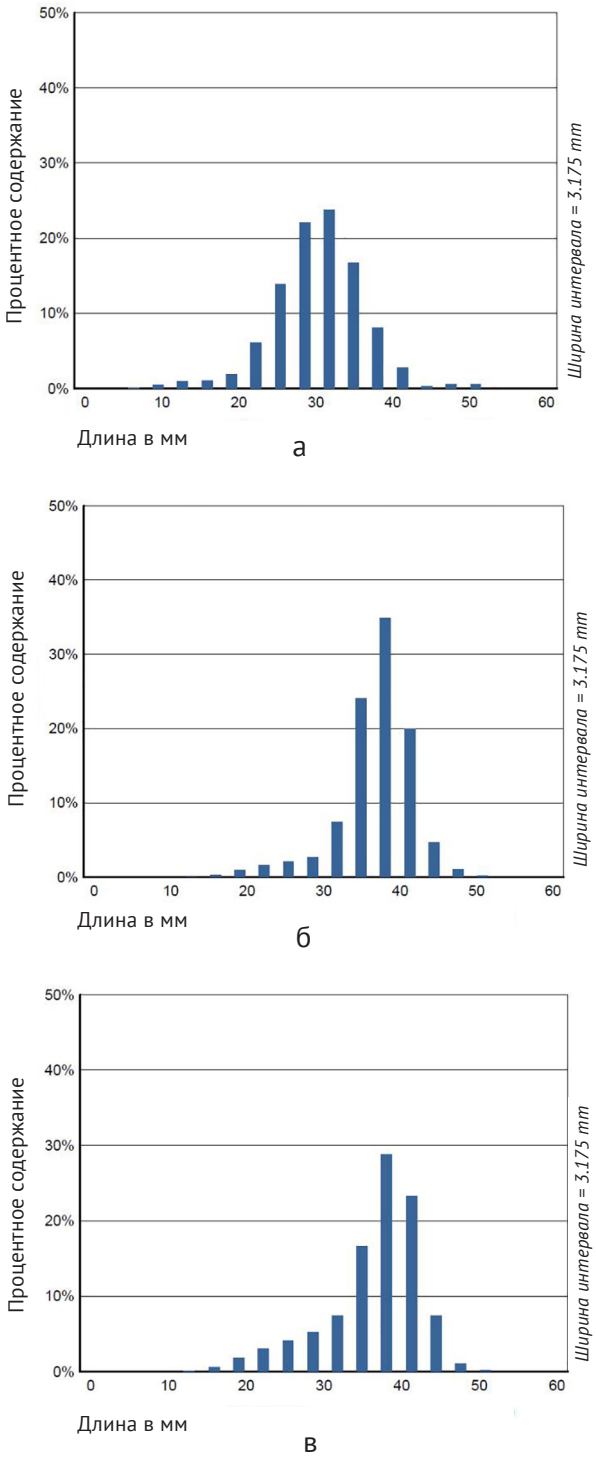


Рисунок 1 – Гистограмма распределения волокон по длине:
а – хлопчатобумажная гребенная лента;
б – нитроновискозная лента с I перехода;
в – хлопковискознонитроновая лента с III перехода

– гребнечесание и получение гребенной ленты.

Согласно разработанному технологическому процессу получения смешанной пряжи соединение нитроновискозного и хлопкового компонентов проводилось на ленточной машине второго перехода. В дальнейшем переработка полученного полуфабриката осуществлялась на третьем переходе ленточных машин и проведено исследование процесса вытягивания трехкомпонентной ленты. Наибольшее влияние на неровноту ленты при нормальном состоянии рабочих органов машины оказывает выбор разводок в зонах вытягивания. При переработке хлопка и химических волокон расчет разводок осуществляется с учетом штапельной или максимальной длины волокон. Установка разводки в соответствии с рекомендациями фирм-изготовителей ленточных машин позволяет получить минимальную неровноту по линейной плотности ленты. При проведении исследований на приборе FIBROGRAPH 730 системы LVI было определено, что средние характеристики длины волокон очень сильно отличаются у хлопкового и нитроновискозного компонента. На гистограмме (рис. 1) показано, что хлопковое волокно характеризуется меньшей верхней средней длиной 29 мм и большей неравномерностью по сравнению с волокнами нитроновискозной ленты 33,8 мм.

С учетом этого на ленточной машине RSB-D40 третьего перехода с авторегулятором вытяжки с целью получения минимальной неровноты ленты по линейной плотности проведены исследования по определению параметров разводки вытяжного прибора, конструкция

которого позволяет успешно перерабатывать смеси из неоднородных волокон. В ходе разработки технологического процесса производства смешанной пряжи принято решение об установке разводки в предварительной зоне вытягивания 52, 54, 56 мм, в главной зоне – 42, 44, 46 мм. Результаты исследований неровноты смешанной ленты на приборе Uster Tester 4-SX представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели качества ленты с ленточной машины III перехода

Наименование полуфабриката	*CVm*, %	*CVm* 1m, %	*CVm* 3m, %
Лента с ленточной машины III переход:			
разводка 52/42	2,62	0,80	0,58
разводка 54/44	2,63	0,78	0,54
разводка 56/46	2,60	0,79	0,56

Анализ данных таблицы позволяет сделать вывод, что образец ленты, полученный при установке разводки в предварительной и главной зоне вытяжного прибора 56 мм и 46 мм имеет наименьшее значение неровноты на коротких отрезках и среднее значение на метровых и 3-х метровых отрезках. С учетом этого, наиболее рациональной была признана установка данной разводки.

При выполнении исследований проведена оценка качества смешивания волокон в ленте с III перехода ленточных машин. С этой целью в испытательном центре РУП «Центр научных исследований легкой промышленности» проведены испытания по определению фактического сырьевого состава ленты при установке разводки в предварительной зоне вытягивания 56 мм, в главной зоне – 46 мм. В среднем в исследуемых образцах ленты содержание хлопковых волокон составило 38,6 %, ПАН волокон – 30,4 %, вискозных – 31 %. Необходимо отметить, что проведенные расчеты по оценке степени смешивания показали, что полнота смешивания ленты состава хлопок/ПАН/вискоза с третьего перехода составила 97 %, неровнота смешивания – 0,4 %, доказывающие, что смешивание компонентов проведено на уровне, предусматривающем получение равномерной по сырьевому составу пряжи.

Таким образом, определенные экспериментальным путем заправочные параметры оборудования позволили получить на третьем переходе ленточных машин ленту линейной плотности 3,85 ктекс с коэффициентом вариации по линейной плотности на метровых отрезках 0,7 %, при нормативном значении – 1 %; на коротких отрезках – 2,6 %, при нормативном значении – 3,5 %.

Далее получение ровницы и пряжи осуществлялось согласно разработанной технологии с подбором наиболее рациональных заправочных параметров работы оборудования. Проведены комплексные исследования физико-механических свойств и качественных показателей пряжи линейной плотности 20 текс и 16,5 текс. Отмечено, что по физико-механи-

ческим показателям пряжа обладает достаточной прочностью и равномерна по структуре и свойствам. Для пряжи линейной плотности 20 текс и 16,5 текс относительная разрывная нагрузка составила 10,6 сН/текс и 10,5 сН/текс, коэффициент вариации по разрывной нагрузке – 7,7 % и 8,9 %, по линейной плотности – 3,2 % и 3,1 %, показатель качества – 1,4 и 1,19, крутка – 666 кр./м и 716 кр./м соответственно. Оценка качественных показателей пряжи, в том числе по скрытым порокам, осуществлялась на приборе Uster-Tester 4SX: для пряжи линейной плотности 20 текс и 16,5 текс линейная неровнота составила 11,1 % и 12,39 %, коэффициент вариации по неровноте – 14,14 % и 15,80 %, индекс – 1,60 и 1,62, количество утолщений (+50 %) на 1 км – 103,8 шт. и 207,2 шт., количество непсов (+280 %) на 1 км – 54,3 шт. и 118,2 шт., количество утонений на 1 км (-50 %) на 1 км – 4,4 шт. и 22,4 шт. соответственно.

С учетом полученных результатов исследований по получению трехкомпонентной пряжи в производственных условиях ОАО «Гронитекс» проведены работы по созданию технологии получения трикотажной кардной суровой одиночной пряжи линейной плотности 20 текс и крашеной крученой 25 текс х 2 сырьевого состава ПАН – 60 %, хлопок – 40 % , при изготовлении которой использовался средневолокнистый хлопок 4 типа I сорта класса «хороший». С учетом того, что в ходе выполнения экспериментальных работ было предусмотрено получение окрашенной пряжи, на приборе USTER LVI 760 COLOR/TRASH METER выполнены испытания хлопкового волокна и по результатам сканирования пробы осуществлена оценка его степени желтизны и засоренности. В результате проведенного анализа полученных значений коэффициента отражения *(Rd)* равном 72,86 %, степени желтизны *(+b*) – 12,77, доли площади образца, занимаемой сорными примесями – 0,33 и количества сорных примесей на сканированной поверхности образца – 26,6 ед. установлено, что хлопковое волокно с данными показателями относится согласно колориметрической шкале Никерсона – Хантера к сорту Good middling (хороший средний) группы Spotted (пятнистый). Таким образом, запланированное к переработке средневолокнистое хлопковое волокно 4 типа I сорта класса хороший является технологичным для производства пряжи сырьевого состава ПАН/хлопок 60/40 линейной плотности 20 текс и 25 текс х 2 и дальнейшего ее окрашивания в голубой цвет.

Разработанный технологический процесс изготовления пряжи с содержанием 60 % полиакрилонитрильных волокон и 40 % хлопковых волокон предусматривает рыхление, очистку и их смешивание в заданном процентном соотношении, формирование настила, чесание смеси волокон и получение чесальной ленты на поточной линии «кипа-лента». Полученная чесальная лента равномерна по толщине – коэффициент вариации по линейной плотности на метровых отрезках составил 1,6 % при нормативном значении – 2 %, количество пороков в 1 г прочеса – 20 шт. при нормативном значении для двухкомпонентных смесей не более 70 шт. Линейная плотность ленты с I перехода ленточной машины составила 4,12 ктекс (№ 0,243), коэффициент вариации по линейной плотности на метровых отрезках – 0,8 %; на коротких отрезках – 3,94 %. Для ленты со II перехода ленточной машины данные показатели составили соответственно 4,0 ктекс (№ 0,250); 0,6 %; 3,28 %.

При переработке ленты на ровничной машине Zinser FL 668 ф. Schlafhorst получена ровница линейной плотности 694 текс (№ 1,44) с коэффициентом вариации по линейной плотности на 10-метровых отрезках 0,1 %.

Результаты комплексной оценки качественных показателей полуфабрикатов по всему производственному циклу их получения при тестировании на приборе Uster-Tester 4SX приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели качества полуфабрикатов, полученные на приборе «Uster-Tester 4SX»

№ п/п	Наименование полуфабриката	Линейная плотность, ктекс (№)	*U*, %	*CVm*, %	*CVm* 1 м, %	*CVm* 3 м, %
1	Лента с чесальной машины	5,92 (0,169)	2,19	2,74	1,27	0,85
2	Лента с ленточной машины:					
	I переход	4,12 (0,243)	3,12	3,94	1,29	1,09
	II переход	4,0 (0,250)	2,60	3,28	0,63	0,32
3	Ровница	0,694 (1,44)	4,73	5,93	1,56	0,90

Технологические работы и экспериментальные исследования получения пряжи линейной плотности 20 текс и 25 текс осуществлялись на кольцепрядильной машине G-35, перематывание – на мотальном автомате крестовой намотки Polar L ф. Savio. Проведено комплексное исследование физико-механических свойств и качественных показателей одиночной и крученой пряжи линейной плотности 20 текс, 25 текс и 25 текс х 2 сырьевого состава ПАН/хлопок 60/40. Анализ полученных данных позволил сделать вывод, что для пряжи линейной плотности 20 текс и 25 текс относительная разрывная нагрузка пряжи составила 10,0 сН/текс и 10,4 сН/текс, коэффициент вариации по разрывной нагрузке 12,7 % и 8,5 %, количество кручений на метр – 650 и 602, коэффициент крутки 28,5 и 30,2 соответственно. Фактическая линейная плотность пряжи – 19,2 текс и 25,2 текс. С целью оценки качественных показателей пряжи, выработанной на основе ПАН волокон хлопкового типа, в отраслевой научно-исследовательской лаборатории текстильной промышленности выполнено ее тестирование на приборе Covatest, которое позволило установить следующее:

– для пряжи линейной плотности 20 текс линейная неровнота *(U %)* составила 12,52 %; коэффициент вариации по массе *(CVm %)* – 15,98 %; количество утолщений (Thick + 50 %) на 1 км. пряжи – 258 шт.; утонений (Thin – 50 %) на 1 км. – 13 шт.; количество непсов (Neps + 280 %) – 110 шт.; ворсистость пряжи составила 4,80, среднее квадратическое отклонение ворсистости (дисперсия) на метровых отрезках – 0,22;

– для пряжи 25 текс линейная неровнота *(U%)* составила 11,95 %; коэффициент вариации по массе *(CVm %)* – 15,28 %; количество утолщений (Thick + 50 %) на 1 км. пряжи –

243 шт.; утонений (Thin – 50 %) на 1 км. – 15 шт.; количество непсов (Neps +280 %) – 78 шт.; ворсистость пряжи составила 5,03, среднее квадратическое отклонение ворсистости (дисперсия) на метровых отрезках – 0,14.

Полученные данные свидетельствуют о том, что пряжа обладает хорошими качественными показателями.

Анализируя полученные результаты проведенных испытаний пряжи с содержанием тонких ПАН волокон, в частности, сравнивая показатели ворсистости пряжи линейной плотности 20 текс сырьевого состава хлопок/ПАН/ вискоза 40/30/30 и состава ПАН/хлопок 60/40, отмечено увеличение ворсистости у последней на 14,6 %. Это обусловлено тем, что ворсистость пряжи с содержанием ПАН волокон возрастает с увеличением доли нитронового волокна в ее составе, что объясняется структурой волокна нитрон и его повышенной электризацией в процессе переработки.

Переработка пряжи линейной плотности 25 текс х 2 была запланирована на трикотажных предприятиях отрасли в ассортимент верхних трикотажных изделий на плосковязальном оборудовании. Соединение пряжи линейной плотности 25 текс в два сложения осуществлялось на тростильной машине TW2-D preciflex TM ф. SSM, крутка – на крутильной машине ф. Cavio мод. Sirius 251-B/BF. Исследованы физико-механические свойства суровой крученой пряжи: фактическая линейная плотность – 49 текс, крутка – 344 кр/м, относительная разрывная нагрузка – 11,1 сН/текс; коэффициент вариации по разрывной нагрузке – 7,4 %; показатель качества – 1,5.

Технологический процесс получения окрашенной пряжи включал в себя подготовку крученой пряжи к крашению и сам процесс крашения. Подготовка пряжи к крашению заключалась в перематывании пряжи на перфорированные цилиндры на специализированных мотальных машинах ММ-2 с обеспечением мягкой намотки. Крашение пряжи осуществлялось по хлопковой составляющей активными красителями в голубой цвет в красильном аппарате Eco-bloc XW 1600 ф. Thies, сушка – в сушильном аппарате СКД-500-1. Окрашенная пряжа с перфорированных цилиндров подвергалась перематыванию на мотальном автомате CW2-W, где осуществлялось ее парафинирование. Проверка физико-механических свойств крашеной пряжи линейной плотности 25 текс х 2 подтвердила их соответствие показателям запланированного образца, указанных в карте технического уровня новшества: относительная разрывная нагрузка – 11,6 сН/текс (план не менее 10,5 сН/текс); коэффициент вариации по разрывной нагрузке – 6,0 %; коэффициент вариации по линейной плотности – 1,2 % (план не более 3,6 %); коэффициент крутки – 23,9; показатель качества – 1,97. Из разработанного ассортимента пряжи с содержанием ПАН волокон хлопкового типа в условиях трикотажных предприятий концерна «Беллегпром» изготовлены изделия верхней и чулочно-носочной групп.

Список использованных источников

1. Разработать технологии получения и переработки новых видов смешанной пряжи, в том числе с использованием льна и современных химических волокон: отчет о

НИОТР (промежуточный), № ГР 20180373 / РУП «Центр научных исследований легкой промышленности»; рук. Л. К. Плавская; исполн.: Т. М. Галдыцкая, Н. В. Илькевич, Т. Н. Семашко, Д. И. Лоханкина, Е. А. Брезгина [и др.]. – Минск, 2018. – 171 с.

2. Разработать и внедрить в производство технологии получения и ассортимент пряжи и изделий с применением натуральных и новых видов химических волокон преимущественно отечественного производства: отчет о НИОТР, № ГР 20230292 / РУП «Центр научных исследований легкой промышленности»; рук. Н. В. Илькевич; исполн.: Л. К. Плавская, Т. Н. Семашко, Т. М. Галдыцкая, Т. В. Силич, Т. И. Яцко [и др.]. – Минск, 2025. – 846 с.

УДК 677.21.051.152

Колосниковая решетка для очистки волокнистых материалов

Керимов Усни Гадир,
phd, и.о. доц.

Азербайджанский
технологический университет,
г. Гянджа,
Азербайджанская Республика

Реферат. В статье описана конструкция колосниковой решетки, устанавливаемой на хлопкоочистительных заводах в пильчатых очистителях хлопка сырца от крупного сора.

Установлено, что применение в колосниковой решетке стержней, поперечное сечение которых представляют собой круговые сегменты, а плоскости, в которых лежат хорды, установлены под углом 30–45° к радиусу пильчатого барабана, позволяют проявлять новые свойства, а именно – резко изменять траекторию движения летучек хлопка-сырца, закрепленных на зубьях пильчатого барабана, то есть увеличивать встряхивающее воздействие, что повышает эффективность очистки от крупных сорных примесей.

Ключевые слова: колосниковая решетка, пильчатый барабан, очистительный эффект, круговой сегмент, крупный сор, очиститель крупного сора.

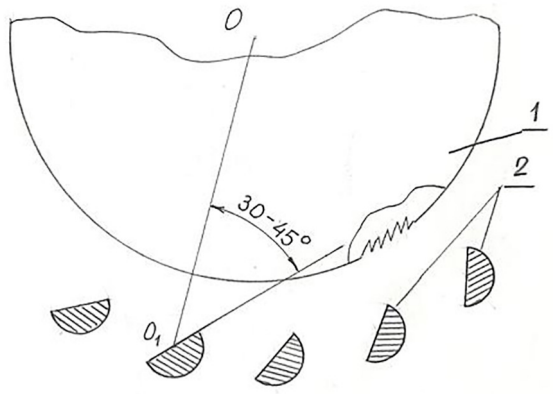
В настоящее время в хлопкоочистительной промышленности для выделения из хлопка-сырца крупных сорных примесей, в отечественной и зарубежной практике в модернизированных и пильчатых очистителях УХК широко используется колосниковая решетка, колосники которой состоят из параллельно расположенных стержней круглого сечения [1, 2]. К недостаткам этой колосниковой решетки относится то, что нижняя часть круглого стержня не участвует в процессе очистки, по ней лишь происходит скольжение

хлопка-сырца, не вызывающее сколько-нибудь заметное повышение эффективности очистки. Такая конструкция отбойных рабочих органов увеличивает занимающую площадь под пильчатым барабаном, не привнося заметной роли в повышение интенсивности выделения крупных сорных примесей, таких как створки коробочек, частиц стеблей, черешков, веточек и др. [3, 4, 5].

С целью повышения очистительного эффекта предлагаем новую конструкцию колосниковой решетки. Предлагаемая колосниковая решетка, устанавливаемая вокруг пильчатого барабана, состоящая из параллельно расположенных с зазором между собой стержней, выполненных в поперечном сечении круговыми сегментами, а плоскости, в которых лежат хорды, установлены под углом 30–45° к радиусу пильчатого барабана, проведенному через центр сегмента [6, 7, 8].

Применение в колосниковой решетке стержней, поперечное сечение которых представляют собой круговые сегменты, а плоскости, в которых лежат хорды, установлены под углом 30–45° к радиусу пильчатого барабана, позволяют проявлять новые свойства, а именно – резко изменять траекторию движения летучек хлопка-сырца, закрепленных на зубьях пильчатого барабана, то есть увеличивать встряхивающее воздействие, что повышает эффективность очистки от сорных примесей.

На рисунке 1 представлена схема колосниковой решетки, состоящей из стержней (колосников) 2, устанавливаемой вокруг пильчатого барабана 1. Устройство работает следующим образом. Захваченные зубьями пильчатого барабана 1 летучки хлопка-сырца подвергаются ударным воздействиям о неподвижно установленные стержни 2, за счет чего происходит выделение крупных сорных примесей, содержащихся в хлопке-сырце. Поскольку летучки хлопка-сырца, связанные прядками волокон с зубьями пильчатого барабана, имеют некоторую свободу (под действием центробежной силы могут отклонятся от пильчатого барабана вокруг точки закрепления на зубьях), они после удара вначале движутся по круговой поверхности стержня, а затем за счет того, что хорды стержней установлены под углом 30–45° к радиусу пильчатого барабана, начинают отклонятся от последнего и резко изменяют траекторию движения в очень короткие промежутки времени (порядка 0,002–0,003 с), что позволяет увеличивать встряхивающее воздействие и повышает эффективность очистки хлопка-сырца от сорных примесей. После очистки на колосниковой решетке хлопок-сырец снимается с пильчатого барабана 1, снимающим барабаном (на рис. 1 не показан) и передается на другие рабочие органы.



1 – пильчатый барабан; 2 – колосники

Рисунок 1 – Схема расположения колосников

Применение стержней в виде кругового сегмента вокруг пильчатого барабана позволит при тех зазорах между колосниками, что и у прототипа, разместить при неизменном положении снимающего барабана, под пильчатым барабаном (за счет уменьшения поперечного сечения стержней), большее количество колосников, что также способствует повышению эффективности очистки от сорных примесей.

Установка плоскостей стержней, в которых лежат хорды круговых сегментов под углом 30–45° к радиусу пильчатого барабана, обеспечивает более эффективное выталкивание пильчатым барабаном примесей удлиненной формы (черешки, веточки), так как по сравнению с круглыми колосниками, имеющими не работающие на очистку нижние части, предлагаемые колосники установлены нижними плоскостями по касательной к пильчатому барабану или близко к ней.

Эксперименты на стендовой установке подтвердили это. Использование предлагаемой колосниковой решетки в пильчатых очистителях позволит увеличить их эффективность на 7–10 процентных пунктов.

Список использованных источников

1. Гусейнов, В. Н. Первичная обработка хлопка: учебник / В. Н. Гусейнов. – Баку, 2015. – 283 с.

2. Велиев, Ф. А. Проектирование отраслевых машин / Ф. А. Велиев. – Баку, 2016.

3. Керимов, У. Г., Велиев, Ф. А. Влияния профиля колосников на интенсивность выделения сорных примесей / У. Г. Керимов, Ф. А Велиев // Молодой ученый. Москва – 2016 – № 9 (11) – С 496–500.

4. Керимов, У. Г. Совершенствование очистителя хлопка-сырца от мелкого сора / У. Г. Керимов // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018) : сборник материалов Международной научно-технической конференции, 14–15 ноября 2018 г. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2018. – С. 37–39.

5. Битус, Е. И., Джураев, А. Ф., Плеханов, А. Ф., Разумеев, К. Э., Ташпулатов, Д. С. Разработка колосниковой решетки для очистки волокнистой массы в виде хлопка-сырца / Е. И. Битус, А. Ф. Джураев, А. Ф. Плеханов, К. Э. Разумеев, Д. С. Ташпулатов // Материалы и технологии. – 2018. – №2 (2). – С. 34–39.

6. Колосниковая решетка для очистки хлопка-сырца : патент на полезную модель F 2020 № 0023 заявлено: 14.11.2019. – Опубл. 31.01.2020 / Ф. А. Велиев, В. Н. Гусейнов, У. Г. Керимов. – Баку.

7. Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала : патент RU 2668544 C1 заявлено: 12.12.2017. – Опубл. 12.12.2017 / Е. И. Битус, А. Д. Джураев, А. Ф. Плеханов , К. Э. Разумеев, Д. С. Ташпулатов.

8. Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала : патент RU 2710829 C1 заявлено: 24.06.2019. – Опубл. 14.01.2020 / А. Ф. Плеханов, Д. С. Ташпулатов, А. Д. Джураев, Н. А. Королева, Н. Е. Федорова, Ш. С. Холдоров.

УДК 677.024.52

Влияние крутки полиэфирных нитей на формирование пористой структуры и свойства армирующих тканей для композиционных материалов

Силина Т. В.[1], научный сотрудник
Левакова Н. М.[1], генеральный директор, к.т.н.,
Юхин С. С.[2], д.т.н., проф.

[1]ООО «ТЕКС-ЦЕНТР», г. Москва, Российская Федерация
[2]Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), г. Москва, Российская Федерация

Реферат. В работе проведено комплексное исследование влияния степени крутки полиэфирных нитей линейной плотностью 27,8 текс на формирование структуры и свойств армирующих тканей. Выявлено, что степень скручивания определяет основные характеристики материала – как прочностные, так и показатели воздухопроницаемости. Определён критический показатель скручивания – 300 кручений на метр, при котором меняются свойства материала. Изучено, как расстояние между волокнами влияет на способность ткани пропускать воздух.

Ключевые слова: полиэфирные нити, степень крутки, армирующие ткани, пористая структура, воздухопроницаемость, разрывная нагрузка, композиционные материалы.

Современные отрасли промышленности, такие как аэрокосмическая, автомобилестроение и производство специализированных защитных материалов, предъявляют повышенные требования к характеристикам используемых материалов. Композиты на основе армирующих текстильных структур и полимерных матриц занимают в этом ряду ключевое место благодаря способности сочетать высокую удельную прочность и возможность целенаправленного управления эксплуатационными свойствами [1]. Особый интерес представляют тканепленочные композиты, в которых армирующая ткань обеспечивает механическую прочность и стабильность формы, а полимерное покрытие или пропитка придают материалу герметичность, стойкость к воздействию сред и другие специальные свойства.

Эффективность таких материалов в значительной степени определяется не только прочностными характеристиками армирующей ткани, но и её пористой структурой, которая влияет на адгезию, равномерность нанесения и проникновение полимерного покрытия, а также на итоговые физико-механические свойства композита. Одним из ключевых параметров, позволяющих проектировать армирующие ткани, является степень крутки нитей, формирующих её структуру. Крутка существенно влияет на расположение волокон в нити, её диаметр, жёсткость и способность к деформации в составе ткани, что в конечном итоге определяет структуру пор и особенности взаимодействия с полимерной матрицей.

В связи с этим, актуальной задачей является установление количественных взаимосвязей между степенью крутки полиэфирных нитей, структурой, формируемой на их основе

ткани, её пористостью, воздухопроницаемостью и механическими свойствами. Целью настоящего исследования является комплексный анализ влияния крутки нитей утка на формирование пористой структуры и физико-механические свойства армирующей ткани для последующего использования в композиционных материалах.

В работе исследовались полиэфирные комплексные нити линейной плотности 27,8 текс с различной степенью крутки в направлении «Z»: 0, 130, 300 кр/м. Указанный диапазон был выбран для изучения влияния степени крутки на структурные и функциональные свойства нитей, а также на их поведение в составе армирующих тканей. Результаты исследования физико-механических характеристик полиэфирных нитей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики полиэфирных комплексных нитей линейной плотности 27,8 текс при различной степени крутки

Наименование показателей	Фактические показатели		
	0 кр/м «Z»	130 кр/м «Z»	300 кр/м «Z»
Диаметр нити, мкм (мм)	0,76	0,61	0,25
Разрывная нагрузка нити, Н	18,2	16,93	16,65
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	66	61,4	58
Удлинение нити при разрыве, %	7,81	7,94	14
Направление крутки	-	Z	

В результате проведенных исследований установлено существенное влияние степени крутки на физико-механические свойства полиэфирных нитей. Анализ геометрических параметров показал, что с увеличением крутки от 0 до 300 кр/м происходит уплотнение структуры нити, что проявляется в закономерном уменьшении диаметра с 0,76 мкм до 0,25 мкм.

Исследование прочностных характеристик выявило выраженную тенденцию снижения удельной разрывной нагрузки с ростом крутки с 66 сН/текс для некрученой нити до 58 сН/текс для нити с круткой 300 кр/м. Это снижение обусловлено возникновением внутренних напряжений и деформацией волокон при высоких уровнях крутки, что приводит к снижению эффективности использования прочностного потенциала элементарных волокон. Удлинение при разрыве демонстрирует резкое увеличение с 7,81 % до 14 % при возрастании крутки до 300 кр/м. Такое поведение объясняется увеличением степени изгиба длины волокон [2].

На основе указанных нитей было изготовлено три варианта армирующих тканей полотняного переплетения. Во всех образцах в качестве основы использовалась полиэфирная нить линейной плотностью 27,8 текс, 300 кр/м в направлении Z. В утке применялись

полиэфирные нити той же линейной плотности с круткой: 0, 130, 300 кр/м. Такой подход позволил изучить влияние крутки нитей в утке на структурные и физико-механические свойства ткани. В таблице 2 представлены физико-механические показатели армирующей ткани.

Таблица 2 – Физико-механические показатели армирующей ткани

	Вариант 1	**Вариант 2**	**Вариант 3**
Основа	Нить ПЭ комплексная 27,8 текс 300 кр/м «Z»		
Уток	Нить ПЭ комплексная 27,8 текс 0 кр/м «Z»	Нить ПЭ комплексная 27,8 текс 130 кр/м «Z»	Нить ПЭ комплексная 27,8 текс 300 кр/м «Z»
Поверхностная плотность ткани, г/м^2	145,52	147,02	148,67
Разрывная нагрузка полоски ткани 50х200 мм, Н – по основе – по утку	 2120 1940	 2020 1910	 2070 1630
Удлинение при разрыве полоски пробы ткани (50 х 200) мм, % – по основе – по утку	 17,4 11	 21,3 12	 19,1 16,2
Размер пор, мм – по основе – по утку	 0,4 0,11	 0,6 0,20	 0,6 0,21
Воздухопроницаемость, дм^3/м^{2}с	32,7	64,1	189,6
Диаметр нити в ткани по горизонтали, мм – по основе – по утку	 0,30 0,35	 0,33 0,27	 0,33 0,26

Анализ влияния крутки уточных нитей на свойства ткани выявил комплекс зависимостей, определяющих функциональные характеристики армирующей ткани. Исследование трех вариантов ткани с идентичной основой (нить ПЭ 27,8 текс 300 кр/м «Z») и различной круткой утка (0, 130 и 300 кр/м) продемонстрировало существенное изменение ключевых параметров.

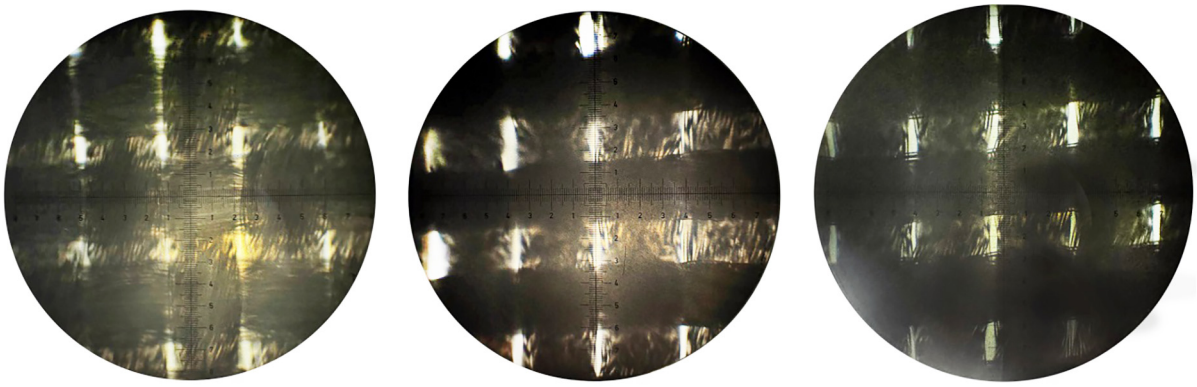
Разрывная нагрузка в направлении утка закономерно снижалась с увеличением крутки, что коррелирует с уменьшением прочностных характеристик самих нитей. Напротив, в направлении основы, где использовалась нить постоянной крутки, значения разрывной

нагрузки оставались стабильными (2120, 2020, 2070 Н), демонстрируя незначительное влияние вариаций утка на прочность системы основы.

Установлено, что образец с круткой утка 300 кр/м демонстрирует максимальное относительное удлинение при разрыве, достигающее 14 %. Высокая степень крутки создает выраженную рельефную структуру нити.

Проведенные исследования выявили наличие критического уровня крутки, составляющего 300 кр/м, при котором наблюдается существенное изменение прочностных характеристик полиэфирных нитей. Экспериментальные данные демонстрируют, что при достижении данного порогового значения происходит статистически значимое снижение разрывной нагрузки на 12–15 % по сравнению с образцами меньшей крутки (0 и 130 кр/м). Важно отметить, что данное явление обусловлено достижением предела межволоконного взаимодействия в структуре нити, при котором нарушается оптимальное распределение нагрузок между элементами структуры [3].

Для исследования структуры нитей и тканей применялся микро- и макропроектор Projectina с 10-кратным увеличением. Проведенный анализ позволил оценить влияние крутки на геометрические параметры нитей, включая диаметр, форму поперечного сечения. На рисунке 1 представлены фото тканей.



Вариант 1 Вариант 2 Вариант 3

Рисунок 1 – Фото армирующих тканей

Установлены изменения геометрических параметров нитей в ткани. Если в свободном состоянии наблюдается закономерное уменьшение диаметра нити с ростом крутки (от 0,76 мм при 0 кр/м до 0,25 мм при 300 кр/м), то в структуре ткани происходит выравнивание этих показателей. Нить с высокой круткой (300 кр/м) демонстрирует меньше диаметр (0,26 мм) по сравнению с малой круткой нити (0,35 мм при 0 кр/м). Данное явление объясняется различным поведением нитей под механическим воздействием: нити с малой круткой подвергаются значительной деформации и сплющиванию, в то время как нити с высокой круткой сохраняют структурную целостность благодаря повышенной жесткости.

Ключевым результатом исследования стало установление влияния расположения промежутков между волокнами в нитях на воздухопроницаемость ткани. Несмотря на сравнительную одинаковый порядок величин сквозных пор между нитями (0,4–0,6 мм), воздухопроницаемость возрастала в 5,8 раза – с 32,7 до 189,6 дм^3/м^2/с.

Механизм этого явления заключается в изменении расположения промежутков между волокнами:

1. Нити без крутки (0 кр/м) образуют хаотичную структуру с извилистыми мелкими полостями между волокнами, создающими высокое сопротивление воздушному потоку.

2. Нити с круткой 300 кр/м формируют систему упорядоченных каналов между волокнами, ориентированных вдоль оси нити и обеспечивающих высокий показатель воздухопроницаемости.

В результате комплексного исследования влияния крутки полиэфирных нитей на свойства армирующих тканей получены следующие выводы:

– прочностные характеристики материалов демонстрируют четкую зависимость от степени крутки нитей утка;

– выявлен критический порог крутки 300 кр/м, превышение которого приводит к статистически значимому снижению разрывной нагрузки на 12–15 %;

– установлена максимальная величина относительного удлинения при разрыве (14 %) для образцов с круткой 300 кр/м;

– определена обратная корреляция между уровнем крутки и разрывной нагрузкой в направлении утка.

Список использованных источников

1. Мэттьюз, Ф. Композитные материалы. Механика и технология : учеб. для студентов физ. и материаловед. специальностей / Ф. Мэттьюз, Р. Ролингс. – М.: Техносфера, 2004. – 406 с.

2. Чайкин, В. А. Особенности формирования механических свойств крученых нитей / В. А. Чайкин, П. А. Дятлова // Текстильная промышленность. – 2015. – № 4.

3. Полушкин, А. А. К вопросу кручения комплексных нитей / А. А. Полушкин, А. М. Челышев, В. А. Чайкин, П. А. Дятлова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2006. – № 6С (295). – С. 39–41.

УДК 621.791.16

Разработка лабораторной установки ультразвуковой сварки нетканых материалов

Кузнецов А. А., д.т.н., проф.,
Науменко А. М. к.т.н., доц.,
Буткевич В. Г., к.т.н., доц.,
Юрченко О. Н., асп.

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. Ультразвуковая сварка (УЗС) является одним из наиболее эффективных методов изготовления средств индивидуальной защиты (обноразовых плоских масок и респираторов типа N95). В отличие от швейного оборудования, УЗС не прокалывает материал, сохраняя его защитные свойства. Сварка происходит за 0,1–1,0 сек, что позволяет интегрировать узлы УЗС в высокоскоростные автоматические линии. Оборудованию не требуется время на предварительный разогрев. Технология УЗС позволяет выполнять прецизионные швы с минимальными припусками.

В данной статье рассматриваются конструкция и система управления экспериментальной установки на базе генератора УРСК-7Н (26,5 кГц) и контроллера Arduino Uno. Установка оснащена пьезокерамическим преобразователем с акустической развязкой и шаговым приводом на основе реечной передачи. Для фиксации образцов используется зажимное приспособление с тензодатчиком, позволяющим с высокой точностью контролировать усилие прижатия сварочного наконечника. Автоматизация процесса реализована на платформе Arduino. Система включает OLED-дисплей для мониторинга данных, драйвер X113647 для управления двигателем и микросхему HX711 для преобразования сигналов с тензодатчика. Программное обеспечение позволяет регулировать статическое давление и время выдержки. Разработанная экспериментальная установка позволяет проводить точную настройку параметров УЗС. Дальнейшие исследования будут направлены на поиск оптимальных режимов (времени, давления и энергии) в зависимости от физико-механических свойств и геометрии свариваемых нетканых материалов.

Ключевые слова: ультразвуковая сварка, медицинская маска, нетканые материалы, лабораторная установка.

Ультразвуковая сварка с каждым годом становится все более актуальным методом в производстве медицинских масок, особенно в свете глобальных вызовов, связанных с эпидемиями и пандемиями.

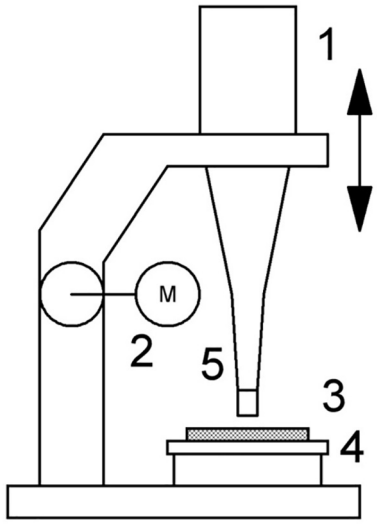
Данный технологический процесс позволяет быстро и эффективно соединять материалы, что существенно увеличивает производственные мощности. Это особенно важно в условиях высокого спроса на медицинские маски, как это было во время пандемии COVID-19. Метод обеспечивает надежные и прочные соединения без повреждения материалов. Это критически важно для медицинских масок, поскольку герметичность и целостность материалов напрямую влияют на их защитные свойства. Ультразвуковая сварка исключает необходимость в использовании клеев и дополнительных химических веществ, что делает продукцию более безопасной для человека и снижает риск аллергических реакций. Сваренные ультразвуком швы обладают высокой устойчивостью к воздействиям внешней среды, что обеспечивает долговечность и надежность медицинских изделий, особенно в условиях повышенной влажности. Автоматизация УЗС позволяет существенно снизить затраты и повысить эффективность производства, что является критически важным в условиях растущей конкуренции. Процесс сварки не требует дополнительных расходных материалов и производит минимальное количество отходов, что способствует более устойчивому производству.

Принцип многослойного сплавления нетканых материалов из химических волокон состоит в использовании высокочастотного трения между контактными поверхностями для быстрого генерирования тепла между молекулами. Под определенным давлением он может сваривать ткани или пленки из ПВХ. Часто используемые при сварке нетканых материалов частоты составляют 20 кГц и 15 кГц. Ультразвуковая энергия проникает в материал, чтобы сплавить их вместе. Обычно на сварочной головке делаются зубчатые, сетчатые и полосковые узоры, которые образуют узор на поверхности плавленого изделия. Таким образом, изготавливаются как одноразовые плоские маски, так и маски N95, а ушные ремни маски также свариваются ультразвуковой сваркой.

С помощью ультразвука можно сваривать как однородные, так и разнородные материалы различной толщины. Свариваемость отдельных видов полимерных материалов зависит от физико-механических свойств материалов, от содержания в них наполнителей, а также от размеров свариваемых заготовок, способа их изготовления и др. Оптимальное время сварки для каждого вида изделия определяется при отработке технологических режимов. Время ультразвукового воздействия – от долей секунды до нескольких секунд.

Разработана конструкция лабораторной установки для исследования УЗС нетканых материалов (рис. 1).

Пьезокерамический преобразователь (1) подключается к ультразвуковому генератору марки УРСК-7Н с рабочей частотой 26,5 кГц. Необходимое усилие прижима обеспечивается шаговым приводом (2), который перемещается сварочный наконечник с помощью реечной передачи. Преобразователь колебаний и волновод установлены с акустической развязкой колебательной системы от корпуса установки. Составные части жестко



1 – пьезокерамический преобразователь; 2 – шаговый привод; 3 – свариваемое изделие; 4 – площадка; 5 – сварочный наконечник

Рисунок 1 – Конструкция лабораторной установки для исследования УЗС нетканых материалов

закрепляются в корпусе. Свариваемое изделие (3) фиксируется зажимным приспособлением на площадке (4), в основании которой установлен тензодатчик для измерения усилия прижатия сварочного наконечника (5).

Рабочий цикл сварки определяется последовательностью приложения статического давления Рст., включения и прохождения ультразвукового импульса, выдержки изделия под давлением и снятия давления с последующим удалением сварного соединения из матрицы.

Для управления работой установки разработана система, показанная на рисунке 2. В качестве устройства управления используется плата Arduino Uno (U2), для отображения информации применяется OLED-дисплей (U1). Управление шаговым двигателем (M1) осуществляется дискретными импульсами с помощью драйвера X113647 (U3). Измерение усилия осуществляется тензодатчиком (R2–R5) с использованием преобразователя на микросхеме HX711(U4).

Программа управления системой разработана на языке Arduino C, которая позволяет регулировать статическое давление прижатия сварочного наконечника и время прижатия.

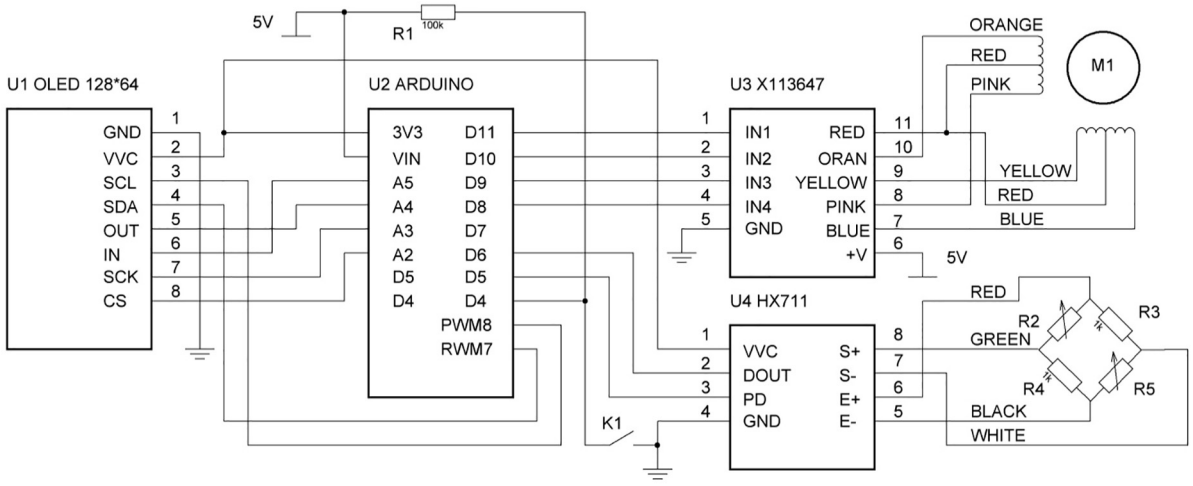


Рисунок 2 – Конструкция лабораторной установки для исследования УЗС нетканых материалов

Дальнейшими направлениями исследования является определение оптимальных параметров режима ультразвуковой сварки нетканых материалов зависящих от физико-механических свойств, формы и размеров свариваемых образцов, рабочего цикла сварки и других факторов. Экспериментальная проверка данных режимов будет осуществляться на разработанной установке.

Список использованных источников

1. Клубович, В. В. Технологии изготовления и обработки специальных периодических профилей: монография / В. В. Клубович, В. А. Томило. – Минск: БНТУ, 2007. – С. 296

2. Агрант, В. А. Ультразвуковая технология: монография / В. А. Агрант, В. И. Башкиров, Ю. И. Китайгородский, Н. Н. Хавский. – Москва, Металлургия, 1974. – 503 с.

3. Ультразвуковая сварка полимеров = Ultrasonic polymer welding / В. В. Клубович [и др.] // Современные методы и технологии создания и обработки материалов : сборник научных трудов : в 3 кн. / Национальная академия наук Беларуси, Физико-технический и нститут ; гл. ред. А. В. Белый. – Минск : ФТИ НАН Беларуси, 2017. – Кн. 1 : Материаловедение. – 2017. – С. 130–136.

УДК 677.076.49

Влияние пропитки на гигроскопические свойства нетканых материалов

Карнилов М. С., асп.,
Рыклин Д. Б.,
д.т.н., проф., зав. каф.

Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. Сорбирующие материалы и изделия медицинского назначения представляют собой одну из наиболее значимых и динамично развивающихся категорий товаров, используемых в здравоохранении. Их роль заключается в обеспечении контроля над биологическими жидкостями, ускорении процессов заживления ран, профилактике инфицирования и снижении риска осложнений. Современный ассортимент сорбирующих материалов изготавливается как из традиционных материалов (хлопок, искусственные волокна), так и из инновационных, включая альгинаты, гидрогели, полиуретановые пенки, наноструктурированные волокна.

Современные сорбирующие изделия включают гемостатические материалы, перевязочные средства и раневые покрытия. Одним из перспективных направлений разработки раневых покрытий является получение на-

новолокнистых пленок на основе хитозана. Для создания изделий с высокими сорбционными свойствами, обладающими также достоинствами нановолокнистых материалов, было принято решение разработать материал, состоящий из нетканой подложки и покрытия, полученного методом электроформования. В качестве подложки использован нетканый материал спанлейс. С целью повышения сорбционных свойств подложки предложено пропитывать ее раствором альгината натрия с добавлением глицерина, что позволяет повысить гигроскопичность подложки: оптимальная концентрация глицерина (300 % от массы сухого альгината) увеличивает влагопоглощение в 1,5 раза по сравнению с исходным материалом. Также исследовано влияние пропитки и структуры подложки на ее капиллярность. Исследования показали, что спанлейс даже с пропиткой обладает низкой капиллярностью (высота подъема воды составила 14 мм), тогда как перфорированный спанлейс и марля из нетканого материала демонстрируют значительно более высокие показатели. В последнем случае высота подъема воды достигла 46 мм. Установлено, что для повышения мягкости и гигроскопичности подложку целесообразно пропитывать раствором, содержащим 1,42 % альгината натрия и 4,25 % глицерина. Для повышения капиллярности целесообразно использовать структурированные нетканые материалы.

Ключевые слова: сорбирующие материалы, альгинат натрия, глицерин, сорбирующие подложки, спанлейс, гигроскопичность, капиллярность

Сорбирующие материалы и изделия медицинского назначения представляют собой одну из наиболее динамично развивающихся категорий товаров, применяемых в здравоохранении. Начиная от базовых перевязочных средств до высокотехнологичных интеллектуальных повязок, они обеспечивают контроль над биологическими жидкостями, способствуют заживлению ран, предотвращают инфицирование и минимизируют осложнения. Ассортимент этих изделий формируется под влиянием множества факторов – от биофизических свойств материалов до клинических требований, нормативных стандартов и маркетинговых стратегий производителей. В условиях роста заболеваемости хроническими ранами, увеличения числа хирургических вмешательств и старения населения спрос на сор-

бирующие изделия продолжает расти, что делает их предметом особого товароведческого и биомедицинского интереса.

Исторически сорбирующие материалы начали использоваться в медицине с момента появления первых перевязочных средств – марли, хлопка, льняных тканей. С развитием химии и материаловедения появились синтетические сорбенты, обладающие высокой абсорбционной способностью, устойчивостью к микробной контаминации и возможностью модификации. Современные изделия включают в себя как традиционные материалы (целлюлоза, хлопок), так и инновационные (альгинаты, гидрогели, полиуретановые пленки, наноструктурированные волокна). Натуральные сорбенты, такие как альгинаты и хитозан, обладают высокой биосовместимостью и способностью к биодеградации, что делает их особенно актуальными в условиях экологической ответственности. Синтетические материалы, включая полиакрилат натрия, поливиниловый спирт и силикагель, обеспечивают стабильные физико-химические характеристики и возможность точной настройки параметров сорбции [1].

Ассортимент сорбирующих изделий включает гемостатические материалы, перевязочные средства, раневые покрытия, абсорбирующие тампоны, салфетки и гели [2]. Гемостатические материалы, такие как оксидированная регенерированная целлюлоза, желатиновые губки, коллагеновые матрицы применяются для остановки капиллярных и венозных кровотечений, особенно в хирургии и травматологии. Их механизм действия основан на активации тромбоцитов, ускорении коагуляционного каскада и создании физического барьера. Перевязочные средства с сорбирующими свойствами используются при лечении хронических и острых ран, включая диабетические язвы, пролежни, ожоги и послеоперационные раны. Они могут содержать антимикробные компоненты (серебро, йод, медь), способствующие снижению бактериальной нагрузки и предотвращению инфицирования. Раневые покрытия на основе гидрогелей, альгинатов и полиуретановых пленок обеспечивают оптимальные условия для заживления, поддерживая влажную среду, защищая от механических повреждений и способствуя эпителизации [3].

В настоящее время одним из перспективных направлений разработки раневых покрытий является получение нановолокнистых пленок на основе хитозана, полученных методом электроформования [4]. Хитозан – это природный полисахарид, полученный путем удаления ацетильных групп из хитина, который обладает различными физиологическими функциями, такими как нетоксичность, иммуностимулирующее действие, антимикробное действие, биоразлагаемость и биосовместимость. Поэтому нановолокна, полученные из хитозана, обычно используются в гемостазе, заживлении ран и медицинском текстиле [5].

Однако способность сорбции у подобных материалов минимальна. В связи с этим для создания изделий с высокими сорбционными свойствами, обладающими также достоинствами нановолокнистых материалов, было принято решение разработать материал, состоящий из нетканой подложки и покрытия, полученного методом электроформования.

Современные нетканые материалы находят широкое применение в медицине, гигиене и текстильной промышленности благодаря их высокой проницаемости, гибкости и возмож-

ностям функциональной модификации. Одним из таких материалов является спанлейс – нетканый материал, получаемый методом гидроскреплания, отличающийся высокой прочностью и мягкостью. Однако его гигроскопические свойства ограничены, что снижает эффективность при использовании в качестве подложки для функциональных покрытий. В связи с этим была предложена предварительная пропитка материала 1,5 % раствором альгината натрия. Альгинат натрия – природный полисахарид, обладающий высокой гидрофильностью и способностью к гелеобразованию, что делает его перспективным модификатором для улучшения водоудерживающих свойств подложек [6].

Предварительные исследования показали, что пропитка нетканого материала альгинатом натрия существенно повышала его жёсткость, что делало его не пригодным для использования в качестве раневого покрытия. Возникла необходимость умягчения материала, для чего было решено добавить в пропиточный раствор модифицирующей добавки, в качестве которого был выбран глицерин. Использование глицерина в пропитке позволило существенно снизить жесткость материала, что дало возможность проведения дальнейших исследований.

Известно, что глицерин обладает способностью впитывать влагу, в связи с чем необходимо определить влияние концентрации глицерина на влагопоглотительные и капиллярные свойства различных подложек.

Для пропитки исходного нетканого материала применялся 1,5 % раствор альгината натрия, в который был добавлен глицерин в количестве 30, 70, 100, 300, 500 и 700 % от массы сухого альгината натрия.

Подготовка сорбирующей подложки осуществлялась следующим образом:

– выдерживание образцов в растворе 10 минут;
– отжим резиновыми валами;
– сушка в сухожаровом шкафу при 100 °С в течение 10 минут;
– определение гигроскопичности при помощи эксикатора по ГОСТ 3816-81.

Время выдерживания в растворе было выбрано на основании визуальной оценки равномерности распределения пропитки по всей площади образца. Время сушки было выбрано с учётом зависимости изменения влажности, полученной в ходе предварительных испытаний образцов.

Согласно ГОСТ 3816-81 размер образцов составлял 50×200 мм. Образцы выдерживались в эксикаторе в течение 4 часов, затем проводилась сушка в сухожаровом шкафу в течении 10 минут при температуре 107 градусов, затем, после высушивания и охлаждения в эксикаторе, заполненном обезвоженным хлоридом кальция, образцы взвешивались.

Исследование показало, что исходный материал обладает низкой гигроскопичностью. Добавление глицерина в раствор альгината натрия позволило значительно повысить данное свойство (табл. 1). Рациональным вариантом признана концентрация глицерина 300 % от массы сухого альгината натрия. При более высокой концентрации глицерина структура материала становилась чрезмерно мягкой, наблюдалось снижение прочности, материал терял форму, становился липким и не пригодным для практического применения.

При использовании рационального варианта раствора гигроскопичность материала достигла 14,9 %, что в 1,5 раза выше значения, определенного для материала без пропитки. Таким образом, выбранный пропиточный раствор содержит 1,42 % альгината натрия и 4,25 % глицерина.

Таблица 1 – Влияние концентрации глицерина на гигроскопичность спанлейса

Концентрация глицерина (% от массы альгината)	Гигроскопичность (%)	Изменение относительно исходного материала (%)
0 (исходный спанлейс без пропитки)	9,4	–
30	11,3	20,2
70	11,8	25,5
100	11,9	26,6
300	14,9	58,5
500	16,6	76,6
700	15,2	61,7

Кроме состава пропиточного раствора на гигроскопические свойства подложки влияет и ее структура. В связи с этим дополнительно проведена оценка капиллярности свойства трёх подложек на основе следующих видов нетканых материалов:

– спанлейс производства ООО «Белая Линия» (Российская Федерация) поверхностной плотности 45 г/м^2 (рис. 1 а);

– перфорированный спанлейс производства ОАО «Могилёвхимволокно» поверхностной плотности 55 г/м^2 (рис. 1 б);

– марля медицинская из нетканого материала (70 % хлопка, 30 % вискозы) производства ООО «Русвата» (Российская Федерация) поверхностной плотности 40 г/м^2 (рис. 1 в).

Пропитка проводилась в растворе альгината натрия без добавления глицерина, а также в двух вариантах растворов, содержащих альгинат натрия и глицерин (40 % и 700 % от массы альгината натрия). Содержание компонентов в этих растворах составило:

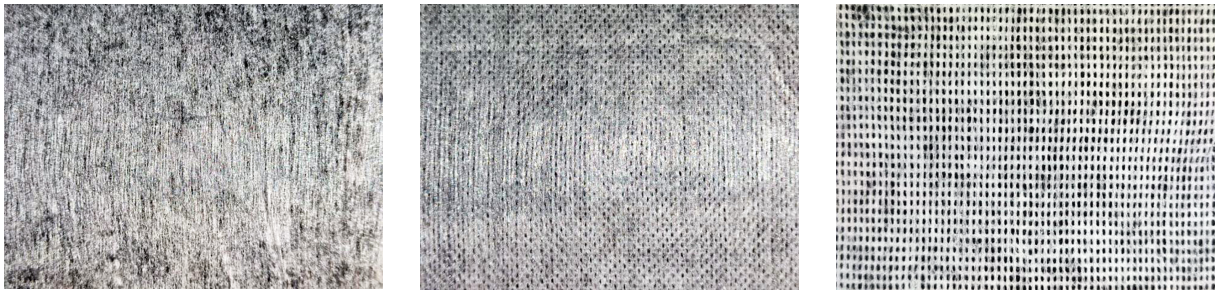
– 1,5 альгината натрия, 0,6 % глицерина;

– 1,36 альгината натрия, 9,5 % глицерина.

Исследования проводились согласно методике, описанной в ГОСТ 3816-81, согласно которой размер образцов составляет 50×300 мм. Результаты измерения высоты капиллярного подъема были получены после выдерживания в воде в течении 60 минут.

Результаты исследований, приведенные в таблице 2, показали, что нетканый материал спанлейс не обладает выраженным капиллярным эффектом. После пропитки в растворе альгината натрия высота капиллярного столба составил 14 мм. При наличии глицерина в составе раствора высота капиллярного столба снижается до 10 мм. Можно отметить, что

изменение содержания глицерина в пропиточном растворе в исследуемом диапазоне не оказало влияния на капилярность подложки.



а б в

Рисунок 1 – Структура образцов материалов, подвергаемых пропитке: а – спанлейс; б – структурированный спанлейс; в –марля медицинская

Таблица 2 — Оценка капиллярных свойств различных подложек

Материал подложки	**Содержание компонентов в пропиточном растворе, %**		**Высота подъема воды, мм**
	альгинат натрия	**глицерин**	
Спанлейс	-	-	0
Спанлейс	1,5	-	14
Спанлейс	1,5	0,6	10
Спанлейс	1,36	9,5	10
Перфорированный спанлейс	1,5	-	16
Марля из нетканого материала	1,5	-	46

При сравнении результатов, полученных для образцов материала спанлейс различной структуры, пропитанных только раствором альгината натрия, можно отметить, что перфорированный материал характеризуется существенно большей капиллярностью. Наиболее выраженные капиллярные свойства продемонстрировала медицинская марля из нетканого материала, пропитанная альгинатом натрия.

Таким образом, на основании анализа полученных результатов можно сделать вывод, что для повышения мягкости и гигроскопичности подложку целесообразно пропитывать раствором, содержащим 1,42 % альгината натрия и 4,25 % глицерина. Для повышения капиллярности целесообразно использовать структурированные нетканые материалы.

Список использованных источников

1. Цыганова, А. А. Синтез композиционного материала на основе смеси фосфатов кальция и альгинат-хитозанового полиэлектролитного комплекса / А. А. Цыганова, О. А. Голованова, А. Н. Еловский // Журнал неорганической химии. – 2020. – Т. 65, № 7. – С. 888–893. – DOI: 10.31857/S0044457X20070223.

2. Привольнев, В .В., Каракулина, Е. В. Основные принципы местного лечения ран и раневой инфекции // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. 2011. – Т. 13. № 3. – С. 214–222.

3. Саньков, С. В. Современный ассортимент, свойства и перспективы совершенствования перевязочных средств для лечения ран / С. В. Саньков, А. В. Майорова, Б. Б. Сысуев, И. А. Ханалиева, И. В. Вихрова // Раны и раневые инфекции. – 2018. – Т. 5, № 2. – С. 24–31.

4. Электроформование нановолокон из растворов хитозана (обзор) / Н. Р. Прокопчук [и др.] // Полимерные материалы и технологии. 2015. – Т. 1, № 2. – С. 36–56.

5. Gao, Z. Antibacterial and hemostatic bilayered electrospun nanofibrous wound dressings based on quaternized silicone and quaternized chitosan for wound healing / Z. Gao [et. al.] // European Polymer Journal. – 2021. – Vol. 159. – Art. 110733.

6. Lee, K. Y. Alginate: properties and biomedical applications / K. Y. Lee, D. J. Mooney // Progress in Polymer Science. – 2012. – Vol. 37, № 1. – P. 106–126.

Секция 2
ШВЕЙНЫЕ И ОБУВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 687.02:687.17

Исследование пылемкости спецодежды с защитными свойствами

Метелева О. В., д.т.н., проф.,
Бондаренко Л. И., к.т.н., доц.

Ивановский государственный политехнический университет», г. Иваново, Российская Федерация

Реферат. В статье представлены результаты исследований взаимного влияния водозащитной функции текстильного материала на его загрязнение текстильной пылью при эксплуатации одежды. Исследованы ткани различного волокнистого состава, однородные и смесовые с водозащитными свойствами и без них, предназначенные для изготовления производственной одежды. Также исследования проведены для ниточных соединений текстильного материала «Грета». Загрязнение текстильной пылью проб ткани и швов осуществляли на установке для определения пылеемкости тканей. Установлено, что водоотталкивающая отделка текстильного материала увеличивает его пылеемкость, например, обработка ткани персистолом E повысила ее пылеемкость на 65–202 %. Пылеемкость и пылеудержание ткани зависят от ее структурных характеристик, причем пылеемкость в большей степени зависит от волокнистого состава и структурного наполнения ткани, а пылеудержание – от волокнистого состава и структуры рельефа поверхности. Подтверждено увеличение загрязнения текстильного материала текстильной пылью на 26 % и пылеудержания – на 57 % при наличии в структуре загрязнения масел. Доказано, что загрязнение одежды текстильной пылью уменьшается при увеличении площади ниточных соединений, но зависит от конструкции применяемых ниточных швов.

Ключевые слова: загрязнение текстильной пылью, водозащитная способность, пылеемкость ткани, пылеудержание ткани, ниточные швы.

Основной функцией спецодежды является ее защитная способность. В настоящее время ее значимость еще более возросла, о чем свидетельствуют расширение ассортимента

одежды, предназначенной для ношения в неблагоприятных погодных условиях, и материалов для изготовления такой одежды [1, 2].

Придание материалам водозащитных свойств обеспечивают заключительная отделка текстильных материалов или формирование пленочного покрытия с изнаночной стороны материала. Водоотталкивающая отделка текстильных материалов не обеспечивает высокую водонепроницаемость одежде, но позволяет сохранить в большей степени гигиенические показатели, поэтому производственная одежда в основном изготавливается из материалов с водоотталкивающей отделкой. Наличие пленочного покрытия приводит к высоким водозащитным свойствам одежды. Изделия из таких материалов имеют малый вес и незаменимы для изготовления защитных курток и плащей. Одежда в процессе эксплуатации испытывает различные воздействия, в т. ч. различные загрязнения. Насколько серьезно влияние загрязнений пылью на сохранение водозащитной способности текстильного материала и одежды, и насколько значительно влияние наличия водозащитной способности материала и одежды на накопление загрязнений – ответ на эти вопросы являлся задачей настоящего исследования.

Цель исследования

Анализ взаимовлияния наличия водозащитной функции текстильного материала на его пылезагрязняемость и, соответственно, наличия загрязнений пылью – на сохранение водозащитной способности при эксплуатации одежды.

Методы исследования

Для проведения исследования были выбраны ткани различного волокнистого состава, однородные и смесовые с наличием водозащитных свойств и без них, предназначенные для изготовления производственной одежды. Характеристика материалов представлена в таблица 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика исследуемых материалов

№ п/п	Название, артикул, наличие отделки	Волокнистый состав, %	Вид переплетения	Линейная плотность пряжи, текс		Число нитей на 10 см		Поверхностная плотность, г/м^2
				основа	уток	основа	уток	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Саржа арт. 856	ВХ 100	Саржа 1/3	37	50	372	208	289
2	Саржа арт. 856 с ВО (персистол *E*)	ВХ 100	Саржа 1/3	37	50	372	208	315
3	Ткань палаточная арт. 1205	ВХ 100	Полотняное	29	50	243	197	235

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	Ткань палаточная арт. 1205 с ВО (персистол E)	ВХ 100	Полотняное	29	50	243	197	258
5	Ткань курточная арт. 1308	ВХ 100	Мелкоузорч.	35	46	395	178	203
6	Ткань курточная арт. 1308 с ВО (персистол E)	ВХ 100	Мелкоузорч.	35	46	395	178	217
7	Саржа арт. 3224 с ВО	ВХ 100	Саржа 1/3	18,5х2	50,0	232,5	107	280
8	Ткань «Грета» арт. 4С5-КВСН с ВО	ВХ 50 + ВПЭф 50	Саржа 1/3	23,2	20,0	364	184	195
9	Ткань «Ортон» с МВО	ВПА 51+ ВХ 49	Саржа 3/1	-	-	322	168	300
10	Ткань курточная арт. 52204 с пленочным покрытием	НК 100	Полотняное	10,7	9,5	-	-	73
11	Ткань курточная 1 с ВО каландр.	ВПЭф 100	Полотняное	-	-	-	-	182
12	Ткань курточная 2 с ВО каландр.	ВПЭф 100	Полотняное	-	-	-	-	123

Для анализа влияния на способность поглощать пыль заключительная водоотталкивающая отделка хлопчатобумажных текстильных материалов была выполнена гидрофобизирующим составом на основе персистола E в условиях лаборатории ООО «Ярцевский хлопчатобумажный комбинат», г. Ярцево Смоленской области (содержание персистола E – 100 г/л, pH уксусной ванны – 4–5).

Исследования проведены для ниточных соединений текстильного материала «Грета» в виде стачного и настрочного швов, в качестве наиболее широко используемых при изготовлении производственной одежды, с разной площадью заполнения (с одним и двумя швами на площади пробы). Режимы образования ниточных соединений и параметры швов соответствовали требованиям ГОСТ 29122-91 [3]: частота стежков – 3/10 см, нитки армированные 44лх-1, № иглы – 90, ширина шва стачивания – 10 мм, расстояние строчки настрачивания от строчки стачивания – 5 мм, ширина строчки обметывания – 4 мм.

Загрязнение проб ткани и швов осуществляли на установке для определения пылеемкости [4]: на загрузочную сетке помещали промышленную текстильную пылевую смесь массой 50±0,5 г, пробы располагали горизонтально, время воздействия при одном (ско-

рость потока воздуха 4,3 м/с) и двух (скорость потока воздуха 8,6 м/с) включенных вентиляторах – 60 мин и 90 мин. Загрязнение машинным маслом осуществляли путем протирания лицевой поверхности проб ткани «Грета» ватным тампоном, смоченным в масле и отжатым.

Перед испытанием пробы круглой формы диаметром 130 мм выдерживали при климатических условиях: влажность – 65±5 %, температура – 20±2 °С в течение суток. До загрязнения и после загрязняющего воздействия пробы взвешивали на аналитических весах WA-31 с точностью 10-4 г. В результате определяли относительное увеличение веса загрязненной пылью ткани, характеризуемого показателем пылеемкости *(Пе, %)*.

Запыленные пробы тканей подвергали сухой чистке воздухом с помощью ручного пылесоса в течение 2 мин мощностью 700 Вт с малой щеткой. В результате повторного взвешивания определяли относительное увеличение веса очищенной от загрязнения пылью пробы ткани, характеризуемого показателем пылеудержания *(Пу, %)*.

Задачей водоотталкивающей отделки одежды является сообщение ей способности противостоять смачиванию водой, но сохранять пористость, воздухопроницаемость. Обработка текстильных материалов персистолом E приводит к обволакиванию нитей тончайшей водоотталкивающей плёнкой парафина [5], приводит к повышению гладкости волокон и нитей и образованию на них защитного армирующего слоя, увеличивается поверхностная плотность тканей на 7–10 %, воздухопроницаемость при этом снижается на 10–58 %.

Сравнивая загрязнение тканей пылью *(Пе)* до и после водоотталкивающей отделки (рис. 1) можно отметить, что гидрофобизирующая обработка персистолом E существенно увеличила пылеемкость хлопчатобумажных текстильных материалов разной структуры на 65–202 % в зависимости от линейного наполнения – чем оно меньше, тем выше пылеемкость.

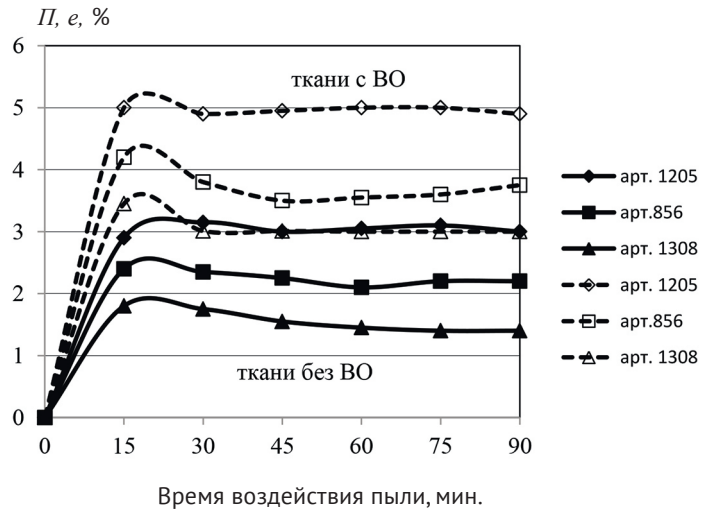


Рисунок 1 – Влияние наличия водоотталкивающей отделки персистолом E на пылеемкость хлопчатобумажных тканей

Поскольку имеющиеся данные на примере сорочечных тканей [6] показывают накопление остаточных загрязнений со временем, в т. ч. с учетом количества циклов «загрязнение – уход за изделием», можно прогнозировать для одежды из тканей с водоотталкивающей отделкой необходимость увеличения количества таких циклов.

Для изучения влияния волокнистого состава на способность тканей загрязняться пылью исследовали материалы

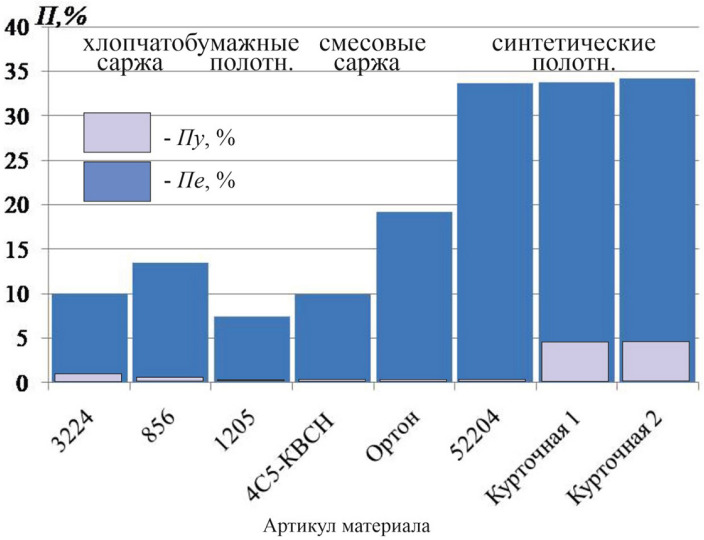


Рисунок 2 – Изменение пылеемкости и пылеудержания тканей с водозащитными свойствами

хлопчатобумажные, смесовые и синтетические, подвергнутые водоотталкивающей отделке или пленочному покрытию (рис. 2).

Установлено, что волокнистый состав влияет на способность ткани накапливать на поверхности и удерживать пыль – наиболее загрязняемые при этом синтетические материалы с пленочным покрытием, в то время, как они более плотные по структуре и имеют более гладкий рельеф поверхности, например, по сравнению с хлопчатобумажной тканью с полотняным переплетением арт. 1205. Их пылеемкость почти в 5 раз выше, чем ткани арт. 1205, а пылеудержание – в 36 раз (арт. 1205 – 0,13 %, курточная ткань 1 и курточная ткань 2 соответственно 4,7 % и 4,4 %). При этом синтетическая ткань арт. 52204, имея каландровую обработку изнаночной поверхности, обладает значительно более низким пылеудержанием (0,15 %), что позволяет предполагать, что в комплексе с волокнистым составом на пылеудержание оказывает влияние рельеф поверхности ткани.

Обращает на себя внимание и влияние переплетения и поверхностной плотности на загрязняемость тканей пылью, однако незначительная выборка артикулов тканей с разными техническими характеристиками не позволяет сделать более глубокие и основательные выводы. Кроме того, полученные экспериментальные данные согласуются с проведенными исследованиями других ученых. Так, в работе [7] установлено как на результат удержания пыли текстильным материалом влияет его структура и свойства загрязняющего вещества. У тканей картина загрязнения поверхности следующая: значительная часть пыли оседает на лицевой поверхности. Это характерно для загрязнения материалов различными промышленными загрязнениями.

Отложение на поверхности текстильных материалов жировых и других веществ создает благоприятную среду для задержки и закрепления всех других загрязнений. Здесь важную роль играет электростатическое электричество, которое возникает вследствие различных электрических зарядов на материалах. Причем более сухие материалы электризуются сильнее, чем более влажные [8]. Очевидно, что загрязнение текстильных материалов маслами будет способствовать и большему загрязнению пылью (рис. 3).

Экспериментальные исследования показали, что даже небольшое загрязнение по-

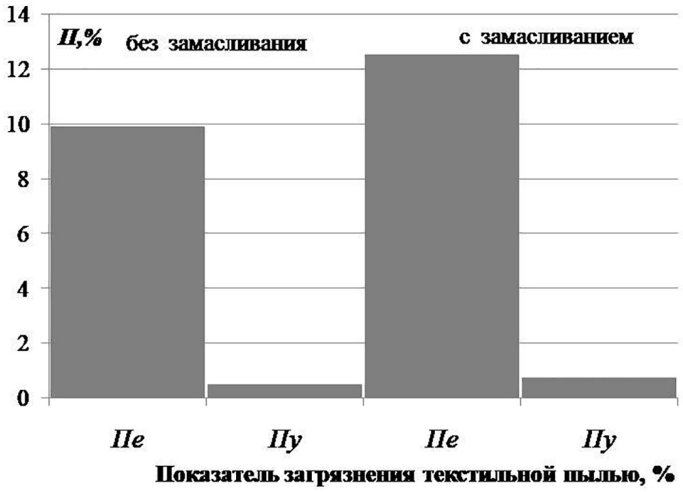


Рисунок 3 – Влияние замасливания ткани «Грета» арт. 4С5-КВСН с ВО на ее пылеёмкость и пылеудержание

верхности ткани «Грета» арт. 4С5-КВСН с ВО машинным маслом интенсивностью 0,0053 г/см^2 приводит к увеличению показателей загрязнения пылью: пылеемкость увеличивается на 26 %, пылеудержание – на 57%. Наличие замасливателей в общей структуре загрязнений текстильных материалов одежды, таким образом, будет приводить к более быстрому загрязнению одежды, а значит, потребуется сокращать длительность цикла эксплуатации, например, производственной, до уходовой процедуры и увеличивать количество циклов ухода. С другой стороны, наличие загрязнения текстильного материала может снижать его водозащитные характеристики [9, 10], которые зависят от вида примененного гидрофобизирующего препарата [5], [11].

В одежде поверхность содержит локальные барьеры в виде горизонтальных и вертикальных швов, количество и расположение которых зависит от модельных особенностей, их наличие повлияет на общее загрязнение изделия. Экспериментальные исследования пылеемкости и пылеудержания образцов текстильных материалов при разном заполнении швами разных, наиболее часто используемых конструкций позволило установить, что увеличение заполнения площади текстильного материала ниточными соединениями приводит к увеличению загрязнения (рис. 4).

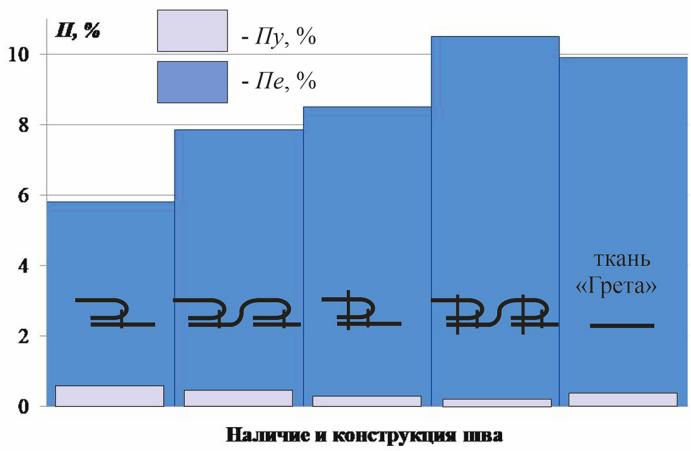


Рисунок 4 – Влияние наличия ниточных соединений на загрязнение текстильного материала

Шов с уплотненной конструкцией – настрочной с открытыми срезами, более пылеемкий, но менее пылеудерживающий по отношению к стачному шву, припуски которого не закреплены строчкой (соотношение пылеемкости настрочного и стачного шва при одинаковой площади за-

полнения 24 % соответственно 8,5 % и 5,8 %, а соотношение пылеудержания – 0,26 % и 0,63 %). Пылеудержание настрочного шва при увеличении площади ниточных соединений ниже, чем ткани (пылеудержание для ткани «Грета» арт. 4С5-КВСН – 0,47 %, для настрочных швов при относительной площади заполнения 24 % – 0,26 % и соответственно при относительной площади заполнения 48 % – 0,20 %). Наличие швов в одежде приводит к увеличению пылеемкости по отношению к пылеемкости текстильного материала (соответственно, пылеемкость образца при площади заполнения настрочным швом 48 % – 10,5 %, образца без шва – 9,9 %). Стачной шов при этом менее пылеемкий в сравнении с настрочным швом (пылеемкость швов, соответственно, при одинаковой площади: стачного – 5,8 % и 7,85 %, настрочного – 8,5 % и 10,5 %), но стачной шов имеет большую пылеудерживающую способность, а значит более загрязняем (пылеудержание швов соответственно при одинаковой площади: стачного – 0,63 % и 0,57 %, настрочного – 0,26 % и 0,20 %). При этом можно сделать вывод о том, что при увеличении площади одежды, заполненной уплотненными швами, загрязнение ее текстильной пылью будет меньше. Снижение водоупорности в области швов в зависимости от их конструкции может достигать 30–40 % [12, 13].

Выводы

Установлено, что водоотталкивающая отделка текстильного материала увеличивает его пылеемкость, например, обработка ткани персистолом E повысила ее пылемкость на 65–202 %.

Показано, что пылеемкость и пылеудержание тканей зависят от ее структурных характеристик, причем пылеемкость в большей степени зависит от волокнистого состава и структурного наполнения ткани, а пылеудержание – от волокнистого состава и структуры рельефа поверхности.

Подтверждено увеличение загрязнения текстильного материала текстильной пылью на 26 % и пылеудержания – на 57 % при наличии в структуре загрязнения масел.

Доказано, что загрязнение одежды текстильной пылью уменьшается при увеличении площади ниточных соединений, но зависит от конструкции применяемых ниточных швов. Применение более плотного по конструкции настрочного шва в целом будет способствовать меньшей загрязняемости одежды в сравнении с загрязняемостью текстильного материала за счет снижения пылеудержания в области швов.

Список использованных источников

1. Умная одежда : Верхняя одежда для дождливой погоды: современные решения. – URL: https://maxiscomfort.ru/verhnyaya-odezhda-dlya-dozhdlivoj-pogody-sovremennye-resheniya/ (дата доступа 01.06.2025). – Текст: электронный.

2. Garderobus : Мембранная одежда для спорта и туризма. – URL: https://garderobus.ru/articles/saturday/membrannaja-odezhda-dlja-sporta-i-turizma/ (дата доступа 01.06.2025). –

Текст: электронный.

3. Средства индивидуальной защиты. Требования к стежкам, строчкам и швам : ГОСТ 29122-91: Межгосударственный стандарт. – Взамен ГОСТ 12.4.116–82 ; введ. РФ 01.01.93. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 23 с.

4. Пат. 12861 РФ. Устройство для определения пылеемкости текстильных материалов / № 99114996; заявл. 12.07.99; опубл. 10.02.00, Бюл. № 4, Дэлгерсурэн Балдан-Осар, Метелева О. В., Веселов В. В., Немихина М. В., Цапалов Б. М., Носова М. В., Припеченкова Н. С. – 8 с.

5. Кричевский, Г. Е. Химическая технология текстильных материалов: учеб. для вузов. в 3 т. Заключительная отделка текстильных материалов / Г. Е. Кричевский. – М., 2001. – Т.3. – 298 с.

6. Кольцова, В. Г. Разработка методов и оценка изменения свойств сорочечных тканей в результате загрязнений: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук : специальность 05.19.01 – «Материаловедение производств текстильной и лёгкой промышленности» / Кольцова Валентина Георгиевна ; рук. Перепелкин Кирилл Евгеньевич. – СПб: СПбГУТД, 2000. – 18 с.

7. Немирова, Л. Ф. Экспериментальное исследование загрязнения текстильных материалов пылью тонкоизмельченных порошкообразных материалов / Л. Ф. Немирова, С. Н. Литунов, С. Ш. Ташпулатов, И. В. Черунова, Ч. Т. Кочкорбаева, Г. И. Махмудова // Известие вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, – № 2 (386). – С. 73–78.

8. Гелион : Прочность одежды и причины загрязнения белья. – URL: https://helion-ltd.ru/good-clothes/ (дата доступа 01.06.2025). – Текст: электронный.

9. Припеченкова, Н. С. Разработка малооперационной технологии изготовления водозащитной одежды : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук : специальность 05.19.04 – «Технология швейных изделий» / Припеченкова Наталья Сергеевна ; рук. Метелева Ольга Викторовна. – Иваново: ИВТИ, 2001. – 220 с.

10. Припеченкова, Н. С. Проектирование тканей для водозащитной одежды / Н. С. Припеченкова, О. В. Метелева, В. В. Веселов // Известия вузов. Технология легкой промышленности. 1999. – №3. – С. 86–91.

11. Отделка хлопчатобумажных тканей: справочник / под ред. Б. Н. Мельникова. – Иваново: Талка, 2003. – 484 с.

12. Метелева, О. В. Исследование клеевого пленочного материала для проклеивания ниточных соединений / О. В. Метелева, Л. И. Бондаренко, Е. В. Зобнина // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2024. – № 6 (414). – С. 146–154.

13. Бондаренко, Л. И. Обеспечение комплекса защитных свойств соединений спецодежды / Л. И. Бондаренко, О. В. Метелева // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2020. - № 1 (385). – С. 184–188.

УДК 685.34.012

Разработка авторской коллекции классических цельнокроеных мужских полуботинок

Карасева А. И., к.т.н., доц.,
Костылева В. В., д.т.н., проф.,
Синёва О. В., к.т.н., доц.

Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), г. Москва, Российская Федерация

Реферат. В статье представлена авторская коллекция мужской модельной цельнокроеной обуви, отражены особенности изготовления, ухода и условий носки таких изделий.

Коллекция – серия моделей различного назначения, построенная на основе единого решения стиля, конструкции, базовой формы и структуры материалов. Ассортимент представленной коллекции предназначен для торжественных случаев. Разработанная обувь характеризуется лаконичной формой с плавными линиями членений на низком каблуке. Использованы варианты классического кроя. Все это придает изделиям сдержанный и в то же время изящный вид. Цветовое монохромное решение актуально как для повседневной, так и модельной обуви.

Классическая обувь является неотъемлемой частью гардероба большей части людей, живущих и работающих в крупных городах, ведущих активный образ жизни. Классическая обувь подходит для повседневной носки, работы в офисе или светского мероприятия.

Ключевые слова: обувь, конструкция, технологии, дизайн, проектирование, коллекция, полуботинки, цельнокроеные модели.

Цельнокроеные полуботинки модели «оксфорд», также известные как «wholecut» или «one-piece», являются особой конструкцией классических мужских полуботинок. Они отличаются минималистичным и элегантным дизайном, поскольку наружные детали обуви изготавливаются из одного куска кожи, с одним или вовсе без швов.

Процесс создания цельнокроеных полуботинок требует опытного ремесленника и высокого мастерства. Первым важным моментом является выбор высококачественной кожи с наименьшим количеством пороков для изготовления верха обуви. Цельнокроеные полуботинки «оксфорд» считаются вершиной ремесленного искусства и символом роскоши. Они отличаются изящной формой и простотой. Правильное изготовление обеспечивает отличную посадку и комфорт. Важно отметить, что уход за такой обувью требует

особого внимания: её рекомендуется регулярно чистить и полировать, чтобы сохранить блеск и качественный товарный вид. Подчеркнуть индивидуальный стиль и характер обладателя – одно из достоинств цельнокроеных полуботинок. Для создания различных образов конструкция имеет простую и элегантную основу. Благодаря универсальности такие полуботинки могут сочетаться с костюмами, пиджаками, брюками и даже джинсами в зависимости от события и стиля [1].

История цельнокроенных полуботинок и модели «wholecut» насчитывает десятилетия, но они остаются популярными и в настоящее время. Иметь в гардеробе цельнокроеные полуботинки – проявление утонченного вкуса и стиля, признак высокого достатка обладателя (рис. 1) [2].



Рисунок 1 – Некоторые популярные модели мужских полуботинок (изображения из открытых источников)

Вопрос актуальности моделей «wholecut» сомнений не вызывает. Несмотря на стремительное развитие технологий и набирающую популярность обувь из полимерных материалов, более простая в изготовлении и нетребовательная в использовании, в любое время в любой стране классическая обувь из натуральных материалов будет пользоваться большим спросом [3].

В обувном деле цельнокроеная обувь – это обувь, изготовленная из целого куска кожи с задним швом или без него, из однотонных и гладких материалов, с мелкой перфорацией или без нее. Цельнокроенными могут быть различные типы обуви, но обычно этот термин относится к классическим полуботинкам. Отсутствие декоративных элементов и общий консервативный вид делают цельные модели особо подходящими для торжественных случаев.

Цельный полуботинок – это сложная обувь, процессы сборки которой должны выполняться с особой тщательностью. Кожа, используемая для производства таких моделей, наилучшего качества, одинаковой текстуры по всей площади детали, не должна иметь пятен и дефектов. Благодаря отсутствию швов, которые мешают процессу полировки, цельнокроеная обувь впитывает полировку и отлично передает блеск [4].

В силу сложности изготовления и высокой себестоимости не всякий мастер возьмется за пошив модели такой конструкции. Но они точно не уступают обычным «оксфордам» во внешнем виде и по эргономическим характеристикам.

При правильном изготовлении кожа цельнокроеной обуви повторяет форму стопы. Если говорить о внешнем виде, то модели «wholecut» даже наоборот еще более строгие и обладают монолитным силуэтом. Достигается такой эффект за счет отсутствия каких-либо деталей кроме союзки.

При разработке авторской коллекции обуви и проектировании новых конструкций важным этапом является эскизное проектирование. Точная визуализация будущих моделей с использованием цифровых технологий позволяет на уровне идеи точно передать внешний вид будущих изделий [5–7]. Эскизы моделей конструктивно-унифицированного ряда (КУР) представлены на рисунке 2.

Модель 01-1 КУР отличается от базовой модели 01 наличием перфорации в носочной части. Модель КУР 01-2 имеет перфорацию по всей союзке, и модель КУР 01-3 отличается цветом – союзка выполнена из коричневой кожи и отделана темным воском. В модели КУР 01-4 союзка выполнена из кожи цвета оливы и ручной отделкой темным



Рисунок 2 – Эскизы базовой модели и моделей конструктивно-унифицированного ряда цельнокроенных полуботинок, архив каф. ХМКиТИК, автор А. И. Карасева

воском. Модель КУР 01-5 имеет союзку из кожи коричневого цвета, перфорацию по всей площади детали, отделанную темным воском. Детали низа и промежуточные детали во всех моделях одинаковые, каблуки формованные высотой 20 мм.

Наружные детали верха базовой модели выполняются из опойка хромового дубления. При изготовлении новой пары полуботинок важно учитывать строение нижних конечностей и подбирать подходящие колодки и материалы для лучшей защиты стопы от окружающих воздействий.

Мужчины в наше время предпочитают комфорт, а именно детали верха, выполненные из мягкого материала в сочетании с хорошо выполненными деталями низа обуви, отвечают этому требованию. Обувь из натуральной кожи пользуется высоким спросом, так как кожа является одним из самых износостойких и прочных материалов.

Изготовленная в материале коллекция мужских цельнокроеных полуботинок под девизом «Antonio Karassi» была представлена на XXX Международном конкурсе дизайнеров обуви и аксессуаров «Shoes–Style», посвященном памяти Фукина Виталия Александровича, и удостоена 1 места в категории «Обувь» (рис. 3)



Рисунок 3 – Коллекция цельнокроеных полуботинок под девизом «Antonio Karassi» на конкурсе «Shoes– Style», архив каф. ХМКиТИК, автор коллекции А. Р. Карасик, рук. канд. техн. наук, доцент А. И. Карасева

Коллекция демонстрировалась на конкурсе творческих работ «Лица мира – Африка. Мы – вместе» в рамках ежегодной международной научной конференции студентов и молодых ученых «В целях устойчивого развития цивилизации: сотрудничество, наука, образование, технологии (Путь Африки к 17 ЦУР: комплексный подход)», 21–24 ноября 2023 года на базе Российского университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы (РУДН) и Московского художественно-промышленного института (МХПИ); международном конкурсе дизайна костюма «Art Fashion-2024» в номинации «Хроника Повседневности», Новосибирский технологический институт (филиал) федерального государственного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», г. Новосибирск, 16–20 декабря 2024 г., является победителем I-ого Международного конкурса молодых дизайнеров обуви, аксессуаров и изделий из кожи и меха «UZCHARM Style 2023», заняла 2 место в номинации «Лучший дизайн мужской обуви», Республика Узбекистан, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, 12 сентября 2023 года.

Коллекция пронизана духом итальянских и французских обувщиков [8, 9] и включает 3 пары цельнокроеных «оксфордов» осенне-весеннего сезона носки, черного цвета. Их отличительной чертой является необычная конструкция, верх выполнен из одной цельной детали, состроченной по пяточному шву, модели выглядят строго и изящно. Об актуальности коллекции цельнокроеных классических моделей мужских полуботинок в современной моде свидетельствует серьезная апробация и признание на международных профессиональных конкурсах дизайнеров и модельеров.

Список использованных источников

1. Оксфорды это не броги. – URL: https://blog.rendez-vous.ru/glossary/wordbyword/_oksfordy_eto_ne_ brogi_s/ (дата обращения 18.03.2025). – Текст : электронный.

2. Карасева, А. И., Костылева, В. В., Шакурова, А. Р. О современных моделях мужских полуботинок // Прогрессивные технологии и оборудование: текстиль, одежда, обувь: материалы докладов Международного научно-практического симпозиума. – Витебск: ВГТУ, 3 ноября 2020. – С. 141–145

3. Карасева, А. И. Анализ дизайна моделей современной обуви, изготовленной по технологии трехмерной вязки / А. И. Карасева, В. В. Костылева // Инновации в текстиле, одежде, обуви (ICTAI-2022) : материалы докладов международной научно-технической конференции, Витебск, 23–24 ноября 2022 года. – Витебск: Витебский государственный технологический университет, 2022. – С. 52–57.

4. Карасик, А. Р., Карасева, А. И. Об особенностях цельнокроеных мужских полуботинок «wholecut» // Тезисы докладов Юбилейной 75-ой Внутривузовской научной студенческой конференции «Молодые ученые – инновационному развитию общества (МИР-2023)». Часть 5, 2023 г. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2023. – С. 8.

5. Коренькова, И. Ю. Новаторские дизайнерские решения в проектировании коллекции обуви и аксессуаров / И. Ю. Коренькова, Т. М. Сумарокова // Известия высших учебных заве-

дений. Технология легкой промышленности. – 2018. – Т. 42, № 4. – С. 78–81.

6. Глушкова, А. Ю. Разработка эскизов женской обуви и сумок по мотивам рыцарского костюма 18 века / А. Ю. Глушкова, И. Ю. Коренькова, Ю. Е. Шепелева // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2018. – № 2. – С. 255–261.

7. Белицкая, О. А. Применение металлизированной каракульчи при разработке коллекции обуви / О. А. Белицкая, Н. С. Кочетков, А. А. Фокина // Инновационные технологии: кожа, мех, химические материалы, производство : сборник научных трудов I Международной научно-практической конференции, посвященной памяти выдающегося советского ученого Н.В. Чернова, Москва, 25–27 ноября 2023 года. – Москва: Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2023. – С. 42–47.

8. Горшкова, М. И. Разработка коллекции обуви с использованием метода аналогий / М. И. Горшкова, Е. С. Рыкова, А. А. Фокина // Фундаментальные и прикладные научные исследования в области инклюзивного дизайна и технологий: опыт, практика и перспективы : Сборник научных трудов XI Международной научно-практической конференции, Москва, 25–27 марта 2025 года. – Москва: Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2025. – С. 139–145.

9. Колчин, И. В. Применение методов адресного проектирования в производстве мужской обуви / И. В. Колчин, Н. В. Яковлева // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2023. – № 3. – С. 447–451.

УДК 687.022

Программный комплекс проектирования раскроя кожи для производства обуви

Тарасов С. Д., асп.,
Староверов Б.А. , д.т.н., проф.,
Лапшин В.В., д.т.н., доц., зав. кафедрой

Костромской государственный университет, г. Кострома, Российская Федерация

Реферат. В настоящей статье изложены результаты разработки программного комплекса проектирования раскроя для производства обуви. Программный комплекс спроектирован и разработан на основе ранее предложенных методик размещения деталей как с учетом сложного контура материала, так и с возможностью размещения на материале с прямоугольным контуром. Учет и последующий синтез цифровой модели материала со сложным контуром осуществляется с применением технологий машинного зрения. Разработанный программный комплекс готов для внедрения в технологический процесс раскроя кожи на обувном предприятии, может существенно

повысить производительность труда специалиста по раскрою и автоматизировать его труд.

Ключевые слова: программный комплекс, кожа, контур кожи, размещение деталей, машинное зрение, методика, процент использования площади материала, топография кожи.

В публикации [1] авторами было предложено несколько программных методик для размещения деталей обуви. Разработка этих методов была вызвана необходимостью импортозамещения иностранного программного обеспечения в связи с санкционным отключением поддержки данных программ на одном из обувных предприятий г. Костромы. Спроектированный и разработанный программный комплекс выполняет задачи, необходимые для данного программного обеспечения. Данные задачи перечислены в [1, с. 103].

Разработанный программный комплекс работает следующим образом. Оператор раскройного станка запускает на компьютере главную панель оператора. Кнопки, отвечающие за последовательность действий для проектирования карты раскроя деталей на листе материала, пронумерованы с целью облегчения работы оператора раскройного станка. Данные номера соответствуют последовательности действий. Внешний вид главной панели оператора представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид главной панели оператора

Первое действие – считать из файла набор деталей на раскрой. Наборы деталей расположены в файлах формата CUT. Координаты точек контуров деталей кодированы на языке HPGL. Для чтения набора деталей на раскрой необходимо указать адрес данного файла. Это действие осуществляется с помощью файлового браузера, вызываемого кнопкой 1 на главной панели оператора. Путь выбранного файла сохраняется в специальном текстовом файле внутренней памяти программного комплекса. Файловый браузер представлен на рисунке 2.

Оператор имеет возможность просмотреть набор деталей. Для этого на главной панели оператора необходимо нажать кнопку 2 – просмотреть набор деталей. Панель просмотра набора деталей выводит на экран детали, осуществляя предварительное грубое размещение по методу описывающих прямоугольников [2]. Данная панель предназначена

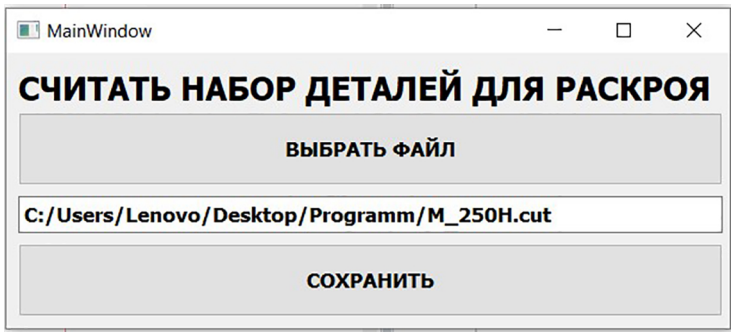


Рисунок 2 – Файловый браузер для выбора файла с набором деталей

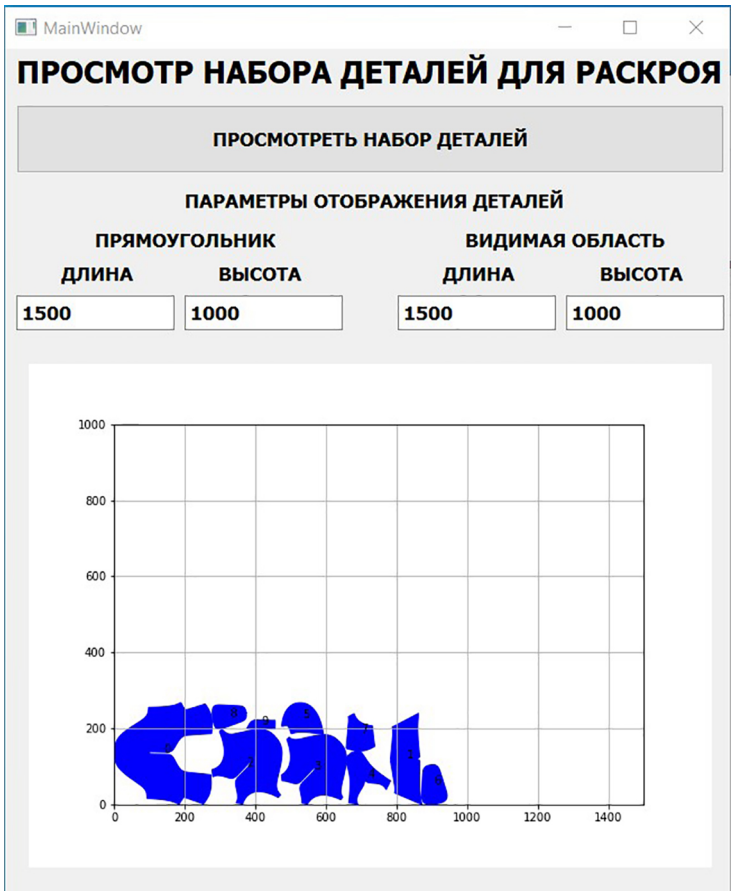


Рисунок 3 – Панель просмотра набора деталей

для предварительной оценки оператором раскройного станка объема набора и необходимой площади раскраиваемого материала. Панель просмотра набора деталей представлена на рисунке 3.

На третьем шаге последовательности действий оператору необходимо считать контур материала, например, кожи и синтезировать его цифровую модель. Для этого действия достаточно указать в файловом браузере фотографию раскройного стола с расположенным на нем материалом. Посредством технологий машинного зрения из фотографии извлекаются контур материала и размеченные белым маркером или мелом топографические участки качества кожи. С помощью маркера или мела также могут быть обведены пороки кожи. Машинное зрение выделяет из фотографии контур материала, размеченные топографические участки и масштабирует их. Метод предложен в [3]. Оператор раскройного станка имеет возможность удалить контуры, обозначающие пороки кожи или любого другого раскраиваемого материала, введя соответствующие числа, обозначающие контур порока, в специальную строку. Файловый браузер выбора фотографии в данной панели совмещен с основным функционалом. После выделения контуров, если оно завершилось успешно, оператор сохраняет выделенные контуры. Данный этап в проектировании раскроя пропускается, если использован рулонный материал или материал с

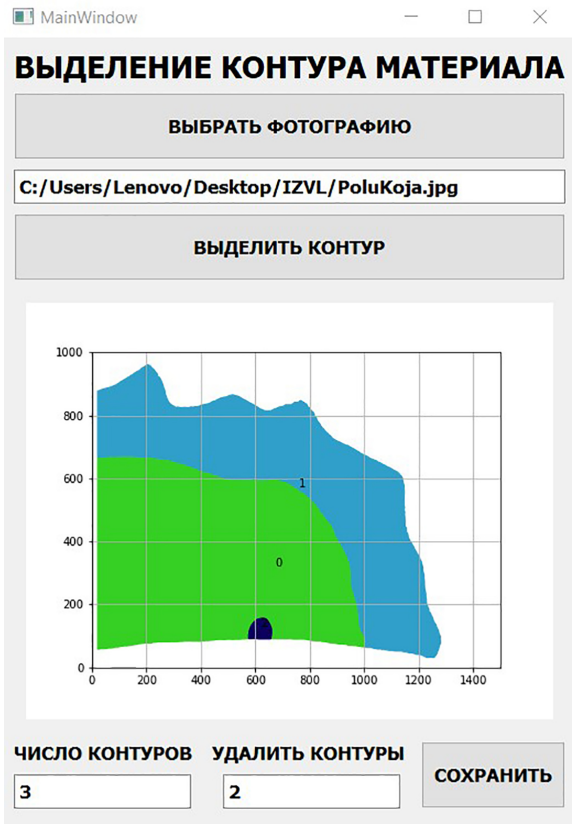


Рисунок 4 – Панель «Выделение контура материала»

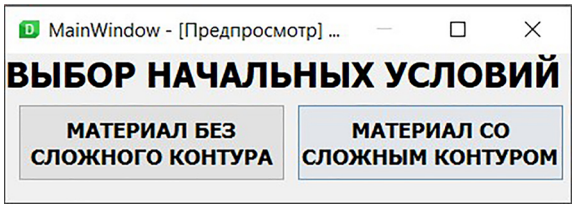


Рисунок 5 – Панель выбора методов размещения в зависимости от сложности контура

прямоугольным контуром. Панель выделения контуров материала представлена на рисунке 4.

Четвертый шаг – собственно размещение деталей с выбором метода размещения. Здесь сценарий работы программного комплекса будет определяться следующим условием – формой контура материала. Если контур прямоугольный – откроется панель размещения деталей с методами, предназначенными для размещения деталей на листе прямоугольной формы. Если контур сложный – откроется панель метода размещения с учетом сложного контура материала. При нажатии кнопки 4 появляется панель выбора сложности контура, на ней можно выбрать сценарий работы программного комплекса в зависимости от формы контура. Панель выбора методов размещения в зависимости от формы контура материала представлена на рисунке 5.

В случае выбора оператором сценария «Материал без сложного контура» произойдет вызов панели методов размещения, предназначенных для работы в условиях материала с прямоугольным контуром. К таким методам относится метод описывающих прямоугольников [2] и метод прямолинейно поступательной системы [4, 5]. Оператор на панели имеет возможность задавать параметры этих методов – длина и высота прямоугольника размещения, количество слоев (рядов) деталей, направление размещения. Панель для работы с данными методами представлена на рисунке 6. На рисунке показан результат работы метода прямолинейно-поступательной системы.

В случае выбора условия «Материал со сложным контуром» производится вызов панели для размещения деталей с учетом сложного контура материала. Метод размещения деталей, автоматически учитывающий сложный контур материала предложен в [6, 7] и основан на принципах булевой геометрии. Оператор в данной панели также имеет воз-

можность выбора параметров размещения деталей – направления, начальной точки центра симметрии первой детали. На данный момент это наиболее автоматизированный метод размещения деталей, применяемый в программном комплексе. Также оператор может выбрать самостоятельное дифференцирование деталей на ответственные и менее ответственные и точно так же дифференцировать выделенные топографические участки качества кожи. Встроенный классификатор деталей и топографических участков может ошибаться, поэтому была предусмотрена возможность интерактивного дифференцирования. Панель для работы с данными методами представлена на рисунке 7. Если начальная точка не указана оператором – в этом случае алгоритм считает такой точкой крайнюю точку контура материала.

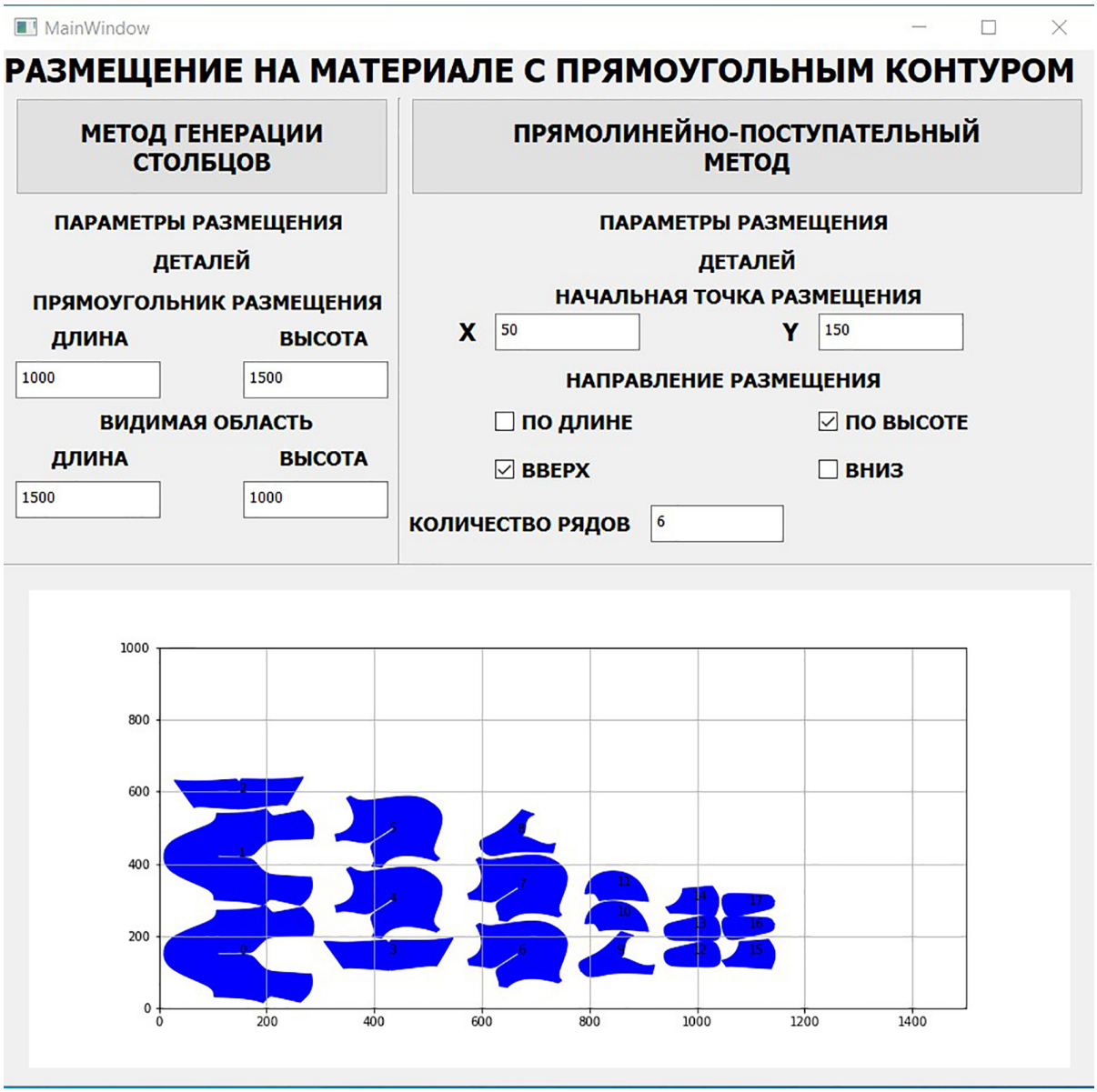


Рисунок 6 – Панель размещения деталей на листе материала прямоугольной формы

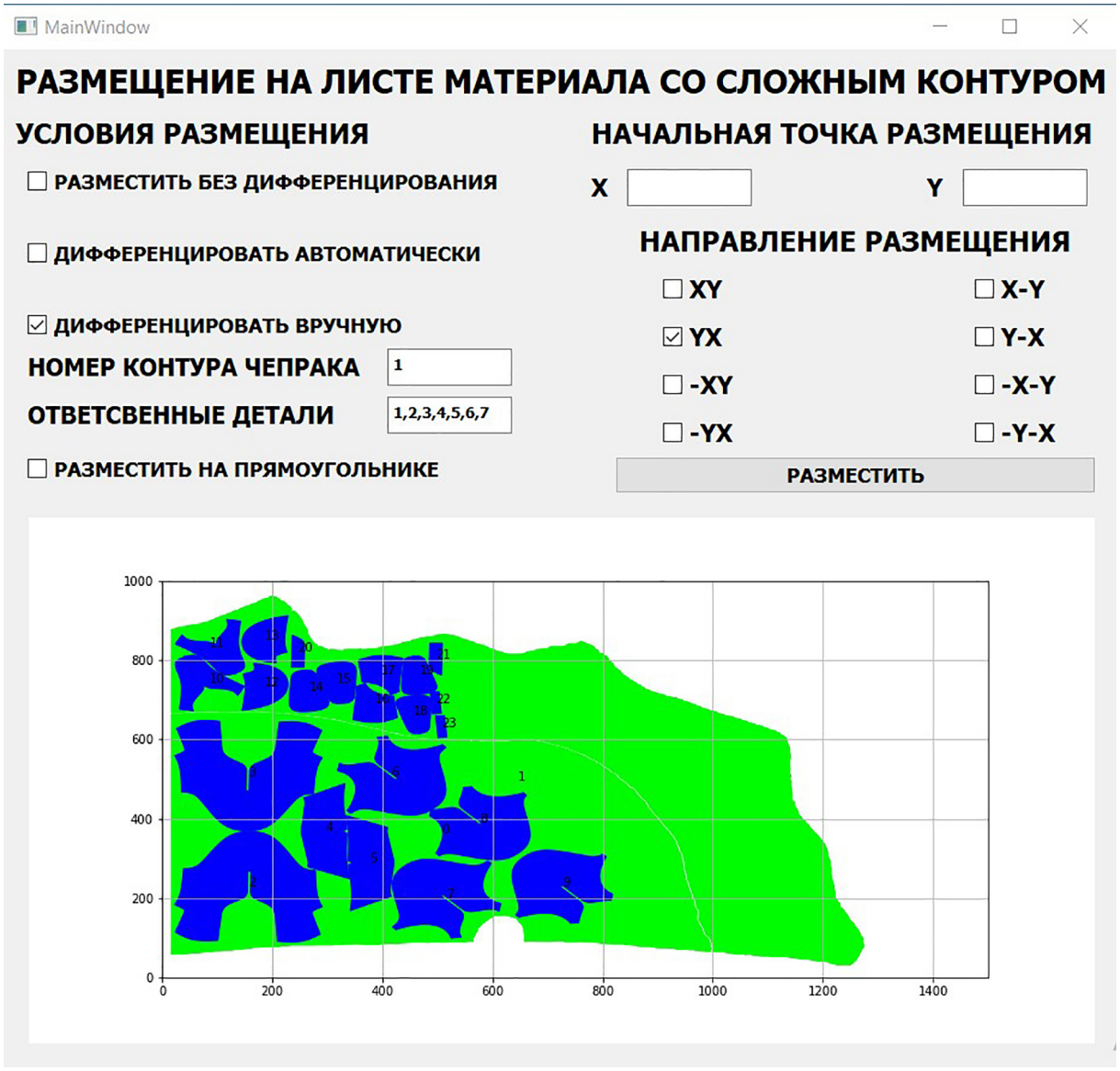


Рисунок 7 – Панель размещения деталей на листе материала со сложным контуром

Пятый этап – просмотр результата размещения. На этом этапе оператор должен просмотреть результат размещения деталей и оценить его качество. Основным показателем качества размещения деталей является процент использования площади материала. Если результат устраивает оператора – он может нажать кнопку под номером 6 и сохранить результат. Сохранение результата производится путем создания нового или перезаписи исходного файла формата CUT с набором деталей для раскроя. Если оператора не удовлетворяет результат, он имеет возможность вернуться к четвертому этапу и выбрать новый метод размещения. Или оставить старый метод размещения, но выбрать для него новые параметры – направление, начальную точку и другие. Панель просмотра результатов размещения представлена на рисунке 8.

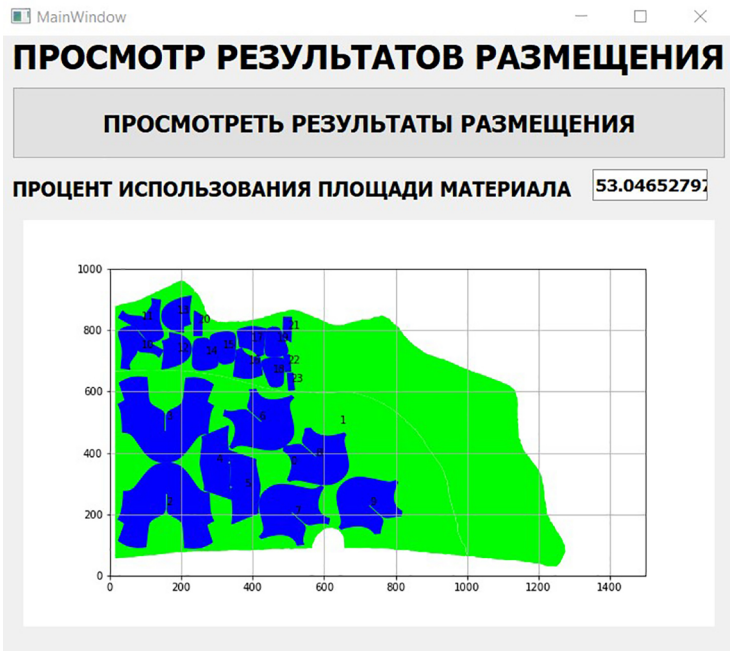


Рисунок 8 – Панель просмотра результатов размещения

Особенностью работы данного программного комплекса является тот факт, что он не интегрирован в контроллер или компьютер раскройного станка. Он может работать на стационарном компьютере или ноутбуке у оператора раскройного станка и передавать файлы с уже размещенными необходимым образом деталями на компьютер раскройного станка с помощью кабеля USB или съемного диска.

Список использованных источников

1. Разработка программной методики размещения шаблонов деталей обуви для раскройного станка «АРК1500» / С. Д. Тарасов, Б. А. Староверов, В. В. Лапшин // Инновации в текстиле, одежде, обуви (ICTAI-2024). Материалы докладов международной научно-технической конференции. Витебск, 2024.– С. 103–108.

2. Тарасов, С. Д. Итерационный алгоритм квазиоптимального раскроя кожи и текстильного материала квадратомическим методом / С. Д. Тарасов, Б. А. Староверов, В. В. Лапшин // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2024. – № 2. – С. 193–199.

3. Тарасов, С. Д. Программный комплекс оптимального раскроя кожи и текстильных материалов с использованием машинного зрения / С. Д. Тарасов, Б. А. Староверов, В. В. Лапшин // Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Кострома, 2024. – С. 281–284.

4. Методика размещения шаблонов деталей обуви для раскройного комплекса АРК 1500 с оценкой процента использования площади материала / С. Д. Тарасов, Б. А. Староверов, В. В. Лапшин, М. П. Левыкин // Технологии и Качество. – 2024. – № 2. – С. 13–17.

5. Фурашова, С. Л. Технология раскроя и основы рационального использования материалов: лабораторный практикум / С. Л. Фурашова, Ю. В. Милюшкова. – Витебск: УО «ВГТУ», 2020. – 100 с.

6. Тарасов, С. Д. Программа оптимального размещения шаблонов деталей обуви с учетом контура раскраиваемого материала / С. Д. Тарасов, Б. А. Староверов, В. В. Лапшин // Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий: сборник трудов Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием. Кострома: Костромской государственный университет, 2025. – С. 363–367.

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2024688852. Российская Федерация. Программная библиотека для размещения шаблонов деталей обуви: № 2024687871: заявл. 18.11.2024: опубл. 02.12.2024 / С. Д. Тарасов.

УДК 004.8

Разработка показателей оценки нейронных сетей, используемых для генерации дизайна одежды

Козин П. Д., студ.,
Иванова Ю. С., маг.,
Зимина Е. Л., к.т.н., доц.,
Довыденкова В. П., к.т.н.

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. Анализ сильных и слабых сторон моделей, полученных с помощью ИИ является критически важным шагом для понимания возможностей и ограничений ИИ в дизайне одежды, направления дальнейших исследований и разработок, успешного внедрения ИИ в индустрию моды. С целью оценки нейронных сетей, используемых для генерации дизайна одежды, авторами разработаны показатели качества, которые позволят провести анализ сильных и слабых сторон программ ИИ.

Ключевые слова: создание моделей, нейросети, искусственный интеллект.

Технологии искусственного интеллекта (ИИ) все активнее применяются для генерации новых дизайнов, прогнозирования трендов и оптимизации производственных процессов.

Нейронная сеть, которая умеет создавать эскизы платьев, подбирать цвета и предлагать новые фасоны – мечта для дизайнеров и производителей одежды. Но чтобы эта мечта стала реальностью, необходимо тщательно оценивать работу таких нейросетей. Можно выделить следующие ключевые причины:

– с целью улучшения качества дизайна, необходимо выявить слабые места. Оценка позволяет понять, где нейросеть ошибается. Возможно, она плохо генерирует рукава, не учитывает особенности ткани или выдает слишком однообразные дизайны. Анализ этих слабых мест помогает разработчикам улучшить алгоритмы и данные для обучения;

– при необходимости повысить креативность и оригинальность. Мы хотим, чтобы

нейросеть не просто копировала существующие модели, а предлагала что-то новое и интересное. Оценка помогает определить, насколько оригинальны и креативны сгенерированные дизайны, и стимулировать дальнейшее развитие в этом направлении;

– оценить полученные модели на соответствие трендам и потребностям рынка. Нейросеть должна генерировать коммерчески успешные дизайны, которые будут востребованы покупателями, соответствовать текущим трендам, учитывать особенности целевой аудитории;

– с целью оптимизации процесса разработки: оценка позволяет быстро выявлять и исправлять ошибки в работе нейросети, что значительно сокращает время и ресурсы, затрачиваемые на разработку и обучение;

– выбор оптимальной модели ИИ. Существует множество различных архитектур нейронных сетей, оценка помогает сравнить их между собой и выбрать ту, которая лучше всего подходит для конкретной задачи генерации дизайна одежды, оптимизировать параметры выбора нейронной сети, чтобы добиться наилучших результатов;

– с целью обеспечения практической применимости и оценки на соответствие производственным ограничениям. Нейросеть должна генерировать дизайны, которые можно реально воплотить в жизнь. Оценка позволяет убедиться, что модели учитывают технологические возможности производства, доступность материалов и другие практические ограничения;

– при работе нейросеть должна быть полезным инструментом для дизайнеров, а не создавать им дополнительные трудности. Оценка позволяет определить, насколько удобно работать с сгенерированными дизайнами, насколько легко их адаптировать и интегрировать в существующий рабочий процесс;

– использование нейросетей должно быть экономически выгодным. Оценка позволяет оценить потенциальную прибыль от использования сгенерированных дизайнов, а также затраты на разработку и обслуживание нейросети.

Анализ сильных и слабых сторон моделей, полученных с помощью ИИ – это критически важный шаг для:

1. Понимания возможностей и ограничений ИИ в дизайне одежды.
2. Направления дальнейших исследований и разработок.
3. Успешного внедрения ИИ в индустрию моды.

С целью оценки нейронных сетей, используемых для генерации дизайна одежды, авторами разработаны показатели качества, которые позволят провести анализ сильных и слабых сторон программ ИИ.

Показатели предлагается разделить на группы, которые, в свою очередь, делятся на подгруппы.

Группа 1: качество и оригинальность дизайна. Эта группа оценивает, насколько сгенерированные дизайны соответствуют ожиданиям и насколько они уникальны.

Подгруппа 1.1: эстетическая привлекательность (рис. 1).

Подгруппа 1.2: оригинальность и креативность (рис. 2).



Рисунок 1 – Показатели эстетической привлекательности



Рисунок 2 – Показатели оригинальности и креативности

Подгруппа 1.3: функциональность и практичность (в контексте дизайна) (рис. 3).



Рисунок 3 – Показатели функциональности и практичности

Группа 2: техническая реализация и управляемость. Показатели этой группы сфокусированы на том, насколько легко и эффективно можно работать с ИИ-моделью, и насколько предсказуемы результаты.

Подгруппа 2.1: гибкость и контроль (рис. 4).

Подгруппа 2.2: стабильность и предсказуемость (рис. 5).

Подгруппа 2.3: скорость и эффективность работы (рис. 6).



Рисунок 4 – Показатели гибкости и контроля



Рисунок 5 – Показатели стабильности и предсказуемости



Рисунок 6 – Показатели скорости и эффективности

Группа 3: соответствие целям и контексту. Эта группа оценивает, насколько ИИ-модель подходит для конкретных задач и бизнес-процессов. Классификация показателей данной группы представлена в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Показатели соответствия целям и контексту

Подгруппа, наименование	Показатель качества	Описание результата
Подгруппа 3.1: соответствие бренду/ стилю	Соответствие ДНК бренда	Насколько сгенерированные дизайны отражают узнаваемый стиль, ценности и эстетику конкретного бренда
	Целевая аудитория	Насколько дизайны соответствуют предпочтениям и ожиданиям целевой аудитории бренда
	Уникальность в рамках бренда	Способен ли ИИ создавать новые, но при этом узнаваемые дизайны, которые не размывают идентичность бренда
Подгруппа 3.2: интеграция в рабочий процесс	Совместимость с существующими инструментами	Насколько легко интегрировать результаты работы ИИ в привычные дизайнерские программы и рабочие процессы
	Потенциал для масштабирования	Может ли модель генерировать большое количество дизайнов для различных коллекций или линий одежды
	Поддержка и развитие	Насколько активно развивается модель, есть ли обновления, поддержка со стороны разработчиков
Подгруппа 3.3: этические и социальные аспекты	Отсутствие предвзятости	Насколько дизайны свободны от стереотипов, связанных с расой, полом, возрастом или телосложением
	Устойчивость и экологичность	Может ли ИИ учитывать принципы устойчивого развития при генерации дизайнов (например, предлагать варианты из переработанных материалов, минимизировать отходы)
	Авторское право и оригинальность	Насколько модель гарантирует уникальность сгенерированных дизайнов и не нарушает авторские права

Применяя предложенную систему группировки, можно провести детальный анализ любой ИИ-модели для генерации дизайна одежды.

Сильные стороны, которые могут быть выявлены в процессе анализа:

1. Высокая скорость генерации: модели могут создавать сотни или даже тысячи вариантов дизайна за короткое время, что значительно ускоряет процесс поиска идей.

2. Неограниченная креативность: ИИ способен комбинировать элементы и стили, которые человек мог бы не заметить, предлагая поистине новаторские решения.

3. Точное следование заданным параметрам: продвинутые модели могут с высокой точностью воплощать в жизнь сложные запросы пользователя, включая специфические цветовые палитры, силуэты и детали.

4. Способность к обучению и адаптации: некоторые модели могут обучаться на основе обратной связи, улучшая свои результаты со временем и становясь более персонализированными.

5. Снижение затрат на начальном этапе: ИИ может служить мощным инструментом для брейнштормингa и создания мудбордов, сокращая расходы на ранних стадиях разработки.

Слабые стороны, которые могут быть выявлены:

1. Недостаток глубокого понимания контекста: ИИ может испытывать трудности с пониманием тонкостей культурных отсылок, исторического контекста или эмоциональной подоплеки дизайна.

2. Проблемы с функциональностью и носибельностью: сгенерированные дизайны могут выглядеть эффектно, но быть нетехнологичными для производства, непрактичными или неудобными для реального ношения.

3. Риск шаблонности и повторяемости: без должного контроля и разнообразия входных данных, ИИ может начать генерировать однотипные дизайны.

4. Сложность в интерпретации сложных или абстрактных запросов: человеческая интуиция и опыт часто необходимы для воплощения по-настоящему уникальных идей, которые ИИ может не уловить.

5. Этические и правовые вопросы: вопросы авторского права, предвзятости в данных обучения и потенциального вытеснения человеческого труда остаются актуальными.

6. Необходимость в человеческом контроле и доработке: результаты работы ИИ, как правило, требуют последующей корректировки и доработки со стороны опытного дизайнера для достижения идеального результата.

Систематический подход к оценке дизайнерских ИИ-проектов одежды, основанный на предложенных группах и подгруппах, позволяет не только выявить их сильные и слабые стороны, но и определить, насколько эффективно они могут быть интегрированы в индустрию моды. ИИ не призван заменить человеческий талант, а скорее стать мощным инструментом в руках дизайнеров, расширяя их возможности и открывая новые горизонты для творчества. Понимание этих критериев поможет разработчикам совершенствовать свои модели, а дизайнерам выбирать наиболее подходящие инструменты для своих проектов.

УДК 687.022.3

Технологии 3D-моделирования для разработки деталей низа обуви и оснастки обувного производства

Киреева Л. А., асп.,
Синева О. В., к.т.н., доц.

Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), г. Москва, Российская Федерация

Реферат. Рассмотрены технологии 3D-моделирования для разработки деталей низа обуви и оснастки обувного производства. Выявлены основные подходы 3D-технологий, представлены примеры их реализации, а также основные преимущества данного метода в практической деятельности.

Ключевые слова: цифровые технологии, 3D-моделирование, детали низа обуви, оснастка обувного производства, пресс-формы, базы данных.

В настоящее время отмечается повышенный интерес производственных предприятий и заказчиков к применению цифровых технологий применительно к деталям низа обуви и оснащению обувного производства. Данный интерес обусловлен возможностями оптимизации производственных процессов, расширением спектра решаемых задач, повышением качества выпускаемой продукции и предоставляемых услуг, что способствует увеличению функциональности и эстетического восприятия готовых изделий, а также созданию более конкурентоспособных продуктов.

Одним из перспективных инструментов среди цифровых технологий выступает технология трёхмерного моделирования (3D). Несмотря на широкое распространение в различных отраслях, потенциал и конкретные методики эффективного использования 3D-моделирования в обувной отрасли остаются недостаточно изученными и требуют дальнейшего научного обоснования.

Настоящая статья посвящена краткому анализу основных подходов и технологий 3D-моделирования и печати, используемых при создании деталей низа обуви, а также выявлению преимуществ и ограничений данного метода в практической деятельности.

Первостепенной сферой внедрения технологий трёхмерного моделирования выступают локальные экспериментальные предприятия обувной индустрии, театральные студии, кинематографическое искусство, сферы высокой моды, а также крупные международные бренды. Вот некоторые из предложенных разработок и технологий:

– Crocs: создание прототипов своего производства обуви, что позволяет значительно сократить время производства и затраты, сократить время выхода на рынок (решения представлены итальянской компанией 3ntr) [1];

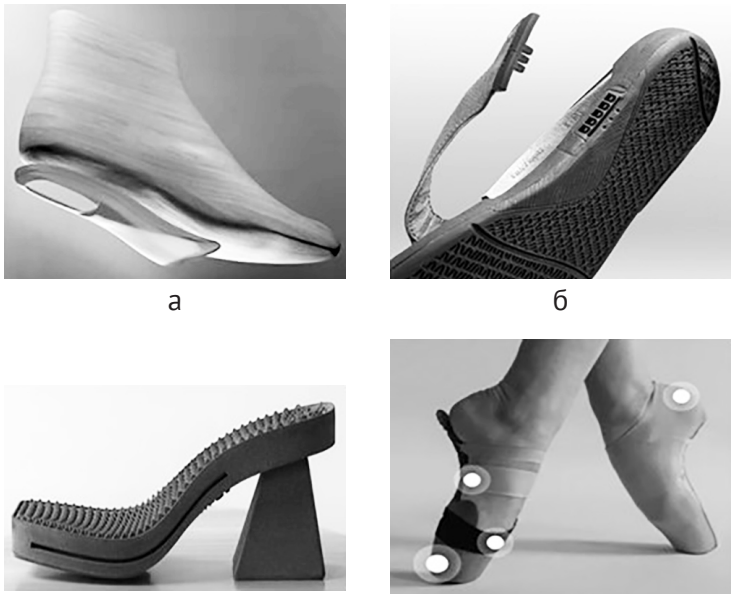
– ECCO: разработка и печать промежуточных деталей низа, адаптированных к потребностям своих клиентов (печать на принтерах Stratasys серии Origin One) [2];

– FitMyFoot: разработка доступной альтернативы медицинским ортопедическим изделиям с помощью мобильного приложения и 3D-печати (технология Multi Jet Fusion и пенопласт для создания еще более комфортных изделий) [3];

– Hilos: производство обуви по требованию для поддержания экологических проблем и избегания перепроизводства (печать подошв, пригодных для вторичной переработки);

– Act'ble: разработка конструкции подошвы, напечатанной на 3D-принтере (Коробка/Стакан разработана для адаптации к уникальной ширине стопы для индивидуальной посадки клиента) [4].

Примеры использования технологий 3D-моделирования в обуви представлены на рисунке 1.



а б в г

Рисунок 1 – Примеры использования технологий 3D-моделирования в обувной отрасли: а – революционный супинатор ECCO VITRUS™; б – сандалии FitMyFoot: механизм крепления ремешков верха к подошве; в – подошва, напечатанная на 3D-принтере от экологичного бренда обуви Hilos; г – пуанты Act'ble в полном комплекте (подошва, фиксирующие ленты, трикотажные чехлы)

Дополнительной областью активного применения технологий трёхмерной печати являются направления театра, кинематографии, высокой моды и косплея, поскольку в указанных сферах существует объективная потребность воплощать разнообразные художественные замыслы, реализация которых традиционными методами макетирования зачастую оказывается затруднительной либо неэффективной. Кроме того, актуальным направлением, связанным с вышеуказанными сферами, является концепт-арт – вид искусства, предназначенный для передачи концептуальной идеи художественного произведения посредством предварительной визуализации, осуществляемой на ранних этапах проектной деятельности и используемой преимущественно в кинопроизводстве, разработке компьютерных игр и создании комиксов перед переходом к созданию итоговой версии [5].

Однако, **для массового производства обуви именно пресс-форма** является необходимым элементом, но её изготовление отличается трудоёмкостью и высокими материальными

затратами. Традиционно пресс-формы создаются на станках с числовым программным управлением (ЧПУ); среднее время их изготовления составляет порядка 16 часов и включает ряд последовательных этапов. Хотя пресс-формы, произведённые на ЧПУ-станках, востребованы рынком и отличаются быстрой окупаемостью, указанный процесс обладает рядом существенных недостатков: высокая ресурсозатратность и отсутствие экологической целесообразности. Кроме того, современная динамика развития модных направлений характеризуется стремительным обновлением ассортимента продукции предприятиями, что вызывает необходимость быстрого изменения технологического оснащения обувного производства. Следовательно, традиционный подход к изготовлению пресс-форм становится экономически неоптимальным и чрезмерно затратным [6, 7].

Российская компания RALF RINGER начиная с 2017 г. освоила технологию проектирования и печати полнофункциональных полиуретановых пресс-форм, заменяющих традиционные металлические аналоги (рис. 2, 3). Благодаря этому стоимость изготовления макета уменьшилась в 15–20 раз, а срок производства сократился до одних суток. Компания использует 3D-макетирование для создания образцов деталей низа обуви и проведения примерок на готовые верхние части изделий, что ускоряет последующую коррекцию конструкции и запуск серийного выпуска [8].



Рисунок 2 – Цикл аддитивного производства пресс-форм



Рисунок 3 – Примеры пресс-форм, напечатанных на 3D-принтере

Программы 3D-моделирования обладают широкими возможностями, выходящими далеко за рамки простого создания макетов и их последующей печати. К числу таких функций относится **использование баз данных**, содержащих как первоначальную, так и дополнительную информацию, вносимую непосредственно в ходе производственного цикла. Хранилище данных в облачной среде стало стандартной практикой при разработке программного обеспечения [9].

Например, Blender, программа с открытым исходным кодом для 3D-моделирования, также поддерживает интеграцию с базами данных. Для реализации расширения функционала разработчику часто приходится обращаться к внешним источникам данных для чтения или записи необходимой информации. [10] MySQL является одним из наиболее распространённых открытых решений для организации хранения структурированных данных, идеально совместимым с программой Blender. SQL – универсальный стандартизированный язык запросов, применяемый практически всеми современными системами управления реляционными базами данных для операций с информацией и администрирования доступа [11].

Таблица 1 — Возможности 3D-технологий, применяемых для разработки деталей низа обуви

Применяемая область	Возможности	Актуальность	Фирмы и бренды, используемые 3D-технологии
1	2	3	4
Повседневная обувь	Разработка наружных деталей низа обуви (подошва, каблуки), внутренних деталей низа обуви (простила, геленок, платформа), разработка декоративных элементов на наружных деталях низа обуви	+	United Nude, VAGABOND, Rosbalet, Sintezia, IYSO, Oakley Factory Team, Crocs, ECCO, RALF RINGER, Hilos
Специальная обувь: спортивная, ортопедическая, профилактическая	Разработка уникальных конструкций деталей низа обуви спортивной обуви, учитывая особенности определенного спорта. Разработка конструкций деталей низа обуви, учитывая анатомические особенности стоп	+	FitMyFoot,Act'ble, Adidas, Nike
Модельная обувь (театр/ кино /высокая мода/косплей)	Разработка конструкций деталей низа обуви, создание макетов, отражающих концепт идею. Разработка деталей низа как концепт-арт	+	UV-Zhu
Изготовление пресс-форм	Разработка пресс-форм для деталей низа обуви разных конструкций с быстрой скоростью производства и низкой себестоимостью	+	ECCO, RALF RINGER

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
Базы данных	Разработка баз данных в комплексе программы, где происходит 3D-моделирование. Возможность быстрого контроля и редактирования уже созданных моделей, удобство унификации коллекций	+	-

Общие выводы по изученным технологиям 3D-моделирования и печати отражают следующие преимущества:

– Ускорение разработки и снижение затрат. Использование 3D-моделирования и печати сокращает количество этапов производства, экономит время и количество используемых материалов для создания макетов, ведь есть возможность в реальном времени корректировать конструкции деталей низа обуви, и только выполнив все нужные корректировки, приступать к массовому производству.

– Экологичность производства. На примере упрощения технологии создания пресс-форм и избегания перепроизводства при использовании материалов вторичной переработки.

– Улучшение удобства обуви. Так как есть возможность дополнительно совмещать 3D-сканирование с 3D-моделированием/печатью, что в дальнейшем позволяет разработать конструкцию с высокой точностью и повышенным удобством.

– Производство сложных конструкций. 3D-печать раскрывает различные возможности реализации самых сложных конструкции, так как не имеет такие ограничения как традиционная технология создания обуви. Это позволяет работать в разных сферах и областях, в разных масштабах, экспериментировать и находить новые решения.

Список использованных источников

1. 3D-печать обуви: технологии на страже комфорта. – URL: https://lider-3d.ru/blog/stati/ (дата обращения: 8.09.2025). – Текст : электронный.

2. Stratasys. – URL: https://www.stratasys.com/en/ (дата обращения: 8.09.2025). – Текст : электронный.

3. Все о технологии MJP (Multi Jet Printing) в 3D-печати. – URL: https://3dcast.ru/vse-o-tehnologii-mjp-multi-jet-printing-v-3d-pechati/ (дата обращения: 8.09.2025). – Текст : электронный.

4. REFILL SOLES. – URL: https://www.actble.de/products/3d-printed-soles: (дата обращения: 13.01.2025). – Текст : электронный.

5. Scott Robertson. How to design: Concept Design Process, Styling, Inspiration, and Methodology. – Titan Books, 2014. — 176 p.

6. Минец, В. В. Анализ современных методик проектирования пресс-форм в обувной промышленности / Концепции, теория, методики фундаментальных и прикладных научных исследований в области инклюзивного дизайна и технологий : сборник научных трудов по итогам Международной научно-практической заочной конференции, Москва, 25–27 марта 2020 года. Часть 3. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», 2020. – С. 133–137.

7. Изготовление пресс-форм на 3D принтере. – URL: https://imprinta.ru/tpost/61avli3vh1-izgotovlenie-press-form-na-3d-printere (дата обращения: 8.09.2025). – Текст : электронный.

УДК 677.03

Анализ типа телосложения человека для проектирования одежды

Крюкова А. В., студ.,
Ульянова Н. В., к.т.н., доц.

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. ТВ статье представлены результаты обмеров фигур девушек и юношей от 17 до 26 лет, ведущих умеренно активный образ жизни, позволивших проверить теорию пропорциональности телосложения. В качестве измерений фигуры выступали следующие размерные признаки: длина тела, длина руки, длина руки до локтя, длина ноги, длина ноги до колена, длина стопы, обхват шеи, обхват груди, обхват запястья, обхват кисти, сжатой в кулак. Проведены расчеты отношения длины руки, деленной на длину руки до локтя к длине ноги, деленной на длину ноги до колена. Для оценки гармоничности телосложения исследуемых фигур, рассчитан индекс пропорциональности. Приведены рекомендации для проектирования одежды.

Ключевые слова: телосложение, фигура, рост, обхват талии, обхват шеи, обхват запястья, индекс пропорциональности.

При проектировании одежды перед инженером конструктором швейных изделий стоит задача добиться гармоничного вида фигуры человека с помощью покроя, фасона, силуэта изделия и др. Большую роль играют пропорции костюма. От того, в каких соотношениях находятся отдельные части одежды между собой и фигурой человека, зависит образная выразительность костюма и внешний облик самого человека.

Из литературных источников установлено, что пропорциональная (или идеально сложенная) фигура подчиняется принципам «золотого сечения» [1, 2], а также имеет следующие закономерности:

- локтевой сгиб делит руку в том же отношении, что колено делит ногу;
- обхват кисти, сжатой в кулак, равен длине стопы;
- длина стопы равна длине предплечья;
- обхват талии в два раза превышает обхват шеи;
- обхват шеи в два раза превышает обхват запястья;
- длина тела в четыре раза превышает ширину плеча.

С целью проверки теории о пропорциональности телосложения человека было проведено исследование с формированием двух выборок – девушки и юноши (от 17 до 26 лет), ведущие умеренно активный образ жизни.

В качестве измерений фигуры выступали следующие размерные признаки (РП): длина тела, длина руки, длина руки до локтя, длина ноги, длина ноги до колена, длина стопы, обхват шеи, обхват груди, обхват запястья, обхват кисти, сжатой в кулак. Средние значения размерных признаков, полученных в результате обмеров, представлены в таблице 1.

В ходе выполнения работы проведены расчеты отношения длины руки, деленной на длину руки до локтя к длине ноги, деленной на длину ноги до колена (табл. 2).

Таблица 1 – Средние значения размерных признаков, полученных в результате обмеров девушек и юношей

РП, см / Пол	Рост	Обхват шеи	Обхват груди	Обхват талии	Длина руки	Длина руки до локтя	Обхват запястья	Обхват кисти в кулаке	Длина ноги	Длина ноги до колена	Длина стопы
Девушки	167,3	33,0	88,6	69,4	59,3	33,5	15,2	24,3	108,8	62,8	24,3
Юноши	180,7	38,6	94,9	78,3	64,4	36,5	17,1	28,4	114,6	65,2	26,8

Таблица 2 – Средние значения отношений длины руки к длине руки до локтя и длины ноги к длине ноги до колена у девушек и юношей

РП, см / Пол	Длина руки/ Длина руки до локтя	Длина ноги/ Длина ноги до колена
Девушки	1,77	1,73
Юноши	1,77	1,76

Из литературных источников [2, 3] установлено, что в пропорционально сложенной фигуре параметры отношений длины руки к длине руки до локтя и длины ноги к длине ноги

до колена должны соотноситься как 1:1. Сравнивая получившиеся показатели, можно отметить, что юноши в среднем оказались ближе к эталонной пропорции (отклонение составило 1 %), в то время как у девушек показатель отклонения равен 2 %.

В таблице 3 представлены расчеты пропорциональных отношений по следующим параметрам: отношение обхвата талии к обхвату шеи; отношение обхвата шеи к обхвату запястья; отношение длины стопы к обхвату кисти в кулаке.

Таблица 3 – Результаты расчетов пропорциональных отношений по размерным признакам

РП, см / Пол	Обхват талии/ Обхват шеи	Обхват шеи/ Обхват запястья	Длина стопы/ Обхват кисти в кулаке
Девушки	2,1	2,17	1
Юноши	2,03	2,26	0,95
Отклонение от эталона, % (девушки)	5 %	8 %	0 %
Отклонение от эталона, % (юноши)	1 %	13 %	5 %

Вывод

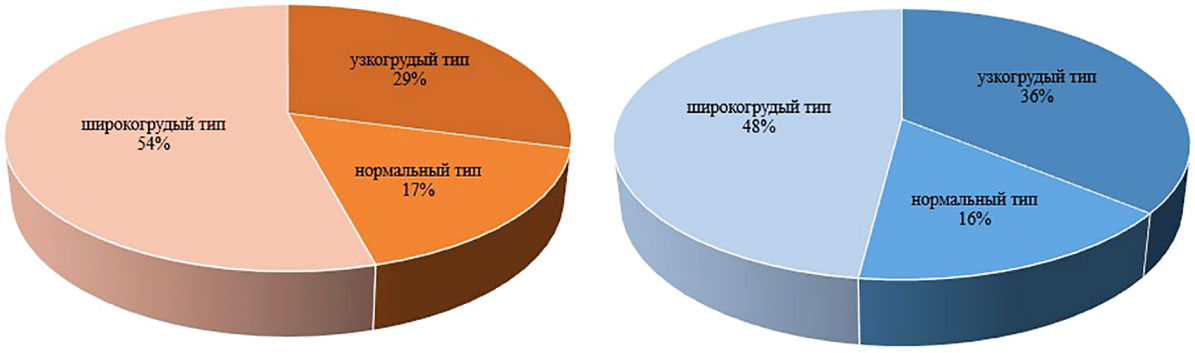
Степень соответствия эталонным пропорциям: в среднем, девушки оказались ближе к классическим пропорциям, чем юноши (средний процент отклонения среди девушек составил 4 %, в то время как среди юношей – 5 %). Наибольшее отклонение от эталона у юношей наблюдается в соотношении обхвата шеи к обхвату запястья (13 %), у девушек — в том же соотношении (8 %). При этом такие параметры, как соотношение длин руки и ноги, а также соотношение длины стопы и обхвата кисти у девушек, показали высокую степень соответствия (отклонение 0–2 %).

Для оценки гармоничности телосложения исследуемых фигур рассчитывался индекс пропорциональности, равный отношению обхвата грудной клетки (см) к росту стоя (см), умноженный на 100 %. Результаты расчетов индекса пропорциональности у девушек и юношей представлены на рисунках 1 а, б соответственно.

Считается, что индекс, составляющий 50 ÷ 52 % характерен для нормального телосложения. Показатель менее 50 % характерен для узкогрудых людей, а более 52 % – для широкогрудых.

Установлено, что участвовавшие в обмерах девушки и юноши преимущественно принадлежат к широкогрудому типу телосложения, который характеризуется развитой грудной клеткой, широкими плечами, атлетической фигурой, что часто ассоциируется с мезоморфным типом телосложения. Меньшая часть респондентов принадлежит к астеническому и нормальному типам. Для широкогрудого типа (преобладающего) рекомендуется одеж-

да полуприлегающего или свободного силуэта, которая создает баланс, не перегружая верхнюю часть фигуры. Для астенического (узкогрудого) типа целесообразно использовать силуэты, визуально добавляющие объем. Для нормального типа подходят различные силуэты (приталенный, полуприлегающий, прямой), подчеркивающие естественные достоинства фигуры.



а б

Рисунок 1 – Диаграмма расчетов индекса пропорциональности:
а – девушки; б – юноши

Таким образом, полученные данные о средних пропорциях и преобладающих типах телосложения в конкретной половозрастной группе (юноши и девушки 17–26 лет) являются важной информацией для дизайнеров и конструкторов одежды и должны учитываться для создания гармоничного визуального образа.

Список использованных источников

1 Матузова, Е. М. Разработка конструкций женских швейных изделий по моделям / Е. М. Матузова, Р. А. Соколова, Н. С. Гончарук – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Легкая и пищевая пром-сти, 1983. – 224 с.

2 Практическая антропология / В. Н. Николенко [и др.]. – Саратов : Саратовский государственный медицинский университет, 2010. – 124 с.

3 Анатомия человека: учебник / М. Р. Сапин М.Р. [и др.]. В 2 т. Т. 1. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 527 с.

УДК 685.34.055.223-52

Технология автоматизированной сборки клапана сумки женской

Буевич А. Э., к.т.н., доц.,
Буевич Т. В., к.т.н., доц.

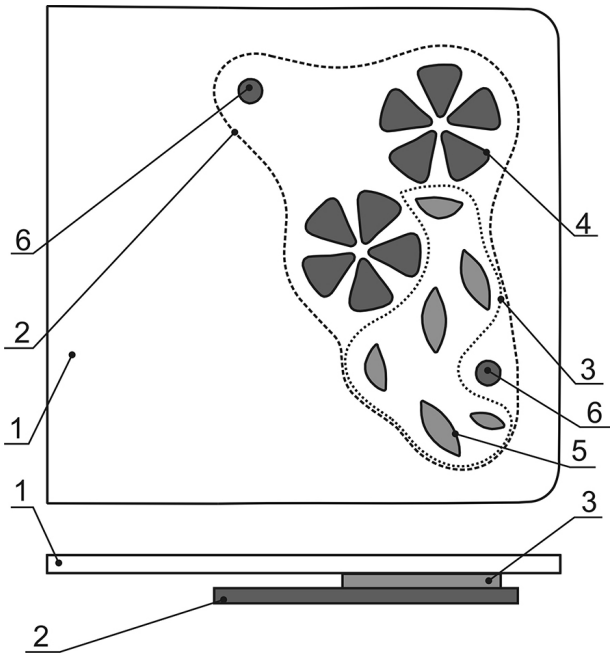
Витебский государственный университет им. П. М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. Разработана инновационная технология автоматизированной сборки клапана женской сумки, предназначенная для внедрения в условиях мелкосерийного и серийного производства изделий из кожи, полимерных и текстильных материалов с высокими требованиями к точности декоративных элементов. В отличие от существующих решений, основанных на ручной разметке и выполнении сложных швов, разработка обеспечивает прецизионное базирование крупногабаритной детали по её контуру с помощью оригинальной трёхслойной кассеты, что позволяет достичь точности позиционирования ±0,05 мм и исключить влияние субъективного фактора. Ключевым техническим преимуществом является отказ от жёсткого базирования внутренних деталей за счёт их предварительного склеивания, что значительно упрощает процесс сборки и компенсирует типичные погрешности ручной операции (±0,2–0,3 мм). Дополнительным преимуществом является разработка контрольной пластины из прозрачного плексигласа с канавками, повторяющими траектории строчек, что позволяет визуально верифицировать правильность установки заготовки перед обработкой

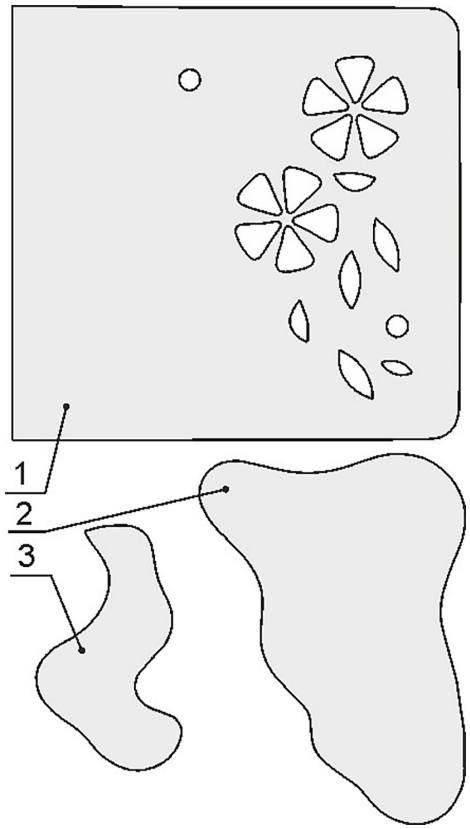
Использование программного транслятора hp_progr.exe для генерации управляющих программ в формате HP-GL обеспечивает совместимость с распространённым оборудованием для автоматизированной сборки и высокую точность воспроизведения многоконтурных декоративных узоров. Таким образом, разработка сочетает в себе высокую технологичность, простоту эксплуатации и экономическую доступность, занимая лидирующие позиции в классе автоматизированных систем для мелкосерийного производства галантерейных изделий.

Ключевые слова: автоматизация, сборка, технология, управляющая программа, детали, галантерейные изделия, швейный полуавтомат.

Разработана технология автоматизированной сборки клапана женской сумки, которая имеет высокий научно-технический уровень по сравнению с традиционными и современными отечественными, а также зарубежными аналогами в области швейного, обувного, кожгалантерейного производства. Конструкция клапана сумки в сборе и конструкция деталей представлена на рисунке 1. Традиционная технология сборки очень трудоемка, поскольку включает в себя ряд операций, требующих высокой точности и аккуратности. Например, операции разметки траектории строчки, выполнение строчек сложной конфигурации, усложняющих сборку на швейных машинах.



а



б

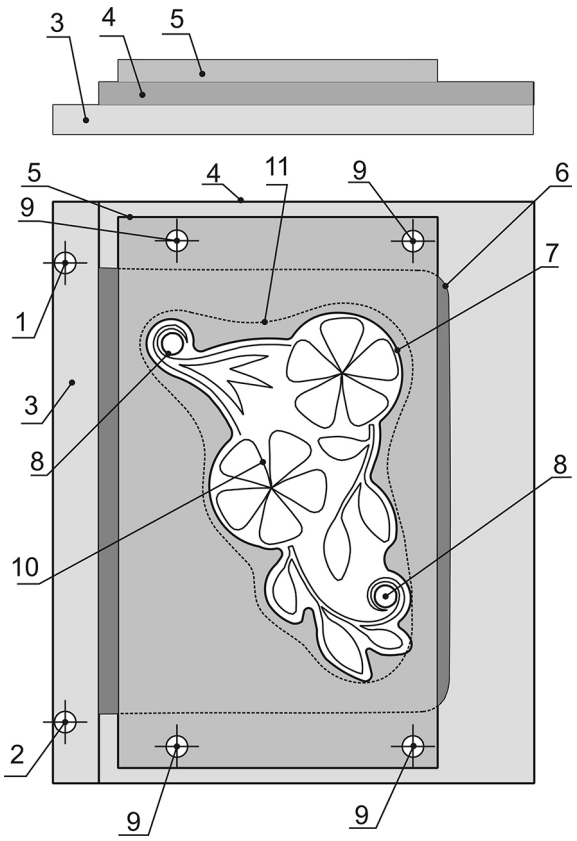
1 – основная деталь с отверстиями; 2 – нижняя декоративная деталь; 3 – внутренняя деталь; 4, 5 – отверстия сложной геометрической формы; 6 – круглые отверстия

Рисунок 1 – Конструкция: а – клапана; б – деталей женской сумки

Клапан сумки состоит из трех деталей (рис. 1). В детали 1 имеются отверстия сложной геометрической формы 4, 5 и отверстия 6 круглой формы. К детали 2 с лицевой стороны приклеивается деталь 3, затем склеенные вместе детали 2, 3 приклеиваются к детали 1 с изнаночной стороны таким образом, чтобы деталь 3 располагалась между деталями 2 и 1. После этого на лицевой стороне детали 1 прокладываются краевые соединительные строчки и декоративные соединительные строчки сложной фигурной конфигурации. В результате выполнения строчек на лицевой стороне получается стилизованное изображение растения.

Клапан сумки состоит из деталей толщиной 1–2 мм. Конструкция кассеты основывается на базировании верхней детали 1 и ее фиксации, в базировании детали 3 нет необходимости, так как детали 2 и 3 приклеены к детали 1 и составляют с ней единое целое. Деталь 3 находится между деталями 2 и 1, значительно большими по площади, поэтому нет необходимости изготавливать пластину для базирования детали 3.

Нижняя деталь 2 с приклеенной деталью 3 предварительно приклеиваются к детали 1. Детали склеиваются вручную с точностью 0,2–0,3 мм. Поэтому гнездо в нижней пластине изготавливается таким образом, чтобы деталь 2 укладывалась с небольшим зазором. Размеры детали 1 не помещаются в поле обработки швейного полуавтомата, поэтому часть детали 1, где нет соединительных строчек, будет выходить за поле обработки швейного полуавтомата.



1, 2 – отверстия для крепления кассеты эксцентриковыми зажимами; 3 – нижняя пластина; 4 – промежуточная пластина; 5 – верхняя зажимная пластина; 6 – гнездо для базирования основной детали; 7 –гнездо для контрольной пластины; 8 – отверстия для установки на штифты; 9 – базовые отверстия для установки на штифты; 10– канавки, повторяющие траектории соединительных строчек; 11 – гнездо для прохода иглы и размещения нижней декоративной детали

Рисунок 2 – Схема конструкции технологической кассеты

Кассета, изображенная на рисунке 2, состоит из трех пластин: нижней пластины – 3, промежуточной – 4 и верхней зажимной – 5. Верхняя пластина 5 служит для зажима комплекта деталей. Пластина 4 служит для базирования основной детали и имеет простую форму. Гнездо 6 для базирования основной детали изготавливают с небольшим зазором, который обеспечивает незначительное перемещение детали для обеспечения точности прокладывания строчки. На пластине 4 изготовлены четыре отверстия 9 для точного базирования на штифтах относительно нижний пластины. Нижняя пластина 3 предназначена для монтажа элементов кассеты, обеспечивающих установку кассеты на полуавтомат, и элементов, обеспечивающих точное базирование пластин кассеты, и проверку точности установки кассеты на швейном полуавтомате. Кроме этого, в пластине изготавливают гнездо 11 для прохода иглы полуавтомата и свободного продвижения нижнего упора. В нижней пластине 3 изготовлены отверстия 1, 2 для установки эксцентриковых зажимов, с помощью

которых кассета крепится на каретке координатного устройства.

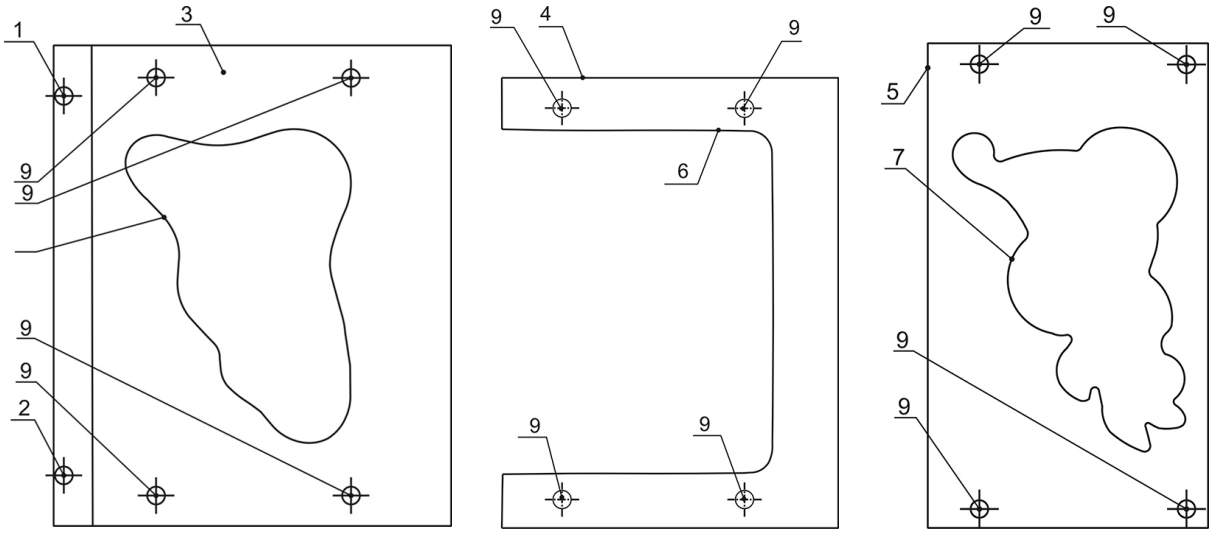
На нижней пластине 3 изготовлены отверстия 9 для запрессовки штифтов. В штифтах просверлены осевые отверстия диаметром 1,2 мм. При монтаже полуавтомата предусматривается проверка параллельности оси Y, соответствующей координатной оси, по которой происходит перемещение каретки координатного устройства. Для этого штифт устанавливается таким образом, чтобы его отверстие находилось точно под иглой швейной головки. Отверстие в штифте служит также для проверки точности базирования каретки координатного устройства в исходном положении. Для проверки точности базирования каретку перемещают из начального положения по заданной программе точно под иглу швейной головки. В случае несовпадения отверстия в штифте с иглой корректируют программу или положение базирующих датчиков. Гнездо 11 кассеты служит для размещения приклеенной внутренней армирующей детали с небольшим зазором, и для свободного перемещения нижнего упора в поле обработки. Нижняя пластина изображена на рисунке 3 а.

Промежуточная пластина 4 устанавливается на нижнюю пластину 3 таким образом, чтобы отверстия 9 в ней совместились со штифтами. Эти же отверстия являются базовыми при обработке контура. В результате этого обеспечивается точное положение детали относительно пазов нижней пластины 3. Промежуточная пластина изображена на рисунке 3 б.

Верхняя пластина 5 своими отверстиями 9 устанавливается на штифты, запрессованные в пластине 3. Это обеспечивает точное взаимное расположение гнезд этих пластин. В разработанной конструкции кассеты контуры гнезд в пластинах 4, 3 идентичны контурам размещаемых в них деталей, а контуры гнезд в пластине 5 эквидистантны внешним контурам соединительных строчек. Указанные контуры вырезов и осей пазов должны обрабатываться с высокой точностью. Поэтому необходимо задать идентичные им контуры деталей в аналитической форме. Верхняя пластина изображена на рисунке 3 в.

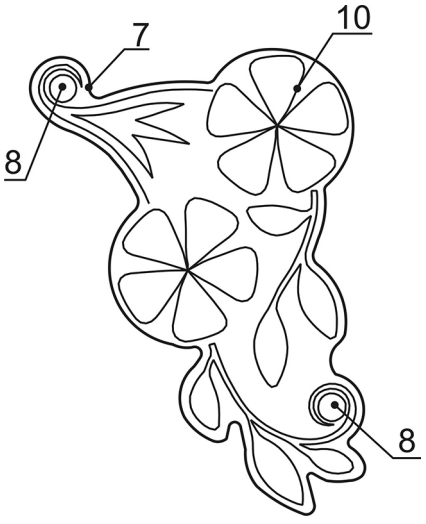
Основная деталь заготовки имеет большие размеры и нет гарантии того, что детали большого размера вырубаются одинаковыми. По поверхности детали проложено большое количество соединительных краевых строчек, которые прокладываются на значительном расстоянии от краев детали. Для проверки базирования основной детали по отверстиям, относительно которых прокладываются строчки, изготовлена контрольная пластина из прозрачного плексигласа, контур которой соответствует контуру 7 зажимной пластины 5. По поверхности пластины прорезаны канавки, полностью повторяющие траектории соединительных строчек. Контрольная пластина изображена на рисунке 4 а.

Для изготовления пластин кассеты использовался станок с ЧПУ «Mikron». Для повышения точности изготовления пластин и повышения производительности труда при программировании контура для станка «Mikron» использовался транслятор cod_iso.exe, для перевода из формата обмена графической информацией (dxf-формат) в систему команд управления станком «Mikron». Для разработки управляющей программы используются контуры, изображенные на рисунках 4. Для получения пластины необходимо последовательно просверлить отверстия 8, затем прорезать пазы 10 и фрезеровать контур 7.

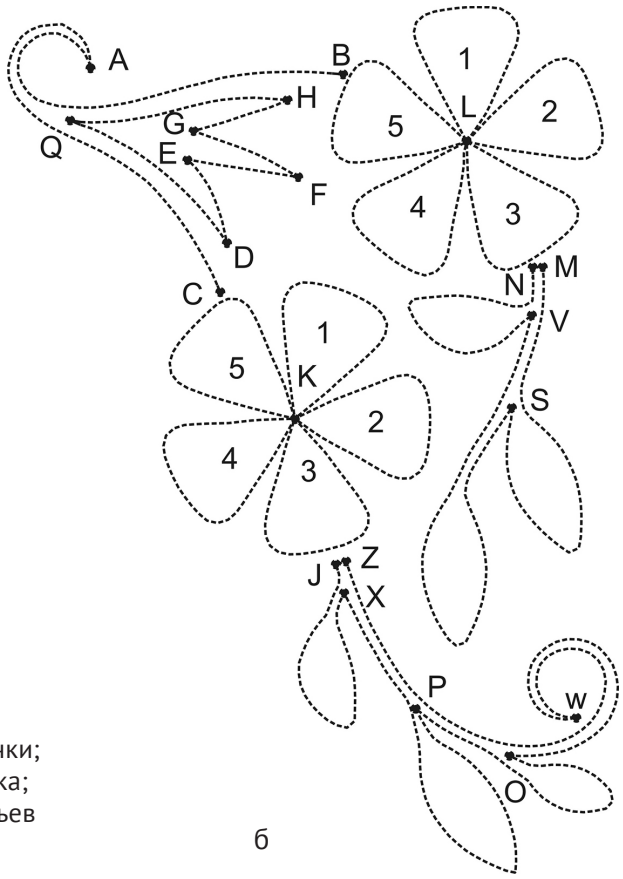


а б в

Рисунок 3 – Схема конструкции пластин технологической кассеты: а – нижней; б – промежуточной; в – верхней



а



б

AB – основные контуры;
QD, DE, EF, FG, GH – фрагменты краевой строчки;
NV, VS, SM – элементы декоративного рисунка;
K_1–K_5, L_1–L_5 – замкнутые контуры листьев растения

Рисунок 4 – Схемы: а – конструкции контрольной пластины; б – схема траектории движения иглы для формирования декоративного узора на клапане женской сумки

Для получения управляющей программы к станку с ЧПУ необходимо траекторию движения режущего инструмента передать в файл обмена графической информации, при помощи транслятора преобразовать траекторию в формат ISO, полученный файл (управляющую программу для станка с ЧПУ «Микрон») передать на станок.

Для изготовления верхней пластины 5 в качестве траектории движения режущего инструмента используется контур 7. При изготовлении пластин кассеты на фрезерном станке с ЧПУ «Микрон» рабочий самостоятельно включает коррекцию контура, равную 0,5 диаметра режущего инструмента. Для получения управляющей программы к швейному полуавтомату используется контур, представленный на рисунке 4 б. Для обеспечения условия попадания иглы в точки перелома контура необходимо уточнить длину стежка на каждом участке. Для расчета длины стежка каждый участок контура разделим на заданную длину стежка, а результат округлим до целого значения.

Исходные и уточненные длины стежков для элементов контура сведены в таблицу 1. Новые значения длин стежков представлены на рисунке 5 в виде графика зависимости отклонения от номинального значения (3 мм) для каждого элемента контура.

Таблица 1 – Результаты расчета уточнённой длины стежка для участков траектории шва

Контур	Длина контура, мм	Количество стежков	Округленное количество стежков	Уточненная длина стежка, мм	Погрешность %
1	2	3	4	5	6
AB	126,6063	42,2021	42	3,01	0,48
AC	125,2998	41,7666	42	2,98	0,56
QD	54,555	18,185	18	3,03	1,03
DE	25,3515	8,4505	8	3,17	5,63
EF	30,1562	10,052067	10	3,02	0,52
FG	30,8089	10,269633	10	3,08	2,70
GH	26,6387	8,8795667	9	2,96	1,34
QB	59,1732	19,7244	20	2,96	1,38
NM	2,692	0,8973333	1	2,69	10,27
NV	87,6241	29,208033	29	3,02	0,72
VS	169,9218	56,6406	57	2,98	0,63
SM	130,0554	43,3518	43	3,02	0,82
ZJ	2,8577	0,9525667	1	2,86	4,74
JX	92,2696	30,756533	31	2,98	0,79
XP	148,2195	49,4065	49	3,02	0,83
PO	96,1583	32,052767	32	3,00	0,16
OW	96,2451	32,0817	32	3,01	0,26

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
WZ	150,4436	50,147867	50	3,01	0,30
K_1	102,4542	34,1514	34	3,01	0,45
K_2	100,8686	33,622867	34	2,97	1,11
K_3	100,7452	33,581733	34	2,96	1,23
K_4	101,0765	33,692167	34	2,97	0,91
K_5	101,9118	33,9706	34	3,00	0,09
L_1	100,8902	33,630067	34	2,97	1,09
L_2	100,5679	33,522633	34	2,96	1,40
L_3	100,9236	33,6412	34	2,97	1,06
L_4	103,746	34,582	35	2,96	1,19
L_5	100,2515	33,417167	33	3,04	1,26

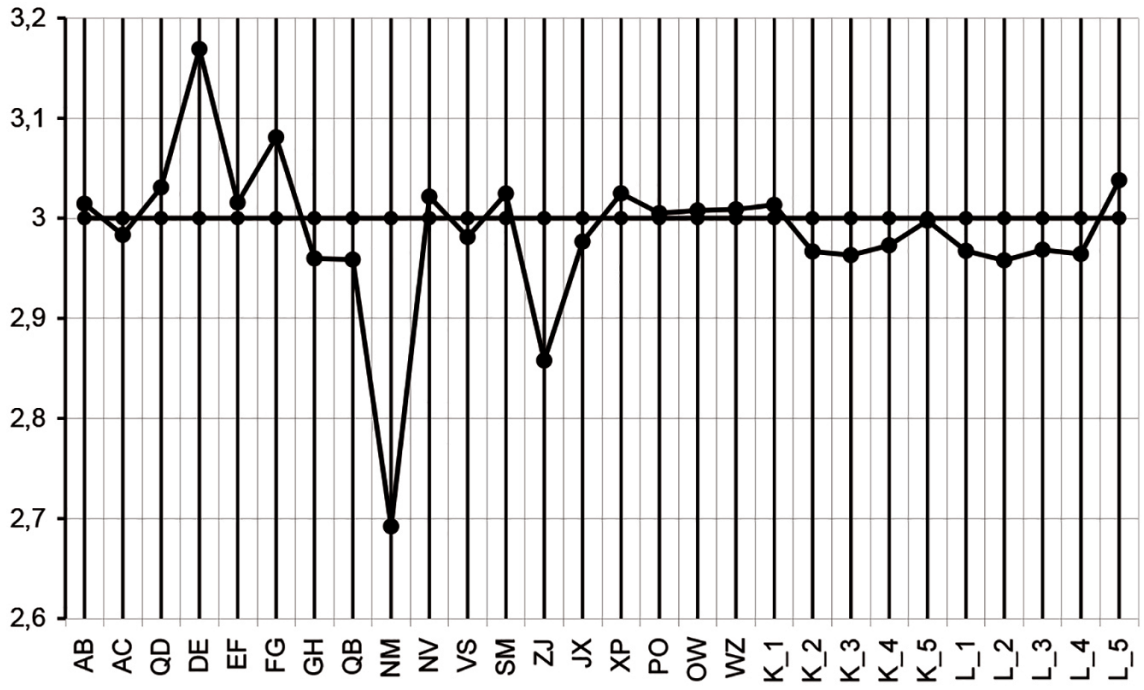


Рисунок 5 – График уточнённой длины стежка по участкам траектории шва

Заключение

Разработанная технология обеспечивает повышение точности, стабильности и производительности процесса сборки, снижает трудоёмкость и минимизирует брак, обусловленный субъективным фактором. Управляющие программы для станка с ЧПУ и швейного полуавтомата формируются с использованием специализированных программных трансляторов (cod_iso.exe, hp_progr.exe), что обеспечивает высокую точность обработки оснастки и воспроизведения сложной траектории иглы. Особое внимание уделено коррекции длины стежка на каждом участке контура, что гарантирует попадание иглы в узловые точки и минимизирует погрешность формирования декоративного узора. Полученные результаты подтверждают эффективность интеграции CAD/CAM-технологий, прецизионной механической оснастки и автоматизированного швейного оборудования для решения задач модернизации производства изделий лёгкой промышленности. Разработка может быть рекомендована для внедрения на предприятиях, специализирующихся на выпуске галантерейных изделий с высокими требованиями к качеству отделки.

Список использованных источников

1. Буевич, Т. В. Технологическая оснастка для настрачивания аппликаций на вышивальном полуавтомате / Т. В. Буевич // Материалы и технологии. – 2019. – № 2 (4). – С. 61–65.

2. Буевич, Т. В. Реализация алгоритма деления дуги окружности на участки равной длины / Т. В. Буевич, А. Э. Буевич, С. А. Клебанов // Материалы докладов 54-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов : в 2 т. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2021. – Т. 2. – С. 6–8.

3. Кудрявцев, И. В. Алгоритмы построения рабочих траекторий исполнительных устройств технологического оборудования / И. В. Кудрявцев, А. Э. Буевич, Т. В. Буевич // XVII Машеровские чтения : материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Витебск, 20 октября 2023 г. : в 2 т. / Витебский государственный университет ; редкол.: Е. Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2023. – Т. 1. – С. 24–27.

УДК 685. 34. 017. 344

Влияние материалов верха обуви на прочность крепления подошв из этиленвинилацетата

Гуминский Д. Д., студ.,
Перфилова Н. В., студ.,
Фурашова С. Л., к.т.н, доц.,
Милюшкова Ю. В., к.т.н., доц.

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. В статье исследовано влияние свойств натуральных кож для верха обуви на прочность крепления формованных подошв из этиленвинилацетата. Экспериментально доказано, что при изготовлении обуви клеевого метода крепления с подошвами из этиленвинилацетата необходимо точно соблюдать технологические параметры склеивания при проведении подошво-крепительных операций и осуществлять рациональный подбор материалов верха. Установлено значительное влияние на прочность клеевого шва свойств натуральных кож для верха обуви, изготовленных из различных видов сырья и с различной отделкой лицевой поверхности.

Ключевые слова: прочность клеевого соединения, натуральная кожа для верха обуви, этиленвинилацетат, полиуретановый клей.

В настоящее время при производстве обуви чаще всего применяют клеевой метод крепления подошв. Этот метод обеспечивает лёгкость и гибкость обуви, а также значительно повышает её комфортность и защиту от влаги. Клеевой метод крепления позволяет использовать широкий ассортимент материалов для заготовок верха и деталей низа обуви.

В качестве материалов для деталей верха обуви могут использоваться натуральные кожи с различным лицевым покрытием, а также мягкие искусственные и синтетические кожи различных структур. Современные подошвы изготавливаются из термоэластопласта, полиуретана, поливинилхлорида, резин и других синтетических материалов. Перспективным материалом для деталей низа обуви является этиленвинилацетат, который характеризуется малой массой, упругостью, хорошей амортизацией и высокими теплозащитными свойствами. Кроме того, подошвы из этиленвинилацетата легко окрашиваются, что позволяет изготавливать их различных конструкций и создавать яркий стильный дизайн обуви.

Подошвы из этиленвинилацетата находят широкое применение для производства повседневной, спортивной, домашней обуви осенне-весеннего и летнего периода носки. Для зимнего периода носки подошвы из этиленвинилацетата не используются, так как материал обладает низкими фрикционными свойствами по обледенелой поверхности.

Одним из факторов качества обуви клеевого метода крепления является ее надежность, которая в большей степени определяется прочностью приклеивания деталей низа обуви

к заготовке верха. В связи с этим большое внимание при производстве обуви клеевого метода крепления с формованными подошвами из различных материалов уделяется разработке технологических режимов подошво-крепительных операций.

Учитывая особенности структуры этиленвинилацетата и его неустойчивость к воздействию высоких температур в работе [1], было исследовано влияние времени активации клеевых пленок на прочность крепления подошв из этиленвинилацетата к заготовке верха обуви из натуральной кожи. В работе установлены технологические нормативы процесса склеивания, позволяющие получить нормативную прочность крепления формованных подошв из этиленвинилацетата с заготовкой из натуральной кожи «Нубук». В процессе разрушения испытуемых образцов чаще всего наблюдался когезионный характер разрушения по материалу верха, что позволило сделать вывод о возможности повышения прочности клеевого соединения путем подбора материалов верха с лучшими прочностными свойствами.

В связи с этим, целью данной работы является исследование влияния свойств натуральных кож для верха обуви, изготовленных из различных видов сырья и с различной отделкой лицевой поверхности на прочность крепления формованных подошв из этиленвинилацетата.

В качестве материалов верха использовались натуральные кожи для верха обуви различных артикулов, характеристика которых представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика и физико-механические свойства натуральных кож для верха обуви

Наименование натуральной кожи	**Способ, характер и вид отделки лицевой поверхности**	**Толщина, мм**	**Предел прочности, МПа, не менее**	**Относительное удлинение при 10 МПа, %**
Муза (полукожник)	Эластичная, гладкая с естественной лицевой поверхностью, с полуанилиновой отделкой	1,2–1,4	13	25–50
Наппа (полукожник)	Гладкая с естественной лицевой поверхностью, с эмульсионным покрытием	1,2–1,4	16	35–45
Торио (яловка легкая)	Со шлифованной лицевой поверхностью, с масляно-восковой отделкой	1,0–1,2	12	20–55
Наплак (яловка легкая)	Эластичная, со шлифованной лицевой поверхностью, с лаковым покрытием	1,1–1,3	14	25–45
Нубук (бычок)	Со шлифованной лицевой поверхностью	1,2–1,4	13	25–50
Спилок-велюр (яловка легкая)	Из бахтармяного спилка, ворсовая	1,2–1,5	12	20–40

В качестве материалов низа обуви использовались формованные подошвы из этиленвинилацетата.

Прочность клеевых соединений определялась по ГОСТ 28966.1-91 «Клеи полимерные. Метод определения прочности при расслаивании» [2]. Метод заключается в определении нагрузки, разрушающей клеевое соединение путем измерения усилий, вызывающих расслаивание склеенных между собой материалов и приведенных к линейным размерам клеевого шва.

Из перечисленных материалов верха и низа обуви выкраивались образцы размерами 100×25 мм, с рабочей зоной 50×25мм. Подготовка образцов материалов к склеиванию осуществлялась согласно технологии, применяемой на обувных предприятиях для однотипных материалов и с учетом результатов предыдущих исследований [1].

Для повышения адгезионных свойств материалы верха и низа обуви взъерошивали и обеспыливали. Материалы низа дополнительно подвергали химической обработке, вначале ацетоном, с последующей сушкой в течение 10 мин, а затем раствором Primer с последующей сушкой в течение 60 мин.

На рабочие зоны образцов материалов верха и низа обуви двукратно наносился полиуретановый клей различной концентрации. Первая намазка осуществлялась клеем марки Poligrip 315 концентрации 8–10 %, с последующей сушкой клеевых пленок в течение 15–20 мин. Для второй намазки использовался двухкомпонентный клей марки Poligrip 320 концентрации 12–14 %, с последующей сушкой клеевых пленок в течение 25–30 мин. Сушка клеевых пленок осуществлялась в нормальных условиях. В качестве второго компонента клея использовался отвердитель полиизоционат в количестве 5 м. ч., который вводился в клей непосредственно перед нанесением клеевых пленок. Использование отвердителя позволяет сократить время кристаллизации клеевых пленок и повысить прочность клеевого соединения.

Активацию клеевых пленок на образцах осуществляли радиационным способом при температуре 210 ± 5 0С и времени активации 10–12 с.

Образцы склеивали и прессовали на лабораторном прессе при давлении 0,35–0,40 МПа в течение 15 с., затем выдерживали в нормальных условиях в течение 24 часов для полной кристаллизации клеевого шва.

Расслаивание подготовленных систем образцов осуществляли на разрывной машине Frank с записью кривой разрушения при скорости передвижения подвижного зажима 100 мм/мин. При проведении испытания регистрировали характер разрушения систем образцов.

Разрушающее усилие P определяли по формуле

$$P = (\sum_{i=1}^{n} P_i) / n, \quad (1)$$

где P_i – разрушающее усилие, Н; i – число разрушающих усилий; n – число измерений.

По полученным диаграммам «Усилие – удлинение» для каждой испытуемой системы

образцов выбирали не менее 5 минимальных максимумов усилий (n = 5).

За результат испытания принимали среднее арифметическое не менее трех параллельных определений, расхождение между которыми не превышало 6 %, что отвечает требованиям, установленным в нормативно-технической документации на полимерный клей.

Прочность клеевого соединения при расслаивании g (Н/см) вычисляли по формуле

$$g = P / b, \quad (2)$$

где P – разрушающее усилие, Н; b – ширина клеевого шва, см.

Полученные результаты прочности клеевых соединений представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Прочность клеевого соединения

Наименование материала верха	Прочность клеевого соединения (Н/см)	Характер разрушения систем образцов
Муза (полукожник)	48	Когезионный по материалу верха – 35 % и по материалу низа – 40 %, адгезионный – 25 %
Наппа (полукожник)	52	Когезионный по материалу верха – 25 % и по материалу низа – 50 %, адгезионный – 25 %
Торио (яловка легкая)	42	Адгезионный по материалу верха – 70 %, когезионный по материалу низа – 30 %
Наплак (яловка легкая)	47	Когезионный по материалу верха – 20 % и по материалу низа – 35 %, адгезионный – 45 %
Нубук (бычок)	44	Когезионный по материалу верха – 50 % и по материалу низа – 50 %
Спилок-велюр (яловка легкая)	42	Когезионный по материалу верха – 50 % и по материалу низа – 30 %, адгезионный – 20 %

По полученным данным построена диаграмма, отражающая зависимость прочности клеевого соединения от применяемого материала верха (рис. 1). Анализ полученных данных показал, что нормативная прочность (42 Н/см [3]) достигнута во всех испытуемых системах образцов и колеблется от 42 Н/см до 52 Н/см. Смешанный характер разрушения систем образцов при расслаивании указывает на высокую прочность склеивания.

Наибольшее значение прочности 52 Н/см наблюдается в системе с материалом верха «Наппа» (полукожник) с естественной гладкой лицевой поверхностью и эмульсионным покрытием. Характер разрушения в системах образцов наблюдается смешанный с преимущественным когезионным по материалу низа, что говорит о высокой прочности материала верха и рациональности выбранных технологических параметров подготовки образцов к склеиванию.

Самое низкое значение прочности 42 Н/см, наблюдается в склейках с верхом из натуральной кожи «Торио» со шлифованной лицевой поверхностью и масляно-восковой от-

делкой. Характер разрушения преимущественно адгезионный по материалу верха, что скорее всего, обусловлено видом отделки испытуемой кожи верха.

В системах образцов с материалом верха «Спилок-велюр» из бахтармяного спилка с ворсовой лицевой поверхностью также достигнута нормативная прочность – 42 Н/см. Характер разрушения наблюдается преимущественно когезионный по материалу верха, что вероятнее всего обусловлено низким пределом прочности данной кожи верха.

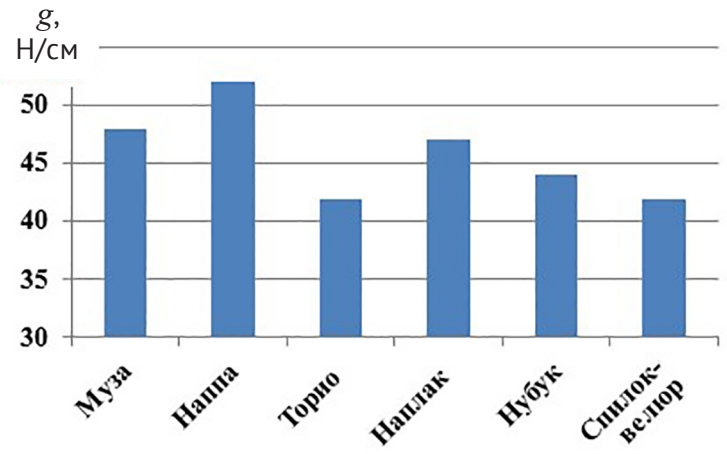


Рисунок 1 – Зависимость прочности клеевого соединения от материала верха

В склейках с натуральной кожей верха «Нубук» со шлифованной лицевой поверхностью прочность при расслаивании составляет 44 Н/см. Характер разрушения при расслаивании когезионный по материалам верха и низа обуви.

Достаточно высокая прочность склеивания получена в склейках с эластичной натуральной кожей «Муза», с гладкой естественной лицевой поверхностью и полуанилиновой отделкой (47 Н/см) и в склейках с эластичной кожей «Наплак», со шлифованной лицевой поверхностью и лаковым покрытием (48 Н/см). В склейках с натуральной кожей «Наплак» наблюдается высокий процент адгезионного разрушения, что, по-видимому, связано с особенностью лакового покрытия, обладающего недостаточно высокими адгезионными свойствами.

Таким образом, проведенные исследования показали, что при использовании в качестве материала низа формованной подошвы из этиленвинилацетата необходимо не только точно соблюдать технологические параметры склеивания при проведении подошвокрепительных операций, но и осуществлять рациональный подбор материалов верха, позволяющий получить равнопрочный клеевой шов. Проведенными исследованиями подтверждено значительное влияние на прочность клеевого соединения механических свойств натуральных кож, применяемых для наружных деталей заготовки верха обуви, а также способа, характера и вида отделки их лицевой поверхности.

Список использованных источников

1. Гуминский, Д. Д. Исследование прочности крепления подошв из этиленвинилацетата / Д. Д. Гуминский, Н. В. Перфилова, С. Л. Фурашова, Ю. В. Милюшкова // Материалы докладов 58-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов «Образование и наука в развитии технологий, экономики, общества (ESTES-2025)» :

в 2 т. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2025. – Т. 2. – С. 67–70.

2. ГОСТ 28966.1-91. Клеи полимерные. Метод определения прочности при расслаивании : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 05.04.1991 № 454 : дата введения 1992.01.01.– Москва : Изд-во стандартов, 1992. – 9 с.

3. О безопасности продукции легкой промышленности : ТР ТС 017/2011 – 2011. – утв. Решением Комиссии Таможенного союза № 876 от 2011 – 12 – 09. – 44 с.

УДК 685.34.017

Оценка водозащитных свойств ниточно-клеевых соединений мембранных материалов при моделировании эксплуатационных нагрузок

Панкевич Д. К., доц., к.т.н,
Овчинникова Т. А., маг.

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. В статье рассмотрены современные подходы к обеспечению влагозащитных свойств изделий лёгкой промышленности, включая одежду и обувь бытового, спортивного и специального назначения. Особое внимание уделено проблеме герметизации ниточных соединений, которые традиционно являются зонами повышенной уязвимости. Проанализированы типы герметизирующих лент, параметры оборудования и технологические режимы, влияющие на долговечность и стабильность влагозащитных соединений. Представлены результаты экспериментальных исследований с использованием метода моделирования механических воздействий, позволяющего оценить поведение соединений в условиях, приближенных к реальной эксплуатации. Показано, что визуальная оценка качества соединений недостаточна и требуется комплексная методика испытаний, включающая контроль показателей водозащитных свойств материалов и их соединений до и после моделирования эксплуатационных нагрузок. Полученные результаты позволяют сделать вывод о высокой эффективности ниточно-клеевых соединений при условии правильного подбора параметров герметизации и подтверждают необходимость выполнения оценки стабильности водонепроницаемости соединений

для получения надежных и долговечных влагозащитных изделиях легкой промышленности.

Ключевые слова: водонепроницаемость, ниточно-клеевые соединения, герметизация швов, моделирование механических воздействий, оценка.

Влагозащитные изделия легкой промышленности, к которым относятся одежда и обувь бытового, спортивного и специального назначения, являются важнейшей категорией продукции, обеспечивающей комфорт и безопасность человека в условиях повышенной влажности, атмосферных осадков и низких температур. Основу таких изделий составляют современные текстильные мембранные и композиционные материалы, которые характеризуются сочетанием водонепроницаемости и паропроницаемости, что позволяет одновременно защищать от влаги снаружи и выводить излишнюю влагу из пододежного пространства [1, 2].

Однако эффективность этих материалов во многом зависит от способов соединения деталей в готовом изделии. Материалы с высокими показателями водонепроницаемости теряют свои влагозащитные свойства при неправильном или недостаточно качественном выполнении соединений. Швы, выполненные традиционными ниточными методами, являются потенциальными каналами проникновения влаги, поскольку процесс стачивания приводит к повреждению мембранного слоя [3, 4].

Для сохранения эксплуатационных свойств изделий необходимо применение специализированных технологий соединения: герметизация швов с помощью термоклеевых лент, использование влагостойких нитей с WR- или DWR-обработкой, а также внедрение клеевых и сварных методов соединения деталей. Только при комплексном подходе удается обеспечить соответствие изделий международным стандартам качества, обеспечивая надежность в условиях интенсивной эксплуатации [5, 6].

Таким образом, влагозащитные соединения являются ключевым звеном в производстве одежды и обуви из мембранных материалов. Они определяют функциональные характеристики готового изделия, его долговечность, устойчивость к неблагоприятным климатическим воздействиям и соответствие современным требованиям эргономики и безопасности [7].

Самыми популярными являются ниточно-клеевые соединения, обеспечивающие высокую степень герметичности и прочности изделий из влагозащитных материалов [8].

Широкое распространение ниточно-клеевых соединений объясняется их универсальностью. С одной стороны, ниточное соединение гарантирует механическую прочность и стабильность размеров изделия, что особенно важно при эксплуатации в условиях многократных нагрузок. С другой стороны, применение клеевых лент или покрытий позволяет компенсировать недостатки ниточных швов, устраняя микроповреждения материала в местах проколов иглой.

С точки зрения эксплуатационных свойств, ниточно-клеевые соединения демонстриру-

ют высокую устойчивость к стиркам, изгибам и истиранию. В среднем срок службы таких соединений в два-три раза выше, чем у традиционных ниточных швов без герметизации. Это особенно важно при производстве обуви и верхней одежды, которые подвергаются воздействию влаги, механических нагрузок и перепадов температур. Выбор материалов, используемых для герметизации швов, разнообразен (табл. 1). Качество и долговечность влагозащитных соединений во многом определяется не только выбором материалов и типа ленты, но и параметрами технологического процесса её нанесения.

Процесс герметизации швов основан на том, что под действием струи горячего воздуха термоклеевой слой герметизирующей ленты расплавляется, лента приклеивается к ниточному шву двумя силиконовыми роликам под давлением, герметизируя отверстия, оставшиеся после швейной иглы. Оборудование для герметизации позволяет регулировать температуру нагрева, скорость подачи материала, скорость обдува, давление прижимных роликов, натяжение ленты и ширину рабочей зоны [9]. Именно диапазон изменения этих параметров определяет гибкость производственного процесса и возможность адаптации технологии к различным видам материалов. При этом важна грамотная настройка оборудования (табл. 2).

Таблица 1 – Виды и назначение лент для герметизации швов

Название	Назначение	Точка плавления клея, °С
Универсальные термоклеевые ленты на текстильной основе	Герметизация ниточных и сварных швов на средних и тяжелых материалах в изделиях без подкладки, в том числе в обуви	90–120
Однослойные ПВХ (PVC) ленты	Герметизация ниточных швов на ПВХ материалах и материалах с ПВХ покрытием	160–180
Декоративные и светоотражающие ленты наружного применения	Герметизация ниточных и сварных швов и декоративное оформление лицевой стороны изделия, в том числе для повышения видимости в темное время суток	130+/-5
Полиуретановые ленты	Герметизация ниточных и сварных швов на всех видах материалов в изделиях на подкладке	130–160
3-слойные мембранные ленты	Герметизация ниточных и усиление сварных швов на средних и тяжелых мембранных материалах, в том числе обувных, без потери паропроницаемости	130–160
Эластичные клеевые ленты	Наружная и внутренняя герметизация швов изделий из эластичных материалов	130–160
Антибактериальная и химически стойкая лента	Герметизации ниточных и сварных швов на нетканых материалах в изделиях ветеринарного и медицинского назначения	90–120

Анализ данных таблиц 1 и 2 показывает, что при установлении параметров герметизации необходимо учитывать не только вид соединяемых материалов, но и особенности скрепляющих материалов. Настройки оборудования варьируются в широких пределах. Так, диапазон варьирования температуры составляет от 180 °С до 600 °С, давления – от 1 кг/см^2 до 2,5 кг/см^2, скорости – от 3 м/мин до 15 м/мин.

Таблица 2 – Рекомендуемые параметры настройки оборудования для герметизации

Название	Настройки оборудования		
	Температура, °С	Давление, кг/см^2	Скорость, м/мин
Универсальные термоклеевые ленты	380–500	1,1–1,5	6–8
ПВХ (PVC) ленты	500–600	1,1–1,8	5–10
Декоративные ленты наружного применения	350–550	1,1–1,8	3–15
Полиуретановые ленты	400–550	1,1–1,8	5–15
Светоотражающие ленты	350–550	1,1–1,8	3–15
3-слойные мембранные ленты	450–580	1,5–2,5	3–15
Эластичная клеевая лента	450–580	1,5–2,5	3–15
Антибактериальная и химически стойкая лента	180–380	1,0–1,5	6–8

Для правильной наладки оборудования необходимо проводить испытания получаемых соединений, поскольку визуально оценить их эксплуатационные характеристики невозможно.

Оценка качества герметизированных соединений должна включать не только лабораторные испытания на сопротивление давлению воды, но и моделирование эксплуатационных условий. Причем, проводиться эта оценка должна на этапе проектирования технологического процесса изготовления с целью подбора оптимальных параметров герметизации ниточных швов [10].

Целью работы является апробация методики оценки водозащитных свойств ниточно-клеевых соединений влагозащитных материалов при моделировании эксплуатационных нагрузок для контроля качества технологического процесса их получения.

Для моделирования эксплуатационных воздействий предлагается метод «бегущей складки», который реализуется с помощью флексометра для испытания кож на многократный изгиб марки ИПК-2М. Сущность метода заключается в многоцикловом нагружении пробы знакопеременным изгибом (наружу и вовнутрь), который сосредоточен в центре пробы.

Характеристики промокания швов предлагается определять портативным прибором, разработанным коллективом авторов УО «ВГТУ», принцип работы которого описан в ис-

точнике [11]. Используемый способ оценки водозащитных свойств материалов основан на изучении промокания материала при заданном гидростатическом давлении по изменению его электрической проводимости. Для проведения испытания использовали дистиллированную воду со стабилизированной удельной проводимостью (раствор поваренной соли в воде 5 г/дм^3). В измерительную ячейку прибора, связанную с манометром, заливали солевой раствор до образования выпуклого мениска. Сверху на испытательную ячейку укладывали элементарную пробу. Солевой раствор приводили в контакт с исследуемой пробой образца (со стороны герметизирующей ленты), закрывая испытательную ячейку крышкой. Через систему «раствор–проба–прибор» пропускали электрический ток, повышали гидростатическое давление до заданного уровня и наблюдали процесс промокания материала во времени, регистрируя время наступления четырех стадий промокания материала, которым соответствуют определенное напряжение U, B, привес влаги в материале Δw, %, и конкретные теплоощущения человека (табл. 3). Время достижения каждой стадии промокания отсчитывали от момента повышения давления.

Таблица 3 – Характеристика стадий промокания материалов

	U, В	Δw, %	Теплоощущение человека при контакте с изнаночной стороной
t_1 – начало насыщения влагой	3	3–9	не ощущается
t_2 – полное насыщение влагой	6	10–36	едва заметное охлаждение
t_3 – начало сквозного промокания	9	37–65	охлаждение
t_4 – сквозное промокание	12	66–82	увлажнение

Испытания по показателям водозащитных свойств до и после моделирования эксплуатации проведены для полученных в производственных условиях ОАО «Красный Октябрь» комбинированных ниточно-клеевых соединений образцов материалов. Материалы используются в качестве подкладки водонепроницаемой обуви и должны сохранять стабильно высокую водонепроницаемость при эксплуатации.

Элементарные пробы образцов материалов вырезали размерами (50х80) мм. Количество проб для испытаний не менее трех, со следующим расположением швов:

– по центру пробы в продольном направлении (тип пробы «вдоль»);
– по центру пробы в поперечном направлении (тип пробы «поперек»);
– с пересекающимися в форме буквы «Т» швами по центру пробы (тип пробы «Т»).

Перед испытанием элементарные пробы кондиционировали при относительной влажности воздуха (65±4) % и температуре (20±2) % не менее 24 ч.

Пробы материалов со швами зажимали в зажимах флексометра (рис. 1) герметизирующей лентой наружу. Задавали нагрузку 15 000 циклов знакопеременного изгиба.

Испытывали образцы соединений материалов для подкладки обуви:

Образец № 1: комплексный текстильный материал с мембраной арт. XLH;

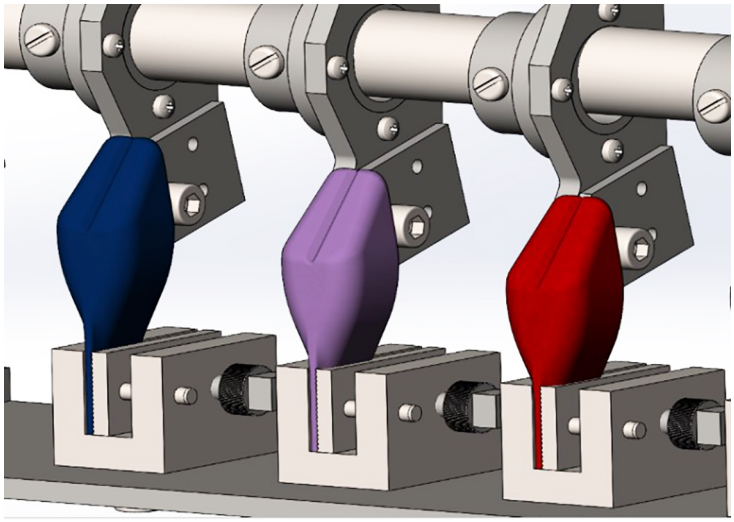


Рисунок 1 – Схема заправки образца

Образец № 2: комплексный текстильный материал с мембраной арт. FAN;

Образец № 3: комплексный текстильный материал с мембраной арт. PAR.

Вид герметизирующей ленты, технологические параметры получения ниточно-клеевого соединения материалов являются коммерческой тайной предприятия.

Цель испытаний – оценить возможность применения единых параметров получения ниточно-клеевых соединений для группы схожих по структуре образцов, соединенных одним и тем же способом с применением одних и тех же скрепляющих материалов.

Участки соединений деталей водонепроницаемых изделий должны обладать таким же уровнем водопроницаемости, как соединяемые материалы. При исследовании образцов материалов выявлено, что их водопроницаемость составляет свыше 100 кПа. В связи с этим принято решение условия проведения испытаний для тестируемых образцов применять следующие: при нормальных климатических условиях (температура воздуха 20±2 °С, влажность воздуха 65±4 %) на 30 минут задавать нагрузку гидростатическим давлением величиной 40 кПа, после чего в случае отсутствия признаков промокания повышать гидростатическое давление до 100 кПа и выдерживать еще 30 минут. При указанных выше условиях испытанию подвергали:

– образцы материалов со швами, герметизированными лентой (по три элементарные пробы каждого образца);

– образцы материалов со швами, герметизированными лентой, после воздействия на них 15 000 циклов знакопеременного изгиба (по три элементарные пробы каждого образца, выкроенные с различным расположением шва относительно длинной стороны пробы). Тип элементарной пробы со швом и направление раскроя соединяемых деталей определяли по запросу представителя предприятия. Результаты испытаний представлены в таблице 4.

При испытании элементарных проб, выкроенных из образца № 1, выявлено, что при использовании заданных технологических параметров герметизации шва, до моделирования эксплуатации швы выдерживают заданную нагрузку, но после моделирования эксплуатации швы быстро промокают уже при гидростатическом давлении 40 кПа, независимо от направления шва на пробе.

Таблица 4 – Результаты испытаний

Номер образца	Тип пробы (направление шва)	Время достижения стадий промокания при давлении 40 кПа, мин				Время достижения стадий промокания при давлении 100 кПа, мин			
		t_1	t_2	t_3	t_4	t_1	t_2	t_3	t_4
до моделирования эксплуатации									
1 (XLH)	(поперек)	-	-	-	-	-	-	-	-
	(поперек)	-	-	-	-	-	-	-	-
	(поперек)	-	-	-	-	-	-	-	-
2 (FAN)	(поперек)	-	-	-	-	18	24	28	30
	(поперек)	-	-	-	-	-	-	-	-
	(поперек)	-	-	-	-	-	-	-	-
3 (PAR)	(поперек)	-	-	-	-	-	-	-	-
	(поперек)	-	-	-	-	-	-	-	-
	(поперек)	-	-	-	-	-	-	-	-
после моделирования эксплуатации (15 000 циклов знакопеременного изгиба)									
1 (XLH)	(вдоль)	0,2	0,3	0,5	0,6	не проводили опыт*			
	(поперек)	0,2	0,3	0,5	1				
	(Т)	1	2	15	19				
2 (FAN)	(вдоль)	0,5	0,9	1	2	не проводили опыт*			
	(поперек)	-	-	-	-	-	-	-	-
	(Т)	-	-	-	-	-	-	-	-
3 (PAR)	(вдоль)	-	-	-	-	-	-	-	-
	(поперек)	-	-	-	-	-	-	-	-
	(Т)	-	-	-	-	-	-	-	-

*Примечание: на точечных пробах, промокших насквозь при давлении 40 кПа, продолжение испытания при 100 кПа нецелесообразно.

При испытании элементарных проб, выкроенных из образца № 2, выявлено, что до моделирования эксплуатации, швы выдерживают нагрузку 40 кПа, однако при повышении давления до уровня 100 кПа одна из трех элементарных проб достигла стадии сквозного промокания за 30 минут. После моделирования эксплуатации швы, расположенные поперек элементарной пробы и перекрещивающийся по форме буквы «Т», не промокают при заданной нагрузке. Однако шов, расположенный вдоль элементарной пробы, быстро промок уже при гидростатическом давлении 40 кПа.

Отличные результаты испытаний и высокий уровень устойчивости к моделированию эксплуатации продемонстрировал только один из трех образцов материалов

(образец № 3), для которого выбранные режимы герметизации оказались оптимальными.

По результатам испытаний выявлено, что применить единые параметры получения ниточно-клеевых соединений для проанализированной группы схожих по структуре образцов невозможно, указанные режимы герметизации обеспечивают стабильную водонепроницаемость соединений в заданных условиях только для образца № 3.

Таким образом, предложенная методика позволяет оценивать стабильность водозащитных свойств соединений водозащитных материалов и оперативно корректировать технологические режимы их получения по результатам кратковременных испытаний. Применение методики обеспечивает возможность воспроизведения реальных эксплуатационных условий, в которых изделия из влагозащитных материалов подвергаются динамическим нагрузкам. В процессе носки одежды и обуви неизбежно возникают участки локального напряжения, эти зоны становятся наиболее уязвимыми с точки зрения сохранения герметичности: в местах складкообразования нарушается целостность клеевого слоя, ослабляется адгезия герметизирующих лент и увеличивается вероятность появления микропор, через которые влага может проникнуть внутрь изделия.

В условиях многократных изгибов, моделируемых предлагаемым оборудованием, в местах проколов от иглы создаются зоны концентрации напряжений, которые ускоряют разрушение клеевого покрытия герметизирующей ленты. Моделирование позволяет выявить критический предел числа циклов изгиба, при котором соединение теряет свою герметичность. Эти данные необходимы для прогнозирования долговечности изделий и выбора оптимальной технологии герметизации.

Кроме того, методика открывает возможность сравнительного анализа различных материалов и способов соединения. Она позволяет выявлять закономерности влияния толщины материала, типа мембраны, структуры основы, а также параметров герметизирующей ленты на устойчивость к моделированию эксплуатации. Полученные результаты смогут служить основой для совершенствования нормативных документов, регламентирующих испытания влагозащитных изделий, так как действующие стандарты зачастую не учитывают динамический характер эксплуатационных нагрузок.

Таким образом, предложенная методика является эффективным инструментом для комплексной оценки эксплуатационной надёжности влагозащитных материалов и их соединений. Она позволяет прогнозировать изменение водозащитных свойств материалов и соединений в процессе эксплуатации. Внедрение данной методики повысит качество и долговечность готовых изделий лёгкой промышленности.

Список использованных источников

1. Жукова, И. А. Перспективные технологии изготовления швейных изделий различного ассортимента. Особенности технологических процессов обработки высококачественной спортивной одежды из мембранных материалов / И. А. Жукова, Т. Б. Нессирио. – Санкт-Петербург, 2017. – 67 с.

2. Мембранные ткани. – URL: www.apex-tour.com.ua/membrannye-tkani (дата обраще-

ния: 18.09.2025). – Текст : электронный.

3. Метелёва, О. В. Теоретико-технологическая разработка процессов герметизации швейных изделий для повышения водозащитных свойств : дисерация на соискание ученой степени доктора технических наук : специальность 05.19.04 – «Технология швейных изделий» / Метелёва Ольга Владимировна. – Иваново, 2007. – 253 с.

4. Meteleva, O. Research of the influence of the polymer composition structure on the film material properties for special clothes production / O. Meteleva, L. Bondarenko, T. Koma-rova // Key Engineering Materials. – 2021. – Vol. 899 KEM. – P. 98–103.

5. Покровская, Е. П. Разработка процесса герметизации ниточных соединений в изделиях из водонепроницаемых материалов Иваново, 2004. – URL: https://docs.yandex.by/docs/view?tm=1739895302&tld=by&lang=ru&name=01002622628.pdf&text (дата обращения: 14.09.2025). – Текст : электронный.

6. Покровская, Е. П. Разработка перспективной технологии герметизации ниточных соединений водонепроницаемых изделий из композиционных материалов / Е. П. Покровская [и др.]// Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс-2002): Тезисы докладов международной научно- технической конференции. – Иваново: ИГТА, 2002. – С. 284–285.

7. Покровская, Е. П. Перспективная технология герметизации ниточных соединений водонепроницаемых изделий / Е. П. Покровская, О. В. Метелева, В. В. Веселов // Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (Поиск - 2000): Тезисы докладов международной научно- технической конференции. – Иваново: ИГТА, 2000. – С. 93–94.

8. Метелева, О. В. Оптимизация свойств исходных компонентов и структуры герметизирующего материала / О. В. Метелева, Е. П. Покровская // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2011. – Т. 14, № 4. – С. 19–23.

9. Бодрякова, Л. Н. Технология изделий легкой промышленности : учебное пособие / Л. Н. Бодрякова, А. А. Старовойтова. – Омск: Омский гос. ин-т сервиса, 2013. – 165 с. – URL: http://www.iprbookshop.ru/18263 (дата обращения: 14.09.2025). – Текст : электронный.

10. Горева, Е. П. Процессы изготовления изделий из материалов. Содержащих синтетические волокна и имеющих специальное покрытие : учебное пособие для студентов вузов / Е. П. Горева. – СПб.: СПГУПТД, 2010. – 58 с. – URL: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=636 (дата обращения: 14.09.2025). – Текст : электронный.

11. Панкевич, Д. К. Способ и критерии оценки водозащитных свойств материалов и изделий из них / Д. К. Панкевич // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2025. – №3(417). – С. 146–156.

УДК687.01

Влияния декоративно-конструктивных элементов на визуальное восприятие одежды

Бондарева Е. В., ст. преп.,
Окулевич А. О. студ.

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. Разработка конструкции модели по эскизу является конечным результатом художественно-конструкторского поиска проектировщика в работе над новыми образцами изделия (моделью). Поиск конструктивного решения формы модели – сложный творческий процесс, соединяющий решение художественных и технических задач. Визуальное восприятие одежды играет важную роль в формировании первого впечатления о человеке, а также влияет на его самоощущение. С помощью одежды можно создавать различные оптические иллюзии, корректировать силуэт, выражать эмоции и демонстрировать социальный статус. Известно, что основными элементами в одежде, при помощи которых можно добиться определенного зрительного эффекта, являются форма одежды, характер её членения на составные части, отделка, рисунок, фактура и цвет материала. Поверхность формы одежды основывается на характеристике пластики, рельефа, разработки и заполнения поверхности формы изделия различными элементами.

Женский костюм на протяжении многих десятков лет постоянно изменялся в процессе становления женщины в обществе. Костюм в традиционной интерпретации – комплект одежды, состоящий из двух-трех вещей, изготовленных из одной фактуры и выполненных в одном стилистическом направлении. Ключевыми трендами, относящимися к женским костюмам, следует считать изысканный силуэт, четкие линии, использование натуральных фактур, богатых насыщенных оттенков [1]. На примере женского костюма, целесообразно показать влияния декоративно-конструктивных элементов на его визуальное восприятие.

Костюм – важнейшая часть гардероба современной бизнес леди. Несмотря на универсальность и визуальную лаконичность этого изделия, выбор стильного и гармоничного делового ансамбля зачастую становится непро-

стой задачей, ведь такой костюм должен не только отражать актуальные модные тенденции и вписываться в офисный дресс-код, но и идеально сидеть по фигуре.

Ключевые слова: визуальное восприятие, одежда, костюм, элементы, средства разработки.

Одежда – это визуальный язык, который сообщает о социальном статусе, намерениях, личностных качествах и эмоциональном состоянии. Другими словами, с помощью своего внешнего вида человек сообщает окружающим информацию о себе. Это происходит на подсознательном уровне, и для считывания такой информации требуется всего несколько секунд. Классический костюм, например, транслирует надежность и компетентность. Футболка, шорты могут создавать ощущение непринужденности и открытости. Необычная и яркая одежда – креативность.

Целью работы является исследование влияния декоративно-конструктивных элементов на визуальное восприятие одежды. Рассмотрим визуальное восприятие одежды на примере женского костюма.

Для достижения поставленной цели нужно выполнить задачу: изучить и рассмотреть ключевые особенности женских жакетов и влияние декоративно-конструктивных элементов данного вида изделия на визуальное восприятие женщин различного телосложения.

Женский костюм прошел долгий путь, прежде чем стать популярным. Ещё в 60-х годах прошлого века девушки не могли выходить в свет в брючном костюме, а в 50-х за такой образ вообще можно было попасть в тюрьму. В 19 веке, женщины не только не имели обычных брючных костюмов в своих гардеробах, но речь даже не шла о банальных брюках. Первые шаги к появлению данного предмета сделала Амелия Блумер – американская активистка, которая боролась за права женщин. В 1851 году она шокировала общество, появившись на публике в костюме, который состоял из короткого жакета, юбки средней длины и похожих на шаровары брюк, которые получили название «блумеры».

В 1923 году мадемуазель Шанель впервые показала женский костюм, и состоял он из узкой юбки прямого кроя и приталенного жакета без излишних украшений. Сшили его из твида, который считался подходящим только для мужской одежды. Так зародился женский деловой гардероб.

Вторая мировая война заставила оставшихся в тылу женщин работать на заводах, многие предпочли надеть брюки – безопасные и практичные. С 1950-х годов женщины после войны активно стали устраиваться на работу, развивались наука, технологии и бизнес, возросла потребность в секретарях, административных работниках. Разрабатывались и расширялись корпоративные правила – начиная от профессионального сленга и заканчивая внешним видом. Владельцы бизнесов в основном были мужчинами. Поэтому тем женщинам, которые хотели преуспевать и строить карьеру, нужно было подстраиваться под правила мужского мира. В костюме это обозначалось строгими линиями, белыми

рубашками и классическими цветами: синий, черный, серый, коричневый.

В 60-х годах постепенно ситуация стала меняться, появились новые технологии, новые промышленные красители. И яркие цвета – такие, как желтый, розовый, красный, зеленый, фиолетовый – с подиумов и обложек журналов постепенно перекочевали в деловой гардероб. В 1966 году Ив Сен Лоран представил в своей коллекции элегантный женский костюм для вечерних выходов. Он смог доказать, что брючные костюмы на девушках выглядят очень женственно и элегантно. Коллекция обрела колоссальную популярность по всему миру, а девушки стали чаще надевать брючные костюмы. 70-е принесли длину макси, расслабленность, эклектику. Одежда в целом стала разнообразнее и смелее, как и офисный костюм – можно было сочетать очень длинную прямую юбку или брюки с классической блузкой.

В 80-е годы женщины начали активно строить свою карьеру. Девушек назначали на руководящие позиции и им хотелось выглядеть соответствующе. В конце 80-х – начале 90-х брючные костюмы стали униформой работающих женщин. Большой вклад в популяризацию костюма внесли Джорджо Армани, Ральф Лорен и Кельвин Кляйн, которые в своих рекламных кампаниях делали упор на комбинации брюк с жакетами.

Мода 90-х вернула жакетам плечевые накладки. В целом Т-образные силуэты женских костюмов говорили о самостоятельности и силе. В указанный период очень сильно выросла доля предпринимателей – в том числе среди женщин. В 21 веке брючные костюмы настолько прочно закрепились в женском гардеробе, что сложно представить какую долгую историю они пережили на пути к такой популярности.

Как известно, жизнь женскому пиджаку подарила непревзойденная Коко, искусно выудив его из мужского гардероба. С тех пор модные тенденции претерпели множество изменений, благодаря чему сегодня каждая женщина может подобрать свой идеальный модный пиджак вне зависимости от вкусовых пристрастий или особенностей фигуры (рис. 1).

Известно, что основными элементами в одежде, при помощи которых можно добиться определенного зрительного эффекта, являются форма одежды, характер её членения на составные части, отделка, рисунок, фактура и цвет материала.

Согласно исследованиям, Е. В. Прокоповой о получении разнообразия моделей одежды для достижения различного восприятия её внешнего вида возможно за счёт использования средств разработки поверхности формы (СРПФ). Первоначально следует установить, какие факторы влияют на выбор и применение СРПФ для женской верхней одежды [2]. Структурная схема взаимосвязи элементов в женской верхней одежде представлена на рисунке 2.

Изделия ассортиментной группы верхней одежды можно подразделить на одежду верхнего слоя и на «лёгкие изделия». Одежда верхнего слоя предназначена для ношения в прохладное время года (пальто, полупальто, плащи, жакеты, куртки) и подразделяется по сезонам на зимнюю, демисезонную и внесезонную одежду. Данная одежда в основном является комплексным многослойным изделием. На выбор СРПФ для них влияют: ассортимент, сезон, стиль, силуэт, вид материала [2].



Coco Chanel Saint Laurent Giorgio Armani Christian Dior

Рисунок 1 – Женские жакеты ведущих брендов 2025 года

Одежда верхнего слоя может проектироваться в любом стиле – классическом, спортивном, романтическом и фольклорном. Однако, более универсальными из них являются классический и спортивный стили, так как они легко сочетаются с одеждой, решённой в других стилевых направлениях.

При разработке чертежей конструкций женских жакетов следует установить, какую роль в модели выполняют те или иные элементы, которые являются средствами разработки её поверхности. По этому признаку различают конструктивные, конструктивно-декоративные, декоративные и декоративно-функциональные элементы – как средства формообразования и декорирования одежды [2, 3].

Конструктивные элементы – элементы формы, являющиеся основным средством формообразования и не участвующие в декорировании одежды. Это основные конструктивные швы – боковые, плечевые, средние швы спинки и переда, швы рукавов и т. п.

Декоративно-конструктивные элементы – элементы формы, являющиеся средством формообразования и выполняющие функции украшения одежды. Они играют важную роль в создании образа и влияют на то, как воспринимается фигура. Женский жакет, обладающий различными декоративными и конструктивными элементами, может существенно изменять визуальное восприятие тела, силуэта и пропорций.

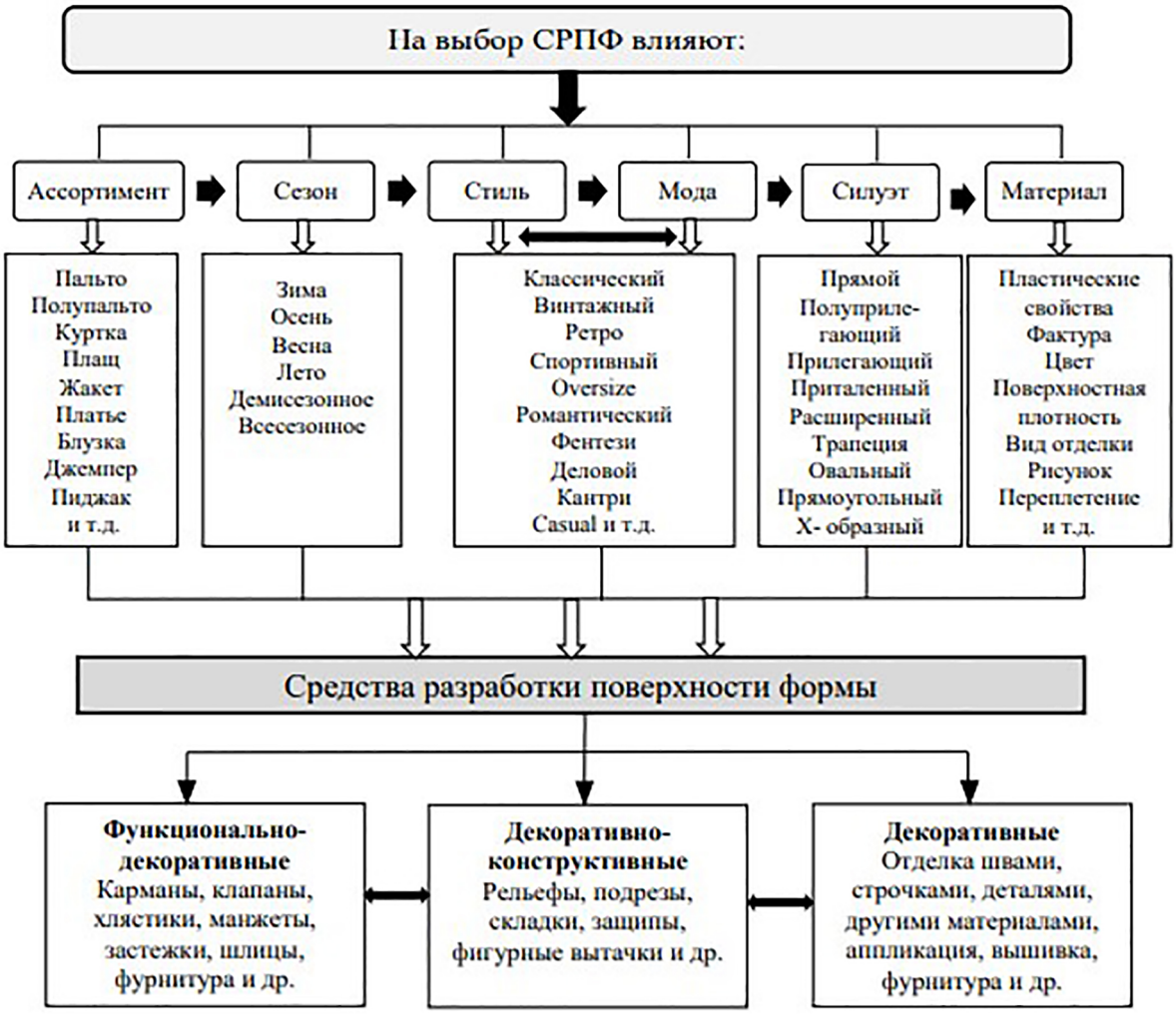


Рисунок 2 – Структурная схема элементов поверхностной формы женской одежды

Декоративные элементы – элементы, являющиеся средствами декорирования поверхности формы и выполняющие роль только украшения одежды. К ним можно отнести бейки, канты, вышивку, воланы, кружева и т. п.

Функционально-декоративные элементы – элементы формы, относящиеся к средствам разработки поверхности формы и выполняющие определённую служебную и декоративную функции. К ним относятся различные варианты карманов, застёжек, капюшонов, шлиц, воротников, манжет, покрои рукавов и т. п.

Рассмотрим более подробно группу функционально-декоративных элементов как наиболее важный фактор создания разнообразия в женских жакетах, элементы которого оказывают весомое влияние на иллюзию формы с учетом типа женской фигуры. Застежки в изделиях служат для увеличения размеров деталей и могут начинаться от любой точки детали, проходя обязательно через зону, которую необходимо расширить.

Застежка может располагаться вертикально и с наклоном, в центре деталей или с не-

которым смещением, между краями деталей, в швах и разрезах. В зависимости от его величины различают застежки встык, центральные, смещенные, с центральной застежкой и комбинированной, ассиметричной. Края застежки могут иметь вид прямых, ломаных или кривых линий. Массивные застежки с большими пуговицами и кнопками создают большой акцент в центре и могут зрительно увеличить объем в средней части тела. Центральные и смещенные застежки с отворотами лацкана визуально компенсировать узкую верхнюю часть тела. Для фигуры «треугольник» подойдут невидимые, а не броские детали застежки-пуговицы, заклепки, драпировки, смягченные линии бортов и низа.

Карманы в женских жакетах выполняются:

– в виде прорези на детали (прорезные);
– между краями деталей (в швах);
– в виде накладок на деталь (накладные);
– в виде навешивающихся деталей (навесные).

Конфигурация разреза и линия входа в карман могут быть различными по длине и форме.

Обычное месторасположение кармана — передняя часть изделия (перед, передняя часть брюк, юбок и т. п.). Они могут располагаться на детали горизонтально, вертикально или наклонно. В качестве отделочного элемента в женских жакета часто используются верхние карманы с листочками, накладные и прорезной карман «в рамку» с декоративным фигурным клапаном или навесной петлей. Объемные формы карманов с увеличенными деталями значительно увеличивают параметры той части изделия, где они расположены. Для женщин с фигурой типа «круг» самая объемная часть тела находится посередине. Главная задача при подборе верхней одежды – сместить акцент с живота на грудь и на бедра за счет расположения карманов в верхней и нижней части изделия. Такой же вариант подойдет типу фигуры «прямоугольник» с добавлением съемного пояса по линии талии. Уменьшенные размеры карманов в верхней части и вариант прорезных карманов в нижней части значительно уменьшат форму женской фигуры по линии груди и бедер.

Шлица — это специальный разрез на детали или разъем в шве между краями деталей, обеспечивающий свободу движений или декорирующий деталь (спинка, перед, рукав). Шлица визуально корректирует фигуру, создавая вертикальные линии, управляя объёмом и акцентируя внимание на определённых частях тела.

Манжеты используются для оформления низа рукава в жакетах. Манжета визуально корректирует рукав, управляя его объёмом, длиной и силуэтом в области запястья и предплечья.

Покрой одежды определяет характер рационального членения поверхности одежды на части, определённых конфигураций и размеров. Покрой один из ключевых инструментов визуальной коррекции фигуры, позволяющий скрыть недостатки, подчеркнуть достоинства и создать желаемые пропорции. Эффект достигается за счёт использования вертикальных, горизонтальных и диагональных линий, а также правильно подобранного силуэта и посадки.

Воротник в женском жакете является одним из основных элементов верхней одежды для акцентирования внимания на верхней части тела (груди, плечах, шее), выделения черт лица, придания образу неповторимый стиль или защиты от холода. Выбирая форму и вид воротника необходимо отталкиваться от формы лица. Если у женщины грубые, заостренные черты, длинный, прямой или с горбинкой нос, ярко выраженные скулы, высокий лоб, массивный подбородок, воротник должен быть с плавными, округлыми линиями и без острых углов, чтобы сделать овал лица визуально мягче. Если же, напротив, у женщины круглый тип лица, пухлые щеки, большие и круглые глаза, аккуратный, вздернутый нос, пухлые губы, необходимо выбрать воротник с заостренными краями. Они добавят лицу остроты, сделают черты более дерзкими и выразительными. Чтобы визуально смягчить массивные плечи и сбалансировать пропорции, можно остановиться на варианте V-образного выреза, который поможет вытянуть силуэт по вертикали и отвлечь внимание от проблемной зоны. Также стоит избегать модели жакетов с массивным воротником, который визуально добавит объема и сделает верхнюю часть тела заметно крупнее. Для женщин с короткой шеей не рекомендуется применять в конструкции изделия воротники-стойки, которые сделают шею еще короче. Лучше отдать предпочтение жакетам с отложным воротником и круглой горловиной.

Декоративно-конструктивные элементы оказывают огромное влияние на визуальное восприятие одежды, формируя силуэт, пропорции, стиль и эмоциональный посыл изделия. Они являются базовыми инструментами в руках дизайнера, с помощью которых можно корректировать фигуру, расставлять акценты и создавать определённое настроение.

Список использованных источников

1. Короткова, И. В. Внедрение индустриальной технологии фасонных особенностей моделей на базе роста профессионального мастерства/ И. В. Короткова, С. В. Меликова // Швейная промышленность. – 2007. – № 5. – С. 44–45.

2. Прокопова, Е. В. Влияние средств разработки поверхности формы на получение внешнего разнообразия моделей [Текст] / Е. В. Прокопова, Е. Л. Моськина // Швейная промышленность. — 2007. — № 1. — С. 46–47.

3. Прокопова, Е. В. Факторы, влияющие на выбор средств разработки поверхности формы для женской бытовой верхней одежды / Е. В. Прокопова: непосредственный // Молодой ученый. — 2021. — № 6 (348). — С. 63–66.

УДК 687.01:004.8

Цвет, форма, алгоритм: визуальный язык искусственного интеллекта в моде

Плотникова Д. А., студ.,
Иванова Н. Н., ст. преп.

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. В современном мире искусственный интеллект становится неотъемлемой частью жизни, влияя на коммуникацию, бизнес, искусство и моду. Взаимодействие человека и ИИ во многом определяется визуальным языком – набором визуальных элементов, образов и алгоритмов, через которые система передаёт информацию и формирует идентичность. Визуальный язык включает цветовую палитру, формы, графические интерфейсы и алгоритмические визуализации, которые совместно влияют на восприятие пользователем. Объект исследования – визуальный язык ИИ; предмет – влияние цвета, формы и алгоритмов на визуальное восприятие и взаимодействие. Актуальность обусловлена быстрым развитием технологий и расширением применения ИИ, что требует понимания того, как визуальные компоненты влияют на эффективность коммуникации, доверие и комфорт пользователей. Недостаточная проработка этих аспектов может приводить к недопониманию и снижению эффективности интерфейсов и автоматизированных систем. Научная новизна работы заключается в комплексном анализе визуального языка с учётом современных трендов в дизайне, психологии восприятия и алгоритмических визуализациях; впервые систематизированы визуальные элементы ИИ и исследовано их влияние на психологические реакции и поведение пользователей. Особое внимание уделено связям между алгоритмическими решениями и визуальными формами для определения оптимальных параметров визуального языка. Методы включают анализ данных, сбор и обработку визуальных образцов, эксперименты с моделями ИИ и психологические тесты, в которых оцениваются доверие, комфорт и восприятие при разных визуальных характеристиках. Цель работы – определить оптимальные визуальные параметры для повышения эффективности коммуникации и пользовательского опыта, что позволит предложить

практические рекомендации для создания более понятных и привлекательных визуальных интерфейсов ИИ.

Ключевые слова: искусственный интеллект, алгоритм, мода, цвет, форма.

Изучение влияния цвета на восприятие и взаимодействие с искусственным интеллектом – важная междисциплинарная область, объединяющая психологию, дизайн, информатику и когнитивные науки. Цветовые решения в интерфейсах ИИ формируют пользовательский опыт, влияют на доверие, комфорт и эффективность коммуникации.

Тёплые оттенки (красный, оранжевый, жёлтый) стимулируют активность и быстрые реакции, а холодные (синий, зелёный) ассоциируются со спокойствием и надёжностью. Контраст помогает выделять ключевые элементы интерфейса, тогда как избыток ярких цветов перегружает восприятие. Баланс и учёт контекста использования системы повышают удовлетворённость пользователей.

Цветовые схемы также важны для визуализации данных: градации помогают понять алгоритмы, а выбор палитры должен учитывать культурные особенности. Эксперименты показывают, что гармоничные цветовые решения усиливают доверие и положительные эмоции, тогда как чрезмерная яркость снижает ощущение надёжности.

Практическая задача – разработка универсальных палитр и автоматизация подбора оптимальных схем с помощью машинного обучения. Эволюция цифрового визуального языка – от абстрактных форм до фотореализма – подтверждает, что цвет усиливает эмоциональное восприятие и доверие к ИИ, улучшая коммуникацию.

В целом, правильный подбор цветовых решений открывает возможности для создания адаптивных интерфейсов, подстраивающихся под индивидуальные особенности пользователя и обеспечивающих комфортное взаимодействие с системами ИИ.

Исследование влияния формы на визуальное восприятие систем искусственного интеллекта играет ключевую роль в разработке эффективных интерфейсов и визуальных языков. Геометрические элементы напрямую влияют на интерпретацию работы системы, уровень доверия и комфорт пользователя.

Простые и узнаваемые формы повышают ощущение надёжности и понятности: округлые линии ассоциируются с дружелюбностью и безопасностью, тогда как острые углы воспринимаются как агрессивные и снижают доверие. Гармоничные и сбалансированные формы создают ощущение стабильности, что особенно важно для систем долгосрочного взаимодействия.

Сложность формы также имеет значение: простые фигуры легко распознаются и запоминаются, тогда как асимметричные и перегруженные детали могут привлекать внимание, но снижать доверие. Баланс между простотой и выразительностью становится критическим фактором.

Эксперименты показывают, что формы влияют не только на эмоции, но и на когнитив-

ные процессы. Органические и природные формы вызывают более позитивное восприятие, тогда как абстрактные и геометрические – ассоциируются с технологичностью и холодностью. При этом культурный контекст существенно меняет интерпретацию.

Практическая задача – разработка рекомендаций по использованию форм в интерфейсах ИИ: предпочтение универсальным и доверительным формам, избегание чрезмерной сложности и резких линий, а также автоматизация выбора форм с помощью машинного обучения. Такой подход позволит создавать адаптивные интерфейсы, подстраивающиеся под индивидуальные особенности пользователей.

Исследования показали, что формы, напоминающие природные объекты, усиливают доверие и положительное восприятие, тогда как абстрактные и геометрические воспринимаются как более холодные и технологичные.

В целом, правильный подбор форм способствует созданию понятных, дружественных и надёжных интерфейсов, а дальнейшее развитие этой области может привести к появлению адаптивных визуальных языков, учитывающих психологию и предпочтения каждого пользователя.

Анализ воздействия алгоритмов на визуальный язык искусственного интеллекта позволяет понять, как автоматизированные процессы формирования визуальных элементов влияют на восприятие и взаимодействие пользователей. В условиях активной интеграции технологий в повседневную жизнь визуальный язык становится ключевым фактором доверия, понятности и эффективности коммуникации.

Алгоритмы, такие как GAN, обеспечивают разнообразие и адаптивность визуальных решений, создавая реалистичные изображения и формы. Однако степень автоматизации и контроль со стороны дизайнера определяют итоговый результат: сложные алгоритмы дают больше возможностей, но повышают риск непредсказуемых элементов, снижающих доверие.

Исследования показывают, что алгоритмы, учитывающие психологические особенности и предпочтения пользователей, повышают уровень доверия и удовлетворённости. В то же время неестественные или культурно неадаптированные визуальные решения могут вызвать негативные реакции.

Современные системы используют машинное обучение для персонализации интерфейсов, динамически адаптируя визуальные элементы под пользователя. Это повышает комфорт и эффективность взаимодействия, но требует прозрачности и объяснимости алгоритмов.

Ключевой вызов – баланс между автоматизацией и контролем человека: чрезмерная автоматизация снижает уникальность и доверие, поэтому алгоритмы должны учитывать не только технические, но и культурные, психологические и эстетические аспекты.

В исследовании рассматривалось понятие «код взаимодействия» как элемент коммуникации: визуальный язык отличается нелинейностью, а естественный – последовательностью. Их сочетание в алгоритмах ИИ влияет на эффективность коммуникации и доверие пользователей.

В целом, алгоритмы формируют визуальный язык ИИ, делая его персонализированным и адаптивным. Будущее развитие связано с созданием полностью автоматизированных систем, способных учитывать индивидуальные предпочтения и обеспечивать естественное и комфортное взаимодействие.

Психологические тесты для оценки восприятия визуальных элементов – важный инструмент исследования взаимодействия человека с визуальной информацией и разработки визуальных языков ИИ. Они помогают выявить предпочтения и реакции пользователей на цвет, форму, размер, композицию и динамику, а также понять, как эти элементы влияют на доверие и комфорт взаимодействия.

Основные методы включают:

– Опросы и шкалы оценки – фиксируют субъективные реакции на разные визуальные решения.

– Экспериментальные задания – позволяют оценить понятность и доверие к интерфейсам через время реакции, ошибки и запоминание.

– Нейровизуализация и физиологические измерения (отслеживание движений глаз, сердечного ритма и др.) – дают объективные данные о восприятии.

Результаты зависят от культурных, возрастных и индивидуальных особенностей, поэтому важно обеспечивать репрезентативность выборки и сочетать количественные и качественные методы (например, интервью и фокус-группы).

Полученные данные помогают дизайнерам создавать более адаптивные и психологически комфортные визуальные системы. Например, тревожные цвета можно заменить на нейтральные, а сложные формы – упростить. Это повышает доверие, снижает ошибки и улучшает пользовательский опыт.

В исследовании рассматривалось влияние визуальных элементов моды на восприятие и идентичность: показано, что стилистические решения и цвета одежды формируют эмоциональное состояние и социальную идентичность.

В целом, психологические тесты позволяют формировать визуальный язык ИИ, который учитывает особенности восприятия и предпочтения пользователей. В будущем развитие нейровизуализации обеспечит ещё более точные и индивидуализированные подходы.

Эксперименты с моделями ИИ для определения оптимальных параметров визуального языка позволяют выявить наиболее эффективные комбинации цветов, форм, композиций и алгоритмов отображения. В контролируемых условиях создаются прототипы интерфейсов, а затем собираются данные о реакции пользователей.

На первом этапе формулируются гипотезы о влиянии визуальных характеристик: яркие цвета привлекают внимание, но могут вызывать тревожность, тогда как нейтральные оттенки способствуют доверию. Аналогично, формы и композиции влияют на понятность и запоминаемость интерфейса.

Для тестирования применяются автоматизированные опросы, наблюдения, фиксация времени реакции, ошибок, уровня доверия и удовлетворённости. Используются также методы нейровизуализации (отслеживание движений глаз, сердечного ритма), что позволяет

глубже понять эмоциональные и когнитивные реакции.

Данные анализируются статистически и с помощью машинного обучения, что помогает выявить закономерности и предсказывать восприятие новых решений. Эксперименты учитывают контекст и аудиторию: пожилым пользователям подходят крупные шрифты и контрастные цвета, молодёжи – яркие и современные решения.

Результаты позволяют формировать рекомендации: определённые цветовые схемы снижают тревожность и повышают доверие, правильная композиция ускоряет восприятие информации. Итеративный характер экспериментов обеспечивает постоянное уточнение параметров.

Кроме того, машинное обучение позволяет создавать персонализированные интерфейсы, адаптированные под индивидуальные предпочтения и когнитивные особенности.

В исследовании рассматривался феномен «говорящей одежды» как форма визуальной коммуникации в постмодернистском обществе. Анализ показал, что визуальный язык может служить средством глобальной коммуникации и выражения идентичности.

В целом, эксперименты с моделями ИИ являются важным этапом в создании эффективных и пользовательски ориентированных систем. Они повышают эстетическую привлекательность интерфейсов, улучшают функциональность и делают взаимодействие более интуитивным и комфортным.

Определение оптимальных параметров визуального языка для взаимодействия с системами ИИ – важная задача, требующая комплексного подхода. Визуальный язык (цвет, форма, композиция, анимация) формирует восприятие и доверие к системе, снижает когнитивную нагрузку и делает использование более интуитивным.

Основным методом является проведение экспериментов с моделями ИИ и пользователями. Тестируются различные вариации визуальных элементов, оцениваются удобство, эмоциональный отклик и доверие. Например, спокойные голубые и зелёные оттенки снижают стресс, тогда как яркие цвета могут вызывать возбуждение или раздражение.

Композиция интерфейса также критична: иерархия элементов облегчает восприятие информации, ускоряет реакцию и снижает ошибки. Изучаются и параметры анимации, которые делают взаимодействие более живым, но не должны отвлекать.

Процесс оптимизации носит итеративный характер: результаты анализируются, выявляются слабые места, создаются новые вариации. Такой цикл позволяет адаптировать интерфейсы под разные контексты и предпочтения пользователей.

Методы машинного обучения применяются для персонализации: алгоритмы предсказывают наиболее подходящие параметры для групп или отдельных пользователей, создавая адаптивные интерфейсы в реальном времени.

На основе исследований формируются стандарты и рекомендации по дизайну визуального языка, учитывающие психологию восприятия и технические ограничения. В будущем развитие нейровизуализации позволит точнее подстраивать интерфейсы под и ндивидуальные реакции.

В исследовании рассматривалась концепция универсального графического языка

Я. Г. Чернихова, подчёркивающая значимость единого визуального кода для коммуникации. Этот подход актуален и для разработки визуального языка ИИ.

Таким образом, оптимизация визуальных параметров – это сочетание экспериментов, аналитики и машинного обучения, позволяющее создавать эстетичные, удобные и доверительные интерфейсы, повышающие эффективность взаимодействия с ИИ.

Исследование эффективности визуальных элементов в работе ИИ позволяет понять, как цвет, форма и анимация влияют на восприятие, доверие и удобство взаимодействия. Визуальные компоненты должны не только быть эстетичными, но и снижать когнитивную нагрузку, облегчать понимание и вызывать положительные эмоции.

Цветовые схемы формируют эмоциональные реакции: яркие оттенки ассоциируются с энергией, пастельные – со спокойствием и доверием. Формы также значимы: округлые воспринимаются как дружелюбные, угловатые – как строгие и технологичные. Анимация помогает ориентироваться в интерфейсе, но её избыток отвлекает.

Для оценки эффективности применяются эксперименты, анализ поведения пользователей и психологические тесты. Данные позволяют выявить оптимальные параметры и автоматизировать их подбор с помощью машинного обучения.

Особое внимание уделяется адаптивным решениям: интерфейсы могут менять цветовые схемы, размеры элементов или уровень анимации в зависимости от возраста, профессии или когнитивных особенностей пользователя. В будущем нейровизуализация и анализ мозговых сигналов позволят ещё точнее подстраивать интерфейсы под индивидуальные реакции.

Разработка стандартов и рекомендаций по визуальному языку ИИ помогает унифицировать подходы и сочетать эстетику с функциональностью. Контекст использования также важен: в критических ситуациях необходима лаконичная визуализация, а в образовательных приложениях – яркие и мотивирующие элементы.

В исследовании рассматривалась роль пропедевтики в профессиональном образовании, её связь с развитием пластической культуры и визуального языка. Это подчёркивает значимость эстетического восприятия и художественного мышления для формирования эффективных визуальных решений.

Таким образом, эффективность визуальных элементов определяется их способностью облегчать понимание, снижать когнитивные усилия и вызывать положительные эмоции. Постоянное совершенствование этих компонентов делает интерфейсы ИИ более удобными, доверительными и человекоцентричными.

Результаты исследования подтвердили основную цель – изучение влияния визуальных компонентов на восприятие и взаимодействие с системами ИИ, а также определение путей их оптимизации для улучшения пользовательского опыта.

Первая задача заключалась в анализе существующих визуальных элементов (цвет, форма, графика, анимация) и их влияния на восприятие. Сравнительный анализ позволил выявить наиболее эффективные решения и определить недостатки.

Вторая задача – исследование воздействия визуальных компонентов на пользовате-

лей. Эксперименты с моделями ИИ и психологические тесты показали, что определённые цветовые схемы, формы и анимации повышают доверие, ускоряют восприятие и делают взаимодействие более интуитивным.

Третья задача – определение оптимальных параметров визуального языка. На основе данных были разработаны рекомендации и стандарты, учитывающие психологию восприятия, технические ограничения и особенности приложений. Это позволило создать руководства для разработки интерфейсов, сочетающих эстетику и функциональность.

Методы исследования включали аналитический и сравнительный анализ, разработку прототипов, психологические тесты и статистическую обработку данных. Такой комплексный подход обеспечил эмпирическую базу и выявил значимые закономерности.

Таким образом, правильно подобранные визуальные элементы снижают когнитивные усилия, повышают доверие и эмоциональную вовлечённость. Адаптивные интерфейсы, подстраивающиеся под индивидуальные предпочтения, значительно повышают эффективность взаимодействия. Визуальный язык ИИ должен быть не только эстетичным, но и функциональным, адаптивным и контекстуально релевантным.

Таким образом, исследование подтвердило ключевую роль визуального языка в формировании положительного пользовательского опыта и подчеркнуло необходимость дальнейших исследований и разработки новых стандартов для создания человекоцентричных систем ИИ.

Список использованных источников

1. Лагун, Д. И. Поиск источника вдохновения при создании коллекций одежды и обуви = Finding a source of inspiration when creating collections of clothes and shoes / Д. И. Лагун, Е. Л. Зимина // Инновации и технологии к развитию теории современной моды «Мода (Материалы. Одежда. Дизайн. Аксессуары)» : сборник материалов V Международной научно-практической конференции, посвященной профессору Федору Максимовичу Пармону и 95-летию «РГУ им. А. Н. Косыгина», Москва, 08–09 апреля 2025 г. : в 3 ч. / ФГБОУ ВО «РГУ им. А. Н. Косыгина». – Москва, 2025. – Ч. 1. – С. 44–49.

Секция 3
ДИЗАЙН ТЕКСТИЛЯ, ОДЕЖДЫ И ОБУВИ

УДК 687.01

Проектирование функционально-декоративных элементов одежды в трехмерном пространстве

Туханова В. Ю., к.т.н, ст. преп.

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Российская Федерация

Реферат. В статье представлен обзор существующих методов проектирования функционально-декоративных элементов одежды. Автором проанализированы традиционные способы проектирования воланов, складок, сборок и современные, основанные на цифровом 3D-моделировании одежды. Применение программ для трехмерной визуализации является ключевым инструментом в современном дизайне одежды. Виртуальная мода позволяет создавать модели без экономических ограничений на использование материалов, что особенно значимо при моделировании конструкций большого объема. Проведение виртуальных примерок с неограниченным количеством изменений параметров деталей и характеристик материалов способствует росту художественно-эстетических показателей готовой продукции. Разнообразие моделей коллекции одежды реализуется с помощью конструктивного моделирования рельефа поверхности формы – образование неровностей поверхности с помощью укладывания материала в складки, драпировки, гофре, буфы, сборки. Система взаимоотношений функционально-декоративных элементов и костюма реализуется с помощью конструкции, декора, фактуры, а также совмещения этих показателей в костюме. В статье рассмотрена совокупность показателей, определяющих качество проектирования деталей, полученных путем конструктивного моделирования с помощью конического расширения. Рассмотрены возможности цифровой платформы трехмерного проектирования одежды, которая содержит ряд технических характеристик, обеспечивающих реализацию концептуальной модели проектирования качества декоративно-функциональных деталей одежды, включающие художественно-эстетические и физико-

механические свойства материалов, параметры конструкции швейного изделия, и их влияние на общее смысловое значение изделия и его восприятие. Разработаны технологии применения информации о свойствах материалов, влияющих на качество проектирования конструкций воланов, рюш и оборок, как функционально-декоративных элементов одежды в цифровой среде. Автором предложены пути внедрения цифровых технологий в процесс проектирования функционально-декоративных элементов одежды.

Ключевые слова: проектирование, технология, 3D-моделирование, дизайн одежды.

Применение программ для трехмерной визуализации стало ключевым инструментом в современном дизайне одежды. Виртуальная мода позволяет создавать модели без экономических ограничений на использование материалов, что особенно значимо при моделировании конструкций большого объема. В физическом мире можно выделить несколько видов взаимоотношений между предметом одежды и функционально-декоративными деталями, полученными путем конического расширения (воланы, складки, сборки). Декоративная функция, когда деталь является центром композиции костюма, подчеркивает определенные линии конструкции изделия и используется для создания ритма. Фактурная функция, когда множество деталей создают эксклюзивную поверхность костюма. Важной характеристикой для превращения деталей в текстуру, является их однородность, по одному или нескольким параметрам: цвет, размер, направление и т. д. Конструктивная функция, когда детали костюма сливаются воедино, визуально не выделяясь из общего ритма композиции. В виртуальном мире есть возможность свободного функционального перемещения деталей, совмещение разных функций и безграничное количество модификаций.

Разнообразие моделей коллекции одежды реализуется с помощью конструктивного моделирования рельефа поверхности формы – образование неровностей поверхности с помощью укладывания материала в складки, драпировки, гофре, буфы и т. д [1].

Существует три основных вида складок: односторонние складки, встречные, бантовые. Складки бывают мягкими и заутюженными, стачанными на определенном участке и свободными (фиксируются у верхнего края детали).

Складки также могут быть соединительными. Например, если необходимо соединить части детали, на которой обрабатываются складки, в цельную деталь, то соединительный шов (стачной, заутюженный на ребро) располагают строго на внутреннем сгибе складки. Сборки – это мелкие незаутюженные складки, полученные путем стягивания материала строчками; сборки используют для отделки изделий и создания свободного силуэта.

Сборками оформляют различные детали швейных изделий: низ и окат рукава, верхний срез юбки, нижний срез лифа и т. д. Детали со сборками соединяют с остальными деталями изделия стачным или настрочным швом. Буфы-складки – это вид отделки одежды, выполненный с помощью строчек, закрепляющих складки материала. Деталь, на которой выполняют буфы, должна в несколько раз превышать размер детали в готовом виде.

Таблица 1 - Проектирование рельефа поверхности формы

№	Тип складки	Направление	Технология закрепления формы	Способ закрепления
1	2	3	4	5
1	Одно-сторонние	По основе, утку, под углом к нити основы. Сгиб складки закладывается в одну сторону	Скрепляющая строчка по линии начала складки/ Отделочная строчка по сгибу складки	Ниточный
2	Встречные	По основе, утку, под углом к нити основы. Сгибы складок навстречу друг другу	Скрепляющая строчка по линии начала складки/ Отделочная строчка по сгибу складки	Ниточный
3	Бантовые	По основе, утку, под углом к нити основы. Сгибы складок в противоположные стороны друг от друга.	Скрепляющая строчка по линии начала складки/ Отделочная строчка по сгибу складки	Ниточный
5	Гофре	По основе, утку, под углом к нити основы. Сгибы складок расположены «на ребро»	Без скрепления/ Скрепляющая строчка по линии начала гофре	Влажно-тепловая обработка. Закрепление с помощью специальных составов
6	Плиссе	По основе, утку, под углом к нити основы. Сгибы складок в одном направлении	Без скрепления/ Скрепляющая строчка по линии начала плиссе	Влажно-тепловая обработка. Закрепление с помощью специальных составов
7	Сборки	По основе, утку, под углом к нити основы. Мягкие сгибы, образованные благодаря стягиванию материала	Скрепляющая строчка, образованная после расчета коэффициента сборки	Ниточный

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5
8	Фалды	Под углом к нити основы материала. Формируются путем конического расширения деталей. Образуются под действием собственного веса материала	Без закрепления либо с отделочными строчками, если это предполагается по модели	Ниточный
9	Буфы	Декоративный узор на поверхности материала	Ручные стежки и закрепки. Для определенных материалов возможен сварной способ соединения	Ниточный, сварной

Традиционно, проектирование складок осуществлялось конструктором путем конструктивного моделирования деталей. Параллельное и коническое разведение деталей изделия, изменение угла наклона между нитями основы и утка – приемы, которые применяются при конструировании в 2D-системах, при муляжном и макетном методах [2]. Современные 3D-технологии позволяют конструктору в интерактивном режиме осуществлять конструктивное моделирование детали и менять параметры складок, сборок, воланов на этапе разработки лекал изделия (рис. 1). Развитие науки и техники в области 3D-проектирования одежды существенно сокращает время на разработку новых моделей и способствует выпуску качественных изделий с заданными параметрами качества.

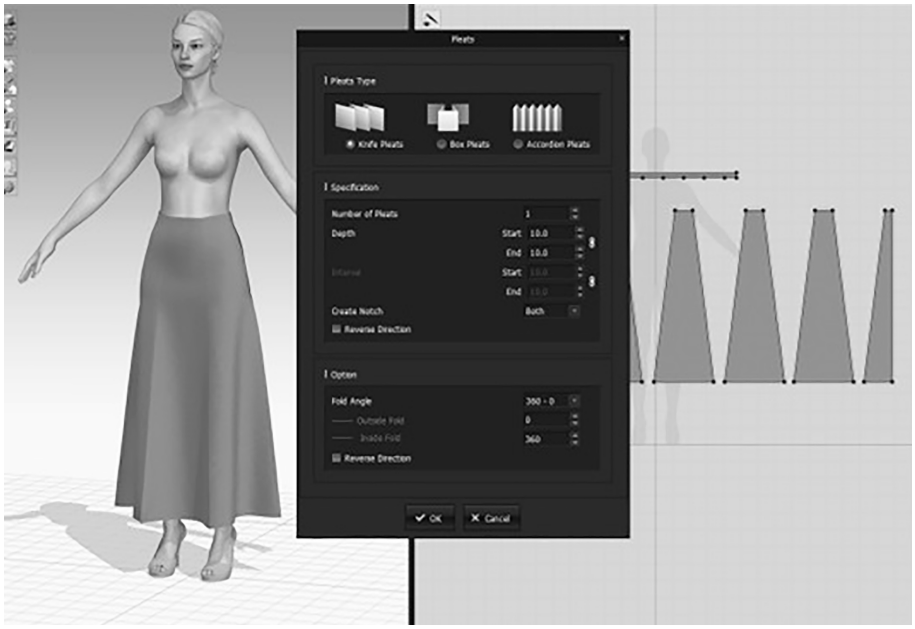


Рисунок 1 – Пример проектирования складок в программе CLO3D (рисунок автора)

Свойства материалов, влияющих на качество проектирования конструкций воланов, рюш и оборок, как функционально-декоративных элементов одежды включают в себя драпируемость, жесткость при изгибе, упругость, сминаемость, несминаемость, поверхностная плотность, толщина, растяжимость [3]. Автором разработано практическое применение информации о свойства материалов, влияющих на качество проектирования конструкций воланов, рюш и оборок, как функционально-декоративных элементов одежды в цифровой среде (табл. 2).

Таблица 2 – Наименование физико-механических свойств материалов и параметры регулирования в цифровой среде

№	Название	Описание	Инструмент регулирования
1	Stretch weft	Растяжение по утку	Stiffness (g/s2)
2	Stretch warp	Растяжение по основе	Stiffness (g/s2)
3	Shear	Сдвиг	Stiffness (g/s2)
4	Bending weft	Изгиб по утку	Stiffness (g*mm2/s2/rad)
5	Bending warp	Изгиб по основе	Stiffness (g*mm2/s2/rad)
6	Bending bias	Изгиб смещения	Stiffness (g*mm2/s2/rad)
7	Bucking ratio-weft	Удлинение по утку	Length Ratio [0-1]
8	Bucking ratio-warp	Удлинение по основе	Length Ratio [0-1]
9	Bucking ratio-bias	Удлинение при изгибе	Length Ratio [0-1]
10	Internal damping	Адгезионная способность	величина
11	Density	Поверхностная плотность	g/m2
12	Friction	Трение	[0–1]
13	Roughness	Жесткость	Величина
14	Physical Property Preset (материал)	Ассортимент материалов	Название
15	Thickness	Толщина	mm

Одной из цифровых платформ, которую на данный момент в мире используют производители одежды при проектировании коллекции, является программа CLO 3D [4]. Представлен ряд технических возможностей, которые можно применять для реализации концептуальной модели проектирования качества швейного изделия.

На этапе конфекционирование материалов для швейных изделий программе возможно внести параметры художественно-эстетических показателей материалов (цвет, принт, текстура, прозрачность) и физико-механических свойств (поверхностная плотность, толщина, жесткость, драпируемость). Использование программы CLO 3D позволяет оп-

тимизировать работу предприятия легкой промышленности на этапах технического предложения, эскизного проекта и оформления конструкторской документации.

Анализ традиционных методов проектирования функционально-декоративных элементов одежды, физико-механических свойств материалов и способов их реализации при трехмерном проектировании показал, что процесс требует дальнейшей разработки для повышения показателей симуляции в цифровой среде.

В программе трехмерного моделирования параметры физико-механических свойств материалов возможно учитывать на этапе добавления материала при разработке модели, но не на этапе работы с деталью из конкретного материала. Принципиальное различие в подходах проектирования заключается в том, что при первом варианте происходит работа с исходными данными материала, а при втором варианте проектировщик должен видеть, какие изменения произошли с материалами при стачивании, влажно-тепловой обработке, симуляции на фигуру аватара. Два подхода дадут возможность в режиме реального времени отследить изменения, произошедшие со структурой используемого материала при переходе от 2D-лекал к поведению на фигуре аватара в 3D-среде.

Список использованных источников

1. Шершнева, Л. П. Конструктивное моделирование одежды в терминах, эскизах и чертежах / Л. П. Шершнева; М.: ИД «Форум»: Инфра-М, 2021. – 271 с.

2. Амосова, Э. Ю. Влияние инновационных технологий и материалов на формирование модных тенденций в развитии костюма: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук : специальность 17.00.06 – Техническая эстетика и дизайн / Амосова Элеонора Юрьевна. – М., 2010. – 198 л.

3. Туханова, В. Ю. Проектирование устойчивости конструкций изделий легкой промышленности. – М.: Издательский дом «Научная библиотека», 2021. – 226 с.

4. Clo. – URL: https://www.clo3d.com/ (дата обращения: 10.09.2025). – Текст: электронный.

УДК 7.048 : 769.91

Создание сувенирной продукции для г. Витебска

Курлович П. М., студ.,
Самутина Н. Н., к.т.н., доц.

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. В работе определены и стилизованы творческие источники с элементами супрематизма, которые использованы для создания логотипа города Витебска. При этом, логотип использован для сувенирной продукции: одежда (майки), аксессуары (значки, щоперы), печатной продукции (бланки, конверты, ручки, блокноты).

Ключевые слова: логотип города, коллекция, символика бренда.

Витебск – один из старейших городов Беларуси и самый северный областной центр, объединяющий административную, промышленную и культурную функции. В недавнем времени город отпраздновал своё 1050-летие. В рамках юбилея перед студентами был поставлен комплекс задач: разработать новый логотип Витебска с позитивными ассоциациями, подчеркнуть уникальность города на фоне других региональных центров и повысить его привлекательность для туристов. Параллельно шла проработка коллекции сувенирных изделий, одежды и аксессуаров с символикой бренда. Проект реализовывался в ходе летней практики и стал инициативой по формированию туристической идентичности и самоопределению города. Предложенный логотип призван не только визуально обозначить Витебск, но и вызывать у жителей и гостей положительные эмоции, оставаться в памяти туристов как профессиональный знак городского бренда.

Анализ литературных источников показал, что для создания качественного логотипа необходимо предварительно:

– исследовать ассоциации, связанные с образом и жизнью города;
– проанализировать исторический и современный контекст Витебска;
– определить целевую аудиторию и её потребности;
– подобрать цветовую палитру.

При выборе ключевых ассоциации с Витебском часто рассматривают исторические символы города, природные маркеры и культурные знаки. Витебск связан с зарождением и становлением супрематизма и УНОВИСа – авангардного художественного объединения, созданного Казимиром Малевичем в Витебске в 1920 году на базе Витебского народного художественного училища. Для данного направления характерны смелая геометрия, чистые цвета и концептуальная типографика. Перенесённая на фасады зданий, эта визуальная система:

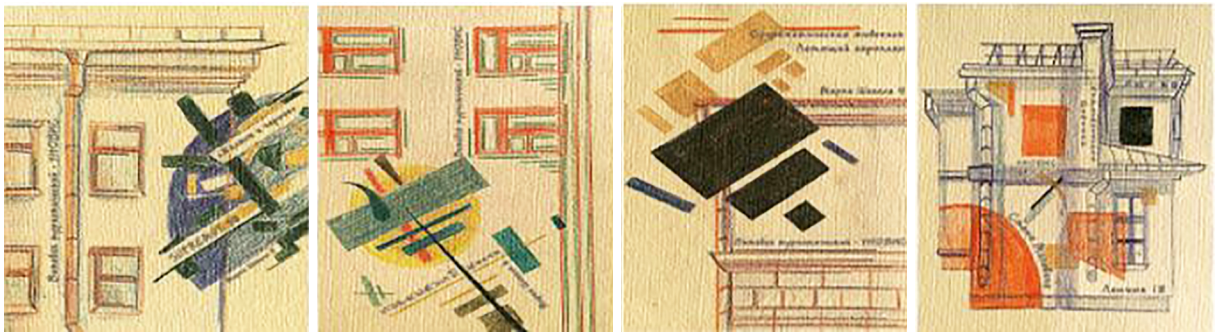
– становится «городским брендом», отражающим наследие Витебска;
– оживляет архитектуру, создавая маршруты арт-трипа;
– превращает стены в «холст» для диалога с жителями и туристами.

Основные визуальные элементы УНОВИСа:

– геометрические фигуры (квадрат, треугольник, круг) в духе «Чёрного квадрата» Малевича;
– контрастная палитра: красный, чёрный, белый; акценты – жёлтый, зеленый;
– динамичная типографика УНОВИС: буквы с «разрывами» и наклоном, крупные заголовки;
– абстрактные символы: стрелы, линии, задающие ритм.

Концепцию логотипа было решено сформулировать следующим образом: основные ценности (культура – природа, история – современность), тональность (дружелюбная, энергичная, запоминающаяся) и технические требования (вариативность формата, монохром/цвет).

Сначала самостоятельно был изучен маршрут «Места УНОВИС в Витебске». Во время этого маршрута был посещен музей Витебского народного художественного училища, где удалось проникнуться духом витебского авангарда и углубить свои знания в исследуемой теме. Данная экскурсия вдохновила на создание ряда графических зарисовок и сувенирной продукции, посвященных местам УНОВИС. Далее был пройден маршрут «Витебск туристический», в ходе которого выполнены рассмотреные визуальные референсы городской среды и серии живописных и графических зарисовок, выделены характерные цветовые сочетания (рис.1).



а



б

Рисунок 1 – Серии живописных и графических зарисовок:
а – графические зарисовки зданий Витебска с работами представителей УНОВИС;
б – переработанные снимки канализационных люков города по мотивам УНОВИС

Для разработки символа города за основу знака взята упрощенная стилизация кубика Рубика и очертания силуэта города Витебска на карте страны (рис. 2). Кубик Рубика в искусстве выступает символом сложной головоломки, интеллектуального вызова, а также порядка и хаоса, стабильности и динамики. Он часто используется как метафора в творчестве, отражая поиск себя, решение проблем и стремление к гармонии. Таковым для себя автор увидела Витебск, город который несет культурную и духовную ценность.

Это аллегория на Земной шар. Прямоугольные плоскости образуют собой не просто куб, а кубик Рубика с неправильными, хаотично движущимися гранями. Так можно охарактеризовать наш непостоянный, меняющийся мир, который наполнен многообразием



Рисунок 2 – Разработанный логотип для города Витебска

удивительных мест. В центре этого куба находится упрощенный силуэт города Витебска. С помощью яркого красного оттенка и отличающейся пластики акцентируется внимание зрителя на образе города. Каждый город нашей прекрасной страны богат своей природой, архитектурой и историей. Но если задать себе вопрос: «А что по-настоящему ценно в каждом туристическом приключении?», то ответы будут разнообразными. Кто-то назовет природу, кто-то – архитектуру или историю, а кто-то – местных жителей. И это тоже важно, но более правильным ответом будут «эмоции» и «настроение». Именно наш эмоциональный опыт дает ту или иную окраску увиденному, делая путешествие особенным.

Витебск по-настоящему богат своей культурой. Этот город живет своим особым ритмом. Сложным и увлекательным ритмом искусства, вдохновляя людей на творчество с момента своего основания. Далее выполнен подбор шрифта, чёткий без засечек с лёгкой геометрической формой.

Выбирая цветовую гамму, остановились на красном, сером и черном цветах. Красный цвет в искусстве символизирует широкий спектр эмоций и идей, включая любовь, страсть и жизненную силу. Серый цвет в искусстве имеет многогранное символическое значение, часто связанное со сдержанностью, стабильностью и нейтралитетом. Серый цвет получается при добавлении черного в белый. Как известно из колористики, белый – это отсутствие цвета (в нашем случае, эмоций), а черный – сочетание всех цветов одновременно (в нашем случае, чувств). Так, используя два оттенка серого, автор рассказывает не про меланхолию, а про широкий спектр эмоций, который турист может испытать от увиденного в Витебске. Также использование этих цветов несет в себе эргономическую составляющую, не перегружая сам знак, а подстраивая его под современные тренды.

Символ для города получился довольно минималистичным, поэтому его хорошо будет использовать в сувенирной продукции. Определена целевая аудитория пользователей сувенирной продукции: туристы (которые предпочитают практичные сувениры и подарки), горожане (которые будут предпочитать городской мерч и патриотичная атрибутика во время различных мероприятий), корпоративные клиенты (которым могут понравиться подарочные наборы). Фирменный знак для города Витебска применили на швейной продукции, такой как майки и шопперы (рис. 3).

Коллекция основана на идее трёхмерного объёма и динамики геометрических форм. Каждая майка сочетает простой белый фон и выразительные рисунки из кубических и

прямоугольных элементов. Такая визуальная контрастность подчёркивает современность и минимализм, делая акцент на структуре и пропорциях.

Рукава украшены узором из пересекающихся прямоугольников, повторяющих главный мотив. Симметричная композиция усиливает ощущение баланса и стабильности. Палитра ограничена белым, серым и насыщенным красным, что подчёркивает ключевые акценты.



а б

Рисунок 3 – Применение знака города: а – на майках; б – на шоперах

В некоторых моделях рисунок тянется от левого плеча вниз к правому боку, создавая диагональный поток. Сложенная структура из серых прямоугольников имитирует движение и многослойность. Асимметричная композиция придаёт энергичность и зрительный динамизм. Отсутствие дополнительных цветов позволяет сфокусироваться на форме и перспективе.

Возможные материалы для изготовления, создающие комфорт и долговечность – 100 % хлопок, плотностью 180 г/м². К использованию возможна техника прямой цифровой печати (DTG), которая обеспечивает чёткость линий и глубину цвета. Экологичные пигментные чернила: стойкость к стирке и отсутствие вредных запахов.

Данная коллекция возможна к ежедневной носке в стиле кэжуал: джинсы, кроссовки и майка с кубом для урбанистического образа. Также допустим спортивный лук: шорты, лёгкая ветровка и диагональная модель для динамики движений. Возможно использование сета из слоёв: рубашка оверсайз и майка под ней, чтобы рисунок пробивался сквозь открытые детали.

Серия шопперов объединена одной идеей: красный силуэт города Витебска, интегрированный в строгие геометрические конструкции. Фон – светло-бежевый, материал – прочный плотный холст. Ручки – чёрные, контрастные, удобно ложатся в руку и на плечо. Ткань: 100% хлопок плотностью 280 г/м² – износостойкая, держит форму. Ручки возможны к изготовлению из полиэстера с усиленным швом, длина 60 см для ношения на плече и в руке. Печать: сублимация; цвета стойкие, не выгорают на солнце и при стирках.

Применение шоппера возможно в городском стритстайле: с джинсами, кроссовками и базовым лонгсливом, эколуке: с платьем-сарафаном из льна и сандалиями, подчёркивает натуральность материалов. Также шоппер возможно использовать как туристический аксессуар: вместительный и лёгкий – для прогулок по Витебску и экскурсионных маршрутов.

Далее все зарисовки и этюды были преобразованы в полиграфическую сувенирную продукцию (рис. 4).



Рисунок 4 – Полиграфическая и сувенирная продукция с использованием разработанного логотипа

Исследование важно, потому что выпуск сувениров с символикой, ассоциирующейся с самим городом не только продвигает историко-культурное наследие и формирует неповторимый стиль и имидж города, но и привлекает внимание туристов к его достопримечательностям. При этом в сегменте сувениров и сопутствующей продукции тренды обновляются значительно реже, чем в массовых товарах, однако компании всё активнее внедряют новые технологии для совершенствования ассортимента, сохраняя при этом проверенные классические формы мерча, которые одновременно решают несколько задач: повышают узнаваемость бренда города, генерируют дополнительный доход и помогают сохранить у гостей и жителей тёплые воспоминания о событии.

Спроектированные коллекции одежды и аксессуаров возможны к реализации на предприятиях Республики.

Список использованных источников:

1. Ефремова, У. П., Цесевичене, О. А., Селдушева, А. А. Разработка сувенирной продукции как средство продвижения историко-культурного наследия города // Управление культурой. 2023. №4 (8). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-suvenirnoy-produktsii-kak-sredstvo-prodvizheniya-istoriko-kulturnogo-naslediya-goroda (дата обращения: 07.10.2024).

2. Кузнецова, Н. Ф. Производство сувениров как ресурс для повышения туристской привлекательности региона // АНИ: экономика и управление. 2018. №3 (24). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/proizvodstvo-suvenirov-kak-resurs-dlya-povysheniya-turistskoy-privlekatelnosti-regiona (дата обращения: 07.10.2024).

3. Босых, И. Б. Дизайн сувенира как репрезентация визуального образа городского пространства // Управление культурой. 2023. №1 (5). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/dizayn-suvenira-kak-reprezentatsiya-vizualnogo-obraza-gorodskogo-prostranstva (дата обращения: 07.10.2024).

4. Федотова, Н. Г. Культурный код города // Слово.ру: Балтийский акцент. 2022. №4. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kulturnyy-kod-goroda (дата обращения: 07.10.2024).

5. Самутина, Н. Н., Шулейкин, Д. П. Разработка коллекции женской обуви с элементами белорусского народного костюма // Материалы докладов 54-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. В 2-х томах. Витебск, 2021. – С. 82–84.

6. Шулейкин Д. П., Самутина Н. Н. Разработка эскизов женской обуви с элементами белорусской символики / Д. П. Шулейкин, Н. Н. Самутина // Мотивы культурных традиций и народных промыслов в коллекциях современной одежды, обуви и аксессуаров. Сборник научных трудов I Международной научно-практической конференции. Москва, 2023. – С. 31–37.

7. Самутина, Н. Н., Соснина, А. М. Семиотика городской среды / Н. Н. Самутина, А. М. Соснина // Тезисы докладов 51-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. 2018. – С. 180–181.

8. Войтова, Н. Е. Использование народных мотивов при создании логотипа города и применение его в коллекции сувенирной продукции / Н. Е. Войтова, Н. Н. Самутина // Мотивы культурных традиций и народных промыслов в коллекциях современной одежды, обуви и аксессуаров / Сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции (7 ноября 2024 г.). Часть 1. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2024. – С. 64–70.

УДК 687.12

Источник вдохновения для выражения философии авторской художественной дизайн-концепции

Соловьёва С. А., студ.,
Алибекова М. И., д-р иск., доц.

Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), г. Москва, Российская Федерация

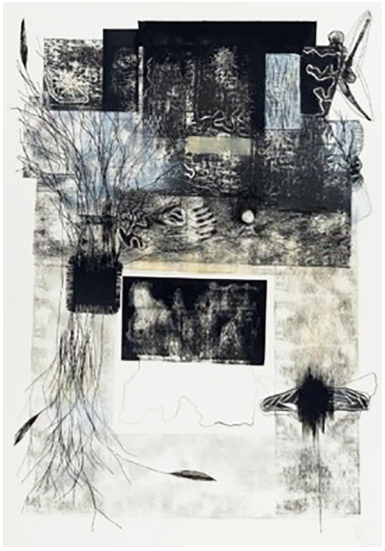
Реферат. В статье продемонстрирован процесс разработки коллекции одежды, основанной на интерпретации визуального искусства, и показано, как изобразительное произведение может быть трансформировано в язык моды. Мода как форма искусства отражает не только эстетические, но и концептуальные идеи, раскрывая внутренний мир дизайнера и его восприятие окружающей действительности. Одним из наиболее вдохновляющих и содержательных этапов разработки коллекции одежды является поиск творческого источника – объекта или явления, способного задать направление и эмоциональное настроение будущих образов.

Ключевые слова: коллекция, костюм, мода, эскиз, искусство, произведение, источник, художественное проектирование.

Источник вдохновения – это объект, явление, идея или визуальный образ, вызывающий эмоциональный отклик и побуждающий к созданию нового [1]. Это может быть произведение искусства, архитектура, природное явление, культурное наследие, личная история или даже настроение. В модном дизайне вдохновение играет ключевую роль, поскольку оно формирует основу будущей коллекции [2], задаёт её настроение, определяет направление и стилистические особенности. Выбор источника вдохновения помогает дизайнеру структурировать процесс работы: от выбора цветовой палитры и материалов до формообразования, декоративных приёмов и стилистических акцентов. Кроме того, наличие ярко выраженной концепции на основе вдохновения делает коллекцию целостной, выразительной и запоминающейся.

Таким образом, источник вдохновения помогает создать не просто вещи, а выразить определённую философию, рассказать историю, передать настроение или заявить о ценностях, которые отражаются в образах коллекции.

В качестве такого источника выбрана картина современной художницы Даники Тешич «Бабочки» (рис. 1 а). Это произведение вызвало ассоциативный отклик, связанный не столько с изображением, сколько с эмоциональной составляющей: характером, контрастом, фактурностью и динамикой. На взгляд авторов картина отражает внутреннюю трансформацию – путь становления личности [4]. В данном контексте «Бабочки» воспринимаются



а





б

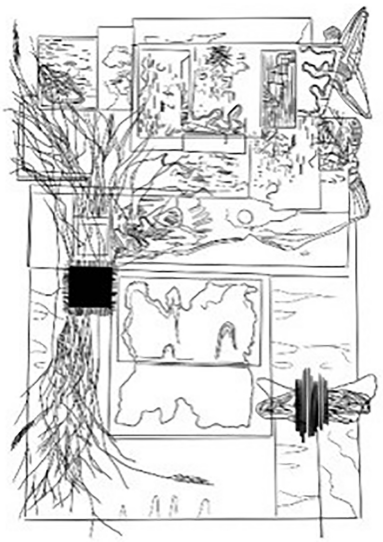
Рисунок 1 – Работа с источником: а – «Бабочки» автор Даника Тешич [3]; б – выкраски

как метафора молодых, ярких девушек с чёткой жизненной позицией, внутренней свободой и индивидуальностью. Эти героини – словно бабочки, прошедшие стадии развития и «расправившие крылья», чтобы заявить о себе миру. Коллекция, основанная на этом образе, будет выражать твёрдость характера, одновременно сохраняя практичность формы, сдержанную выразительность и интересную фактурную игру материалов. Чёткие, понятные силуэты будут сочетаться с глубокой внутренней идеей, подчеркивая индивидуальность каждой модели и соответствуя духу современной молодой женщины.

Актуальность источника [5] обусловлена стремлением современной модной индустрии к индивидуализации, к поиску глубоких смыслов и культурных кодов, а также интеграции моды с другими видами искусства. При поиске колористического решения на основе творческого источника необходимо тщательно проанализировать исходный материал, выявить его цветовые доминанты, ритмы и эмоциональные акценты (рис. 1 б). Картина передаёт ощущение движения, внутренней свободы и одновременно силы, что достигается не только за счёт композиции, но и благодаря продуманной цветовой палитре. Контрасты в цветах позволят отразить внутреннюю силу и яркость личности, а также создать интересные композиционные акценты в одежде – через комбинации тканей, принтов, деталей отделки. Кроме того, важно учитывать символическое значение цвета. В контексте коллекции для молодых девушек, как метафорических «бабочек», цвета могут олицетворять путь личной трансформации — от темных, сдержанных тонов к ярким и выразительным цветовым акцентам, подчеркивая внутренний рост, освобождение и самоидентификацию.

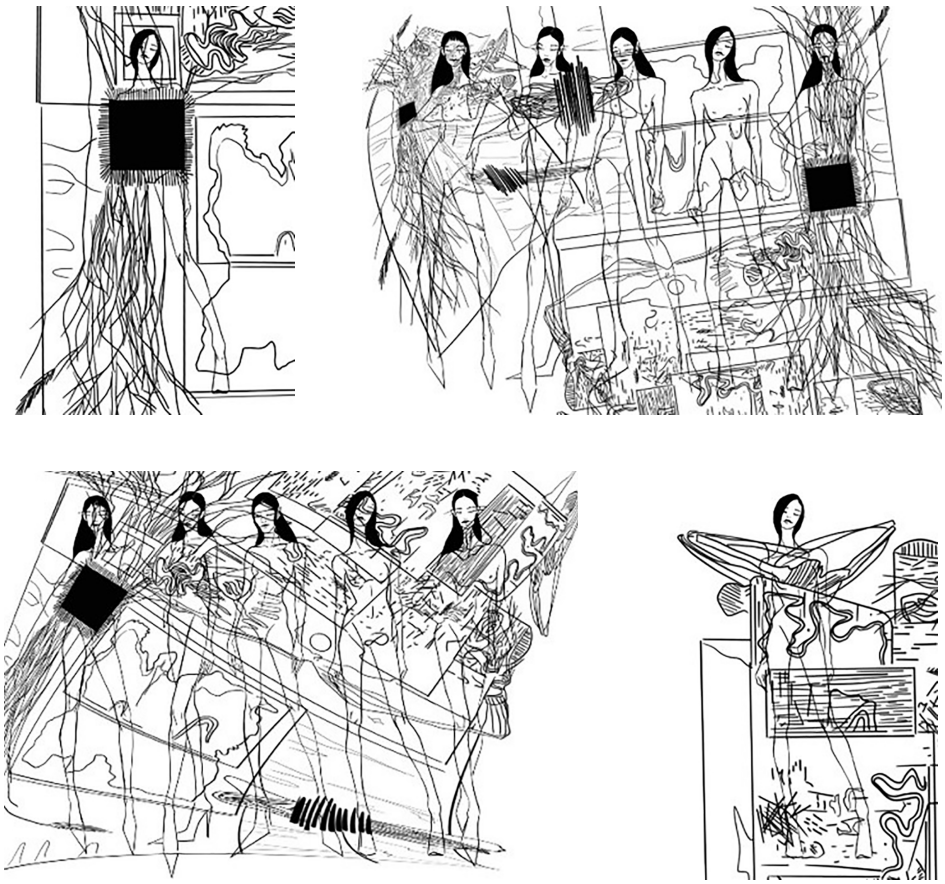
На этапе поиска формообразующих решений в коллекции был проведён анализ визуального материала, основанный на картине Даники Тешич «Бабочки».

Одним из методов поиска композиции и динами-



а

ки изображения стала трассировка — перевод художественного источника [6] в линеарное изображение (рис. 2 а). Этот подход позволил выявить основные ритмы, контуры и направления движения внутри произведения, а также акцентировать внимание на пластике линий и их взаимодействии. Следующим этапом стала попытка интеграции формы источника в силуэты одежды через наложение полученных паттернов на женскую фигуру. Были опробованы различные способы применения графических элементов: масштабирование (мелкое, среднее, крупное размещение паттернов на одной модели), а также эксперимент с искажённым изображением, распределённым по пяти различным фигурам одновременно. Такой под-



б

Рисунок 2 – Поиск новых форм и конструктивных членений:
а – линеарное изображение источника; б – наложение паттерна на модель

ход позволил визуально протестировать взаимодействие творческого источника с пропорциями женской фигуры (рис. 2 б).

Однако по результатам этого исследования был сделан важный вывод: выбранный метод не подходит в контексте формирования силуэтов коллекции. Несмотря на выразительность линий и декоративный потенциал, прямое использование элементов картины как паттерна оказалось перегруженным и избыточным для предполагаемой концепции. Графические формы не позволили передать те смыслы и ощущения, которые лежат в основе вдохновения: внутреннюю трансформацию, силу характера, сдержанную индивидуальность. Вместо буквального цитирования изображения, было принято решение сосредоточиться на переносе фактурных ощущений из картины в одежду – передаче визуальной глубины, многослойности и эмоциональной насыщенности через выбор материалов [7], текстур и сочетание тканей [8].

Таким образом, в качестве основного формообразующего направления были выбраны более утилитарные, чёткие формы с акцентом на фактурную выразительность. Это соответствует образу современной молодой женщины с ярко выраженной позицией и внутренним стержнем. После определения концептуального и формообразующего направления коллекции следующим этапом стала разработка визуального референса – мудборда, отражающего эстетические и эмоциональные ориентиры. Мудборд служит инструментом визуальной фиксации вдохновения и позволяет сфокусироваться на ключевых элементах будущей коллекции: настроении, цветовой гамме, фактурах, силуэтах и деталях [9]. Основу мудборда (рис. 3) составили изображения, ассоциирующиеся с темами внутренней силы, трансформации, индивидуальности и многослойной чувственности. Были использованы визуальные материалы [10], отражающие эмоциональную природу творческого источника: фотографии текстур, модные референсы с выразительными фактурами, лаконичными силуэтами и сочетанием утилитарности с женственностью.

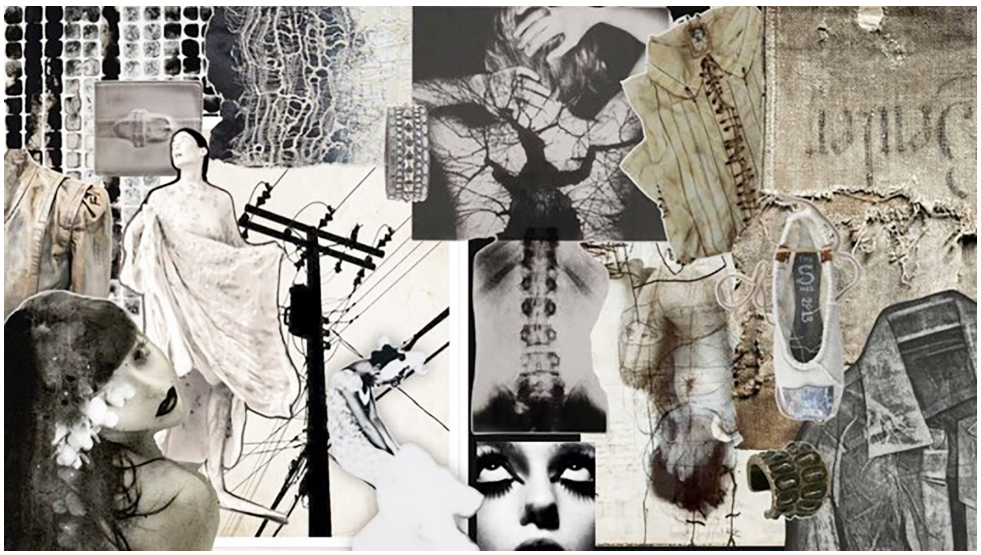


Рисунок 3 – Мудборд по источнику вдохновения

Также в коллаж вошли образы девушек, визуально транслирующих образ героини коллекции – молодых, вдумчивых и целостных личностей. Параллельно с созданием мудборда были разработаны коллажи с аутфитами (рис. 4), которые представляют собой первые визуальные наброски образов будущей коллекции. Эти аутфиты стали попыткой воплотить эстетику и настроение коллекции в реальных стилистических решениях [11].

Каждый коллаж включает в себя одежду, соответствующую ранее заданным параметрам: чёткие силуэты [12], интересные тактильные материалы, выразительная, но не кричащая цветовая палитра, а также аксессуары [13], подчёркивающие индивидуальность. Коллажи с аутфитами позволили протестировать, насколько выбранная концепция и визуальные коды перекликаются с реальными модными формами. Они стали связующим звеном между абстрактным источником вдохновения и конкретной дизайнерской реализацией, помогая визуализировать возможный стиль коллекции, а также уточнить направление дальнейших разработок.



Рисунок 4 – Коллажи с аутфитами

Завершающим этапом творческого поиска стала разработка художественных эскизов, отражающих концепцию коллекции (рис. 5).



а б

Рисунок 5 – Авторская концепция:
а – художественные эскизы; б – плакат

Эскизы стали визуальной частью проекта, в которой объединились все ранее сформулированные идеи: фактурность, утилитарность формы, выразительная, но сдержанная цветовая палитра, а также образ героини. В процессе создания эскизов особое внимание было уделено выбору графических и художественных средств, позволяющих не только показать силуэты и детали одежды, но и передать общее настроение коллекции. Поскольку в творческом источнике отсутствует чистый белый цвет, а вся композиция выполнена в сложных, слегка приглушённых и естественных оттенках, было принято решение отказаться от белого фона для эскизов. Вместо этого бумага для иллюстраций была затонирована чаем, что позволило добиться мягкого, теплого тона, соответствующего общей цветовой атмосфере картины.

В ходе выполнения работы была последовательно проведена разработка коллекции одежды на основе творческого источника – картины Даники Тешич «Бабочки». Источник вдохновения стал отправной точкой для формирования концепции, направленной на отражение образа современной молодой женщины с внутренней силой, чёткой жизненной позицией и глубокой индивидуальностью. На первом этапе был проведён анализ понятия творческого источника как основы дизайнерской идеи. Грамотная интерпретация вдохновения позволяет создать концептуально цельную и выразительную коллекцию.

В процессе формообразующего поиска были опробованы различные методы работы с изображением: трассировка, наложение графических элементов на фигуру, масштабирование и искажение формы. Однако по результатам анализа был сделан осознанный отказ от прямого использования формы источника. Основное внимание было перенесено на передачу фактуры и настроения с помощью утилитарных силуэтов и тактильно выразительных материалов, что позволило более точно отразить суть образа. Визуальное направление коллекции было зафиксировано в мудборде и коллажах с аутфитами, в которых отразились ключевые аспекты эстетики – сдержанная, но насыщенная цветовая палитра, сочетание жёсткости, пластики и фактурности.

Художественные эскизы стали завершающим этапом. Особое внимание было уделено стилистике подачи – отказ от белого листа в пользу тонированной поверхности позволил подчеркнуть атмосферу источника вдохновения и усилить эмоциональную выразительность. В результате проделанной работы была создана коллекция, отражающая глубокую личностную и художественную концепцию. Она не только визуализирует метафору трансформации и индивидуальности, заложенную в картине «Бабочки», но и отвечает актуальным эстетическим и культурным запросам современной моды.

Список использованных источников

1. Колташова, Л. Ю., Алибекова, М. И. Слияние искусств в дизайн-проектировании костюма // Современные концепции в дизайне: обмен опытом: материалы I Международной научно-практической конференции, Москва, 11 ноября 2023 года. – Москва, 2023. – С. 176–183.

2. Волошина, А. С., Голованева, А. В., Алибекова, М. И. Популярная формула современного бионического принта в современных коллекциях // Актуальные направления развития текстильной и легкой промышленности в современных условиях: сборник научных трудов Первой Всероссийской научной конференции с международным участием, Москва, 28 мая 2024 года. – М.: «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2024. – С. 107–113.

3. Saatchi Art Даника Тешич «Бабочки». – URL: https://www.saatchiart.com/art/Drawing-Butterfly/765940/4742048/view?epik=dj0yJnU9M19EbW5jU1hCNDZTZkRjU2ZTR2Z2RnJvN2tsaEszZE4mcD0wJm49OXdac2R5SnpkcnZOYzhCWHJVdGZZQSZ0PUFBQUFBR2UwYkJZ (дата обращения : 15.09.2025). – Текст : электронный.

4. Косилина, А. Н., Алибекова, М. И. Бионика как творческий источник при создании инновационной коллекции // Сборник научных трудов Всероссийской научной конференции с международным участием, посв. 100-летию со дня рожд. проф. А.И. Коблякова: , Москва, 21 декабря 2023 г. – М.: «РГУ им. А. Н. Косыгина», 2024. – С. 8–11.

5. Домрачева, Д. С., Алибекова, М. И. Разработка авторской коллекции с инновациями «Дом дракона: раскрой душу, покажи свой внутренний огонь» // Легкая промышленность: проблемы и перспективы: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Омск, 27–28 ноября 2024 года. – Омск: «ОГТУ», 2024. – С. 93–100.

6. Клименко, М. И., Дембицкая, А. С., Алибекова, М. И. Традиционные и современные инструменты в разработке современной коллекции в этническом стиле // Инновации

и технологии к развитию теории современной моды «Мода (Материалы. Одежда. Дизайн. Аксессуары)»: сборник материалов V Международной научно-практической конференции, посв. проф. Ф.М. Пармону и 95-летию «РГУ им. А.Н. Косыгина», Москва, 08–09 апреля 2025 года. – М.: «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2025. – С. 76–82.

7. Кузянина, И. А., Алибекова, М. И. Вторичное использование материалов в изделиях лёгкой промышленности // Инновационные технологии: кожа, мех, химические материалы, производство: сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти выдающегося советского ученого Н.В. Чернова, Москва, 20–21 ноября 2024 года. – М.: «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2024. – С. 17–20.

8. Алибекова, М. И. Материалы в тенденциях развития современной моды // Фундаментальные и прикладные научные исследования в области инклюзивного дизайна и технологий: опыт, практика и перспективы: сборник научных трудов X Международной научно-практ. конф., Москва, 25–27 марта 2024 года. – М.: «РГУ им. А. Н. Косыгина», 2024. – С. 54–59.

9. Слабоусова, Д. А., Алибекова, М. И., Голованёва, А. В. Работа с мудбордом при разработке современной женской коллекции одежды из инновационных материалов // Инновации и технологии к развитию теории современной моды, «Мода (Материалы. Одежда. Дизайн. Аксессуары)», посв. Ф.М. Пармону: сборник материалов II Междунар. научно-практ. конференции, Москва, 05–07 апреля 2022 г. – М.: «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2022. – С. 343–348.

10. Алибекова, М. И., Колташова, Л. Ю. Традиционные материалы – новый взгляд // Образ Родины: содержание, формирование, актуализация: материалы VII Международной научной конференции, Москва, 21 апреля 2023 г. – М.: «МХПИ», 2023. – С. 759–763.

11. Мехтиева, Ш. М. К., Алибекова, М. И. Взаимосвязь формы и конструкции в художественном проектировании костюма // ДИСК-2024: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции молодых исследователей в рамках Всероссийского форума молодых исследователей «Дизайн и искусство – стратегия проектной культуры XXI века», Москва, 18–21 ноября 2024 года. – М.: «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2024. – С. 257–261.

12. Голованева, А. В., Алибекова, М. И., Серикова, А. Н. Взаимосвязь стилевых направлений и силуэтных решений в дизайн-концепции костюмных ансамблей современной моды // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2024. – № 3(411). – С. 248–253.

13. Бикчурина, С. К., Алибекова, М. И., Герасимова, М. П. Создание аксессуаров для коллекции, вдохновленной андерграунд искусством // Инновации и технологии к развитию теории современной моды «Мода (Материалы. Одежда. Дизайн. Аксессуары)»: сборник материалов III Международной научно-практической конф., посв. проф. Ф.М. Пармону, Москва, 05–07 апреля 2023 г. Часть 2. – М.: «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2023. – С. 12–14.

УДК 687

Апсайклинг для остатков швейного производства

Красильникова А. А., студ. магистратуры,
Гаврилова О. Е., к.п.н., доц.

Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Российская Федерация

Реферат. Статья посвящена исследованию возможностей применения принципов апсайклинга для целей переработки остатков швейного производства как эффективного инструмента сокращения отходов и повышения экологической ответственности предприятий.

Ключевые слова: апсайклинг, отходы швейного производства, экологическая ответственность, устойчивое развитие, текстильная промышленность.

Текстильная промышленность одна из самых загрязняющих отраслей в мире. В ней используется четверть всех химических веществ и 10 % глобальных выбросов углекислого газа. [1, с. 68] По подсчетам специалистов, на обрезки ткани после кроя приходится 15 % загрязнения – 60 млрд квадратных метров. [1, с. 28] Из 150 млрд предметов гардероба, минимум 10 % остаются нераспроданными и оказываются на свалке [1, с. 31]. Развитие индустрии моды дают неутешительные прогнозы – к 2030 году объем выбросов увеличится с нынешних 2,1 млрд тонн парниковых газов в год до 2,7 млрд, что доказывает актуальность темы [6].

В связи с растущим осознанием экологических проблем предприятия швейной промышленности сталкиваются с необходимостью поиска эффективных способов сокращения отходов [2, с. 152]. Апсайклинг представляет собой переработку отходов в ценные продукты и является одним из перспективных подходов к решению этой задачи.

Апсайкл-бренд «КОНСТРУКТОР» основан в 2023 году Соней Щербаковой, город Иркутск. Ателье предлагает свои услуги по ремонту, кастомизации и апсайклнгу из бывших в употреблении вещей. В студии находится шоурум с перешитыми иделиями и секонд-хенд. Для популяризации экологической ответственности бренд проводит мастер-классы по росписи одежды, апсайклингу, созданию папки для бумаг из старых пакетов и принимает ненужные вещи посетителей [3]. Примеры работ представлены на рисунке 1.

Апсайкл-закуток «Тартмада» основан в 2020 году Касимовой Э. (г. Казань). Дизайнер шьет одежду из «бабушкиных» тканей и создает украшения из осколков посуды [4]. Примеры работ представлены на рисунке 2.

Александра, основатель бренд «BAGUP», специализируется на вторичном использовании пакетов и баннеров, создает минибэги, рюкзаки и шопперы под заказ и на реализацию [5]. Примеры работ представлены на рисунке 3.

Данные примеры внедрения принципов апсайклинга демонстрируют опыт небольших предприятий немассового производства. Процесс создания нового изделия занимает от

шести часов работы. В то время как отлаженная система большого производства способна сделать от 500 футболок за такой же срок. Крупные корпорации не видят финансовой выгоды и надобности в реализации остатков.



Рисунок 1 – Изделия апсайкл-бренда «КОНСТРУКТОР»



а б в г

Рисунок 2 – Изделия апсайкл-бренда «Тартмада»:
а – кимоно; б – платье и воротник; в – рубашки; г – украшения из осколков посуды



а б в г

Рисунок 3 – Изделия апсайкл-бренда «BAGUP»:
а, б – сумки на пояс; в, г – шопперы



а



б



в

Рисунок 4 – Апсайкл изделий, разработанных автором (Дизайнер art_nasten): а – изделия полностью из остатков; б – изделия на готовой основе; в – на основе с доработкой

Был проведен социальный опрос, который выявил положительное отношение и потребность людей во вторичном потреблении одежды. Приняли участие 50 человек от 15 до 70 лет. По полученным данным: 90 % знакомы с кастомизацией и апсайклингом; 70 % понимают важность сохранения окружающей среды и придерживаются разумного потребления; 98 % понимают ценность дизайнерской продукции и готовы платить от 5 000 р до 100 000 р за апсайкл-изделия.

Исходя из данных опроса и анализа апсайкл-брендов, в данном исследовании разрабатывается способ оптимизации переработки остатков материала на производстве. Типизация кусков ткани и лекал ускорит процесс. Приблизительно апсайкл-изделия оцениваются в 18 000 р, то есть в 3 раза больше средней стоимость одежды. Благодаря экологической ответственности производства растет узнаваемость бренда, доверие аудитории и продажи уже существующего товара. Для дальнейшего расширения внедрения принципов апсайклинга в серийное производство рассматривается выкуп отходов у предприятий. Рост имиджа бренда благодаря экологической ответственности выделит предприятие среди конкурентов. Примеры работ представлены на рисунке 4. Таким образом, внедрение принципов апсайклинга для переработки остатков швейного производства является выгодным и экологически верным решением. Исследование показало, что технологии апсайклинга с переработкой и повторным использованием текстильных материалов способствуют решению экологических проблем и созданию оригинальных моделей [7].

Список использованных источников

1. Приказчикова, А. Гардероб наизнанку. Как индустрия моды уничтожает планету и для чего нужно вывернуть свой шкаф / А. Приказчикова. – М.: Эксмо. – 2020 – 240 с.
2. Потрекий, Я. Zero Waste: осознанное потребление без фанатизма / Я. Потрекий. – М.: Эксмо. – 2022 – 114 с.
3. «КОНСТРУКТОР» апсайкл бренд. – URL: https://vk.com/constructor_brand?ysclid=mfmd3ielbh708244704 (дата обращения: 17.09.2025). – Текст : электронный.
4. Статья про бренд Тартмада. – URL:: https://giriclub.ru/tartmada?ysclid=mfmdewksyo534026195 (дата обращения: 17.09.2025). – Текст : электронный.
5. Бренд «BugUp». – URL: https://craft.achbd.media/brands/bagup (дата обращения: 17.09.2025). – Текст : электронный.
6. Статья «Модный приговор. Бренды производят тонны вещей по всему миру. Чем это грозит планете?». – URL: https://lenta.ru/articles/2022/03/03/modaipriroda/ (дата обращения: 17.09.2025). – Текст : электронный.
7. Статья «Апсайклинг как экологичный способ проектирования модной одежды: возможности и бизнес-модели. – URL: https://kostumologiya.ru/PDF/03IVKL422.pdf (дата обращения: 17.09.2025). – Текст : электронный.

УДК 685

Ретростиль в современной интерпретации: иконы стиля 60-х и их влияние на современную моду

Тоневская А. И., студ.,
Никитина Л. Л. , к.п.н., доц.

Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Российская Федерация

Реферат. Мода снова продолжает свой циклический путь, и сегодня можно заметить явное возрождение эстетики 60-х годов. Эпоха, пропитанная духом свободы, социальных сдвигов и культурных революций, вновь пробуждает творческое начало в мире моды. Ведущие мировые бренды от Милана до Нью-Йорка обращаются к образам культовых фигур – Твигги, Д. Биркин, Б. Бардо, Ж. Кеннеди и О. Хепберн, чтобы переосмыслить их для современной аудитории. Дизайнеры не ограничиваются простым воспроизведением, а вдыхают новую жизнь в эти иконические стили, используя актуальные материалы и инновационные подходы. Современная интерпретация ретростиля позволяет говорить не о простом копировании, а о диалоге. Эксперименты прошлого обре-

тают новое звучание, отвечая на запросы современного и социально-активного поколения. Изучение этого феномена позволяет прогнозировать дальнейшее развитие модных тенденций и глубже понимать культурные коды, формирующие индустрию моды. В статье исследуются основные тенденции моды 1960-х годов, анализируется их влияние на современные коллекции и определяется роль наследия этой эпохи в формировании актуальных fashion-трендов, а также доказывается, что обращение к ретростилю является не ностальгией, а инструментом для создания нового модного языка, который отвечает запросам современности. В основе исследования лежит анализ визуальных источников: архивные фотографии, модные иллюстрации того времени, а также сравнительный анализ современных коллекций ведущих домов моды. Особое внимание уделяется трансформации ключевых элементов: геометрических принтов, силуэтов трапеции и А-линии, аксессуаров и цветовых решений.

Ключевые слова: стиль, форма, модель, мини, платье-трапеция, силуэт, принт, мода.

Шестидесятые годы прошлого столетия по праву вошли в историю моды как легендарные. Это было время, когда свобода самовыражения, вера в светлое будущее и футуристические настроения достигли невиданных высот. Мода кардинально изменилась: на смену знаменитому платью Ив Сен Лорана, ставшему символом 50-х годов, пришли ультракороткие юбки, платья-трапеции и неординарные аксессуары.

В 60-е годы в моде царило разнообразие длин: от дерзкого мини до элегантного макси. В отличие от прошлых лет, когда длина одежды была ключевым трендом, модницы 60-х смело носили короткие юбки с длинными пальто и плащами до щиколоток (рис. 1) [1].

Модные тенденции рождаются благодаря людям. В 60-х годах такие яркие и неординарные женщины, как Мэри Куант, Одри Хепберн, Жаклин Кеннеди и Бриджит Бардо оказали значительное влияние на моду. Британский модельер Мэри Куант, владелица популярного бутика, совершила настоящую революцию в мире моды благодаря простому наблюдению. Увидев подругу в коротком платье, которое облегчало домашние дела, она загорелась идеей создать одежду, дающую свободу движения современной женщине. Это привело к созданию коллекции смелых, экстримально коротких юбок и платьев (рис. 2). Они и стали символом стиля 60-х. Вслед за этим в моду вошли яркие короткие шорты, цветные колготки, дерзкие короткие стрижки «под мальчика» и яркий, запоминающийся макияж с акцентом на глаза и накладные ресницы [2].



Рисунок 1 – Мода 1961 года[1]



Рисунок 2 – Коллекция Мэри Куант, 1960-е[2]



Рисунок 3 – Одри Хепберн[3]

Одри Хепберн, икона кинематографа, оставила неизгладимый след в истории моды и кино, став воплощением изысканной элегантности. Ее роль в культовом фильме 60-х «Завтрак у Тиффани» стала знаковым моментом, где она мастерски сыграла многогранный образ наивной девушки. Этот фильм, наряду с самой Одри, оказал колоссальное влияние на мир моды, породив тренды на облегающие черные платья, утонченные прически и жемчужные украшения, которые до сих пор актуальны (рис. 3) [3].

Джеки Кеннеди, первая леди, была воплощением американской мечты и европейско-

[1]Мода 1960-х годов в СССР: стиль и тренды >> Визуальные уроки. – URL: https://poliglotiki-babushkinskaya.ru/vizualnie-uroki/moda-1960-sssr.php?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera (дата обращения: 18.09.2025). – Текст : электронный.

[2]Пин на доске Bitch!. – URL: https://in.pinterest.com/pin/440015826096381503/?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera (дата обращения: 18.09.2025). – Текст : электронный.

[3]Мой идеал женской красоты – Секреты стиля – Медиаплатформа МирТесен. – URL: https://s30760677253.mirtesen.ru/blog/43309965704/Moy-ideal-zhenskoy-krasotyi?desktop=1&utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera (дата обращения: 18.09.2025). – Текст : электронный.

го шика. Обладая редким сочетанием царственной грации и непринужденности, она завоевала всенародную любовь. Ее влияние на моду 60-х годов неоспоримо: приталенные костюмы, шляпки-таблетки, лаконичные платья и жакеты, а также крупные солнцезащитные очки стали визитной карточкой эпохи. (рис. 4) [4].

Брижит Бардо, знаменитая французская актриса, в своих ролях и образах воплощала дух независимости, прямоты и легкости. Ее модное наследие включает в себя такие знаковые вещи, как облегающие черные брюки, топы на бретельках, бархатные юбки и объемные свитеры, которые она носила с узкими брюками (рис. 5) [5].

Эти яркие фигуры были символом «свингующих» шестидесятых. Несмотря на текущие тренды, такие как возрождение бохо 1970-х и продолжение минимализма 1990-х, именно 1960-е годы остаются главным источником вдохновения для современных



Рисунок 4 – Жаклин Кеннеди в платье-шифт от Lily Pulitzer[4]



Рисунок 5 – Бриджит Бардо[5]

[4]Платье-шифт: история и современность. | Юлия Ч. Разговоры о красоте. | Дзен. – URL: https://dzen.ru/a/ZWdBb68iIVBRWkac?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera (дата обращения: 18.09.2025). – Текст : электронный.

[5]Метод селекции: вневременные вещи против модной шумихи | РБК Стиль. – URL: https://style.rbc.ru/items/58d2546f9a7947cddc34c70b?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera (дата обращения: 18.09.2025). – Текст : электронный.

дизайнеров. Влияние этого десятилетия на моду 2025 года ощущается не как отдельный тренд, а как общее настроение ретро и элегантности, которое активно используют стилисты и ценители моды.

Стиль Жаклин Кеннеди всегда отличался безупречной элегантностью, что сделало ее образ образцом для подражания для женщин по всему миру. Ее фирменными деталями стали костюмы в клетку, крупные солнцезащитные очки и шляпы-таблетки, которые и по сей день остаются в тренде (рис. 6).

Солнцезащитные очки с крупными, округлыми линзами, популярные в 60-х, по-прежнему в моде и являются важным элементом стиля (рис. 7).

Юбочный костюм практически являлся униформой того времени. Он включал в себя одну из таких юбок-карандашей и жакет, обычно с рукавами длиной три четверти. Несмотря на появление более смелых, укороченных силуэтов, юбки длиной до колена оставались доминирующими в моде десятилетия. Современная мода, напротив, характеризуется разнообразием длин и фасонов юбок (рис. 8).

В моду триумфально возвращаются сумки с характерным замком "kiss-lock", чьи корни уходят в стиль 1960-х годов. Эта ретро-эстетика обладает уникальной притягательностью, пробуждая как ностальгические чувства, так и ощущение актуальности (рис. 9).



а б в

Рисунок 6 – Шляпы-таблетки[6]:
а – шляпа-таблетка из мутона; б – Жаклин Кеннеди; в – шляпа-пилотка из фетра

[6]1960-е годы - самое влиятельное десятилетие в моде 2025 года: 8 трендов из прошлого. – URL: https://dzen.ru/a/aEwA_6O0HCVqxmYm?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera (дата обращения: 18.09.2025). – Текст : электронный.



а б в

Рисунок 7 – Большие солнцезащитные очки: а – солнцезащитные очки Gucci[7]; б – Жаклин Кеннеди[6]; в – солнцезащитные очки Tom Ford[8]



а б в

Рисунок 8 – Юбочный костюм: а – коллекция готовой одежды Michael Kors, осень 2024[9]; б – Джин Шримптон в Мельбурне, 1965[6]; в – женский костюм Chanel[10]

---

[7]Солнцезащитные очки Gucci GG2014S купить в Москве. – URL: https://sunction.store/product/gucci-gg2014s-003?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera – Дата доступа: 18.09.2025

[8]Солнцезащитные очки Tom Ford FT0918 45T купить в Москве. – URL:: https://sunction.store/product/tom-ford-tf-918-45t?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera (дата обращения: 18.09.2025). – Текст : электронный.

[9]Michael Kors Fall 2024 Ready-to-Wear Runway, Fashion Show & Collection Review [PHOTOS]. – URL: https://wwd.com/fashion-news/shows-reviews/gallery/michael-kors-fall-2024-ready-to-wear-1236188494/michael-kors-fall-2024-ready-to-wear-photos-17/?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera (дата обращения: 18.09.2025). – Текст : электронный.

[10]Мода осени-зимы 2024/2025. Ключевые тренды | Имиджмейкер NJBaudey | Дзен. – URL: https://dzen.ru/a/Zrzm0l_9J1mKkTCm?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera (дата обращения: 18.09.2025). – Текст : электронный.



а



б

Рисунок 9 – Сумки с замком «kiss-lock»:
а – JIL SANDER, сумка Goji[11];
б – сумка из кожи крокодила[6]



а



б

Рисунок 10 – Туфли-лодочки:
а – туфли с заостренной носочной частью; б – туфли на низком каблуке с кареобразной носочной частью[6]

Стиль 1960-х годов отличался практичной элегантностью, поэтому вместо высоких каблуков предпочтение отдавалось туфлям-лодочкам на низком каблуке и балеткам с различными формами носочной части. Их удобство и неизменно ухоженный вид делают их актуальными и сегодня (рис. 10).

Одри Хепберн прославилась своим элегантным стилем, особенно платьями А-силуэта из тафты и простыми топами с характерным вырезом «лодочка». Этот фасон, одинаково уместный как в изысканных платьях, так и в повседневных блузах, часто остается актуальным и в современной моде (рис. 11) [6].

Твидовый костюм в стиле Chanel, вневременная классика, олицетворяющая элегантность, в 60-е годы получил новое, более молодежное и жизнерадостное прочтение. И сегодня этот культовый образ снова в тренде (рис. 12).

Космическая эра, начавшаяся в 60-х, оставила свой след в моде. Футуристические формы, металлик, пластик и блеск стали трендами. Сегодня серебристые ботильоны, голографическая сумка или блестящая куртка-бомбер добавят изюминку минималистичному наряду (рис. 13) [7].

Стиль 60-х годов, воплощенный в современном костюме, демонстрирует удивительную гармонию прошлого и настоящего. Его яркие цвета, смелые принты, лаконичные силуэты

[11]JIL SANDER Сумка Goji – купить в магазине BRENDMART по цене 191 267 рублей с доставкой по всей России. – URL: https://brendmart.com/p/2359320/sumka-goji?utm_source=yandexsmartcamera&utm_medium=organic (дата обращения: 18.09.2025). – Текст : электронный.



Рисунок 11 – Примеры вырезов «лодочка»[6]

и свободные формы продолжают вдохновлять дизайнеров и модников по всему миру. Современное ретро не просто копирует элементы эпохи, но и переосмысляет их, адаптируя к актуальным трендам и технологиям [9].

Этот стиль остается символом свободы, эксперимента и индивидуальности, доказывая, что мода – это не только следование новым тенденциям, но и умение сохранять связь с культурным наследием. В XXI веке 60-е продолжают жить в новых интерпретациях, напоминая о том, что истинная стильность вне времени.



а б в

Рисунок 12 – Твидовые костюмы: а – твидовый костюм от LeOtra[12]; б – Шанель и Сьюзи Паркер в твидовых костюмах Chanel, 1959 г.[13]; в – коллекция Ready-to-Wear Fall 2023[14]

[12]Признаки стиля 60-х, которые актуальны в 2025 году: 7 ярких и трендовых элементов. – URL: https://lisa.ru/moda/883932-60-e-vozvrashchayutsya-7-detalej-kotorye-sdelayut-tvoj-obraz-ultramodnym/ (дата обращения: 18.09.2025). – Текст : электронный.

[13]Костюм Шанель. – URL: https://www.casual-info.ru/wiki/%CA%EE%F1%F2%FE%EC%20%D8%E0%ED%E5%EB%FC/?ysclid=mfpoexoezw156229225 (дата обращения: 18.09.2025). – Текст : электронный.

[14]История легендарного твидового костюма Chanel | (Не)критично: искусство, мода и культура | Дзен. – URL: https://dzen.ru/a/ZBMtFokGRyI6PaeW?ysclid=mfpojewjnf165082007 (дата обращения: 18.09.2025). – Текст : электронный.



а



б

Рисунок 13 – Космическая тема в одежде:
а – выставка Pierre Cardin: Future Fashion (платья из двухцветного трикотажа и болотные сапоги из винила, 1969 год)[15]; б – коктейльное платье от Love Republic[16]

Список использованных источников

1. Стиль 60-х в одежде женщины: особенности, образы, секреты стилистов. – URL: https://www.ozhur.ru/blogs/blog/stil-60-h-v-odezhde-zhenschiny-osobennosti-obrazy-sekrety-stilistov?ysclid=mdx2lo43wc588478766 (дата обращения: 17.09.2025). – Текст : электронный.

2. Мэри Куант: изобретательница мини-юбки и икона стиля. – URL: https://theblueprint.ru/fashion/style-icons-fashion/mary-quant?ysclid=mdylp3mrpp251710777 (дата обращения: 17.09.2025). – Текст : электронный.

3. Одри Хепберн – символ эпохи 60-х, икона стиля и элегантности, эталон сдержанности и прекрасного вкуса. – URL: https://ctv.by/news/obshestvo/odri-hepbern-simvol-epohi-60-h-ikona-stilya-i-elegantnosti-etalon-sderzhannosti-i-prekrasnogo-vkusa (дата обращения:

[15]Pierre Cardin in mostra al Brooklyn Museum di New York | Artribune. – URL: https://www.artribune.com/progettazione/moda/2019/04/future-fashion-al-brooklyn-museum-di-new-york-la-grande-retrospettiva-dedicata-a-pierre-cardin/?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera (дата обращения: 18.09.2025). – Текст : электронный.

[16]Платье Love Republic, цвет: серебряный, MP002XW0IIJZ — купить в интернет-магазине Lamoda. – URL: https://www.lamoda.ru/p/mp002xw0iijz/clothes-loverepublic-plate/?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera&utm_referrer=https%3A%2F%2Fya.ru%2Fimages%2Fsearch%3Fcbir_id%3D748954%252F5yPc6lI-MulEvjJZyX35Rw6500%26from%3Dundefined%26rpt%3Dimageview%26tabInt%3D1%26url%3Dhttps%253A%252F%252Favatars.mds.yandex.net%252Fget-images-cbir%252F748954%252F5yPc6lI-MulEvjJZyX35Rw6500%252Forig (дата обращения: 18.09.2025). – Текст : электронный.

17.09.2025). – Текст : электронный.

4. Кумиры 60-х: Джеки Кеннеди. – URL: https://spletnik.ru/60069-kumiry-60-kh-dzheki-kennedi-164947 (дата обращения: 17.09.2025). – Текст : электронный.

УДК 685.3

Современные подходы к дизайну и производству обуви из войлока и сукна

Чупахина Е. А., студ.,
Никитина Л. Л. , к.пед.н., доц.,
Гаврилова О. Е., к.пед.н., доц.

Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Российская Федерация

Реферат. В свете глобального тренда на устойчивое развитие и осознанное потребление в мире моды, наблюдается значительный рост спроса на экологичную, гигиеничную и комфортную обувь. Эти свойства не только расширяют возможности в создании уникальных текстур и графических элементов, но и обеспечивают долговечность декора, устойчивость к истиранию и выцветанию, что критически важно для обуви, подвергающейся постоянному воздействию внешних факторов. На этом фоне традиционные натуральные материалы, такие как войлок и сукно, приобретают новую актуальность, вновь привлекая внимание производителей и потребителей благодаря своим превосходным теплозащитным, гигиеническим и биоразлагаемым свойствам. Однако, несмотря на неоспоримые функциональные достоинства, широкое применение войлока и сукна в современной обувной промышленности остается ограниченным. Основными сдерживающими факторами являются вызовы в области дизайна и эстетики: относительно скудная цветовая гамма, трудность в создании сложных графических элементов, устойчивых узоров и современной текстуры по сравнению с синтетическими материалами. Это часто приводит к восприятию обуви из этих материалов как утилитарной или имеющей узкую этническую/фольклорную направленность. Это позволяет создавать конкурентоспособные успешные изделия, которые идеально сочетают в себе проверенные веками достоинства войлока и сукна с актуальным эстетическим видом, отвечающим запросам современного потребителя.

В статье наряду с эволюцией применения войлока и сукна в производстве обуви рассматриваются особенности формообразования верха обуви из войлока и сукна, анализируются как традиционные, так и современные методы декорирования на основе печати и лазерных технологий, а таже обозначаются перспективы использования 3D-печати для изготовления обуви из войлока как направления для повышения потребительской привлекательности обуви из войлока и сукна.

Ключевые слова: обувь, войлок, сукно, валяние, формообразование, декорирование, потребительские свойства.

Современные инновации в дизайне и производстве обуви кардинально меняют отрасль, делая акцент на устойчивости, технологиях и индивидуальном подходе. Производители активно внедряют экологичные материалы, такие как переработанный пластик, а также используют нанотехнологии для создания дышащих, но устойчивых к воде и грязи тканей. Искусственный интеллект и машинное обучение сегодня играют важную роль в производстве. Они помогают точнее прогнозировать тренды, а 3D-печать значительно ускоряет создание прототипов. Благодаря этому каждый покупатель может создавать обувь по собственным эскизам и подгонять ее по ноге. Но не стоит забывать, что в современном мире наблюдается устойчивый тренд на осознанное потребление и экологичность, что напрямую влияет на выбор одежды и обуви.

Войлок и сукно, как материалы натурального происхождения, идеально вписываются в эту парадигму. Их основные преимущества – способность сохранять тепло, обеспечивать воздухообмен и отводить влагу – делают их незаменимыми для производства комфортной обуви. Обувь из войлока или сукна подходит и для постоянной носки, и для активного отдыха, и походов в зимний период. Она востребована охотниками, рыболовами, сельским населением. Помимо этого, она оказывает положительное влияние на здоровье человека, улучшая циркуляцию крови за счет оказания массажного эффекта при постоянной носке обуви на босую ногу, что особенно ценно для пожилых людей. Однако для удовлетворения запросов современного, в особенности молодого потребителя необходимо преодолеть стереотипное восприятие этой обуви как сугубо утилитарной и архаичной через внедрение инновационных дизайнерских и технологических решений [1].

Современное войлоковаляние опирается на многовековой опыт. Начало истории войлока можно отнести ко времени одомашнивания таких животных, как овца, лошадь, собака (5–6 тыс. до н. э.). Войлоковаляние стало жизнеопределяющим и необходимым для многих народов, особенно кочевых (рис. 1).

Первоначально войлок получали ручным способом. Процесс валяния стал механизированным только XIX в. благодаря изобретению валяльного пресса. В это время на фабри-

ках из войлока изготавливались и головные уборы, и обувь, и сумки. Однако уже во второй половине XX в. войлок практически утратил свою популярность. В настоящее время войлок переживает второе рождение благодаря популярности валяния как вида рукоделия. Из войлока сейчас создаются оригинальные предметы одежды, аксессуары, украшения, все более популярной становится обувь из войлока. [2]



а



б

Рисунок 1 – Примеры войлоковаляния: а – у башкир; б – у бурят

Исторически войлок и сукно служили основным материалом для изготовления утепленной обуви у многих народов. На рисунке 2 приведены примеры традиционной обуви из войлока и сукна различных народов. Сарык (рис. 2 а) – древняя обувь башкир, состоящая из простой кожаной подошвы с пришитым к ней впереди кожаным носком и суконным голенищем, высотой до колена. Гуталы (рис. 2 б) – монгольские и бурятские традиционные сапоги, голенища которых шили как из кожи, так и тонкого сукна.

Валенки (рис. 2 в) – это традиционной вид зимней обуви, представляющий собой войлочные бесшовные сапоги из шерсти. Прообразом валенок были войлочные сапоги кочевников Евразии – пимы. На территорию Руси плотные войлочные чулки стали проникать в период Золотой Орды через тюркские и монгольские племена. У казахов, например, такие войлочные чулки называются байпаками. В России валенки приобрели широкое распространение только в первой половине XIX в., когда их начали изготовлять промышленным способом. Наиболее ценными валенками ручного производства традиционно являлись близкие к белому цвету. Для каждого региона России были характерны свои виды валенок. Например, вятские валенки непременно были подшиты плотным войлоком, а татарские – богато декорированы тесьмой, бисером или гарусом [4].

Как наиболее теплозащитная обувь в условиях крепких морозов валенки стали частью обмундирования военнослужащих Красной армии (рис. 3). В советское время партийное руководство, командный армейский состав и руководители колхозов получали бурки из светлого войлока на кожаной подошве (рис. 3, 4 г).



а б в

Рисунок 2 – Примеры традиционной обуви из войлока и сукна: а – сарык; б – гуталы; в - валенки



Рисунок 3 – Валенки в Красной армии

На рисунке 4 приведены образцы войлочной и суконной обуви с конца XIX века до середины XX века. Бурки впервые были разработаны в конце XIX в. белорусской артелью города Шклова. Голенище бурок изготавливалось из тонкого войлока или фетра, обычно белого цвета, подошва – из натуральной кожи, дерева, резины или синтетических материалов. Носочная и пяточная части укреплялись союзкой и задинкой из натуральной кожи. В СССР они были распространены в 1940–1960-х гг. К буркам также относят детские суконные сапожки с овальной вставкой и мужские и женские суконные сапоги с застежкой-молнией, проходящей по передней части голенищ, которые получили название в народе «прощай молодость».

Учитывая климатические условия Российской Федерации, новые виды войлочной и суконной обуви с улучшенными потребительскими свойствами могут быть востребованы в больших объемах, благодаря своим превосходным потребительским свойствам [5]. Несмотря на то, что и в настоящее время на обувном рынке представлены модели обуви с верхом из войлока и сукна (рис. 5), по-прежнему главным вызовом для широкого рас-

пространения войлочной обуви является её восприятие на рынке. Для преодоления этого необходимы методы, позволяющие быстро, экономично и экологично придавать материалу современный эстетичный вид. [6]



а



б



в



г



д

Рисунок 4 – Музейные образцы войлочной и суконной обуви:
а – валяные мужские чулки, конец XIX в.; б – войлочная обувь, начало XX в.;
в – войлочная обувь 30–50-х гг. XX в. ; г – бурки 40–60-х гг. XX в.;
д – детские бурки времен СССР







Рисунок 5 – Современные образцы войлочной и суконной обуви

В качестве основных направлений повышения эстетических свойств войлочной и суконной обуви нами выделены: совершенствование конструкции обуви и использование различных приемов декорирования.

Формообразование верха обуви из войлока может быть осуществлено как технологическим способом с использованием традиционной технологии валяния или технологии 3D-печати, так и конструктивным, когда детали из войлока выкраиваются и сшиваются.

В основе технологии 3D-печати изделий из войлока лежит технология сухого валяния, используя наслаивание каждой последующей нити войлока на новый слой иглопробивным способом. Таким способом учёными из университета Карнеги-Меллон была создана мягкая игрушка из войлока [7]. С развитием 3D-технологий и непрерывным техническим совершенствованием 3D-принтеров можно ожидать в будущем их массового использования для создания кастомных изделий из войлока, в том числе и обуви.

При конструктивном способе формообразования необходимо учитывать толщину войлока, т. к. такая обувь как правило бесподкладочная. И при проектировании модели рекомендуется не использовать излишнее число членений, швы соединений располагать снаружи (рис. 6) или соединять их переметочным швом и закрывать стыки деталей настрачиванием беек, декоративных шнуров и т. д.



Рисунок 6 – Конструктивный способ формообразования верха обуви из войлока

Формообразование верха обуви из сукна обусловлено его тектоникой. Основными способами формообразования для материалов с решетчатой тектонической структурой являются конструктивный и комбинированный. Традиционно сукно для верха обуви имеет меньшую толщину, чем войлок и позволяет использовать типовые способы соединения деталей, а являясь тканью, требует обработки видимых краев деталей, например, окантовыванием, в виду осыпаемости срезов.

Тренд на индивидуальность и уникальность среди молодых людей позволяет широко использовать декорирование для создания кастомных изделий и улучшения внешнего вида обуви с верхом из войлока и сукна. Декорирование верха обуви или самого материала может осуществляться вваливанием узора из шерсти другого оттенка или цвета, аппликацией, вышивкой, украшением бисером, ракушками, пуговицами и т. п., росписью шелкографией, цифровой печатью, бесконтактной лазерной пирографией. Для

декорирования верха обуви из сукна могут использоваться те же способы, что и для войлока, за исключением вваливания узора, который возможен в процессе валяния войлока, и лазерной пирографии из-за меньшей толщины материала и возможности разрушения целостности ее структуры.

Если декорирование росписью, шелкографией и цифровой печатью предполагает нанесение какого-либо изображения с помощью нанесения на поверхность материала красящих составов, что при плотном нанесении изображения на поверхность материала может привести к ухудшению гигиенических свойств обуви, то при бесконтактной лазерной пирографии изображение наносится на поверхность путем выжигания.

Истоки пирографии раскаленной иглой на войлоке уходят в далекое прошлое. Так, для декорирования китайских войлочных ковров и монгольских юрт применялась пирография. Однако использование контактной пирографии в условиях промышленного производства ограниченно из-за сложности регулирования мощности, с которой производится обработка материалов, низкой производительности в связи с отсутствием производственного оборудования. Сегодня, конечно, наиболее перспективным направлением представляется применение лазерных технологий декорирования материалов [5, 6].

Таким образом, натуральные материалы, проверенные веками, обладают огромным потенциалом для создания обуви будущего. Синтез традиционных знаний о свойствах войлока и сукна с современными высокотехнологичными методами обработки и дизайна открывает новые возможности для отечественных производителей. Использование лазерных технологий для декорирования позволяет не только значительно повысить эстетическую привлекательность продукции, но и оптимизировать производственные процессы, снизить себестоимость и предложить рынку уникальный продукт, который сочетает в себе природный комфорт и актуальный дизайн. Это ключевое направление для укрепления конкурентных позиций на рынке.

Список использованных источников

1. Чупахина, Е. А. Перспективы производства зимней обуви с верхом из текстильных материалов / Е. А. Чупахина, Л. Л. Никитина, О. Е. Гаврилова // Новации в процессах проектирования и производства изделий легкой промышленности : материалы II Всероссийской конференции ученых, аспирантов и студентов с международным участием, Казань, 22–25 апреля 2024 года. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2024. – С. 53–57.

2. Синтез технологий и традиций в современной индустрии моды на примере использования войлоковаляния в дизайне одежды – Современные проблемы науки и образования (сетевое издание). – URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=14248, свободный (дата обращения: 19.09.2025). – Текст : электронный.

3. Авдеева, О. Г. Художественное войлоковаляние как современный социокультурный феномен / О. Г. Авдеева, Е. Л. Антонова // Наука. Искусство. Культура. – 2017. – № 1(13). – С. 167–173.

4. Войлоковаляние: традиции и современность – Студенческий научный форум. – URL: https://scienceforum.ru/2012/article/2012001718, свободный (дата обращения: 19.09.2025). – Текст : электронный.

5. Симачев, Д. Н. Об улучшении эстетических свойств обуви с верхом из войлока / Д. Н. Симачев, И. Н. Леденева. – М.: ВНИИТЭ, материалы IV Научного форума дизайнеров, 2013. – Дата доступа: 19.09.2025. – С. 8–13.

6. Леденева И. Н. Бесконтактная пирография – как способ улучшения эстетических свойств обуви с верхом из войлока / И. Н. Леденева, Л. Р. Сницар // Дизайн и технологии. – 2020. – № 75(117). – С. 19–24.

7. Мягкая игрушка на 3D-принтере. – URL: https://mygs.ru/blog/myagkaya-igrushka-na-3d-printere, свободный (дата обращения: 19.09.2025). – Текст : электронный.

УДК 677.074.323.4

Проектирование переплетений для создания рельефного рисунка в двухслойной жаккардовой ткани

Казарновская Г. В., к.т.н., проф.,
Пархимович Ю. Н., ст. преп.,
Шульговский М. С., студ.

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. Работа посвящена разработке дизайн-проекта «Узлы времени», который представляет собой серию из шести жаккардовых пледов. Каждый эскиз отрисован вручную с использованием линейной графики, основной мотив-референс – рыболовные сети. Особое внимание уделено созданию в ткани рельефного жаккардового рисунка на базе двухслойной структуры с использованием в качестве базового полотняного переплетения и его производного – рогожки 2/2. Рисунок каждого текстильного изделия адаптирован под существующую на РУПТП «Оршанский льнокомбинат» заправку ткацкого станка фирмы Picanol с жаккардовой машиной Bonas. Один плед из коллекции принят в серийное производство. Современные тенденции в сфере дизайна ориентированы на экологичность и природность как в художественном оформлении предметов интерьера, так и в используемых для их создания материалах. В связи с этим, в основе ткани пледа применена хлопчатобумажная пряжа, в утке – пряжа из котонизированного льна.

Ключевые слова: текстильное изделие, жаккардовый рисунок, двухслойная структура, полотняное переплетение.

Текстильные изделия занимают важное место в дизайне современных интерьеров, они способствуют созданию уютной атмосферы и часто выполняют роль стилеобразующего элемента в жилых помещениях. Дизайн-проект «Узлы времени» представляет собой серию фактурных жаккардовых пледов в природной цветовой гамме, которые идеально впишутся в пространства в таких стилях, как минимализм, лофт или скандинавский.

Эскизный ряд проекта включает шесть отличающихся по графическому наполнению, эскизов, при этом схожих по пластике и цветовой гамме [2]. Изделия предназначены для интерьеров, в которых преобладают базовые геометрические или природные формы. Современные тенденции в сфере дизайна предполагают приближение к природе: использование натуральных материалов, отсутствие вычурного декора [3].

При проектировании рисунков использован ассоциативный метод поиска художественного образа, который является важным инструментом передачи определенной информации для потребителя дизайн-продукта. Центральный символ коллекции «рыболовная сеть» олицетворяет переплетения различных эпох, объединенных в единую ткань времени, отсюда название проекта «Узлы времени». В серии метафорически отражены значимость процесса прядения и ткачества в традициях разных культур, давняя история использования льняного волокна человеком.

Линия выступает главным выразительным средством, позволяет создать чистую, не перегруженную визуальную структуру. Плавные линейные ритмы композиций оживляют изображенные сети, а фактура готового изделия усиливает этот эффект. Все эскизы коллекции отрисованы вручную, после чего отсканированы и скорректированы в цифровом формате в программе Adobe Photoshop (рис. 1).

В динамичной композиционной структуре эскизов важное место отведено негативному пространству, которое помогает сбалансировать визуальный вес элементов, способствует сосредоточению внимания на ключевых деталях дизайна. Пятновой анализ эскизов коллекции демонстрирует однородность в тональном решении, при этом композиционный центр от ритмически-насыщенного мотива сетей переходит к пустому пространству (рис. 2).

Разработанный дизайн пледов соответствует основным тенденциям, применяемым в проектировании современного жилого интерьера: экологичность, долговечность, использование выразительной фактуры.

Рисунок каждого текстильного штучного изделия разработан под существующую на РУПТП «Оршанский льнокомбинат» заправку ткацкого станка фирмы Picanol с жаккардовой машиной Bonas. В основе ткани использована хлопчатобумажная пряжа линейной плотностью 50 текс, в утке пряжа из котонизированного льна линейной плотности 104 текс. Само присутствие в ткани утка, линейная плотность которого в два раза превышает линейную плотность основы, позволяет создать дополнительные фактурные эффек-

ты в крупноузорчатом рисунке, а также способствует повышению производительности ткацкого оборудования за счет снижения плотности по утку ткани [1].

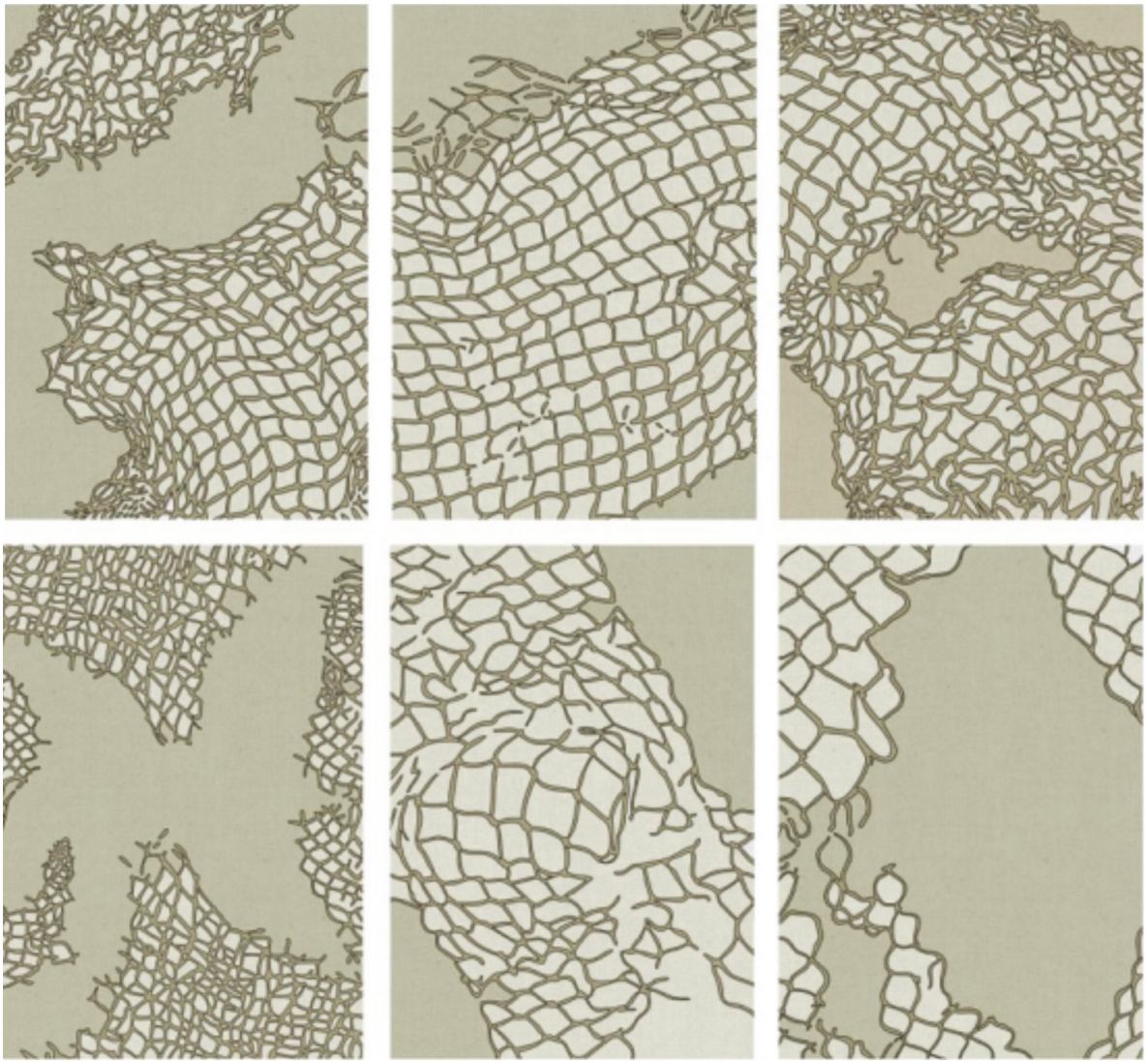


Рисунок 1 – Эскизный ряд коллекции «Узлы времени»



Рисунок 2 – Пятновое решение эскизов коллекции «Узлы времени»

Для усиления восприятия рисунка в работе предложено различные его элементы выполнить двухслойными переплетениями, построенными на базе простейшего полотняного переплетения и его производного – рогожки 2/2. Рисунок ткани характеризуется наличием двух цветовых эффектов, расположенных в различных по размерам его элементах, одна сторона пледа по цвету является негативным изображением другой стороны, изделие двулицевое. Поскольку сырьем являются натуральные хлопок и лен, в рисунке использованы белый и теплый серый цвета. Основа в обоих слоях белого цвета, на рисунках переплетений основа верхнего слоя обозначена «б1», нижнего – «б2»; белый уток «б» в первом, во втором и четвертом переплетениях используется в верхнем слое, серый уток «с» – в третьем переплетении.

Для четкого прочтения рисунка по фону пледа применены не только различные способы соединения слоев, но и различное их количество в каждом из переплетений, что приводит к созданию в ткани неодинаковых по величине рельефов. На рисунке 3 представлены переплетения (а, б, в, г), поперечные разрезы (д, е, ж, з) и фрагменты рисунка ткани (и, к, л, м), полученные разработанными переплетениями.

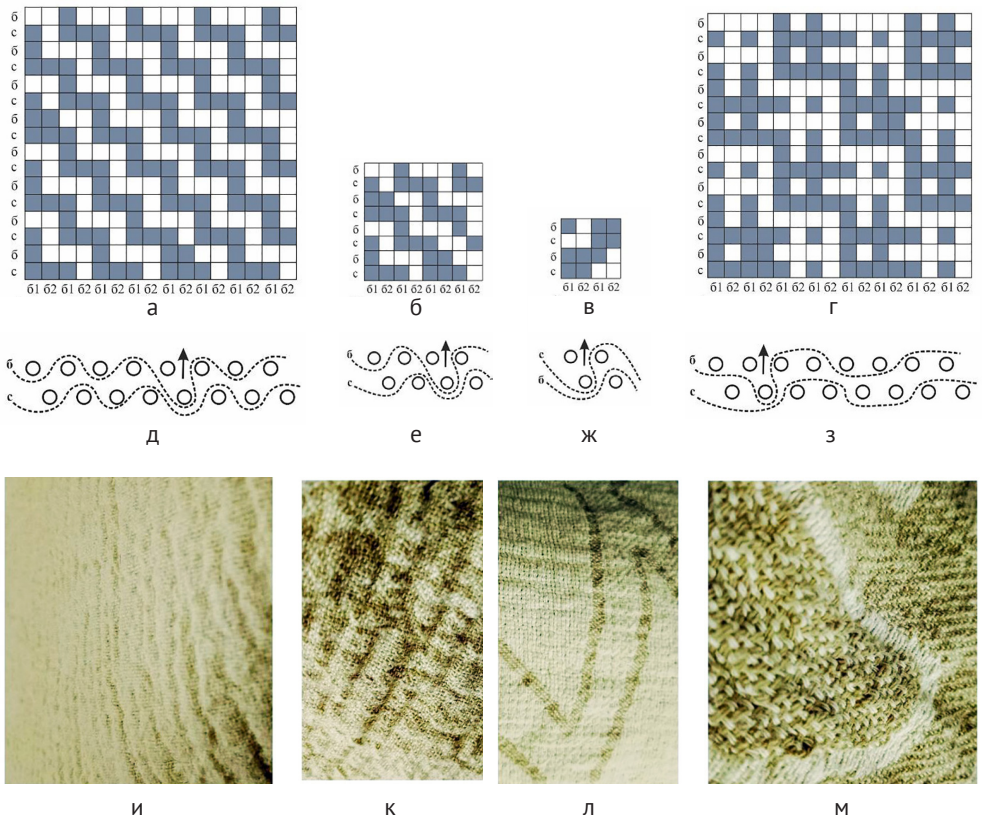


Рисунок 3 – Модельные переплетения: а, б, в – полое строение на базе полотняного переплетения с соединением слоев через 4, 2 и 1 раппорт, соответственно; г – полое строение на базе рогожки 2/2 с соединением слоев через раппорт; д, е, ж, з – поперечные разрезы; и, к, л, м – фрагменты ткани

Наибольшим рельефом характеризуется фон (рис. 3 и), где места соединения слоев по способу «снизу-вверх» размещены через четыре раппорта полотняного переплетения в шахматном порядке. Это же переплетение использовано между элементами рисунка (рис. 3 к) и в их обводке (рис. 3 л), но во втором случае соединение слоев осуществляется через два раппорта, в третьем – через раппорт полотняного переплетения. Внутри элементов изменено переплетение – это рогожка 2/2 (рис. 3 м), через один раппорт по основе и утку слои соединены дополнительным переплетением нижней основы с верхним утком. Усиление одиночных перекрытий полотняного переплетения в два раза привело к созданию дополнительного объема, что позволило улучшить эстетические качества готового изделия, представленного на рисунке 4.



Рисунок 4 – Плед из коллекции «Узлы времени», выполненный в материале на РУПТП «Оршанский льнокомбинат»

На заседании художественно-технического совета предприятия плед получил высокую оценку и был принят в серийное производство.

В заключение, представленное исследование демонстрирует успешное создание рельефного жаккардового рисунка на основе двухслойной структуры ткани, что подтверждает актуальность и перспективность использования жаккардовых тканей в современном дизайне. Применение хлопчатобумажной пряжи в основе и котонизированного льна в утке обеспечивает не только высокие эксплуатационные характеристики, но и эстетическую привлекательность изделий. Таким образом, разработанный дизайн пледов отвечает

запросам современных потребителей, включая экологичность, долговечность и выразительность фактуры, а также соответствует ключевым тенденциям в легкой промышленности и дизайне интерьеров.

Список используемых источников

1. Казарновская, Г. В. Проектирование льняных жаккардовых тканей сложных структур / Г. В. Казарновская, Н. Н. Самутина // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2018. – № 2 (35). – С. 18–28.

2. Казарновская, Г. В. Коллекция жаккардовых двухслойных пледов «Узлы времени» / Г. В. Казарновская, Ю. Н. Пархимович, М. С. Шульговский // Материалы докладов 58-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов : в 2 т. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2025. – Т. 2. – С. 132–134.

3. Филл, Ш. История дизайна / Ш. Филл, П. Филл. – М. : КоЛибри, 2022. – 512 с.

Секция 4
ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 677.074

Влияние антимикробной обработки на капиллярное впитывание нетканых полотен медицинского назначения

Макарова Н. А., к.т.н., доц.

Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Москва, Российская Федерация

Реферат. В статье рассмотрены нетканые материалы, применяемые для производства медицинских и санитарно-гигиенических изделий одноразового и кратковременного пользования. Приведены антимикробные композиции, позволяющие придавать нетканым полотнам комплекс специальных свойств, подавляющих рост патогенной микрофлоры и дрожжеподобных грибов. Исследовано влияние предложенных антимикробных комплексов на капиллярное впитывание рассматриваемых образцов нетканых полотен.

Ключевые слова: нетканые материалы, антимикробные комплексы, капиллярное впитывание.

Нетканые антимикробные материалы сегодня широко применяют с различным целевым назначением в здравоохранении, фармацевтике, пищевой промышленности, для личной гигиены и бытового сектора.

Из нетканого полотна изготавливается большое количество изделий санитарно-гигиенического, медицинского назначения (хирургическая одежда (костюмы, халаты) кратковременного и одноразового использования, покрывала и простыни для оборудования, медицинской мебели, пациентов), мелкие медицинские предметы (шапочки, бахилы и т. п.), упаковочные материалы (для транспортировки медицинских инструментов), респираторы, лицевые маски, вспомогательный операционный, манипуляционный материал (тампоны, салфетки), перевязочные средства (бинты, вата) и многое другое. Санитарно-гигиенические изделия из нетканых материалов также широко используются в стационарах, отделениях ухода и реабилитации. К ним относят подгузники, многослойные прокладки и пеленки, гигиенические салфетки (универсальные и специального назначения) [1].

Применение нетканых материалов в медицинских и санитарно-гигиенических целях имеет ряд преимуществ:

- использование более низких сортов сырья и отходов производства волокон;
- сокращение технологических процессов производства;

– более расширенный ассортимент текстильных изделий и полотен;

– прогрессивность технологии, обеспечивающей возможность комплексной механизации и автоматизации производственных процессов;

– сокращение трудовых и капитальных затрат;

– удобство в эксплуатации;

– хорошие технические характеристики [2].

Для подавления развития роста патогенной микрофлоры нетканые полотна обрабатывают комплексами антимикробных веществ. При этом введение антимикробных агентов может оказывать влияние на гидрофильные, сорбционные свойства и капиллярную структуру материала. Антимикробная обработка, особенно при поверхностном нанесении, может изменять смачиваемость волокон, поверхностное натяжение, что ведет к изменению капиллярного впитывания.

Для исследования влияния антимикробной обработки на капиллярное впитывание были рассмотрены серии образцов нетканых полотен без обработки и содержащие композиции антимикробных агентов, таких как: катамин АБ + йодистый калий, катамин АБ + йодистый калий + динатрийметиленбис.

Установлено, что одним из наиболее эффективных препаратов, равномерно подавляющих рост одновременно бактерий S. aureus (грамположительный микроорганизм) и грибов C. albicans (дрожжеподобный гриб) являются системы: катамин АБ (ПАВ катионного типа) + йодистый калий и катамин АБ + йодистый калий + динатрийметиленбис (нафталинсульфонат) [3, 4].

Для нанесения перечисленных антимикробных композиций на образцы нетканых полотен использовали метод обрызгивания. Определено, что при мокром привесе раствора антимикробных веществ в пределах 30–50 масс. % ускоряется процесс сушки обработанных материалов, экономится электроэнергия и антимикробный препарат, достигается постоянство, расширяются возможности более точного нанесения [5].

Характеристики серий исследуемых образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика исследуемых образцов нетканых материалов

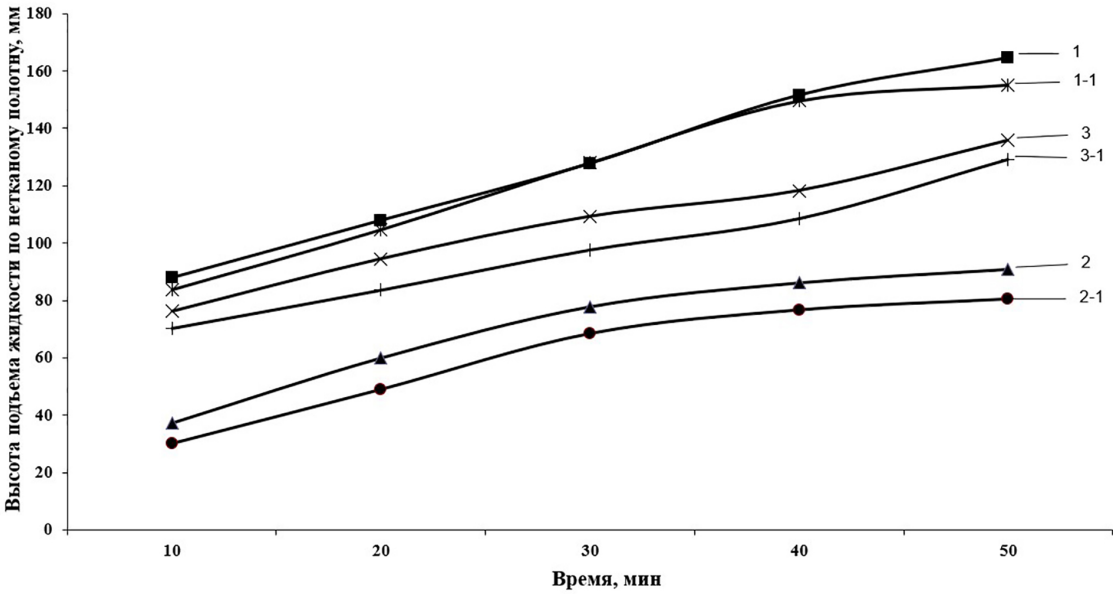
Серии образцов	**Волокнистый состав**	**Поверхнотная плотность волокон, г/м^2**	**Масс. % входящих волокон**	**Поверхностная плотность готового полотна, г/м^2**	**Антимикробный препарат**	**Масс. % входящих антисептиков**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Группа № 1						
Серия А	отходы льна мокрого прядения	68	68	100	катамин АБ	0,80
	х/б марля (для армирования)	32	32		йодистый калий	0,50

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
Группа № 2						
Серия В	отходы льна мокрого прядения	68	51,84	91	-	-
	ПП волокно	22	12,96		-	-
	х/б марля (для армирования)	32	35,2		-	-
Серия С	отходы льна мокрого прядения	68	51,84	91	катамин АБ	0,98
	ПП волокно	22	12,96		йодистый калий	0,15
	х/б марля (для армирования)	32	35,2		динатрий метилен-бис	0,34

Капиллярный подъем жидкости (раствора бихромата калия) определяли по ГОСТ 3816-81 (ИСО 811-81) [6].

На рисунке 1 приведены зависимости высоты подъема раствора бихромата калия по образцам рассматриваемых нетканых полотен.



Вдоль ориентации волокон: 1 – антимикробное нетканое полотно серии А;
2 – нетканое полотно серии В; 3 – антимикробное нетканое полотно серии С
Поперек ориентации волокон: 1-1 – антимикробное нетканое полотно серии А;
2-1 – нетканое полотно серии В; 3-1 – антимикробное нетканое полотно серии С

Рисунок 1 – Высота подъема жидкости (бихромата калия) по нетканому полотну

Как видно из рисунка 1 антимикробная обработка влияет на капиллярную сорбцию исследуемых материалов. У образцов нетканых полотен серии А, обработанных двухкомпонентным антимикробным комплексом катамин АБ + йодистый калий, наблюдался самый высокий подъем бихромата калия, в то время как образцы нетканых полотен, обработанные трехкомпонентной композицией серии С, демонстрировали меньший подъем жидкости. Образцы нетканых полотен без антимикробной обработки серии В имели самую низкую капиллярность, по сравнению с образцами серий А и С.

Очевидно, что катамин АБ, как катионный ПАВ, снижает поверхностное натяжение водной среды, улучшая смачивание волокон нетканого материала. Поверхность волокон становиться более гидрофильной, а, следовательно, жидкость легче проникает в поры. Вместе с этим йодистый калий может усиливать растворимость и стабилизировать антимикробный комплекс, образовывая устойчивый синергический эффект.

Причина снижения капиллярного впитывания у образцов серии С может быть связана с совокупным влиянием физико-механических и структурных изменений, вызванных присутствием динатрийметиленбиса. Взаимодействуя с катамином АБ, динатрийметиленбис может образовывать комплексы и агрегаты, снижающие его поверхностно-активные свойства, изменять ориентацию молекул ПАВ на поверхности, осаждаться на поверхности в виде тонкой пленки, вносить гидрофобные, например, метиленовые группы.

Таким образом, исследования капиллярного впитывания рассматриваемых образцов показало, что обработка нетканых полотен антимикробной композицией катамин АБ + йодистый калий наиболее предпочтительна. Включение в антимикробную композицию динатрийметиленбис соединения приводит к снижению капиллярного подъема жижкости за счет:

– изменения поверхностно-активных свойств катамина АБ;
– изменения гидрофильности поверхности волокон;
– модификации поверхности за счет изменения ориентации молекул катамина АБ и получения тонкой пленки;
– изменения гидрофильности поверхности в сторону гидрофобности.

Список используемых источников

1. Гарифуллина, А. Р., Гарипов, Р. Р., Шариф, А. Нетканые материалы медицинского назначения // «Научно-практический электронный журнал Аллея Науки», 2020. №5(44). Alley-science.ru. – URL: https://alley-science.ru/domains_data/files/3May2020/NETKANYE%20MATERIALY%20MEDICINSKOGO%20NAZNAChENIYa.pdf (дата обращения 15.09.2025). – Текст : электронный.

2. Мишаков, В. Ю., Макарова, Н. А., Бузов, Б. А., Заметта, Б. В. // Текстильная промышленность, 2002. № 2. – С. 32.

3. Макарова, Н. А., Бузов, Б. А., Мишаков, В. Ю. Антимкробное нетканое полотно, обработанное препаратом катамин АБ + йодистый калий // Текстиль: бытовой, технический, специальный, 2003. № 8. – С. 38.

4. Бузов, Б. А., Мишаков, В. Ю., Макарова, Н. А., Заметта, Б. В. // Перспективные материалы, 2004. № 4. – С. 58–63.

5. Макарова, Н. А., Мишаков, В. Ю., Бузов, Б. А. Исследование свойств медицинского актимикробного материала, выполненного на нетканом текстильном носителе // Материаловедение, 2005. № 3. – С. 37–42.

6. ГОСТ 3816-81 (ИСО 811-81) Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств: Государственный стандарт союза ССР: дата введения 1982-07-01. – Изд. официальное. – Москва, ИПК Издательство стандартов, 2023. – 14 с.

УДК 687.03

Композиционный материал на основе измельченной прорезиненной ткани

Гаврилюк Е. Ю., ст. преп.,
Азанова А. А., д.т.н., доц.

Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Российская Федерация

Реферат. В статье предложен вариант переработки измельченных отходов прорезиненных тканей в композиционный материал. Представлено исследование влияния природы связующего, фракционного состава измельченного наполнителя (размер ячеек решетки 2 и 5 мм) и способа сушки на основные характеристики (плотность и твердость) получаемых композитов. Рассмотрены различные связующие: полиуретановые, акриловые, стирол-акриловые дисперсии, а также их комбинация с поливинилацетатом. Установлено, что способ сушки является важным фактором для повышения плотности и формирования монолитной структуры композиционного материала. Использование основного связующего с ПВА не оказывает статистически значимого влияния на конечную плотность и твердость образцов. Все исследованные типы связующих показали сравнительно близкие значения физико-механических свойств: объемная плотность варьировалась от 532 до 957 кг/м³, твердость по шору А – от 25 до 59 усл. ед., прочность на разрыв – от 0,485 до 1,128 МПа. Однако предварительная обработка крошки поливинилацетатным клеем с применением связующих, таких как DisLine2, Дистекс-57 и Дистекс-13 указывает на незначительное повышение физико-механических характеристик, что может говорить о снижении себестоимости конеч-

ного продукта. Готовый материал демонстрирует высокую устойчивость к истиранию абразивом и замачиванию в воде. Благодаря сочетанию этих свойств полученные композиты могут найти применение в качестве амортизирующих и противоскользящих покрытий.

Ключевые слова: композиционный материал, утилизация, прорезиненная ткань, полиуретановый клей, акриловый клей, твердость по Шору А, плотность, фракционный состав.

Переработка отходов текстильно-полимерных материалов, включая прорезиненный текстиль, является актуальной задачей в контексте ориентации легкой промышленности на модели экономики замкнутого цикла. Существующие на сегодняшний день технологии переработки резинотехнических изделий не могут быть в полной мере применены для переработки прорезиненных тканей, поскольку последние содержат неотделимую текстильную основу [1, 2]. В рамках решения данной задачи авторами предлагается использование измельченных отходов прорезиненных тканей для получения композиционного материала.

В качестве объекта исследования использовались межлекальные отходы производства костюмов СИЗК (средств индивидуальной защиты кожи) изолирующего типа производства АО «КазХимНИИ» (г. Казань). Измельченный материал получали дроблением в виде крошки разных фракций в зависимости от размера применяемой решетки с ячейками размером 2 и 5 мм [3]. В таблице 1 приведён фракционный состав измельченного сырья для трёх видов прорезиненных тканей [4]. В качестве связующих средств рассмотрены водная полиуретановая дисперсия фирмы ООО «ПолиМикс» (г. Казань) [5], акриловые и стирол-акриловые дисперсии фирм ООО «ЭкоКемикал» [6] и ООО «АКРОХИМЭК» [7] (г. Дзержинск). Очевидно, что стоимость полученных композиционных материалов будет напрямую зависеть от стоимости и количества используемого связующего. Для снижения себестоимости конечного продукта предлагается снижение расхода дорогостоящих клеящих препаратов за счёт применения предварительной обротки отходов клеем на основе поливинилацетата. Добавление в рецептуру дешёвого компонента позволит сократить затраты на производство композиционного материала при сохранении требуемых физико-механических характеристик.

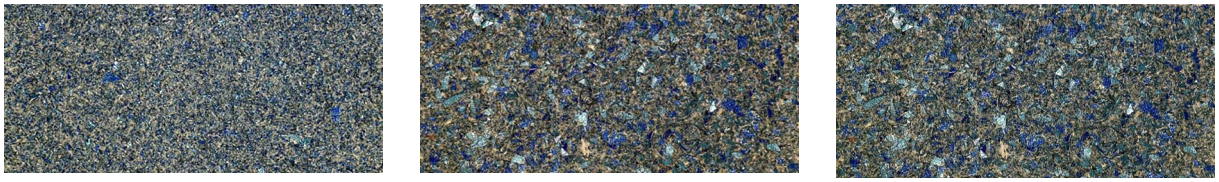
При получении композиционного материала учитывались соотношение отходов и связующего вещества, степень измельчения крошки и пропорции разных фракций в смеси [3].

При изготовлении композиционного материала часть измельченного наполнителя была подвержена предварительной обработке ПВА. Образцы получали методом холодного прессования. Одна часть образцов сушилась под давлением, другая – без давления при нормальных условиях в течении 24 ч. Пример внешнего вида композиционного материа-

ла приведён на рисунке 1. Установлено, что наибольшее влияние на плотность и твердость полученных композиционных материалов оказывает способ сушки. Образцы, высушенные под давлением, обладают более высокой плотностью и монолитной поверхностью по сравнению с образцами, высушенными без нагрузки.

Таблица 1 – Характеристика частиц измельчённого сырья

	Фракционный состав измельченного сырья				
	Волокно 1–2 мм	**Нити 3–5 мм**	**Фракция 1–2 мм**	**Фракция 3–5 мм**	**Фракция 6–8 мм**
Образец 1 (2 мм), %	7	8	45	40	-
Образец 2 (5 мм), %	1	14	-	50	35
Образец 3 (2 и 5 мм), %	4	1	35	45	15



а б в

Рисунок 1 – Пример внешнего вида композиционного материала с разным фракционным составом в зависимости от размера ячеек решетки: а – 2 мм; б – 5мм; в – 2 и 5мм

Полученные материалы испытывали на твердость по Шору А [8], определена объемная плотность [9], прочностные характеристики и устойчивость к замачиванию [10]. В таблице 2 приведены характеристики композиционных материалов в зависимости от вида связующего для образцов, полученных с использованием решетки с размером ячеек 2 мм.

Таблица 2 – Влияние вида связующего на характеристики композиционных материалов

№ п/п	**Тип основного связующего**	**Предварительная обработка ПВА**	**Давление при сушке**	**Объемная плотность, кг/м^3**	**Твердость по Шору А, усл. ед.**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1.	DisLine2	-	+	867	28
2.	DisLine2	+	–	532	25
3.	Дистекс-57	–	-	599	51
4.	Дистекс-57	+	+	564	55
5.	Дистекс-57А	-	+	609	48
6.	Дистекс-57А	+	–	574	36
7.	Дистекс-13	–	-	558	36

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
8.	Дистекс-13	+	+	548	51
9.	Эколат-1005	-	+	957	47
10.	Эколат-1005	+	-	864	43
11.	Акрэмос-116	-	+	795	32
12.	Акрэмос-116	+	-	576	30
13.	Акрэмос-115АМ	-	+	605	59
14.	Акрэмос-115АМ	+	–	584	46

Выявлено, что на плотность и твердость образцов влияет состав крошки: наибольшая объемная плотность наблюдается в образцах, полученных из смеси мелкой и крупной фракции из-за более плотного заполнения материала. В рамках проведенного исследования не выявлено значимого влияния типа полимерного связующего и добавление ПВА на плотность и твердость по Шору А, однако в некоторых образцах, где применялся клей DisLine2, Дистекс-57 и Дистекс-13 поверхностная плотность и твердость стали незначительно выше, что может говорить о возможности снижения расхода основного клея без ущерба для свойств материала. Полученные материалы обладают относительно невысокой прочностью на разрыв – от 0,485 до 1,128 МПа, однако демонстрируют высокую устойчивость к истиранию абразивом: более 10 тыс. циклов истирания 1 мм. Воздействие водной среды не приводит к набуханию материала, изменению его внешнего вида, линейных размеров, потере стойкости к истиранию. Композиты на основе отходов прорезиненных тканей могут найти применение в качестве амортизирующих и противоскользящих покрытий, включая изделия легкой промышленности.

Список использованных источников

1. Долинская, Р. М. Рециклинг отходов резинотехнических изделий / Р. М. Долинская, Н. Р. Прокопчук // Полимерные материалы и технологии. – 2020. – Т. 6, № 1. – С. 6–24.

2. Вольфсон, С. И., Фафурина, Е. А., Фафурин, А. В. Методы утилизации шин и резинотехнических изделий // Вестник Казанского технологического университета. 2011. – №1. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metody-utilizatsii-shin-i-rezinotehnicheskih-izdeliy (дата обращения: 18.09.2025).

3. Полимерно-волокнистые композиты на основе отходов прорезиненных тканей / Е. Ю. Гаврилюк, А. А. Азанова, Р. Р. Мустафина, А. А. Сухова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2024. – № 6(414). – С. 295–299. – DOI 10.47367/0021-3497_2024_6_295. – EDN MTVMRJ.

4. К вопросу переработки отходов текстильно-полимерных материалов / А. А. Азанова, Е. Ю. Гаврилюк, Р. Р. Мустафина, А. А. Сухова // Инновации в текстиле, одежде, обуви (ICTAI-2024) : материалы докладов международной научно-технической конференции, Ви-

тебск, 20–21 ноября 2024 года. – Витебск: Витебский государственный технологический университет, 2025. – С. 109–114.

5. ООО «ПолиМикс». – URL: https://polymix.pro/ (дата обращения: 17.09.2025). – Текст : электронный.

6. ООО «ЭкоКемикал». – URL: https://ecochemical.biz/ (дата обращения: 17.09.2025). – Текст : электронный.

7. ООО «АКРОХИМЭК». – URL: https://akrohimek.ru/ (дата обращения: 17.09.2025). – Текст : электронный.

8. Резина. Метод определения твердости по Шору А : ГОСТ 263-75 : государственный стандарт союза ССР : издание официальное : утверждён Государственным комитетом стандартов Совет Министров от 21.01.1975 г. № 115 : взамен ГОСТ 263-53; введ. 01.01.1977. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 7 с.

9. Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей : ГОСТ 3811-72 : межгосударственный стандарт : издание официальное : утверждён Постановлением от 01.03.1972 г. № 486 : взамен ГОСТ 3811-47; введ. 01.01.1973. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 15 с.

10. Азанова, А. А. Композиционный материал на основе отходов прорезиненных тканей / А. А. Азанова, Р. Р. Мустафина, Е. Ю. Гаврилюк // Технологии и качество. – 2024. – № 4(66). – С. 37–41. – DOI 10.34216/2587-6147-2024-4-66-37-41. – EDN BPLMTK.

УДК 658.567.1

Проблемы вторичной переработки одноразовых изделий легкой промышленности

Фархутдинова Д. Р., магистр,
Никитина Л. Л, к.п.н., доц.

Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Российская Федерация

Реферат. В статье обозначены проблемы легкой промышленности в области экологии, рассмотрен опыт реализации мер по снижению негативного воздействия предприятий на окружающую природную среду путем внедрения в отрасль технологий вторичной переработки и сервисов по сбору использованной продукции. Авторы обращаются к вопросу вторичной переработки одноразовых изделий легкой промышленности как основы для развития экологической культуры их производства и потребления. В статье уделяется особое внимание производству одноразовых тапочек как к отрасли, производящей товары для краткосрочного использования в различных условиях.

Спецификой данного сегмента предприятий легкой промышленности является их неготовность к отказу от использования синтетических материалов для производства одноразовых изделий, обусловленная рядом причин. Традиционные методы утилизации одноразовых изделий, такие как захоронение и сжигание, приводят к увеличению объемов свалок и выбросам токсичных веществ в атмосферу. В связи с этим технологии вторичной переработки синтетических материалов, используемых для производства одноразовых тапочек, являются наиболее оптимальной альтернативой для решения проблемы загрязнения окружающей среды. Отходы, содержащие синтетические компоненты, отличаются особой сложностью утилизации и рециклинга ввиду использования комбинаций различных видов материалов. Таким образом, выделяя идею вторичной переработки совместно с формированием у населения разумного потребления и принципами социально ответственного бизнеса в качестве основы для дальнейшего развития культуры производства одноразовых изделий, авторы выражают уверенность в необходимости комплексного подхода для внедрения полного цикла вторичной переработки одноразовых тапочек, важным остается повышение уровня осведомленности населения о преимуществах раздельного сбора мусора и осознанного потребления.

Ключевые слова: вторичная переработка, одноразовые изделия, одноразовые тапочки, отходы, разумное потребление, экологические проблемы.

Промышленность в целом и легкая отрасль в частности является одним из основных источников загрязнения окружающей среды. Так используемые в текстильной промышленности химикаты, красители и т. п. являются источником загрязнения воды и атмосферы, отходы производства – источником загрязнения почвы. Помимо этого, текстильная отрасль в отличие от других отраслей легкой промышленности характеризуется высоким потреблением водных и энергетических ресурсов. А отходы и продукция швейной отрасли являются источником для роста свалок вследствие увеличения в двое (за период 2000–2025 гг.) мирового производства одежды и роста (на 60 %) ее потребления. Так, например, шведская компания H&M работает с более чем 16 коллекциями одежды в год, продукция компании реализуется во многих странах мира, она имеет своих постоянных потребителей,

которые, следуя модным тенденциями, постоянно обновляют свой гардероб, а не востребованная одежда оказывается на свалках [1]

Решение экологических проблем лежит как в плоскости производства, когда внедряются более чистые технологии, используются безопасные химикаты, улучшается система очистки сточных вод благодаря принимаемым мерам со стороны государства в виде нормативно-правовой базы экологического менеджмента, так и в социальной плоскости, когда благодаря проводимой работе в средствах массовой информации (СМИ), в общественных организациях у людей формируется экологическое мышление [1]. Реализуемые в настоящее время меры в области экологического менеджмента, приводят к тому, что подчеркивание экологичности выпускаемой продукции становится одним из важных трендов, который ярко отражается не только в рекламе, но и в маркировке продукции.

В целом практически все отрасли легкой промышленности ориентированы на массовое потребление. В настоящее время крупные компании, производящие одежду и обувь, уделяют значительное внимание вопросам экологической безопасности своих производств и выпускаемой продукции. Экологические вопросы особенно остро стоят в сегменте производства изделий для одноразового использования, таких как, например, одноразовые тапочки и одежда, которые представляют собой значительный источник загрязнения окружающей среды. Так, только в США элитные отели со средней наполняемостью 60 % выбрасывают более 10 млн пар тапочек в месяц [2]. При этом на рынке наблюдается устойчивый рост производства одноразовых изделий легкой промышленности из-за растущего спроса со стороны не только отелей, но и СПА-центров, больниц и авиакомпаний, где гигиена и комфорт клиентов имеют первостепенное значение. Согласно последним рыночным отчетам, рынок одноразовых тапочек оценивается примерно в 2,5 млрд долларов США в 2022 году и, по прогнозам, будет расти на 6,2 % до 2030 года, что обусловлено расширяющимся сектором туризма и гостеприимства. Выручка рынка одноразовых тапочек в 2024 году оценивалась в 6,5 млрд долларов США и, по оценкам экспертов, достигнет 10,2 млрд долларов США к 2033 году [3].

Благодаря формированию экологического мышления у населения в настоящее время потребительские предпочтения перемещаются в сторону многоразового и долговечного продукта, что характерно и для основных потребителей одноразовой продукции. Так, в некоторых отелях отказались от одноразовых тапочек. Например, в 2022 году Mandarin Oriental Hotel Group отказался от одноразовых тапочек в пользу моделей из картона, пробки и хлопка, которые можно чистить. Отель Dorian, Autograph Collection в Канаде прекратил поставку одноразовых тапочек в номера, заменив их на более прочные, и посетителям рекомендуется брать их домой для «многоразового использования». Отели сети Six Senses предлагают тапочки из джута, бамбука и переработанного пластика. Например, компания Six Senses Crans-Montana в Швейцарии продаёт войлочные тапочки Kaaita из переработанных пластиковых бутылок, которые можно стирать и повторно использовать или перерабатывать по окончании срока службы [2].

Однако, по целому ряду причин, на данный момент полный переход на использование

натуральных и более экологичных материалов для производства одноразовых товаров не целесообразен. Поэтому особенно остро встает вопрос их утилизации или вторичной переработки. Традиционные методы утилизации, такие как захоронение и сжигание, приводят к выбросам токсичных веществ и увеличению объемов свалок. Поэтому разработка технологий вторичной переработки использованных одноразовых изделий становится актуальной задачей.

Вторичная переработка отходов (рециклинг, с англ. recycling – рециркуляция, повторение цикла) – это процесс, направленный на переработку использованных материалов с целью их повторного использования. Для рециклинга подходят отходы, созданные человеком и не подверженные быстрому естественному разложению: биологические (древесина, бумага, текстиль), строительные (бой бетона и кирпича, грунт, деревянные отходы), технологические (металл, стекло, полиэтилен, шины и др.). В России переработка отходов производства и потребления регулируется Федеральным законом от 24.06.1998 №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления». Закон определяет правовые основы обращения с отходами, включая вовлечение их в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья.

За рубежом накоплен значительный опыт по организации эффективной системы обращения с отходами, включая переработку одноразовых товаров. Примером служит Германия, где действует комплексная система раздельного сбора и переработки отходов, включающая специализированные предприятия по переработке пластика и бумаги. Во Франции внедряются проекты по созданию замкнутых циклов производства обуви, предусматривающие повторное использование материалов после окончания срока службы изделия. Эти меры способствуют снижению объема образующихся отходов и уменьшению негативного воздействия на окружающую среду [4].

В декабре 2024 года Совет ЕС утвердил новые правила, которые позволяют производить меньше упаковочных отходов и повышают повторное использование. В правилах прописаны требования к минимальному содержанию материалов вторичного использования (до 65 % для одноразовых пластиковых бутылок к 2040 году) [5]. Распоряжение Правительства РФ №2330-р от 28 августа 2024 года «О перечне видов продукции (товаров), производство которой осуществляется с обязательным использованием определенной доли вторичного сырья в ее составе» [6], вступившее в силу с 1 января 2025 года, определяет перечень продукции и услуг, для которых обязательно использование вторичного сырья. Так, допустимое содержание вторичного сырья в изделиях из полиэтилена составляет 5 %, в изделиях из полиэтилентерефталата – 8 %, исключая применение вторичного сырья для потребительской упаковки пищевой продукции.

Одноразовые тапочки часто изготавливаются из легких, экономичных, как правило, нетканых материалов, этиленвинилацетата (ЭВА, EVA) или мягких пластмасс, которые делают их удобными и гигиеничными для временного использования. При этом нетканые материалы являются одним из самых популярных вариантов для изготовления одноразовых тапочек, которые используется как для верха, так и подошвы обуви. Они производятся

из волокнообразующих полимеров с широким молекулярно-массовым распределением (полипропилена, полиэтилентерефталата, полиамида) и отличаются легкостью, хорошей воздухопроницаемостью, что при использовании для одноразовых тапочек предотвращает перегрев и потоотделение стоп, химической и биологической безопасностью, что при использовании для тапочек исключают риск возникновения аллергических реакций и передачи инфекций, износостойкостью и доступной ценой.

Поливинилхлорид (ПВХ, PVC) широко используется в различных отраслях, включая производство тапочек для гостиниц главным образом в качестве материала для подошвы. Материал не пропускает воду, прочный и устойчивый к механическим повреждениям. Однако основным материалом подошвы одноразовых тапочек в настоящее время остается вспененный ЭВА, который отличает мягкость и эластичность, хорошие амортизационные свойства, что снижает нагрузку на стопы, легкость в сравнении с ПВХ, что обеспечивает дополнительное удобство в процессе носки.

При раскрое нетканых материалов из полипропилена на детали верха тапочек образуются отходы, которые сложно утилизировать, но возможно вторично перерабатывать, например, для производства упаковки (контейнеров, упаковочной плёнки и т. п.), строительных материалов, (например, в качестве компонентов для изоляции), в производстве геотекстиля, автомобильных деталей. Так же из переработанного полипропилена создают различные предметы мебели и интерьерные аксессуары.

Большая часть отходов ЭВА перерабатывается в мульчу, которая подходит для спортивных покрытий, строительных работ и напольных покрытий. В патенте US20140066530A1 [7] для вторичной переработки пены ЭВА смешивают свежую смолу ЭВА, отходы пены ЭВА, вспенивающий агент, органический пероксид и совместитель. Затем смесь нагревают до температуры, при которой пероксид разлагается и происходит сшивание. После этого из вспененной и сшитой смеси формируют изделие, в которое входят отходы пены ЭВА.

В России процесс переработки отходов из ПВХ регулируется ГОСТ Р 57044-2016, который устанавливает характеристики вторичных ПВХ, полученных из отходов. Стандарт устанавливает номенклатуру характеристик и методы испытаний для определения стабильности этих характеристик.

Сами одноразовые тапочки могут быть переработаны во вторсырьё, что позволит снизить объём мусора, который попадает на свалки, и рационально использовать природные ресурсы. Например, курорт Alila Villas Uluwatu на Бали создал лабораторию устойчивого развития, где измельчённые части тапочек становятся наполнителем для кресел-мешков [3].

Несмотря на достигнутые успехи в вопросах популяризации идей экологической безопасности и разумного потребления, в разработке технологий вторичной переработки полимерных материалов, остаются пока нерешенными проблемы масштабируемости и рентабельности способов вторичной переработки одноразовых тапочек. Перерабатывающим предприятиям необходимо отделить элементы конструкции тапочек из разных материалов друг от друга для дальнейшей переработки данных материалов. Различная природа материалов ограничивает их вторичную переработку на одном предприятии.

Так, вторичная переработка ЭВА требует использования специальных технологий и оборудования, обусловленные используемым методом (технологией) вторичной переработки отходов ЭВА. Так, для переработки экструзией отходы ЭВА используют экструдеры с системой подачи на основе гранулятора, на основе измельчителя или с системой промывки/поплавки для очищения отходов от загрязнений перед их обработкой. Для переработки отходов полипропилена используют моющую дробилку, где сырьё измельчают до нужной фракции и промывают, отжимной пресс, с помощью которого удаляют влагу, каскадную сушилку для досушки.

Так же в зависимости от степени загрязнения отходов, используемых для вторичной переработки, переработка полимерных материалов может включать в себя механическую переработку (сортировку, измельчение, очистку отходов и т. п.), используемую для относительно чистых отходов и химическую (гидрогенизацию, пиролиз и солюцию), позволяющую перерабатывать более сложные и загрязнённые отходы и получать исходные полимерные компоненты [8].

В общем виде процесс переработки одноразовых тапочек может включать несколько технологических процессов: сбор и сортировка использованных тапочек; очистка от посторонних элементов и грязи; механическая переработка и при необходимости химическая переработка; изготовление изделий из переработанного сырья. Для внедрения полного цикла вторичной переработки одноразовых тапочек на ряду с организацией комплекса, включающего участки по всем необходимым производственным процессам вторичной переработки, важным остается повышение уровня осведомленности населения о преимуществах раздельного сбора мусора и осознанного потребления.

Список использованных источников

1. Баранова, А. Ф. Экологические проблемы текстильной промышленности и пути их решения/ А. Ф. Баранова, С. Н. Мамедов, И. В. Погодина // Технология текстильной промышленности. Экология и производственная безопасность. Промтеплоэнергетика. – 2019. – № 4 (382). – С. 170–174.

2. Ежемесячно отели США выбрасывают более 10 миллионов пар одноразовых тапочек - 08.05.24 17:15 | Пикабу. – URL: https://pikabu.ru/story/ezhemesyachno_oteli_ssha_vyibrasyivayut_bolee_10_millionov_par_odnorazovyikh_tapochek_11395828 (дата обращения: 10.09.2025) – Текст : электронный.

3. Рынок одноразовых тапочек, размер, расширение, исследование рынка и прогноз – 02.2025 | Verified Market Reports. – URL: https://www.verifiedmarketreports.com/ru/product/disposable-slippers-market/ (дата обращения: 12.09.2025) – Текст : электронный.

4. Разделяй и перерабатывай: как управляют мусором в Германии – 20.05.2019 | Информационный портал «Germania-online». – URL: https://germania-online.diplo.de/ru-dz-ru/wirtschaft/2219504-2219504 (дата обращения: 10.09.2025) – Текст : электронный.

5. В Европе ограничили одноразовую пластиковую упаковку и поощрили повторное использование. – URL: https://rsbor.ru/enczіklopediya-resursosberezheniya/2025-eu-

sustainable-packaging-pr/ (дата обращения: 15.09.2025) – Текст : электронный.

6. О перечне видов продукции (товаров), производство которой осуществляется с обязательным использованием определенной доли вторичного сырья в ее составе от 28 августа 2024 - docs.cntd.ru. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1307109426 (дата обращения: 18.09.2025) – Текст : электронный.

7. Способ переработки Eva : патент US20140066530A1 / Сяо Шэнь, Суй-Цзе Дж. Ю. – Опубл. 06.03.2014.

8. Матвеев, К. С. Структура и методы рециклинга отходов обувных предприятий/ К. С. Матвеев, Е. А. Ковальчук, А. К. Новиков // «Энергоэффективность и ресурсосбережение»: материалы Белорусско-германский семинара, Минск, 2013 / Белорусский национальный технический университет. – Минск, 2013. – С. 27–29.

УДК 675.6

Анализ параметров обезжиривания меха с применением препарата «Карделин УН» на основе моделей машинного обучения

Лутфуллина Г. Г., д.т.н.,
Люлинская Я. Л., асп.

Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Российская Федерация

Реферат. Целью данного исследования являлся комплексный анализ и установление количественных взаимосвязей между ключевыми параметрами технологического процесса эмульсионного обезжиривания волосяного покрова шубной овчины и эффективностью применения моющего препарата «Карделин УН». Использование этого препарата является технологически обоснованным, поскольку его многокомпонентный состав включает поверхностно-активные вещества (ПАВ) различной природы: анионные, неионогенные и катионные, а также органический растворитель. Синергетический эффект от такого сочетания компонентов обеспечивает высокое качество проведения подготовительных процессов обработки мехового сырья. Экспериментально доказано, что «Карделин УН» обладает комплексом ценных функциональных свойств: выраженным смачивающим, эффективным обезжиривающим, стабилизирующим пенообразование и бактерицидным действием. Выбраны ключевые признаки: концентрация «Карделин УН», температура рабочих растворов и продолжительность процесса обезжиривания, а также целевая переменная – содержание несвязанных

жировых веществ в волосяном покрове меха. Были обучены шесть моделей регрессии, включая классические и ансамблевые методы. Оценка качества предсказаний проведена по метрикам средней квадратичной ошибки (MSE) и коэффициенту детерминации (R^2). Результаты показали существенное превосходство ансамблевых методов, особенно градиентного бустинга, который обеспечил минимальную ошибку и высокую точность. Исследование также выявило, что использование только одного признака (в данном случае концентрации «Карделин УН») снижает качество модели, подчеркивая важность комплексного учета всех параметров технологического процесса для точного прогнозирования. Визуализация подтверждает, что модель, основанная на всех признаках, лучше отражает вариации данных.

Ключевые слова: кожевенное производство, меховое производство, моющий препарат «Карделин УН», модели машинного обучения, среднеквадратичная ошибка, коэффициент детерминации.

Введение

Анализ современного состояния кожевенной и меховой промышленности Российской Федерации позволяет выявить ряд устойчивых диспропорций. С одной стороны, на внутреннем рынке наблюдается стабильный платежеспособный спрос на продукцию отечественного производства. С другой стороны, производственный сектор отрасли демонстрирует низкую рентабельность, что связано с зависимостью от импорта сырья, химических материалов и оборудования, высокой долей затрат на энергоносители и логистику, а также моральным и физическим износом основных фондов. Все вышеперечисленное обусловливает необходимость постоянного совершенствования технологий производства с целью повышения качества изделий и снижения себестоимости [1, 2]. Технология обработки шкур животных представляет собой сложный многокомпонентный процесс, включающий химические, физико-химические и механические этапы, направленные на получение полуфабрикатов с заданными физико-механическими и потребительскими свойствами [3]. Важнейшее значение в этих процессах имеют поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые обеспечивают эффективное удаление загрязнений, улучшение смачивания, эмульгирование и защиту материалов [4, 5].

В подготовительных процессах обработки кожи и меха ПАВ играют ключевую роль, направленную на расщепление белково-углеводных комплексов и извлечение из сырья растворимых белков и особенно жиров. Эффективное удаление жиров с поверхности ко-

жевенного и мехового сырья является необходимым этапом, напрямую влияющим на качество готового полуфабриката и соответствие продукции требованиям нормативных документов (ГОСТов) [6]. ПАВ выступают основным инструментом для обеспечения контролируемого и эффективного обезжиривания, так как способны снижать поверхностное натяжение и улучшать смачивание, способствуя удалению жировых загрязнений до заданного уровня, установленного ГОСТами на кожевенное и меховое сырье [7–9]. Соблюдение этих требований обеспечивает не только повышение физико-механических характеристик кожи и меха, но и оптимизирует технологический процесс, снижая расход химических материалов и экономя ресурсы производства.

В ранее проведенных исследованиях [10–14] разработан универсальный моющий препарат «Карделин УН», предназначенный для применения на подготовительных стадиях производства кожи из шкур овчин, кожи для верха обуви из шкур крупного рогатого скота, меховой и шубной овчины, а также шкурок лисы в условиях полупроизводства и промышленного производства. Показано, что «Карделин УН» эффективно смачивает кожевенное сырье и обеспечивает необходимый уровень влагосодержания за счет синергичного действия поверхностно-активных веществ различных типов и растворителя.

В работе [15] представлена таблица, в которой показаны экспериментальные данные по продолжительности обработки в минутах, содержанию жира в волосяном покрове (ВП) в % и концентрации моющего препарата «Карделин УН» в г/см^3. Для анализа экспериментальных данных целесообразно использовать модели машинного обучения, которые позволят выявить сложные нелинейные связи между параметрами процесса (продолжительность обработки, концентрация «Карделина УН») и качеством обработки (содержание жира в ВП), что недостижимо простыми экспериментальными методами. Таким образом, целью данной работы стало построение моделей машинного обучения для исследования взаимосвязи параметров технологического процесса и качества обработки ВП на основе экспериментальных данных.

Результаты и их обсуждение

Для достижения поставленной цели на первом этапе были импортированы следующие библиотеки:

- pandas (для удобной обработки и анализа табличных данных);
- seaborn и matplotlib.pyplot (для визуализации данных и построения графиков);
- train_test_split (для разделения данных на обучающую и тестовую выборки);
- StandardScaler (для стандартизации и масштабирования признаков);
- mean_squared_error и r2_score (для оценки качества построенных моделей с помощью метрик средней квадратичной ошибки и коэффициента детерминации).

Загрузили исходные данные в среду Python, выполнили предобработку данных, устранив все пропуски и некорректные записи.

Далее выделили независимые переменные для моделей машинного обучения. В данном случае в качестве признаков выбрали три важнейших параметра, имеющих существенное влияние на результат: концентрация препарата «Карделин УН», температура про-

цесса (в °С) и продолжительность выдержки (в минутах). В качестве целевой переменной (прогнозируемой) выбрали содержание жира в ВП, выраженное в процентах.

Исходные данные разделили на две выборки: тренировочную и тестовую. При этом тестовая выборка составила 20 % от всего объема данных, что позволило использовать оставшиеся 80 % для обучения моделей.

После подготовки выборок для обучения и тестирования обучили шесть различных моделей машинного обучения:

1) линейная регрессия – классический метод для описания линейной зависимости;

2) лассо-регрессия – разновидность линейной регрессии с L1-регуляризацией, которая уменьшает коэффициенты некоторых признаков до нуля, обеспечивая отбор наиболее значимых факторов;

3) случайный лес – ансамблевый метод, использующий множество деревьев;

4) градиентный бустинг – ансамблевый метод, который последовательно строит ансамбль слабых моделей (деревьев решений), где каждая следующая модель корректирует ошибки предыдущих;

5) регрессия опорных векторов (SVR) – метод, последовательно обучающий слабые модели для минимизации ошибки;

6) метод k-ближайших соседей (KNN) – базовый ненаправленный метод, который делает прогноз на основе значений ближайших соседей в пространстве признаков.

Каждая из моделей была обучена на тренировочных данных с последующей оценкой качества на тестовых примерах с использованием стандартных регрессионных метрик: среднеквадратичной ошибкой и коэффициентом детерминации. Среднеквадратичная ошибка (MSE) – это метрика, которая показывает средний размер ошибок между прогнозируемыми и фактическими значениями модели, при этом большие ошибки учитываются сильнее за счет возведения в квадрат (1). Чем меньше MSE, тем точнее модель.

$$\mathrm{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - X_i)^2 \tag{1}$$

где n – число наблюдений, x_i – фактическое значение, X_i – прогнозируемое значение.

Коэффициент детерминации (R^2) – показатель, характеризующий качество эмпирической регрессионной функции (её соответствия наблюдаемым данным). Значение R^2 близкое к 1 означает хорошее качество прогноза, а близкое к 0 – плохое соответствие модели данным.

$$\mathrm{R}^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - X_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{X}_i)^2} \tag{2}$$

где $\overline{X_i}$ – среднее значение по всем X_i.

Оценка эффективности различных моделей регрессии для задачи прогнозирования содержания жира в ВП при обработке препаратом «Карделин УН» представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение моделей машинного обучения с использованием метрик (среднеквадратичной ошибки и коэффициента детерминации)

Модель	MSE	R^2
Линейная регрессия	1,843	0,079
Лассо-регрессия	2,095	-0,047
Случайный лес	0,197	0,902
Градиентный бустинг	0,110	0,945
Регрессия опорных векторов	0,274	0,863
К-ближайших соседей	0,633	0,684

Классические линейные модели, включая линейную регрессию и лассо-регрессию, показали достаточно высокие значения среднеквадратичной ошибки и низкие значения коэффициента детерминации, что свидетельствует о недостаточной адекватности линейного предположения для описания сложных зависимостей в данных. Это указывает на необходимость применения более сложных моделей.

Ансамблевые методы, такие как случайный лес и градиентный бустинг, продемонстрировали существенно лучшие показатели. Особенно выделяется градиентный бустинг, который показал наименьшую среднеквадратичную ошибку и максимальное значение R^2, что подтверждает его высокую эффективность в построении точных моделей за счет комбинации множества слабых моделей и корректировки ошибок предыдущих этапов. Также достойные результаты показала регрессия опорных векторов, обладающая способностью моделировать нелинейные зависимости и устойчивая к выбросам, однако уступающая ансамблевым методам по точности. Метод k-ближайших соседей проявил наименее качественные результаты, что, возможно, связано с высокой чувствительностью к выбору расстояния и параметра k.

Таким образом, анализ подтверждает, что для решения поставленной задачи регрессии оптимальным выбором являются ансамблевые методы, обеспечивающие баланс между точностью предсказаний и устойчивостью модели.

На следующем этапе исследования построили зависимость содержания жира ВП от концентрации «Карделин УН» с использованием модели градиентного бустинга. Для этого сначала был проведен эксперимент, в ходе которого использовался только один признак – концентрация «Карделин УН», без учета дополнительных параметров, таких как температура и продолжительности обработки. Результаты показали значительное снижение качества модели: среднеквадратичная ошибка увеличилась до 2,062, а коэффициент детерминации принял отрицательное значение -0,031.

Такое ухудшение метрик свидетельствует о том, что одной концентрации недостаточно для точного описания зависимости содержания жира, и для достоверного прогнозирования необходимо учитывать все параметры технологического процесса (рис. 1).

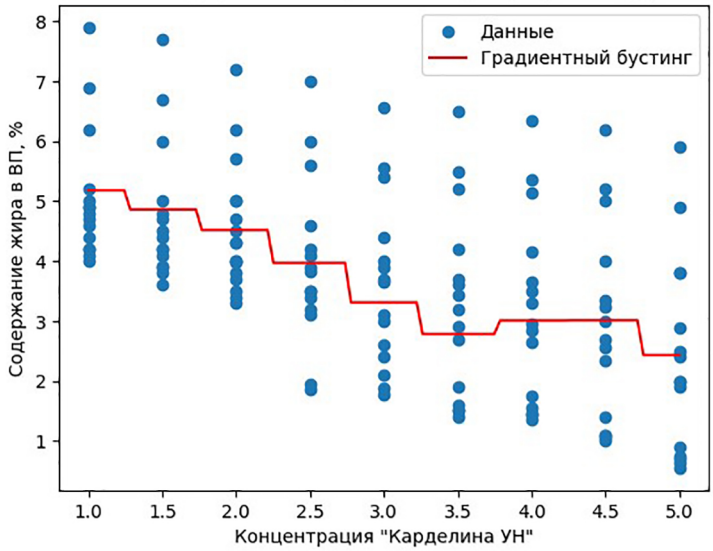


Рисунок 1 – Зависимость содержания жира от концентрации препарата «Карделин УН»

Красная линия на рисунке служит для сравнения фактических данных (точек) с предсказаниями модели, позволяя визуально оценить качество аппроксимации и выявить области хорошего или плохого согласования. Графическая визуализация взаимосвязи содержания жира с концентрацией «Карделин УН» и предсказаний модели (рис. 1) также подтвердила, что при использовании только одного признака модель не может адекватно отражать вариации в данных.

Вывод

Таким образом, в ходе исследования построили и сравнили модели машинного обучения для прогнозирования содержания жира в волосяном покрове на основе параметров технологического процесса. Проведенный анализ показал, что классические линейные модели недостаточно эффективно отражают сложные зависимости в данных, тогда как ансамблевые методы, особенно градиентный бустинг, обеспечивают значительно более высокую точность и устойчивость предсказаний. Помимо комплексного учета всех ключевых параметров процесса, таких как концентрация, температура и продолжительность обработки, важным оказалось использование многомерного подхода к выбору признаков, поскольку ограничение только одним параметром существенно снижало качество модели.

Список используемых источников

1. Раднаева, В. Д. Теоретические и практические основы интенсификации технологических процессов кожевенного производства: диссертация доктора технических наук : специальность 05.19.05 – «Технология кожи, меха, обувных и кожевенно-галантерейных изделий» / Раднаева Вера Дашиевна. – Казань, 2017. – 442 л.

2. Тумурова, Т. Б. Разработка технологии рециклизации некондиционного кожевенного сырья для получения биополимера : автореферат диссертации кандидата технических наук : специальность 05.19.05 – «Технология кожи, меха, обувных и кожевенно-галантерейных изделий»/ Туяна Булатовна Тумурова. – Улан-Удэ, 2022. – 18 с.

3. Способ обработки шкур крупного рогатого скота с использованием современных технологий: пат. № RU2795059C1 / М. С. Алиев, А. В. Назаров, Д. А. Богачёв; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью Научно-исследовательский

институт «Профессиональные биотехнологии». – Заявл. 25.05.2022. – Опубл. 28.04.2023.

4. Неудачина, Л. К. Применение поверхностно-активных веществ в анализе / Л. К. Неудачина, Ю. С. Петрова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 76 с.

5. Волков, В. А. Поверхностно-активные вещества. Синтез и свойства. Часть 1. Синтез и свойства поверхностно-активных веществ : электронная книга / В. А. Волков. – 2017. – 76 с.

6. Бегалиев, Х. Х., Улугмуратов, Ж. Ф. Применение композиций поверхностно – активных веществ для обезжиривания шкур страуса // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2020. 10(79). – URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10840 (дата обращения: 17.09.2025).

7. ГОСТ 3123-78 Производство кожевенное. Термины и определения : государственный стандарт союза ССР : издание официальное : утверждён и введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 10.05.1978 г. № 1256 : дата введения 01.07.1979. – М. : Стандартинформ, 1978. – 15 с.

8. ГОСТ 28425-90 Сырье кожевенное. Технические условия : межгосударственный стандарт : издание официальное : утверждён и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартом от 11.01.1990 г. № 30 : дата введения 01.01.1991. – М. : Стандартинформ, 1990. – 20 с.

9. ГОСТ 7.22-2003 Промышленные каталоги. Общие требования : межгосударственный стандарт : издание официальное : утверждён и введен в действие Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии от 29.05.2003 г. № 167. – Взамен ГОСТ 7.22-80 ; введ. РБ 01.07.04. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2004. – 3 с. – (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).

10. Применение «Карделин УН» в производстве лисы красной / Лутфуллина Г. Г., Наумова Ю. Г. // Вестник казанского технологического университета. – 2010. – № 11. – С. 575–576.

11. Анализ влияния разработанных составов ПАВ на обезжиривание меховой овчины / Хайдарова Л. М., Лутфуллина Г. Г., Абдуллин И. Ш. // Вестник казанского технологического университета. – 2010. – № 11. – С. 605–606.

12. Подготовительные процессы обработки австралийской овчины с применением моющих композиций разработанных ПАВ / Абдуллин И. Ш., Хайдарова Л. М., Лутфуллина Г. Г. // Вестник казанского технологического университета. – 2010. – № 11. – С. 607–608.

13. Оценка свойств кожевенного сырья, обработанного поверхностно-активными веществами на стадиях подготовительных процессов / Хайдарова Л. М., Лутфуллина Г. Г., Абдуллин И. Ш., Журавлев Б. Л. // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2011. – № 3. – С. 8–10.

14. Способ обработки кожевенного сырья: пат. № 2459873 / Г. Г. Лутфуллина, И. Ш. Абдуллин, Л. М. Хайдарова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «КНИТУ». – Заявл. 18.11.2010. – Опубл. 27.08.2012.

15. Лутфуллина, Г. Г. Энергоресурсосберегающие технологии получения кожевенного и

мехового полуфабриката с применением разработанных аминосодержащих ПАВ и плазменной обработки: диссертация доктора технических наук : специальность 05.19.05 – «Технология кожи, меха, обувных и кожевенно-галантерейных изделий»/ Лутфуллина Гульназ Гусмановна. – Казань, 2012. – 439 л.

УДК 677.08

Анализ морфологии и фракционного состава отходов льнопрядильного производства для армирующего слоя в биокомпозитах

Иванова В. В., асп.,
Скобова Н. В., к.т.н., доц.,
Ясинская Н. Н., д.т.н., доц.

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. В работе представлен анализ морфологии и фракционного состава трех видов отходов льнопрядильного производства (вытряски № 6, № 7 а и № 7 б) с целью оценки потенциала их применения в качестве армирующего наполнителя в биокомпозиционных материалах. Установлены количественные доли тонкого и технического волокна, сора (костры и пыли) в каждом виде отходов. Показано, что вытряска № 6, обладающая максимальным содержанием волокнистой фракции и минимальным содержанием сора, является наиболее предпочтительным сырьем для создания гибких биокомпозитов. Вытряски № 7 а и 7 б, характеризующиеся высоким содержанием примесей, требуют дополнительной очистки.

Ключевые слова: вытряска, биокомпозиты, армирующий слой, отходы льнопроизводства, фракционный состав, морфология, льноволокно.

Растущий интерес к созданию экологически безопасных и биоразлагаемых материалов стимулирует поиск новых видов возобновляемого сырья, в том числе и из производственных отходов. Одним из перспективных направлений является использование растительных волокон для армирования полимерных матриц. Льняные волокна обладают высоким удельным модулем упругости и прочности, что делает их эффективным армирующим наполнителем [1].

Экономически наиболее выгодным решением в области производства биокомпозитов является использование в качестве армирующего слоя отходов льнопроизводства. В частности, в производственных условиях РУПТП «Оршанский льнокомбинат» образуется зна-

чительное количество отходов (вытряски), состоящей из смеси волокон, костры и пыли, что представляет собой широкую область поиска предпочтительного варианта для использования в производстве биокомпозитов.

Целью данной работы является оценка возможности использования некоторых видов отходов линии котонизации в качестве армирующего компонента в структуре биокомпозита.

Объектами исследования выбраны три номера вытряски, образующихся на линии котонизации РУПТП «Оршанский льнокомбинат», характеристика которых дана в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика отходов

Наименование отхода	Номер отхода	Характеристика отхода
Вытряска	6	Обработанная, смешанная, полученная при чесании трепаного льна, льняных очесов, получаемых на машинах льночесального и прядильно-приготовительного цехов
	7 а	Обработанная на комплекте оборудования для отделения льноволокна от костры и пыли; при переработке (очистке) короткого льноволокна
	7 б	Полученная с линии по очистке и котонизации короткого льноволокна, модель KGP

Для каждого номера отхода проводили ручную рассортировку на фракции: короткое элементарное волокно, техническое волокно и сор (костра, пылевые частицы). Отбор проб осуществляли из различных мест запрессованной кипы, смешивали. Масса отобранной из разных мест навески составляла 1 г. Разделенные фракции взвешивали с точностью до 0,0001 г и рассчитывали их массовую долю в процентах от общего объема. Морфологию отходов исследовали с помощью оптической микроскопии.

Внешний вид рассортированных отходов представлен на рисунке 1.

Результаты оценки фракционного состава проб представлены в таблице 2.

Анализ данных показывает различия в составе исследуемых отходов: вытряска № 6 обладает наиболее высоким содержанием короткого волокна – 77,8 %. Процент технического волокна составляет 9,7 %, содержание сора минимально и равно 12,5 %. Преобладающим компонентом в составе вытряски является волокнистая масса, с низким содержанием сорных примесей.

Вытряска № 7 а характеризуются равнозначным процентным соотношением компонентов: 48,3 % волокна и 46,8 % сора. Высокое содержание костры и пыли может негативно сказаться на адгезии к полимерной матрице и механических свойствах композита.

Вытряска № 7 б характеризуется максимальным содержанием сорных примесей (64,2 %) и наименьшим содержанием волокнистой фракции (35,8 %). Техническое волокно встречалось в незначительном количестве (единично).



а б в

Рисунок 1 – Изображения исследуемых отходов:
а – вытряска № 6; б – вытряска № 7 а; в – вытряска № 7 б

Таблица 2 – Анализ фракционного состава отходов льнопроизводства

№ пробы	Масса короткого волокна (г)	Масса технического волокна (г)	Сор (г)
Вытряска № 6			
Среднее	0,64415	0,1636	0,105516667
Массовая доля	*0,778*	*0,0997*	*0,125*
Вытряска № 7 а			
Среднее	0,427083333	0,0462	0,41635
Массовая доля	*0,483*	*0,049*	*0,468*
Вытряска № 7 б			
Среднее	0,27335	-	0,498733333
Массовая доля	*0,358*		*0,642*

Одним из ключевых факторов, определяющих свойства биокомпозитов является длина используемых волокон. Она напрямую влияет на механические свойства композита, в частности, на прочность, жесткость, адгезию с матрицей и равномерность распределения наполнителя [2]. Проведен статистический и частотный анализ распределения отсортированных волокон по длине (рис. 2, 3).

Для сравнительного анализа проб построена Box-диаграмма статистического распределения волокон по длине, которая свидетельствует о большом разбросе значений в пределах одного номера (№ 6), в составе проб № 7 а и № 7 б отмечается содержание более коротких волокон: от 4 до 8 мм. Анализ гистограмм показал асимметричность данных – левосторонняя локализация среднеарифметического от центра.

В вытряске № 6 отмечается наличие группы частот диаметра волокон в диапазоне от 41,2 до 164,8 мкм. Наиболее многочисленной является группа в интервале диаметров

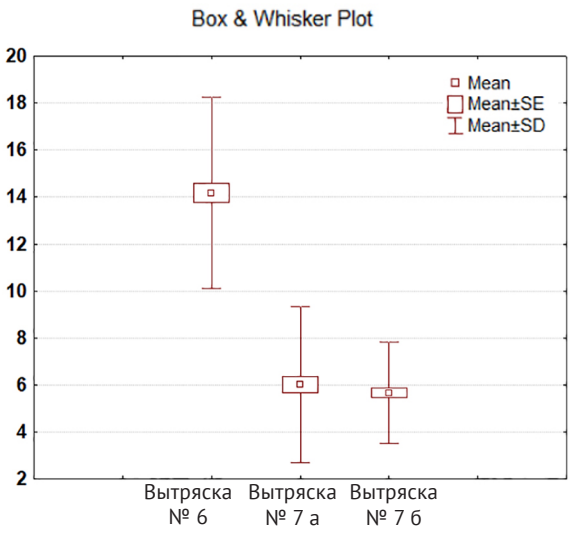


Рисунок 2 – Box-диаграмма распределения волокон по длине

82,4–123,6 мкм. Отмечается небольшой процент волокон с большим диаметром 123,6–164,8 мкм и единичные волокна с диаметром до 329 мкм. Общий разброс значений диаметра волокон составляет от 14 до 331 мкм.

Вытряска № 7а отличается наличием одной наиболее многочисленной группы волокон с диаметром в диапазоне 9–56,6 мкм. Волокна с диаметром 340–450 мкм встречаются единично. Общий диапазон диаметра волокон составляет 9–113,2 мкм.

Распределение диаметров для вытряски № 7 б характеризуется наличием

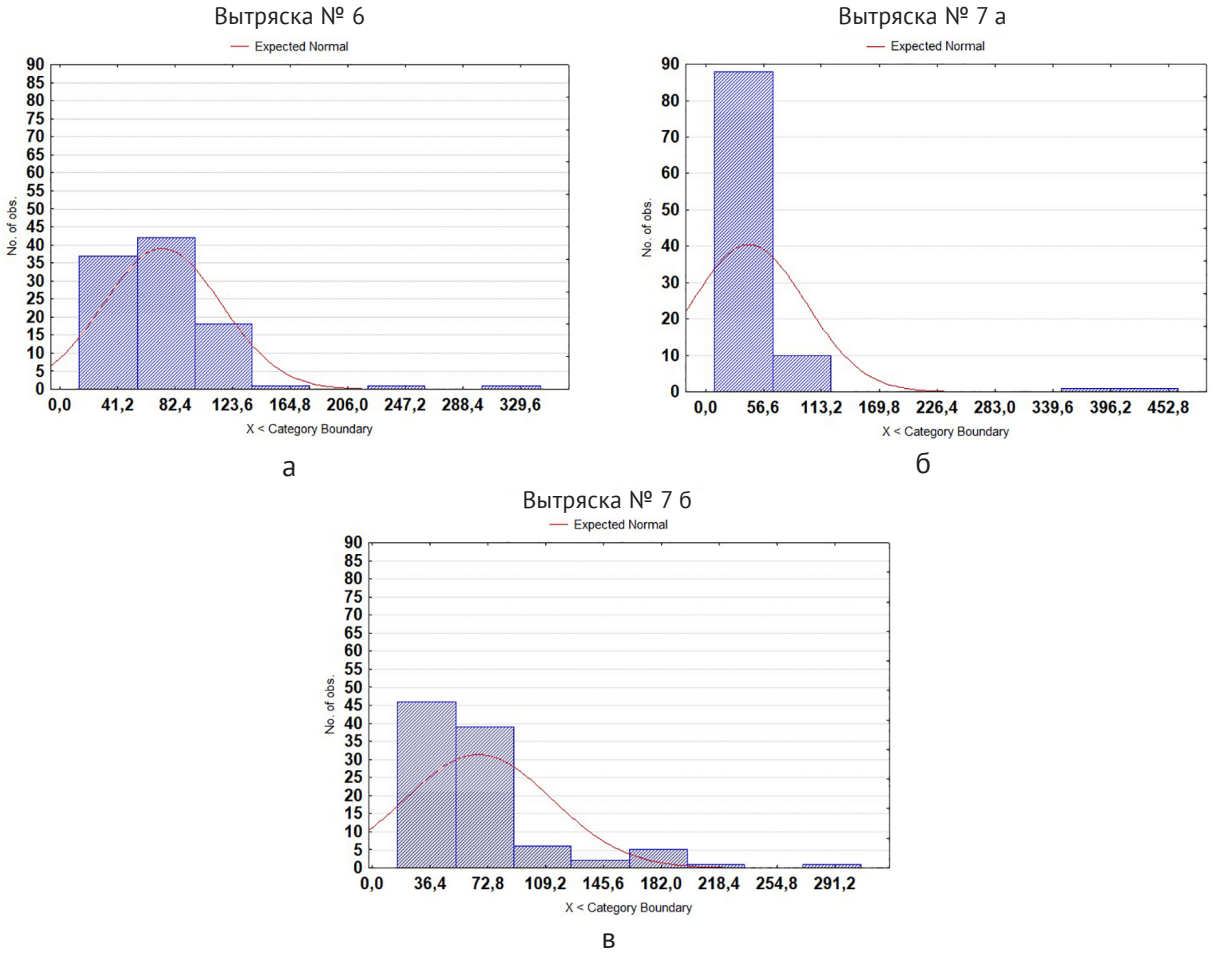


Рисунок 3 – Частотный анализ распределения волокон по диаметру: а – вытряска № 6; б – вытряска № 7 а; в – вытряска № 7 б

двух основных групп волокон – это волокна диаметром 36,4–72,8 мкм и 72,8–109,2 мкм. Количество волокон с диаметром 109,2–145,6 мкм значительно меньше, еще более крупные волокна встречаются крайне редко. Общий диапазон варьируется от 16 до 296 мкм.

Таким образом, общий анализ морфологического состава трех номеров вытряски показал, что в отходы № 7 а – это в основном короткие волокна малого диаметра с небольшим процентом костры, отходы № 6 более длинные, в основном 14–18 мм, но много комплексных волокон, на что указывает многопиковый левосторонний частотный полигон. Отходы № 7 б имеют самый высокий процент закостренности, это в основном короткие волокна с большим процентом комплексных волокон.

Для использования в биокомпозитах в качестве армирующего слоя ключевое значение имеет высокое содержание и качество волокна. Наличие сора может ухудшать межфазное взаимодействие «наполнитель – матрица», приводя к снижению прочностных характеристик материала [3]. На основании представленных данных будет осуществлен выбор оптимального номера отходов для последующего производства волокнистого композита целевого назначения.

Список использованных источников

1. Arzumanova Nushaba B., Kakhramanov Najaf T. POLYMER BIOCOMPOSITES BASED ON AGRO WASTE: PART I. SOURCE, CLASSIFICATION, CHEMICAL COMPOSITION AND TREATMENT METHODS OF LIGNOCELLULOSIC NATURAL FIBERS. – Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология, т. 64, № 4, 2021. – С. 4–14.

2. Полимерные композиционные материалы: учебное пособие. Часть 2 / сост. Л. И. Бондалетова, В. Г. Бондалетов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2020. – 130 с.

3. Антонова, Н. М., Симонов, А. И., Линьков, И. С. Влияние щелочной обработки целлюлозы на ее структуру и морфологию. – Инженерный вестник Дона, № 4 (112), 2024. – 51 с.

УДК 677.016.1

Антимикробные свойства серебросодержащих текстильных материалов

Пехташева Е. Л., д.т.н., проф.,
Райкова Е. Ю., к.т.н., доц.,
Леонова И. Б., к.т.н., доц.
Маричева Е. Р.

Реферат. Современный текстильный рынок активно развивается, предлагая потребителям материалы с улучшенными функциональными свойствами. Одним из перспективных направлений является создание тканей с добавлением серебра, обладающих антимикробными, антистатическими и другими полезными характеристи-

Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, г. Москва, Российская Федерация

ками. Актуальность данной темы обусловлена растущим спросом на гигиеничный, безопасный и долговечный текстиль, особенно в медицинской, спортивной и повседневной одежде, а также в специализированных изделиях.

Ключевые слова: антибактериальные свойства, серебросодержащие текстильные материалы.

Серебро является многофункциональным металлом, обладающим большим количеством положительных свойств. К таким полезным особенностям относится: антибактериальные свойства, гипоаллергенность, электропроводность, терморегуляция, поддержка иммунитета, восстановление нервной системы и поддержка сердечно-сосудистой системы. Благодаря данным качествам, серебро применяется людьми много тысячелетий и используется в медицине, производстве одежды, солнечной энергетике, машиностроении, позволяя совершенствовать и развивать данные сферы.

Серебряные ткани, используемые в медицинских целях, внесли огромный вклад в лечение ожогов, ран, ссадин и других видов повреждений кожи [1]. Их полезный эффект заключается в предотвращении и блокировки распространения бактерий, вирусов и развития инфекций.

Цель работы – исследование свойств текстильных материалов с добавлением серебра. Объект исследования – текстильные материалы, содержащие серебро в различных формах (нановолокна, покрытия, нити).

Существует несколько способов нанонапыления серебра, но большинство из них трудоемкие и ресурсо-затратные, что и является проблемой для расширения производства данных материалов.

При изготовлении текстильных материалов с антимикробными свойствами используют следующие методы модификации текстильных материалов наночастицами серебра [2, 3]:

1. На стадии синтеза и формования волокнообразующего полимера. Такие материалы более эффективны, а введение антибактериального агента непосредственно в волокно позволяет антибактериальным текстильным материалам, получаемым данным методом, выдерживать до 250 циклов стирки. К этой группе относятся, например, известные волокна Meryl Skinlife (производство итальянского концерна Nylstar) с серебряной полимерной добавкой.
2. На стадии аппретирования.
3. С применением обработки ультразвуком. Текстильный материал помещают в раствор нитрата серебра в смеси вода/этиленгликоль, после чего материал подвергается ультразвуковому воздействию.
4. С использованием высокочастотных разрядов. Обработка текстильных материалов потоком плазмы высокочастотного разряда пониженного давления [29].

Серебро является уникальной добавкой в текстильные материалы благодаря своим

антимикробным свойствам. Они подходят для производства нижнего и постельного белья. Благодаря своим антибактериальным и антигрибковым свойствам, текстильные материалы с серебром находят применение в медицинской сфере, например, для изготовления халатов, медицинских масок, при лечении серьезных повреждений кожи (ожоги и пр.). Они также используются в производстве антигрибковой обуви, что делает их незаменимыми в условиях, где важны гигиена и защита от вредных микроорганизмов.

Представляет интерес изучение эффективных антибактериальных свойств изделий из материалов с содержанием серебра.

Материалы, включенные в исследование

В исследование включены материалы, содержащие в своем составе серебро (табл. 1.)

Таблица 1 – Характеристика материалов, включенных в исследование

№	Образец, название	Изготовитель	Краткое описание	Назначение и заявленные свойства
1	2	3	4	5
1	Экранирующая шапка (трикотаж). Сырьевой состав: верх – акрил (полиакрилонитрил), подкладка – серебряная нить	Россия, «Hide Cap»	Материал, используемый в качестве подкладки во внутреннем слое экранирующей шапки. Состоит из серебряной нити, интегрированной в текстильную структуру, обеспечивающую экранирующие свойства	Данное изделие предназначено для защиты пользователя от ЭМИ различного диапазона
2	Антибактериальная салфетка-полотенце (ткань). Сырьевой состав: 100 % хлопок Zero-Twist – пряжа, изготовленная по технологии нулевого кручения нити, серебряная нить – интегрирована в структуру ткани на молекулярном уровне	Россия, «Soft Silver»	Преимущества материала: долговременный антибактериальный эффект – лабораторные испытания подтвердили сохранение свойств после 100 циклов стирки (эксплуатационный срок не менее 4 лет)	Полотенце-салфетка, предназначенное для гигиенического ухода за кожей лица
3	Биополярное трикотажное полотно (трикотаж). Сырьевой состав: полиэстер, наночастицы серебра	Россия, «Screentex»	Инновационный текстильный материал, у которого металлизация выполнена методом нанонапыления, что обеспечивает равномерное распределние частиц и повышает эффективность защиты	Функциональные характеристики: 1. Экранирование техногенных излучений (бытовая электроника, системы связи, транспорт). 2. Лечебно-профилактические свойства (подробный механизм действия требует дополнительного изучения)

Образец № 1 – подкладочный материал шапки. В качестве первого исследуемого образца было выбрано трикотажное полотно, выполняющее функцию подкладочного материала во внутреннем слое экранирующей шапки. Изделие относится к категории унисекс и предназначено для эксплуатации, сезон – осень и весна.

Образец № 2 – салфетка-полотенце, изготовленное из махрового полотна, сочетающего функциональность и комфорт [4]. Двусторонняя фактура хорошо подходит для ухода за кожей: вафельная сторона – обеспечивает мягкий массажный эффект, махровая сторона – обладает высокой гигроскопичностью.

Образец № 3 – трикотажное полотно [5]. Биополярное трикотажное полотно «Screentex» представляет собой инновационный текстильный материал, разработанный с применением нанотехнологий российскими специалистами в области ракетно-космической техники. Металлизация ткани выполнена методом нанонапыления серебра, что обеспечивает равномерное распределение частиц и повышает эффективность защиты.

Методы исследования

Самым простым лабораторным методом оценки антимикробных свойств биоцидов на твердых средах является измерение размеров зон задержки роста тест-культур вокруг образцов (диаметр 10 мм) биоцидного материала [6].

Для количественного учета антимикробного действия материалов, включенных в исследование, применяли методику, основанную на непосредственном воздействии этих полотен на живые клетки бактерий Bacillus subtilis, Bacillus mesentericus. Использованные штаммы бактерий известны своей способностью разлагать самые разнообразные субстраты органического и неорганического происхождения.

Испытуемый образец материала диаметром 10 мм помещали на поверхность агаровой пластинки в чашки Петри, засеянной бактериями. Чашки выдерживали в термостате в течение 24 часов при температуре 37 °С. Антимикробную активность определяли по величине стерильных зон, образующихся вокруг образцов [6].

Результаты исследования

Результаты исследования действия этих полотен, содержащих серебро, на бактерии, принятые в качестве тест-культур, представлены в таблице 2. Контролем служили ткани, не содержащие серебро.

Полученные данные свидетельствует о высокой чувствительности бактерий, используемых в качестве тест-культур к действию серебросодержащих текстильных материалов. Образец № 3 (трикотажное полотно с напылением серебра) имеет большую степень антибактериального действия, чем образец № 2 (антибактериальная салфетка). Возможно, действие серебра ослабляется за счет интеграции в структуру ткани на молекулярном уровне. Использование нанонапыления, напротив, приводит к увеличению действия, что обеспечивает равномерное распределение частиц серебра и повышает эффективность защиты. Действие серебра в виде нити, интегрированной в текстильную структуру, также оказалось достаточно сильным.

Таблица 2 – Антибактериальные свойства серебросодержащих текстильных материалов

Образец текстильного материала	Диаметр зон подавления роста бактерий, (мм)	
	Bacillus subtilis	Bacillus mesentericus
№ 1 (трикотажная подкладка экранирующей шапки из серебряных нитей)	22,3±0,8	24,9±0,6
Контроль № 1	0	0
№ 2 (антибактериальная салфетка)	17,3±0,8	18,8±0,7
Контроль № 2	0	0
№ 3 (трикотажное полотно с напылением серебра)	23,4±0,5	26,5±0,8
Контроль № 3	0	0

Серебросодержащие текстильные материалы обладают заметным антибактериальным эффектом. Эти материалы нашли свое применение в медицине, в косметических изделиях. А устойчивость таких материалов к многократным стиркам позволяет их использовать для изготовления спортивной одежды, форменной и медицинской одежды.

Список использованных источников

1. Баллюзек, Ф. В. Лечебное серебро и медицинские нанотехнологии / Ф. В. Баллюзек, А. С. Куркуев, В. Я. Сквирский. – СПб.: Диля, 2008. – 112 с.

2. Ерзунов, К. А. Антибактериальная отделка текстильных материалов с использованием наночастиц серебра // Новые технологии и материалы легкой промышленности. – Казань: КНИТУ, 2024. – С. 183–184.

3. Тимошина, Ю. А. Получение антибактериальных текстильных материалов методом нанесения наночастиц серебра в условиях плазмы высокочастотного разряда // Вестник Казанского технологического университета. – 2024. – С. 106–108.

4. Официальный сайт SOFT SILVER. – URL: https://softsilver.ru/ (дата обращения: 25.05.2025). – Текст : электронный.

5. Официальный сайт Screentex [Электронный ресурс]. – URL: https://screentex.ru/ (дата обращения: 25.05.2025). – Текст : электронный.

6. Pekhtasheva, E. L. Biodamage and Biodegradation of natural and synthetic materials / Edited by A. Neverov, E. Zaikov. – M.:Nauka, 2021. –238 p.

УДК: 677.047.625/074.544

Получение и свойства водонепроницаемых композиционных слоистых материалов с мембранными свойствами для медицинских простыней

Абдусаматова Д. О.[1], к.х.н., доц., Аташикова Н. А.[2], докторант, Ширинова М. Х.[1], PhD, Нигматова Ф. У. [1], д.т.н., проф.

[1]Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, г. Ташкент, Республика Узбекистан
[2]Некоммерческое акционерное общество «Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова», г. Чимкент, Республика Казахстан Российская Федерация

Реферат. В данной работе получены водонепроницаемые «дышащие» мембранные материалы на основе акриловой эмульсии и махрового полотна. Физико-механические и гигиенические свойства материалов были сравнены между собой и с известным аналогом. Использованы два метода: предварительное формирование полимерной пленки с последующим прикреплением к текстильной основе и многократное напыление эмульсии на изнаночную сторону ткани. Сравнительный анализ показал, что новые материалы превосходят известный аналог по водонепроницаемости, водопоглощению, воздухопроницаемости и паропроницаемости. СЭМ-исследования подтвердили капиллярно-пористую структуру полимерного слоя, обеспечивающую мембранные свойства. При напылении акриловой эмульсии не образуется сплошная полимерная пленка, полимерный слой располагается на поверхности отдельных волокон текстильного полотна. Водонепроницаемость и «дышащие» свойства полученных мембранных материалов сохраняются после многократных стирок.

Ключевые слова: мембрана, акриловая эмульсия, махровая ткань, водонепроницаемость, водоупорность, капиллярно-пористая структура.

Полимерные и текстильные материалы используются во всех медицинских учреждениях, от перевязочных материалов для ран и повязок до имплантируемых протезов и каркасов для тканевой инженерии. Каждому материалу предъявляются очень специфические требования. Благодаря инновациям использование текстиля постоянно расширяется в секторе здравоохранения и гигиены как в домашних условиях, так и в больницах [1]. Функциональный медицинский текстиль играет центральную роль в улучшении здравоохранения, повышая и продлевая качество жизни. Разработки новых материалов, которые функционируют на границе раздела биологических материалов, касаются их биосовместимости и биоактивных функций. Более глубокое понимание физиологической, биохимической и биофизической среды биоматериалов достигается в таких критических областях, как

заживление ран, биосовместимость имплантатов, диализ и профилактика пролежней [2, 3]. Устойчивость медицинского текстиля во многом зависит от инноваций, в которых предпочтение отдается полотнам из натуральных волокон [4]. Водонепроницаемые дышащие ткани были разработаны для различных целей, в том числе медицины. Основные принципы, механизмы и характеристики пропускания водяного пара зависят исключительно от типа дышащей ткани [5].

Таким образом, в настоящее время имеется большой ассортимент разнообразных мембранных полимерных материалов. Несмотря на это, вопросы технологии получения таких материалов, усовершенствование водонепроницаемости, пропускание воздуха и паров воды, улучшения функциональных характеристик материалов все еще остаются проблемными. Целью данного исследования является разработка простого и удобного способа получения воздухопроницаемого и паропроницаемого полимерно-текстильного материала для медицинско-профилактического постельного белья, который поглощает, но не пропускает большое количество воды.

Основной водопоглощающий слой разработанной медицинской простыни – махровая ткань из 100 % хлопка.

В качестве пленкообразующего слоя использована акриловая эмульсия и полихлоропреновый клей. Акриловая эмульсия – 40%-ная водная эмульсия полиметилакрилата белого или светло молочного цвета, производства АО «Навоиазот» (Республика Узбекистан).

Полихлоропреновый (ПХП) клей – 20%-ный раствор полихлоропрена в толуоле светло- желтого или молочного цвета, был предоставлен ООО «Ташкент-Резина» (Республика Узбекистан). Для вулканизации полихлоропрена применили оксид свинца (II), порошкообразное вещество белого цвета или этилендиамин, желтоватая жидкость с острым запахом, плотностью 1,5 г/см^2, температурой кипения 200 ºС.

В качестве аналога исследована гигиеническая двухслойная махровая простыня для лежачих больных типа «Proneem anti-aceriens 100 % D'actifs naturels» фирмы «Tex home» (Германия). Махровая ткань состоит на 75 % из хлопка и 25 % из полиэфира, полимерная пленка изготовлена из полиуретана.

На изнаночной поверхности махрового полотна формировали полимерную пленку двумя способами.

Способ 1. Получение полимерной пленки из ПХП или акриловой эмульсии, затем прикрепление этой пленки на поверхность полотна. Для получения полимерной пленки раствор или эмульсию полимера наносили на ровную стеклянную поверхность, сушили и снимали с поверхности в виде пленки. Затем на изнаночную плоскую поверхность махрового полотна напылили 1 слой акриловой эмульсии, сушили 10 минут и поместили приготовленную полимерную пленку. Полотно с пленкой выдержали 10 минут при температуре 75 ºС, после чего получился двухслойный полимерно-текстильный материал.

ПХП имеет хорошую адгезию к различным поверхностям, в том числе к хлопковому материалу. В качестве вулканизирующего реагента добавили оксид свинца-(II) (PbO)

или этилендиамин в количестве 5 % от массы каучука. Во время перемешивания смеси появляются пузырьки, которые исчезают через 4–5 минут. После высушивания слоя ПХП с вулканизирующим агентом произвели термоотверждение при температуре 110 ºС в течение 5–10 минут. Получилась целостная пленка, но она оказалось слишком липкой, и поэтому пришлось отказаться от этой пленки.

Из акриловой эмульсии получена целостная пленка полиметилакрилата. Акриловую эмульсию разбавили водой в два раза (получилась 20%-ная эмульсия), расположили ровным слоем на стеклянную поверхность, высушили при комнатной температуре в течение 120 часов. Полученную пленку снимали с поверхности стекла небольшим количеством воды.

Получение полимерной пленки из акриловой эмульсии и композиционного материала.

Способ 2. Нанесение полимерного слоя на изнаночную поверхность махрового полотна методом напыления. Махровое полотно подвесили вертикально, на изнаночную поверхность с расстояния 20–25 см напылили 20%-ный раствор ПХП клея в одном случае, и 20%-ную акриловую эмульсию в другом случае. Полимерный слой высушивали в течение 10 минут, продувая потоком теплого воздуха, затем напылили второй слой полимера. Получены образцы с большим количеством полимерного слоя.

Для исследования физико-механических и гигиенических свойств приготовили четыре образца полимерно-текстильного материала для медицинской простыни (табл. 1).

Таблица 1 – Образцы полимерно-текстильных материалов для испытаний

Номер образца	Способ получения	Масса, г	
		Махровое полотно	Слоистый материал
Образец № 1	Способ 1, пленка акриловой эмульсии	4,2354	7,7331
Образец № 2	Способ 2, напыление двух слоев акриловой эмульсии	4,2156	4,9731
Образец № 3	Способ 2, напыление пяти слоев акриловой эмульсии	4,2424	5,2710
Образец № 4	Способ 2, напыление восьми слоев акриловой эмульсии	4,2659	5,4583

Как видно из данных таблицы 1, в образце с полимерной пленкой из акриловой эмульсии (образец № 1) масса слоистого материала увеличивается на 83 % по сравнению с махровым полотном. В составе слоистого материала содержится 55 % махрового полотна и 45 % полимерного слоя. Эти показатели с двукратным напылением акриловой эмульсии составляют 18 %, 85 % и 15 % соответственно, с пятикратным напылением – 24 %, 80 % и 20 %, с восьмикратным напылением – 28 %, 78 % и 22 %.

Физико-механические свойства полученных образцов водонепроницаемых полимерно-текстильных материалов в сравнении с аналогом приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-механические свойства водонепроницаемых полимерно-текстильных материалов для медицинской простыни

Номер образца	Поверхностная плотность, г/м^2	Толщина, мм	Устойчивость к истиранию, циклы	Разрывная нагрузка, Н		Усадка, %	
				по основе	по утку	по основе	по утку
Аналог	169,2	0,71	5600	299	385	0	0
Образец № 1	435,8	0,83	14500	388	431	1,0	1,0
Образец № 2	230,5	0,79	10000	350	355	1,5	1,6
Образец № 3	280,6	0,80	10800	383	391	1,2	1,2
Образец № 4	299,8	0,81	11200	393	399	1,1	1,2

Поверхностная плотность (масса единицы площади) и толщина полученных материалов оказалось больше, чем у аналога. Показатель разрывной нагрузки как по основе, так и по утку, а также показатель устойчивости к истиранию полученных материалов лучше, чем такие же показатели аналогичного материала. Причем, полимерный слой способствует повышению механической прочности материала, с увеличением количества слоев полимера обнаружено соответственное увеличение показателей.

К материалам для простыни лежачих больных предъявляются особые гигиенические требования: высокий показатель поглощения и низкий показатель пропускания воды, наличие воздухопроницаемости и паропроницаемости. Эти гигиенические свойства четырех полученных образцов полимерно-текстильных материалов исследованы в сравнении со свойствами аналогичного материала. Полученные результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Гигиенические свойства водонепроницаемых полимерно-текстильных материалов

Номер образца	Водопоглощение, %	Водоупорность, H_2O, мм	Водопропускание, мл	Воздухопроницаемость, см^3/(см^2·с)	Паропроницаемость, мг/(см^2·ч)
Аналог	248,4	405	15	0	3,1
Образец № 1	278,8	500	0	0	0
Образец № 2	361,6	400	0	35,4	15,7
Образец № 3	357,5	430	0	24,3	11,0
Образец № 4	354,3	465	0	15,8	8,5

Как видно из данных таблицы 3, все материалы имеют достаточно высокую водоупорность. Экспериментальный образец № 1 не пропускает молекул воздуха и паров воды, аналог не пропускает воздух, но пропускает минимальное количество паров воды.

Видимо, в этих материалах полимерный слой не имеет пор, образует сплошную пленку.

Полимерный слой экспериментального образца № 1 изготовлен их гидрофобного полимера, поэтому совершенно не впитывает и не пропускает воды и ее паров. В полимерном слое других экспериментальных образцов имеются микропоры, через которые не проходит вода, но проходят молекулы воздуха и пары воды. Причем, с увеличением числа нанесенных слоев акриловой эмульсии, водоупорность возрастает, воздухопроницаемость и паропроницаемость уменьшается. Значит, второй, третий и четвертый образцы можно отнести к категории мембранных материалов. Полученные полимерно-текстильные материалы сохраняют хорошие мембранные свойства после многократных стирок. В отличие от исследованного аналогичного материала полученные образцы на основе махрового текстильного полотна и акриловой эмульсии сохраняют высокую водоупорность, водопоглощение, воздухопроницаемость и паропроницаемость после многократных стирок.

Махровое текстильное полотно из 100 % хлопка и акриловая эмульсия (водная эмульсия полиметилакрилата) является подходящим сырьем для производства мембранных полимерно-текстильных материалов для простыни лежачих больных. Материалы, полученные двух- пяти- и восьмикратным напылением акриловой эмульсией имеют следующие физико-механические свойства соответственно:

- поверхностная плотность – 230,5; 280,5; 299,8 г/м^2;
- устойчивость к истиранию – 10000, 10800, 11200 циклов;
- разрывная сила – 350-355, 383-391, 393-399 Н.

Гигиенические свойства этих материалов следующие:

- водопоглощение – 361,6; 357,5; 354,3 %;
- водоупорность 400, 430, 465 мм H_2O;
- водопропускание – 0, 0, 0 мл;
- воздухопроницаемость – 35,4; 24,3; 15,8 см^3/(см^2·с);
- паропроницаемость – 15,7, 11,0, 8,5 мг/(см^2·ч).

Физико-механические и гигиенические показатели полученных полимерно-текстильных материалов в полной мере соответствуют требованиям материалов для медицинской простыни лежачих больных и превышают показатели аналогичного материала. Капиллярно-пористое строение, выявленное с помощью СЭМ-исследований, убедительно доказывают «мембранный эффект» в полученных материалах. А самое главное, высокие показатели физико-механических и гигиенических свойств сохраняются после многократных стирок: после десятикратной стирки прочность материала уменьшается всего до 3 %, водоупорность уменьшается всего до 6,3 %, воздухопроницаемость и паропроницаемость несколько увеличивается. С учетом комплекса свойств и перспективы технологии изготовления, для промышленной реализации рекомендуется медицинская простыня из хлопкового махрового полотна с двух- и пятикратным нанесением акриловой эмульсии.

Список используемых источников

1. A.Davies. Healthcare textiles. Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing: The Textile Institute Book series, 2018. – p. 447–471.
2. J. V. Edvards, S. C. Goheen. New developments in in functional medical textiles and their mechanism of action. Functional Textiles for Improved Performance, Protection and Helth. Woodhead Publishing Series in Textiles, 2011. – p. 293–319.
3. S. El-Ghazali, M. Khatri, Sh. Kobayashi, I.S. Kim. An overview of medical textile materials. Medical Textiles from Natural Resources, 2022. – p. 3–42.
4. Ch.Ch. Ezenya-Bakpa, A. Inobeme, M.A. Adekoya. Hospital laundries and their effect on medical textiles. Medical Textiles from Natural Resources. The Textile Institute Book Series, 2022. – p. 767–792.
5. S. Maity, V. Chauhan, P. Pandit. Waterproof breathable fabrics and suits. Protective Textiles from Natural Resources. The Textile Institute Book Series, 2022. – p. 347–375.

UDC: 677.027.423.46-037.37

Investigation of the Possibilities of Dyeing Fibrous Textile Materials with Natural Biopolymers

Nabiyeva I. A., Dr., Prof.,
Azamjonova S. Sh.,
doctoral student

Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Republic Uzbekistan

Annotation. In this article, the possibility of eco-friendly dyeing of natural silk fabric was investigated. As an alternative to synthetic dyes, biopolymers and aromatic compounds derived from various industrial waste sources were utilized. The research compared three different samples, demonstrating that an increase in the number of functional groups in the composite composition led to changes in color intensity. As a result,, the color intensity of Sample 3 increased by 69.52 % compared to Sample 1 and by 13.47 % compared to Sample 2. The L value (lightness) decreased by 23.7 units, and the h* value (hue) dropped by 27.8 units after the addition of IPEK and biopolymers. In contrast, the C* value (color saturation) of Sample 3 increased by 14.77 % compared to Sample 1 and by 7.5 % compared to Sample 2. According to the CIELAB color space diagram, the a* and b* coordinates of the samples shifted respectively from green to red and from yellow to blue. The samples also exhibited excellent to good color fastness to soap treatment, indicating high durability of the dyed fabrics.*

Keywords: silk, polyvalent metal salt, aromatic compounds, natural biopolymers, color intensity, color saturation.

In recent years, the increasing quality requirements for textile products and strong competition have posed the task of implementing resource-efficient, biodegradable, and environmentally friendly innovative technologies for manufacturers. If the creation of highly eco-friendly products is intended, treating natural fiber materials with natural biopolymers and various dyeing compositions is considered the most optimal choice. Although natural biopolymers and various dyeing compositions are environmentally friendly, many researchers have focused on technical problems and shortcomings that hinder their widespread industrial application. The main problem for the industry is their low durability, poor adhesion, and uneven distribution. To improve dye fastness and fixation on fabric, metal salts (mordants) are usually required [1]. The type of bonding between natural biopolymers and various dyeing compositions directly affects dye fastness. Chemical fibers are incompatible with natural biopolymers; natural biopolymers are used only for dyeing natural fibers. Cotton, silk, wool, flax, hemp, and other natural fibers have always been preferred over chemical fibers due to their unique properties. Additionally, among natural fibers, protein fibers are easier to dye because they contain ion groups [2]. For example, silk fibers are gaining popularity in the textile industry due to their aesthetic brightness, high affinity to natural extracts, environmental friendliness, and good compatibility with various dye classes [3]. Due to its softness, high breathability, antibacterial and photoprotective properties, and prevention of many diseases harmful to human health, silk is becoming increasingly popular [4, 5]. Therefore, there is a need for new innovative technologies for the production, dyeing, and finishing of natural silk fabric.

Taking the above into account, within the scope of this scientific work, the possibilities of using various compositions to produce colors that meet modern requirements on natural silk fabric were studied. Instead of using any class of dyes, colors were created using polyphenol, biopolymers, and polyvalent metal salts, according to their nature.

Methodology section

For the study, 100 % natural silk fiber with a whiteness degree of 87 % and linear density of 9.8 g/m² was used. As polyvalent metal salts, $CoCl_2$, $NaNO_2$, CH_3COONa and resorcinol were employed.

Dyeing of natural silk fabric with polyvalent metal salts

Accordingly, all reagents were prepared under laboratory conditions (2 g/l polyvalent metal salt, 1.5 g/l $NaNO_2$, 1 g/l CH_3COONa, 1 g/l SAM, 2 g/l polyphenol) and calculated at M = 100 for 5×5 cm natural silk (organza) fabric. The fabric was soaked in distilled water obtained from BE-4 bidistiller and heated to boiling temperature before adding the fabric. The dyeing process was carried out for 20 minutes, followed by washing once with hot water and three times with cold water. The fabric was then dried in an MST-55 model drying oven at

75–80 ºC for 10 minutes and subsequently ironed.

Determination of color intensity K/S

The color intensity of the dyed samples was studied using a CCM-Computer Color Matching X-rite spectrophotocolorimeter device at the "Kor-Uz Textile Technopark" scientific laboratory [6].The CIELAB formula, recommended by the International Commission on Illumination for determining color quality parameters and lighting, was used [7]. The Lab color model was employed to evaluate color characteristics. Similar to geographic coordinates of longitude, latitude, and altitude, the L*, a*, and b* color values allow for identifying and conveying information about the color. The L* coordinate describes lightness, a* represents the red or green component, b* indicates the yellow or blue component, c* represents color saturation, and h* expresses hue.

Resistance to soap washing

To determine the colorfastness of dyed fabrics to soap solution, a sample was prepared by stitching a white untreated fabric on one side of the fabric and another white fabric dyed with the tested dye on the other side. The resistance to soap washing was tested using a Wash Fastness DL-2002 washing machine with a bath ratio of 50. A soap solution of 5 g/l was heated up to 40 ºC and the treatment was carried out for 30 minutes. After the treatment, the sample was rinsed in cold water and dried. The samples were evaluated against a color standard. The rating consists of three numbers: the first indicates the color of the sample, the second shows the staining degree on the white fabric stitched to the right side of the sample, and the third represents the staining degree on the white fabric stitched to the reverse side of the sample (for example, 4/3/4).

Experimental section

Within the scope of this scientific work, the dyeing process of silk fabric was carried out not using chemical dyes but using various dyeing compositions and mordants for color fixation. Ferric sulfate ($Fe_2(SO_4)_3$) was used as the polyvalent metal salt, and dyeing was performed for different durations to study color intensity. The physico-chemical indicators of the samples dependence on time are presented in Table 1.

Table 1– Color quality and soap fastness indicators of natural silk fabric dyed with polyphenol, IPEK, biopolymer, and $CoCl_2$ metal salt

№	Samples	L*	a*	b*	C*	h°	Soap fastness, rating
1	2	3	4	5	6	7	8
1		52,66	10,48	30,91	32,64	71,27	5/5/5

End of table 1

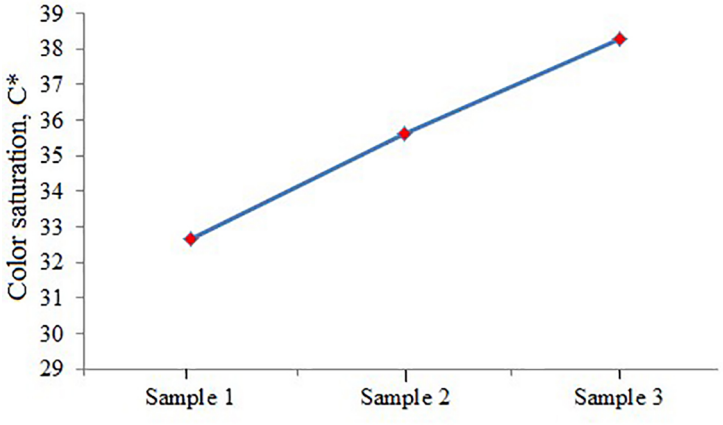
1	2	3	4	5	6	7	8
2		26,30	27,28	22,94	35,64	40,07	4,5/4,5/4
3		28,96	27,79	26,35	38,30	43,47	4,5/5/4,5

The color quality indicators of the samples are also shown in Table 1. Accordingly, Sample 1 was dyed with polyphenol and metal salt, Sample 2 with polyphenol, IPEK, and metal salt, and Sample 3 with polyphenol, IPEK, biopolymer, and metal salt.

According to the indicators presented in the table, the L* value (color lightness) decreased by 23.7 units and the h* value (hue) decreased by 27.8 units after the addition of IPEK and biopolymer, while the C* value (color saturation) increased. Figure 1 below shows the relationship between the increase in the number of functional groups and the C* color saturation.

According to the provided data, the color saturation of Sample 3 increased by 14.77 % compared to Sample 1 and by 7.5 % compared to Sample 2.

Based on the a* and b* coordinate values interpreted from the CIELAB color diagram [8], the samples shifted respectively from green to red and from yellow to blue. Movement toward the edge of the colorfulness range indicates an increase in lightness and purity of the color.



Sample 1 contains polyphenol and metal salt;
Sample 2 contains polyphenol, IPEK, and metal salt;
Sample 3 contains polyphenol, IPEK, biopolymer, and metal salt

Figure 1 – Dependence of C* color saturation on the presence of biopolymer in silk fabric dyed with polyvalent metal salt

Color fastness to soap washing was tested using the Wash Fastness DL-2002 washing machine. According to the results, Sample 1 was rated excellent, while the other samples were rated good to excellent.

According to the data presented in Figure 2, the increase in the number of functional groups in the composition leads to an increase in the color intensity of the

samples. Specifically, the color intensity of Sample 3 increased by 69.52 % compared to Sample 1 and by 13.47 % compared to Sample 2.

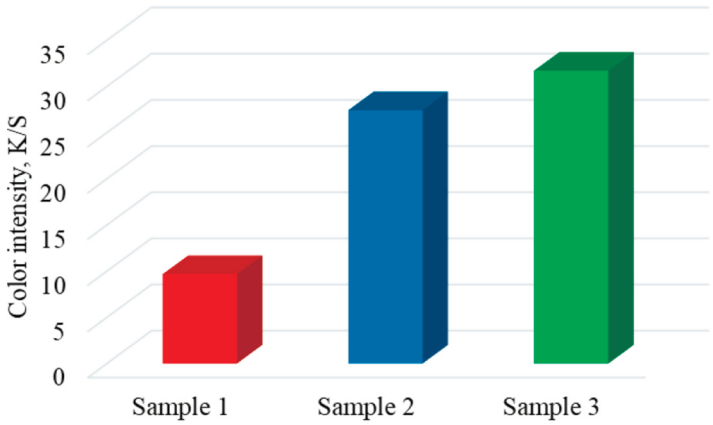


Figure 2 – Dependence of color intensity on the presence of biopolymer in silk fabric dyed with polyvalent metal salt

Conclusion

The present study demonstrates that dyeing natural silk fabric with polyvalent metal salts, while incorporating natural biopolymers that are eco-friendly and beneficial to human health, enables expansion of the color palette without the use of synthetic dyes. This approach facilitates a straightforward and energy-efficient dyeing technology, reducing processing time and energy consumption, as confirmed by spectrocolorimetric analyses. Consequently, the range of achievable colors was significantly broadened.

References

1. Md. Salauddin Sk, Rony Mia, Md. Anamul Haque, Al Mojnun Shamim. Review on Extraction and Application of Natural Dyes. Textile & Leather Review. 2021; 4(4):218-233. https://www.tlr-journal.com/tlr-4-4-2021-salauddin/.

2. Barbara Pizzicato, Severina Pacifico, Diana Cayuela, Gabriela Mijas and Marta Riba-Moliner. Advancements in Sustainable Natural Dyes for Textile Applications: A Review. Molecules 2023, 28(16), 5954. https://doi.org/10.3390/molecules28165954.

3. Meng Yang, Yang-Yang Zhu, Jia-Jie Long. Effect of the flowing states of solution on silk coloration with acid blue dye. International Journal of Biological Macromolecules. Volume 305, Part 2, May 2025, 141208. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.141208.

4. Genet Tewelde Hailu, Melakuu Tesfaye Alemea, Fekadu Lemessa. Development of silk sericin-based polysaccharide-protein hybrid biofilms: Mechanical, thermal, and antibacterial properties. Next Research. Volume 2, Issue 1, March 2025, 100097. https://doi.org/10.1016/j.nexres.2024.100097.

5. I. Nabiyeva, S. A'zamjonova. Study of the possibilities of dyeing natural silk fabric with polyvalent metal salts. Proceedings of the international forum «Scientific cooperation in the eurasian space: digitalization and modernization of industry using artificial intelligence», dedicated to the 35th anniversary of the Technological University of Tajikistan, April 10, 2025.

6. Compyuter color matching system operation and maintenance manual. Korea industrial technology ODA, 2012. – P. 79.

7. CIE International Commission on Illumination, Recommendations on Uniform Color Spaces,Color-Difference Equations, Psychometric Color Terms, Supplement No. 2 to CIE Publication No. 15, Colorimetry, 1971 and 1978.

8. HunterLab [Electronic resource] : Hunter Associates Laboratory. — URL: https://www.hunterlab.com/blog/what-is-cielab-color-space/ (date of access: 17.09.2025).

УДК 677.862:37.08:677.84

Получение эфира целлюлозы и применение его в текстильной промышленности

Набиева И. А.[1], д.т.н., проф.,
Исхакова Д. Ш.[1], докторант,
Суярова Х. Х.[2],
зав. лабораторией

[1]Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, г. Ташкент, Республика Узбекистан
[2]«CHEMISTRY INTERNATIONAL» MCHJ QK, г. Навоий, Республика Узбекистан

Реферат. В данной работе приведены исследования по получению водорастворимого эфира гидроксипропилметилцеллюлозы из хлопковой целлюлозы на основе щелочного метода, для применения в качестве загущающего компонента печатной краски с целью печатания текстильных материалов активными красителями. Из щелочной целлюлозы при дальнейшем реагировании её с метилхлоридом и пропиленоксидом получен эфир гидроксипропилметилцеллюлозы. Проведен анализ показателей ИК-Фурье спектроскопии химического строения эфира целлюлозы. Оценены такие характеристики ГПМЦ, как белизна, прозрачность, температура геля, содержание золы и Ph. Для проведения экспериментальных анализов отобраны пробы из 5 различных по структуре образцов готового порошка, вязкость которых отличается. Для дальнейших исследований данного эфира в качестве загустителя для печатания х/б тканей активными красителями одностадийным запарным и термофиксационным способами отобран образец №5. Для печатания использовался активный краситель BEZEMA ROT S-3B150 RED ACTIVE (X) Na_2SO_3-Kp-T-X (ДХТА). По традиционной технологии приготовлен загуститель на основе альгината натрия в виде 8 % раствора. Вязкость такой концентрации раствора альгината натрия приравнивается к 1 % раствору водорастворимого эфира. Тем самым доказывается экономичность использования данного эфира в качестве загустителя для печатания текстильных материалов активными красителями.

Технические свойства образцов, напечатанных на основе предлагаемого загустителя сопоставимы с характеристиками образцов, напечатанных на основе альгината натрия.

Ключевые слова: хлопковая целлюлоза, простой эфир, метоксигруппы, гидроксигруппы, загуститель, печать.

Эфир целлюлозы – это производные целлюлозы, получаемые путем химической модификации гидроксильных групп. В частности, ГПМЦ обладает уникальными свойствами, такими как растворимость в воде, плёнкообразующая способность, адгезия, что делает его перспективным для использования в текстильной промышленности, в частности для печати тканей. Физико-химические характеристики гидроксипропилметилцеллюлозы (ГПМЦ) различаются в зависимости от источника его получения. Так, например, эфир полученный из целлюлозы бамбука может отличаться степенью замещения и молярного замещения гидрокси и пропиленовых групп от эфира, полученного из хлопковой целлюлозы [1, 2]. На данном этапе развития химической промышленности исследуемый эфир получают из таких веществ как сахарный тростник, в этом случае увеличивается степень замещения на 1,2, из целлюлозы бамбука тунга в реакции с 25%-м раствором едкого натрия при 70 °С в течение 3 ч, с замещением 3,32 [3–5]. Существуют абсолютно новые технологические методы получения ГПМЦ методом облучения электронным пучком [6]. Несмотря на широкий спектор возможности получения ГПМЦ из различных веществ, каждый из них имеет свои недостатки, а именно дороговизна самого технологического процесса, импорт сырьевого компонента, а самое важное – химическая стурктура и степень замещения полученного продукта. Так, одним из наиболее экономических и доступных способов получения ГПМЦ является образование его из хлопкового линта, особенно это высоко экономически эффективно для местностей с развитой сельскохозяйственной инфроструктурой.

Одним из основных способов художественно-колористического оформления изделий различного назначения является текстильная печать. Технологии печати разнообразны, но все они преследуют общую цепочку: приготовление печатной краски, нанесение печатной краски на поверхность ткани, фиксация красителя. На основе загустителей, образующих внутреннюю пространственную структуру красок, приготавливаются загустки, под которыми принято понимать высокоструктурированные дисперсные системы (или растворы полимеров), способные к неограниченному смешению с растворами красителей и текстильно-вспомогательных веществ с образованием устойчивых печатных композиций. С экологической точки зрения важным свойством загустителей является степень их биологической расщепляемости в сточных водах. На данном этапе развития текстильной отрасли в качестве загущающих компонентов применяют различные производные целлюлозы синтетического происхождения, такие как КМЦ, ПВА и др. Печатная краска должна обладать

вязкой консистенцией для удержания четкости контуров рисунка. Эфиры целлюлозы обладают свойствами, соответствующими требованиям, предъявляемым к загустителям для печатания текстильных материалов. Эффективность применения эфиров целлюлозы заключается в их простоте эксплуатирования на стадии приготовления печатной краски [7–13]. Также следует отметить, что ГПМЦ обладает высокой биоразлагаемостью, что в свою очередь оказывает положительный эффект на процесс производства. Существующие загустители для печатания текстильных материалов обладают рядом недостатков, одним из которых является их дороговизна, так как в основном это импортный материал – альгинат натрия, плохая биоразлагаемость, затруднение процесса промывки. В связи с этим основной задачей данного исследования является исследование возможности применения ГПМЦ образованной из щелочной целлюлозы в качестве загустителя для печатания текстильных материалов с высоким экономическим и экологическим эффектом.

Для получения ГПМЦ используется хлопковый линт, щелочь натрия – $NaOH$ (белое твердое вещество), метилхлорид – CH_3Cl (бесцветный газ), оксид пропилена – C_3H_6O, промежуточный продукт (летучая лёгкая жидкость). Порошок целлюлозы подвергается реакции со щелочью, в результате чего образуется щелочная целлюлоза. Затем щелочная целлюлоза подвергается воздействию сырых эфиров целлюлозы с метилхлоридом при определенном давлении и температуре. Наконец, полученный продукт разделяется, промывается, сушится и измельчается.

Глубоко структурный анализ и полученные достоверные результаты ИК-Фурье спектроскопическим методом, с разрешением 2 см$^{-1}$ демонстрируют наличие -гидрокси, -метил и -пропил радикалов в структуре эфира (рис. 1) [14].

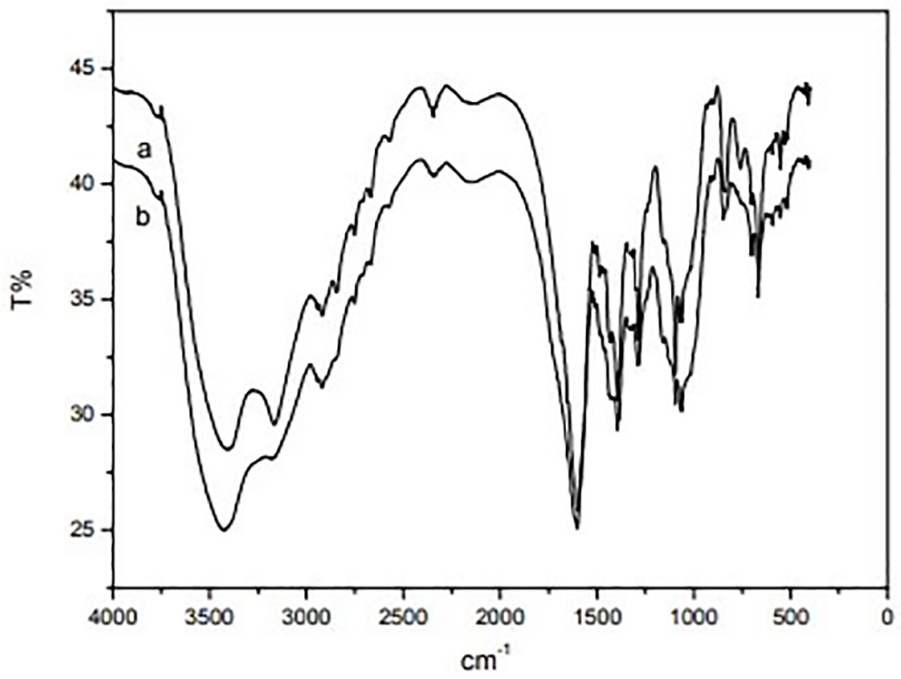


Рисунок 1 – ИК спектральный анализ ГПМЦ

ИК-спектроскопией, определены характерные пики на кривых ГПМЦ. Колебания характерные -OH, 2918 см$^{-1}$ – валентные колебания $-CH_2$, 2837 см$^{-1}$ – валентные колебания $-CH_3$ и 1394 см$^{-1}$ – деформирующие колебания $-CH_3$. Характерные метильные пики ясно указывают на это. -OH частично присоединен к метилу. Полоса поглощения при 1067–1136 см$^{-1}$ была отнесена к пикам -C-O- и -C-C-C- на первичных и вторичных гидроксилах.

Для отбора и дальнейшего применения у 5 различных образцов ГПМЦ, полученного из хлопковой целлюлозы, исследованы качественные показатели, в лабораторных условиях, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Качественные технические показатели полученного ГПМЦ

Образец №	*Ph*	Влажность, %	Содержание золы, %	Белизна, %	Пропускание света, %
1	8,5	5,45	2,731	60,2	68,1
2	8,2	6,23	2,999	62,5	74,2
3	8,4	5,04	3,331	61,8	73%
4	7,8	4,53	2,216	65,02	71,5
5	8,74	5,21	2,04	67,54	73,5
Ts 31285522-001-2024	4–8	-	⩽6,0 %	⩾72,0 %	⩾60,0 %

Как видно из таблицы 1 каждый образец ГПМЦ соответствует предъявляемым требованиям для порошков ГПМЦ Ts 31285522-001-2024. Вязкость образцов варьируется в пределах от 98280 кПа до 154958 кПа. Сравнительный анализ вязкости традиционного загустителя альгината натрия с исследуемым эфиром в концентрациях 1–8 % показал, что вязкость эфира целлюлозы в 7–8 раз выше вязкости 1 % раствора альгината натрия.

При печатании х/б тканей использован активный краситель BEZEMA ROT S-3B150 RED ACTIVE (X) Na2SO3-Кр-Т-Х (ДХТА); альгинат натрия – коричневый порошок $(C6H7O6Na)n$, мочевина – карбамид, бесцветное кристаллическое вещество $H2NCONH2$, бикарбонат натрия – белое кристаллическое вещество $NaHCO3$, ПАВ – поверхностно-активные вещества неионогенного происхождения. Печатание хлопчатобумажной ткани проводилось по одностадийному способу с фиксацией красителя в запарном зрельнике (и термофиксацией), проведенной по следующей последовательности:

1. Нанесение на ткань печатного состава.
2. Сушка ткани в печатной сушилке.
3. Фиксация активных красителей на ткани при печатании: запарным способом – обработка в среде насыщенного пара при температуре 102–105 ºС в течение 4–5 мин; (при термофиксации 150 ºС в течение 4 минут в сушильном агрегате). Промывка тканей в промывном аппарате.

Исследованы физико-технические показатели напечатанных образцов на основе

традиционного загустителя и водорастворимого эфира целлюлозы, результаты которых приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-технические показатели напечатанных образцов

Образец	Устойчивость к мылу	Устойчивость к поту	Четкость контура, %
Альгината натрия	4/3/3,5	4/4,5/4	92,12
Эфира целлюлозы	4,5/4/4	4,5/4,5/5	92,16

Как видно из результатов таблицы напечатанные образцы на основе простого эфира целлюлозы не уступают по физико-техническим свойствам образцам полученным на основе альгината натрия. По полученным результатам исследований возможно констатировать факт применения ГПМЦ, полученного из хлопкового линта щелочным методом, в качестве загустки для печатания текстильных материалов активными красителями, не уступающими альтернативному импортному аналогу – альгинату натрия.

Список использованных источников

1. Muhammad Herpi Akbar, Harmita, Herman Suryadi Preparation and characterization of hydroxypropyl methylcellulose Produced from α-cellulose betung bamboo (dendrocalamus asper) and it's Evaluation on gel formulation International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences Vol 12, Issue 8, 2020. – p. 156–165.

2. Kharismi RRAY, Sutriyo, Suryadi H. Preparation and characterization of microcrystalline cellulose produce from betung bamboo (Dendrocalamus asper) through acid hydrolysis. J Young Pharm 2018; 10. – p. 79–83.

3. Hutomo GS. Synthesis and characterization of cellulose derivate from Pod Husk Kakao (Theobrome cacao L.)[Sintesis dan Karakterisasi Turunan Selulosa dari Pod Husk Kakao (Theobrome cacao L.)]. Dissertation. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada; 2012.

4. Viera RGP, Filho GR, Assuncao RMND, Meireles CS, Vieira JG, Oliveira GSD. Synthesis and characterization of methylcellulose from sugar cane bagasse cellulose. Carbohydr Polym 2007; 67. – p.182–189.

5. Suryadi H, Harmita, Akbar MH, Lestari P. Characterization of hydroxypropyl cellulose produced from α-cellulose betung bamboo (Dendrocalamus asper) and it's application in tablet formulation. Int J Appl Pharm 2019; 1. – p. 123–129.

6. Hong Cheng, Youjie Wang, Yanlong Hong, Fei Wu, Lan Shen Low-viscosity hydroxypropyl methylcellulose obtained by electron beam irradiation and its performance in spray drying. International Journal of Biological Macromolecules Volume 275, Part 1, August 2024, – p. 133626.

7. Текстильная печать: учебник / А. М. Киселев, Н. А. Тихомирова, Т. В. Ковалева. – Санкт-Петербург : ФГБОУВО «СПбГУПТД», 2024. – 716 с.

8. Biranchinarayan-Tosh «Synthesis and Sustainable Applications of Cellulose Esters and Ethers:A Review» // International Journal of Energy, Sustainability and Environmental Engineering. 11.2014, – Vol. 1(2). – C. 56–78.

9. Atanu Biswas, Maria do Socorro Rocha Bastos, Roselayne Ferro Furtado, Gary Kuzniar, Veera Boddu and H. N. Cheng «Evaluation of the Properties of Cellulose Ester Films that Incorporate Essential Oils» // Hindawi International Journal of Polymer Science 2020. – 8 p.

10. Nekrasova, V. N., Shcheglova T. L., Belokurova, O. A. «Effective thickeners for active dyes» // Technology of the textile industry. – 2009. – No. 2 – C. 49–52.

11. Tkalec, M.; Glogar, M.; Penava, Ž.; Forte Tavčer, P.; Kuščer, D.; Stojanoska, I. The Complexity of Colour/Textile Interaction in Digital Printing as an Integral Part of Environmental Design. Arts 2024, 13, 29. https://doi.org/10.3390/arts13010029.

12. Эшдавлатова, Г. Э. «Разработка эффективного состава загустителей» / Journal of Science, Research and Teaching Vol.2, – No.12, – 2023. – С.46–49.

13. Эшдавлатова, Г. Э., Амонов, М. Р. Оценка влияния компонентов загущающих композиций на результаты печатания смесовых тканей активными красителями / Журнал «Развитие науки и технологий». – 2021. – № 5. –С. 54–58.

14. Yakovleva, O. I., Sashina, E. S., Osipov, M. I., Smirnov, G. P. Non-Woven Needle Punched Material with Silver Nanoparticles from Natural Silk Fiber Waste. Fibre Chem. – 2020, 52, – p. 263–268.

УДК 677.02

Исследование процесса вакуумной пропитки текстильных полотен огнезащитным составом

Гаврилов А. В., к.т.н., доц.,
Гаврилов Д. А., студ.

Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация

Реферат. Исследование процесса вакуумной пропитки текстильных полотен огнезащитным составом включает разработку методики, оборудования и испытания эффективности обработки. Эффективность огнезащитной пропитки оценивается по результатам испытаний на воспламеняемость и посредством оценки влияния теплового потока на образец. В статье описана экспериментальная работа по исследованию процесса пропитки полотен огнезащитным составом, проведенная на стенде, разработанном авторами в ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», приведена вакуумная схема стенда. На экспериментальном стенде проведена вакуумная пропитка трех образ-

цов (бязи, рогожки, ковролина) огнезащитным составом «ОГНЕЗА-ПО-Т» с красящим пигментом. Проведена обработка таких же образцов этим же антипиреном методами опрыскивания и окунания. Представлены результаты исследования огнезащитных свойств полученных образцов на дифференциальном сканирующем калориметре и по ГОСТ Р 50810-95. Результаты исследований свидетельствуют о том, что образцы, обработанные окунанием и вакуумной пропиткой выдерживают большие температуры и у них не наблюдается самостоятельное горение.

Ключевые слова: текстильные полотна, огнезащитные составы, огнестойкость, вакуумная пропитка.

Огнезащитная пропитка текстильных материалов позволяет обеспечить пожарную безопасность в определенных условиях. Новые свойства материалов снижают горючесть материала и уменьшают вероятность возгорания при непосредственном воздействии источников огня, тем самым способствуют замедлению распространения огня. Изделиями, требующими пропитки, являются предметы интерьера – шторы, покрывала, ковры, мебельная обивка для определенных мест общественного пользования (отели, рестораны, театры и офисные здания, фабрики, склады и другие промышленные объекты), а также материалы для одежды и обуви для работы в условиях повышенного риска возгорания. Хотя огнезащитная пропитка не делает материал полностью невоспламеняемым – она замедляет процесс горения, разрушения при нагреве и снижает количество выделяющегося дыма и токсичных веществ. Применяются различные виды пропиток: водные, органические, составы с антипиренами, комплексные огнеупорные составы. К основным технологиям нанесения можно отнести распыление, импрегнацию, паддинг. Выбор метода зависит от типа материала, размера изделия возможностей оборудования. Требования к огнезащите текстильных материалов регламентированы нормативами. В ряде случаев это обязательная процедура.

Исследование процесса вакуумной пропитки текстильных полотен огнезащитным составом включает разработку методики, оборудования и испытаний эффективности обработки. Целью исследования является изучение влияния вакуума на увеличение степени проникновения огнезащитного состава в образец с обеспечением глубокой пропитки и оценка характеристик огнезащитных свойств обработанных полотен.

Процесс вакуумной пропитки включает очистку образца от загрязнений, которые могут препятствовать проникновению пропитки, дегазацию – создание вакуума для удаления воздуха и влаги, содержащихся в порах материала, введение огнезащитного состава в условиях вакуума, что позволяет составу проникать в глубокие слои и закрепляться. Для вакуумной пропитки используется специализированное оборудование, которое вклю-

чает в себя откачное оборудование, систему подачи пропитывающих веществ (насосы и резервуары для хранения пропиточных растворов, которые обеспечивают подачу состава в камеру под контролируемым давлением), контрольную систему, позволяющую отслеживать параметры процесса (давление, температуру, время обработки и др.).

Эффективность огнезащитной пропитки оценивается по результатам испытаний на воспламеняемость и посредством оценки влияния теплового потока на образец.

Вакуумная пропитка – эффективный способ обработки капиллярно-пористых материалов, широко реализуемый в различных отраслях промышленности [1–4]. Суть – создание вакуума в специальной камере с обрабатываемым материалом, в которой под действием вакуума из пор материала удаляется воздух для глубокого проникновения защитного состава в структуру материала. Три основные стадии процесса включают:

– на первом этапе создаётся вакуум, удаляется воздух и влага из пор материала;
– на втором – подаётся пропитывающий состав, он проникает в структуру материала;
– на третьем – после выдержки – состав закрепляется внутри материала, обеспечивая необходимые свойства.

Экспериментальная работа проводилась на экспериментальном стенде [5] , собранном на кафедре «Вакуумная техника электрофизических установок» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» , вакуумная схема которого приведена на рисунке 1.

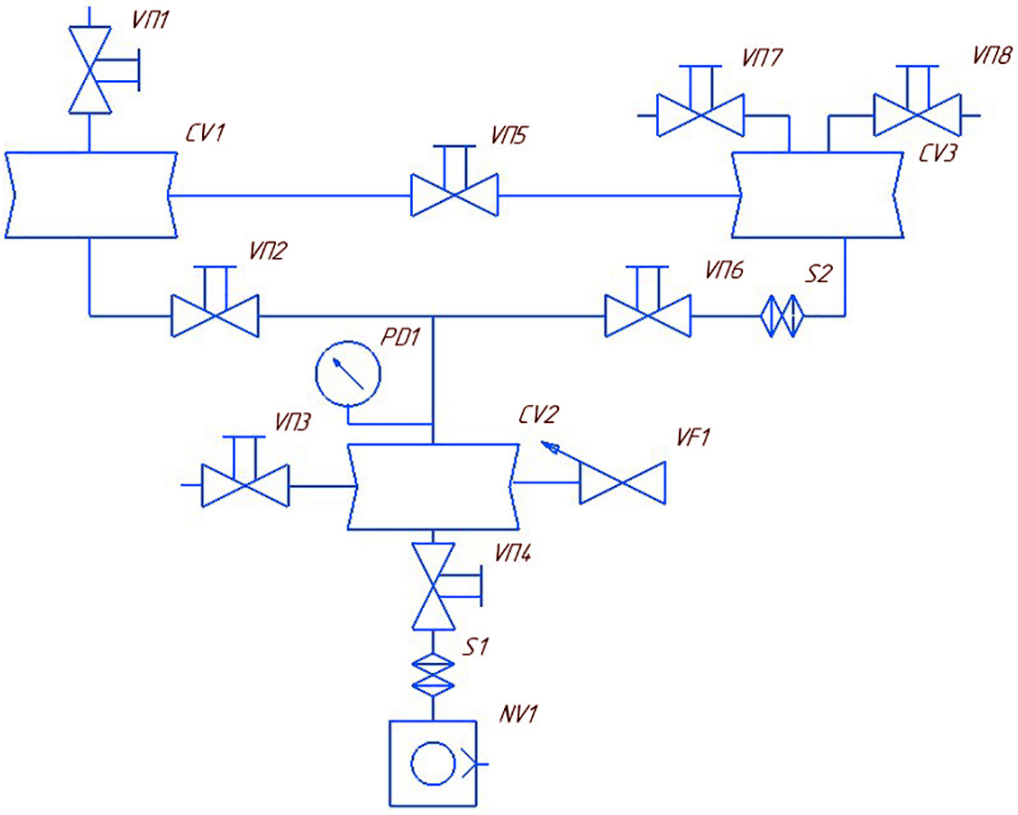


Рисунок 1 – Схема экспериментального стенда

Экспериментальная установка состоит из следующих основных компонентов: откачной системы, собранной на основе спирального вакуумного насоса модели ISP 250C; основной рабочей камеры; ёмкости для пропитывающего состава; ресивера для конденсации паров газа; запорная и соединительная арматура; а также приборов, регистрирующих параметры давления и температуры.

На начальном этапе проводилась дегазация жидкости в камере CV1 и обрабатываемого материала – в CV3 при давлении ≈ 1 мм рт. ст. Далее за счет перепада давлений жидкость поступала в камеру с образцом по трубопроводу. Образец выдерживался к камере определенное время, после чего открывался клапан VП7, позволяющий подать сухой воздух до достижения нормального атмосферного давления. Данный цикл повторялся 3 раза. По окончании процесса жидкость возвращалась обратно из камеры CV3 в CV1 и после выравнивания давлений образец извлекался. График изменения давления в рабочей камере приведен на рисунке 2.

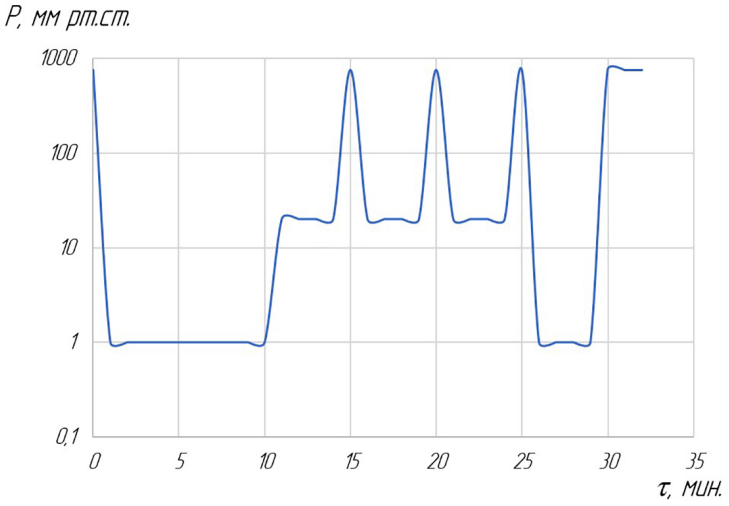


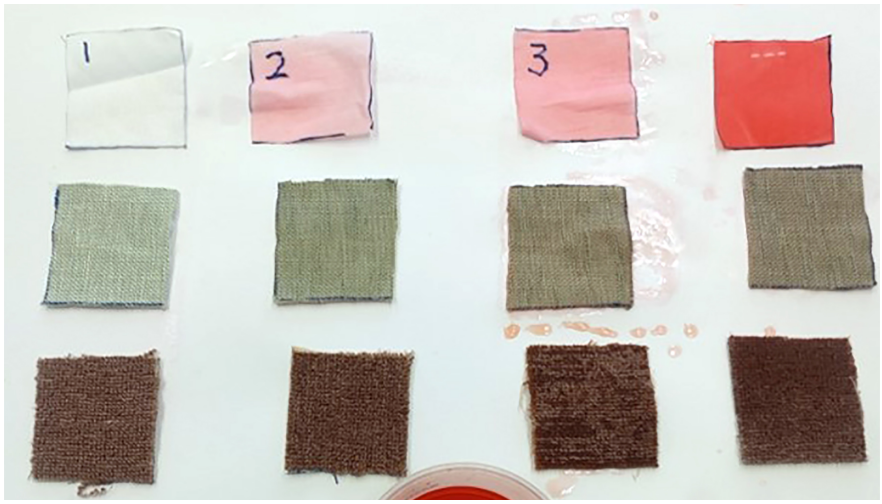
Рисунок 2 – График изменения давления в рабочей камере

В процессе исследования на экспериментальном стенде была проведена вакуумная пропитка трех образцов тканей: бязи, рогожки и ковролина огнезащитным составом «ОГНЕЗА-ПО-Т» с красящим пигментом. Кроме того, была проведена обработка таких же образцов этим же антипиреном методами опрыскивания и окунания. На рисунке 3 представлены результаты этих экспериментов.

Для оценки эффективности процесса пропитки на дифференциальном сканирующем калориметре «ДСК-500» было оценено влияние теплового потока на все образцы из бязи. Результаты представлены на рисунке 4.

По приведенным зависимостям можно сделать вывод, что количество тепла, поглощенного материалом при нагревании до структурного изменения материала заметно больше у образца, пропитанного вакуумным способом и минимально у «чистого». У образцов, обработанных опрыскиванием и окунанием, эта величина примерно одинаковая.

Кроме того, все образцы были испытаны на воспламеняемость в соответствии с методикой, описанной в ГОСТ Р 50810-95 «Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация». Также в ходе эксперимента при помощи пирометра была оценена температура образцов в процессе испытаний. Результаты приведены в таблице 1.



1 – чистые образцы; 2 – пропитка опрыскиванием; 3 – пропитка окунанием; 4 – вакуумная пропитка

Рисунок 3 – Образцы после пропитки в огнезащитном составе «ОГНЕЗА-ПО-Т»: а – бязь; б – рогожка; в – ковролин

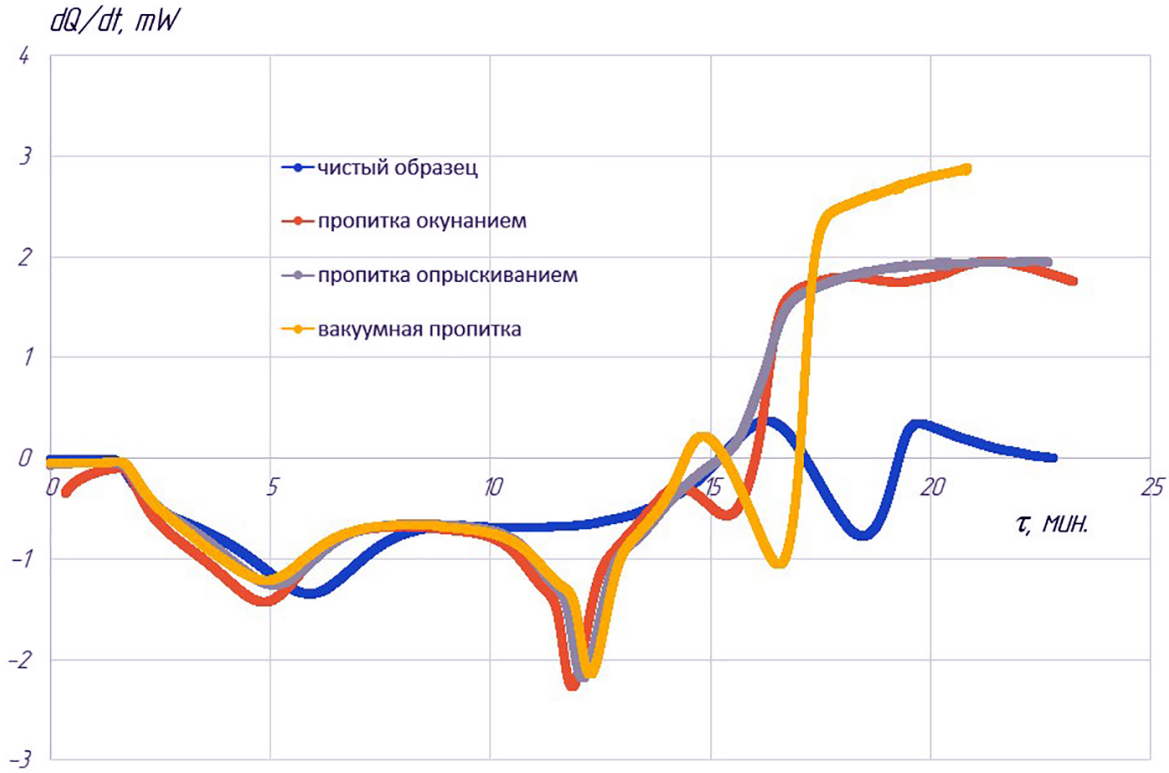


Рисунок 4 – Результаты исследования образцов бязи

Таблица 1 – Результаты испытаний образцов на огнестойкость

Материал		Чистый образец	Пропитка опрыскиванием	Пропитка окунанием	Вакуумная пропитка
Бязь	Температура, ^{0}C	130	156	205	235
	Результат	Самостоятельное горение (через 4 с)	Самостоятельное горение (через 15 с)	Отсутствие самостоятельного горения, тление образца	Отсутствие самостоятельного горения и тления образца
Рогожка	Температура, ^{0}C	150	150	210	230
	Результат	Самостоятельное горение (через 4 с), каплепадение горящего расплава образца	Отсутствие самостоятельного горения (через 4 с), тление образца, отсутствие каплепадения горящего расплава образца	Отсутствие самостоятельного горения (через 4 с), тление образца, отсутствие каплепадения горящего расплава образца	Отсутствие самостоятельного горения (через 15 с), тление образца, отсутствие каплепадения горящего расплава образца
Ковролин	Температура, ^{0}C	130	150	150	170
	Результат	Самостоятельное горение (через 4 с), каплепадение горящего расплава образца	Самостоятельное горение (через 4 с), каплепадение горящего расплава образца	Самостоятельное горение (через 4 с), каплепадение горящего расплава образца	Тление (через 15 с), отсутствие каплепадения горящего расплава образца

Сравнение температур свидетельствует о том, что образцы, обработанные окунанием и вакуумной пропиткой выдерживают большие температуры и у них не наблюдается самостоятельное горение.

Список использованных источников

1. Гаврилов, А. В. Комбинированный экспериментальный стенд для исследования процессов сушки и пропитки материалов вакуумно-импульсным методом / Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – № 9. – С. 459–462.

2. Гаврилов, А. В. Исследование процесса вакуумно-импульсной пропитки пиломатериалов / Вестник Казанского государственного технологического университета. – 2011. – № 8. – С. 65–67.

3. Игнатьев, Н. В., Аляев, В. А., Гаврилов, А. В. Установка для импрегнации капиллярно-

пористых материалов органическими соединениями при давлениях ниже атмосферного / Интенсификация тепло-массообменных процессов в химической технологии // Тезисы докладов Седьмой Российской научно-технической студенческой конференции, приуроченной к юбилейной дате: 100-летию со дня рождения А. Г. Усманова. – 2020. – С. 82–84.

4. Рахматуллина, Р. Д., Гаврилов, А. В., Бурцев, С. А., Лисаневич, М. С. Исследование влияния вакуума на равномерность пропитки нетканого материала / В сборнике: Вакуумная техника и технология // Материалы XII Российской студенческой научно-технической конференции. – Казань, 2025. – С. 55–56.

5. Гаврилов, Д. А., Смирнов, Н. А., Гаврилов, А. В. Установка для вакуумной пропитки капиллярно-пористых материалов / В сборнике: Вакуумная техника и технология // Материалы XII Российской студенческой научно-технической конференции. – Казань, 2025. –С. 169–170.

УДК 675.14:685.34

Огнезащитная обработка кожаных материалов азот- и борсодержащей композицией

Хакимова М. Ш.[1], PhD.,
Рафиков А. С.[1],
д.х.н., проф., доц.,
Исламова Д. А.[1], асс.,
Кадыров Ш. У.[2], асс.,
Мирзаев Н. Б.[1], д.т.н., проф.

[1]Ташкентский институт текстильной и лёгкой промышленности, г. Ташкент, Республика Узбекистан
[2]Джизакский политехнический институт, г. Джизак, Республика Узбекистан

Реферат. Придание огнезащитных свойств кожаным материалам является важным этапом для использования их в автомобильной, мебельной и лёгкой промышленности. Традиционные огнезащитные покрытия, содержащие в своём составе галогены, при горении выделяют токсичные вещества, такие как диоксины и фураны. Поэтому, несмотря на эффективность, галогенсодержащие антипирены запрещены во многих странах из-за негативного воздействия на организм человека и окружающую среду. В связи с этим растёт интерес к применению в огнезащитных композициях органических и неорганических веществ, содержащих атомы азота, бора и фосфора. Важным свойством, обеспечивающим долговечность и стабильность огнезащитного эффекта, является способность покрытия образовывать химические связи с исходным материалом. Это препятствует выщелачиванию и смыванию активных компонентов с течением времени. С этой целью в данной работе для повышения огнестойкости натуральных кожаных материалов была предложена композиция, состоящая из азот- и борсодержащих компонентов. В качестве ос-

новного вещества был использован коллаген, выделенный из отходов сырых шкур. Благодаря высокому содержанию атомов азота и наличию разнообразных функциональных групп он способен образовывать химические связи с кожей, а при горении выделять инертные газы. Три образца кожаных материалов с разными характеристиками были пропитаны данной композицией, после чего подвергнуты термофиксации для закрепления её компонентов в структуре. Для определения огнестойкости обработанных антипиреном материалов были измерены такие показатели как время остаточного горения и тления, а также длина обугленной части. Полученные результаты подтвердили, что применение в композиции соединений, содержащих атомы азота и бора, снижает скорость распространения пламени.

Ключевые слова: антипирен, коллаген, кожа, бор, азот, композиция.

Натуральная кожа широко применяется в автомобильной, мебельной и лёгкой промышленности, где особенно важно соответствие требованиям пожарной безопасности [1, 2]. Несмотря на неплохую природную огнестойкость натуральной кожи, используемые при её жировании нейтральные масла при нагреве быстро разлагаются, выделяют тепло и токсичные пары, что снижает её устойчивость к воздействию огня [1, 3]. Однако эти масла необходимы для придания мягкости и эластичности коже, а также предотвращения ломкости и растрескивания при её высыхании. Поэтому для сохранения и улучшения огнезащитных свойств кожаных материалов без негативного воздействия на их механичские свойства и внешний вид их обрабатывают специальными составами – антипиренами [3]. Исследования показали, что использованные многие годы бромсодержащие и хлорсодержащие антипирены при горении выделяют высокотоксичные диоксины и фураны, создают коррозионно-активную среду и представляют угрозу для здоровья человека и окружающей среды [4, 5, 6]. В целях поиска экологически безопасных альтернатив исследования последних лет сосредоточены на разработке азот-, бор-, фосфорсодержащих огнезащитных систем [7, 8, 9]. Соединения, содержащие в своём составе бор, образуют стеклоподобные структуры при термическом разложении, которые служат защитным слоем, ограничивающим доступ кислорода и тепла [10]. Азотсодержащие соединения при горении образуют молекулярный азот и аммиак. Эти газы способствуют уменьшению концентрации кислорода в зоне горения, что препятствует распространению пламени и снижению скорости пиролиза [11, 12]. Комбинированное применение азот- и борсодержащих компонентов в составе огнезащитной композиции будет иметь выраженный синергетический

эффект. Большинство исследуемых антипиренов имеют аддитивный характер и вводятся физическим путём в процессах дубления, жирования и заключительной отделки. Хотя этот способ является простым и недорогим, он имеет множество недостатков, таких как выщелачивание антипирена или его составляющих на поверхность материала, плохая совместимость с кожей, а также ухудшение её механических свойств. В связи с этим, более перспективным направлением является применение реактивных антипиренов, формирующих прочные химические связи с кожей, что обеспечит более устойчивый огнезащитный эффект [5]. Содержание значительного количества азота и наличие реакционноспособных функциональных групп делает белки перспективным компонентом огнезащитной композиции. Они при нагревании выделяют газы, снижающие горючесть, и способны образовывать химические связи с коллагеновыми структурами кожи. В качестве экологически чистых антипиренов были исследованы ДНК, яичный белок, хитозан и казеин [13, 14, 15]. Все эти исследования были сосредоточены на придании огнезащитных свойств текстильным материалам, но не рассмотрены для натуральной кожи.

Использование в составе огнезащитной композиции для кожи коллагена, полученного из отходов животноводства и недублёных отходов кожевенной промышленности, может одновременно обеспечить высокие огнестойкие характеристики кожаных продуктов, а также решить проблемы связанные с утилизаций отходов. Около 40 % сырых шкур образующихся в результате убоя скота не перерабатываются кожевенной промышленностью [16]. Производство кожи, в свою очередь, также генерирует большое количество коллагенсодержащих отходов, которые составляют примерно 60 % от исходного сырья [17]. Все эти отходы могут служить источниками коллагена. Для извлечения коллагена из дублёных и недублёных отходов кожевенного производства были использованы методы щелочного, ферментативного и кислотного гидролиза [18, 19, 20, 21]. Исследования показывают, что коллаген обладает высокой реакционной активностью, особенно в процессах привитой сополимеризации [22] , что также важно при формировании плёночных структур [23]. Это говорит о том, что антипирен на его основе может химически связываться с кожей и образовать прочное покрытие, которое обеспечит длительные огнезащитные свойства. Использование кожаных отходов для извлечения коллагена, который будет использоваться в качестве компонента азот-, борсодержащей огнезащитной композиции, позволит внести вклад в концепцию циклической экономики, способствуя рациональному использованию сырья и снижению нагрузки на окружающую среду.

Чтобы проверить эффективность огнезащитной композиции в качестве объекта испытаний были выбраны 2 образца готовой натуральной кожи разной толщины и один спилок. Готовые кожи имели толщину 1,8 и 1,7 мм. Спилок также имел толщину 1,7 мм. Из каждого образца были вырезаны полосы длиной 20 см и шириной 8 см. Полученные образцы были обработаны огнезащитной композицией. Для этого образцы погружали в раствор на 6 часов, при этом периодически переворачивая их обратной стороной для равномерной пропитки. После чего проводили термическую обработку в сушильном шкафу при температуре 160 °С в течение 3 минут. Общий объём огнезащитной композиции составлял 1 л.

Для композиции были приготовлены растворы полиакриламида (ПАА) и коллагена. Раствор ПАА был получен путем растворения 1 г гранул полимера в воде при постоянном перемешивании с помощью автоматической мешалки со скоростью 250 оборотов в минуту. Гранулы ПАА размером 1,5–2 мм были произведены на предприятии АО «Navoiyazot» Республики Узбекистан. Раствор коллагена выделен из отходов сырых шкур по методике, приведённой в работе [18]. Состав огнезащитной композиции представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав огнезащитной композиции

Наименование реагента	Количество
ПАА, 1 % раствор, мл	200±5
Раствор коллагена, мл	200±5
Карбамид, г	50±2
Борная кислота, г	25±1
Вода, мл	Оставшийся объём

Определение показателей, указывающих на огнестойкость было проведено с помощью оборудования Fabric flame retardant tester. Образец был установлен вертикально в испытательной камере. Контролируемое пламя воздействовало на образец в течение 30 секунд. После удаления источника было засечено время остаточного горения и время тления. После извлечения образца была измерена длина обугленного участка. Отсутствие остаточного горения и тления будет указывать на то, что исследованные образцы кожи не поддерживают самостоятельного горения и не представляют значительной опасности с точки зрения выделения тепла и дыма в условиях кратковременного воздействия пламени. Длина обугленного участка также является важным показателем, отражающим эффективность барьерного действия за счёт образования защитного углеродистого слоя. Результаты проведённых испытаний были сверены со стандартными показателями, приведёнными в ГОСТ 11209-2014 в пункте 7.21. Согласно нормативному документу для огнестойких материалов время остаточного горения и тления должно быть меньше 2 секунд, а длина обугленного участка не должна превышать 1/3 часть от общей длины.

Значения длительности остаточного горения, остаточного тления и длины обугленного участка образцов, обработанных огнезащитной композицией приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Пожарно-технические свойства кожаных материалов

№	Образец	Наименование показателей	По НД	Фактические данные
1	2	3	4	5
1.	Готовая кожа толщиной 1,8 мм	Длительность остаточного горения, с	0	0
		Длительность остаточного тления, с	0	0
		Длина обугленного участка, см	Не более 1/3 длины	3,8

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	6
2.	Готовая кожа толщиной 1,7 мм	Длительность остаточного горения, с	0	0
		Длительность остаточного тления, с	0	0
		Длина обугленного участка, см	Не более 1/3 длины	3,9
3.	Спилок	Длительность остаточного горения, с	0	0
		Длительность остаточного тления, с	0	0
		Длина обугленного участка, см	Не более 1/3 длины	2,8

На основании представленных данных можно отметить, что ни один из трёх образцов не имел остаточного горения либо тления. Это свидетельствует об отсутствии распространения открытого пламени после удаления источника зажигания и полной самозатухаемости материалов. Небольшие различия наблюдаются в показателях длины обугленной части кожи. При длине образца 20 см, допустимое значение длины обугленного участка составляет примерно 6,7 см. Все образцы укладываются в установленные пределы. Однако у спилка данный показатель немного ниже, чем у образцов готовой кожи. Это может быть связано с особенностями микроструктуры спилка, включая более рыхлое строение и меньшую плотность коллагеновых волокон. По полученным данным видно, что все три образца после обработки азот бор содержащей композицией соответствуют требованиям, представленным в ГОСТ 11209-2014 для огнестойких материалов.

Список использованных источников

1. Bacardit Dalmases, A., Borràs Fillat, M. D., Soler Solé, J., Herrero, V., Jorge Sánchez, J., & Ollé Otero, L. Behavior of leather as a protective heat barrier and fire resistant material. Journal of the American Leather Chemists Association. – 2010. – 105(2). – p. 51 – 61.

2. Osvaldová, L. M., Marková, I., Vandlíčková, M., Gašpercová, S., & Titko, M. Fire characteristics of upholstery materials in seats. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020. – 17(9). p. 3341. https://doi.org/10.3390/ijerph17093341.

3. Wang, L., Lyu, B., Gao, D., Ren, J., Wang, Y., & Ma, J. (2025). Organic-inorganic hybrid leather fatliquoring agent with fluidity: Enhanced flame retardancy and physical-mechanical properties for leather collagen fibers. International Journal of Biological Macromolecules, 308, 142380. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813025029320 (date of access 16.09.2025).

4. Pantelaki, I., & Voutsa, D. Organophosphate flame retardants (OPFRs): A review on analytical methods and occurrence in wastewater and aquatic environment. Science of The Total Environment. – 2019. – 649, p. 247–263. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.286.

5. Lu, S.-Y., & Hamerton, I. Recent developments in the chemistry of halogen-free flame retardant polymers. Progress in Polymer Science. – 2020. – 27(8). – p. 1661–1712.

6. Zhang, M., Buekens, A., & Li, X. Brominated flame retardants and the formation of dioxins and furans in fires and combustion. Journal of Hazardous Materials. – 2016. – 304. p. 26–39.

7. Duan, B., Wang, Q., Wang, X., Li, Y., Zhang, M., & Diao, S. (2019). Flame retardance of leather with flame retardant added in retanning process. Results in Physics, 15, 102717. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211379718329954 (date of access 16.09.2025).

8. Van der Veen, I., & de Boer, J. Phosphorus flame retardants: Properties, production, environmental occurrence, toxicity and analysis. Chemosphere. – 2012. – 88(10). – p. 1119–1153.

9. Xie, K., Gao, A., & Zhang, Y. Flame retardant finishing of cotton fabric based on synergistic compounds containing boron and nitrogen. Carbohydrate Polymers. – 2013. – 98(1). – p. 706–710.

10. Hassan, M. N., Abdullah, T. S., Mou, M. B., & Towsif, H. R. (2024). Analysis of the flame retardancy effect of boron-containing compound on polyester-cotton blended fabric. Heliyon, 10(13), e34007. – URL: https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)10038-2?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2405844024100382%3Fshowall%3Dtrue (date of access 16.09.2025).

11. Horacek, H., & Grabner, R. Advantages of flame retardants based on nitrogen compounds. Polymer Degradation and Stability. 1996. – 54(2–3). – p. 205-215. https://doi.org/10.1016/S0141-3910(96)00045-6.

12. Liu, Y., Zhang, A., Cheng, Y., Li, M., Cui, Y., & Li, Z. (2023). Recent advances in biomass phytic acid flame retardants. Polymer Testing, 124, 108100. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142941823001800 (date of access 16.09.2025).

13. Alongi, J., Carletto, R. A., Bosco, F., Carosio, F., Di Blasio, A., Cuttica, F., Antonucci, V., Giordano, M., & Malucelli, G. Caseins and hydrophobins as novel green flame retardants for cotton fabrics. Polymer Degradation and Stability. – 2014. – 99. – p. 111–117.

14. Liu, X., Zhang, Q., Peng, B., Ren, Y., Cheng, B., Ding, C., Su, X., He, J., & Lin, S. (2020). Flame retardant cellulosic fabrics via layer-by-layer self-assembly double coating with egg white protein and phytic acid. Journal of Cleaner Production, 243, 118641. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619335115 (date of access 16.09.2025).

15. Liu, Y., Wang, Q. Q., Jiang, Z. M., Zhang, C. J., Li, Z. F., Chen, H. Q., & Zhu, P. Effect of chitosan on the fire retardancy and thermal degradation properties of coated cotton fabrics with sodium phytate and APTES by Layer-by-Layer assembly. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. – 2018. – 135. – p. 289–298.

16. Zhang, Q., Liu, X., & Chen, Y. (2025). Advances and trends in leather science and technology. Journal of Leather Science & Engineering, 7, Article 20202. – URL: https://link.springer.com/article/10.1186/s42825-025-00202-z (date of access 16.09.2025).

17. European Commission. (2003). Reference Document on Best Available Techniques for the Tanning of Hides and Skins. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

18. Rafikov, A. S., Khakimova, M. S., Fayzullayeva, D. A., & Reyimov, A. F. Microstructure, morphology and strength of cotton yarns sized by collagen solution. Cellulose. – 2020. – 27. – p. 10369–10384.

19. Maliha, M., Rashid, T. U., & Rahman, M. M. (2024). A green strategy for collagen extraction from tannery raw trimmings using papain enzyme: Process optimization by MW-TOPSIS for enhanced yield. International journal of biological macromolecules, 262(Pt 2), 130040. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813024008432?via%3Dihub (date of access 16.09.2025).

20. Maistrenko, L., Iungin, O., Pikus, P., Pokholenko, I., Gorbatiuk, O., Moshynets, O., Okhmat, O., Kolesnyk, T., Potters, G., & Mokrousova, O. (2022). Collagen Obtained from Leather Production Waste Provides Suitable Gels for Biomedical Applications. Polymers, 14(21), 4749. – URL: https://www.mdpi.com/2073-4360/14/21/4749 (date of access 16.09.2025).

21. Masilamani, D., Madhan, B., Shanmugam, G., Palanivel, S., & Narayan, B. (2016). Extraction of collagen from raw trimming wastes of tannery: A waste to wealth approach. Journal of Cleaner Production. – 2016. – 113. – p. 338–344.

22. Rafikov, A. S., Nabiev, N. D., Karimov, S. Kh., Ibodulloev, B. Sh., & Mirzaev, N. B. Getting graft cellulose copolymers and acrylic monomers. International Journal of Recent Technology and Engineering. – 2019. – 8(4). – p. 719–723.

23. Karimov, S. Kh., Rafikov, A. S., Ibragimov, A. T., & Askarov, M. A. A reinforced film of graft copolymers of collagen and acrylates. International Polymer Science and Technology. – 2015. – 42(4). – p. 47–49.

Секция 5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ЛЁГКОЙ И ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 685.34.035.47

Исследование свойств стелечных картонов при формовании сжатием

Гуминский Д. Д., студ.,
Мелещенко Ю. С., студ.,
Борисова Т. М., к.т.н., доц.
Милюшкова Ю. В., к.т.н., доц.

Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск,
Республика Беларусь

Реферат. В статье проанализирован ассортимент современных картонов для основных стелек, применяемых при производстве стелечных узлов для обуви. На основании действующих технологических процессов изготовления стелечных узлов выбраны технологические режимы их формования и проведено исследование формоустойчивости стелечных картонов при формовании сжатием. На основании полученных результатов предложены рекомендации по применению картонов для изготовления стелечных узлов.

Ключевые слова: картоны для основных стелек обуви, ассортимент картонов, технологический процесс, формование сжатием, формоустойчивость.

Важнейшей задачей обувной промышленности является удовлетворение потребности населения в качественной и красивой обуви различного ассортимента.

В настоящее время для изготовления обуви используются так называемые гибкие стелечные узлы, состоящие из основной стельки, одной-двух полустелек и геленка. Конструкции стелечных узлов зависят от высоты каблука и конструкции подошвы, для изготовления стелек и полустелек используются картоны [1].

Важное требование к стелечным узлам – полное соответствие профилю колодки, соблюдение этого требования необходимо для качественного формования верха и прикрепления низа.

Технологические режимы формования стелечных улов разработаны и описаны в литературе, но ассортимент современных картонов для производства стелечных узлов регулярно обновляется, появляются новые материалы с неисследованными физико-механическими свойствами и способностями к формованию.

В Республике Беларусь производителем импортозамещающих деталей низа обуви, а именно стелечных узлов для отечественных и ряда крупных обувных предприятий России является фирма ООО «Новый век» (г. Витебск), которая использует картоны зару-

бежных производителей: Merckens (Австрия), Hikinoro (Финляндия), Konitex (Словения), Texon (Германия), Lederett (Германия), Salamander (Германия) и других, ассортимент которых представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Ассортимент применяемых стелечных материалов

Фирма-производитель	Марка картона	Толщина, мм	Назначение, краткое описание
Hikinoro, Финляндия	Fintex 75 Uniflex 75 Altex 75	1,7 1,9	Основная стелька для обуви на низком каблуке (женская, мужская)
	Fintex 60 Uniflex 60 Altex 60	1,7 1,9	Основная стелька для обуви на среднем и высоком каблуке
	Fintex 50 Uniflex 50 Altex 50	1,7 1,9	Основные стельки обуви на низком и среднем каблуке
	Toptex	1,75	Основные стельки обуви на низком и среднем каблуке
		2,00	Основные стельки обуви на среднем и высоком каблуке (женская обувь). Основные стельки для мужской обуви
Konitex, Словения	Flexan 10	1,75 2,0	Основные стельки для недорогой низкокаблучной обуви
	Flexan 220	1,5 1,75 2,0	Основные стельки обуви с любой высотой каблука
	Cellsan	1,5 1,75 2,0	Основные стельки для обуви с любой высотой каблука
	Cellsan Braun	1,5 1,75 2,0	Премиум качество для основных стелек обуви с любой высотой каблука
	Cellsan Gold Gold Exstra	1,5 1,75 2,0	Суперпремиум для основных стелек обуви с любой высотой каблука, эластичный, прочный
Texon Mockmuhl GmbH, Германия	Texon 501	1,75 2,0	Основные стельки обуви на среднем и высоком каблуке
	Texon 696 Texon Strid e	1,75 2,0	Основные стельки для повседневной обуви до среднего каблука

Исходя из вышесказанного, целью данной работы стало исследование свойств наиболее часто используемых стелечных картонов при формовании сжатием.

Для выбора режимов формования сжатием была изучена технология изготовления стелечных узлов для обуви на предприятии «Новый век» (табл. 2).

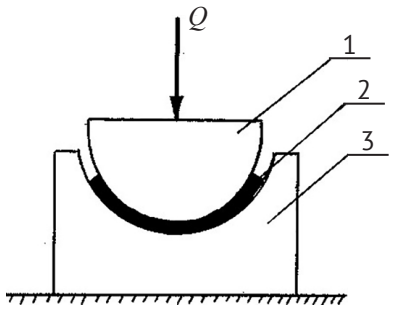
Таблица 2 – Технологический процесс изготовления стелечных узлов для обуви на предприятии «Новый век»

Наименование операции	Технологические нормативы	Оборудование	Вспомогательные материалы, инструмент
Разруб основной стельки	-	ATOM HSP 588	Вырубочные плиты, комплект резаков, контрольные шаблоны
Разруб полустельки	-	ATOM HSP 588	Вырубочные плиты, комплект резаков, контрольные шаблоны
Маркировка основной стельки	-	Машина с устройством для маркировки	-
Спускание переднего края полустельки	Ширина обработанного края не менее 12 мм. Толщина обработанного края не более 0,8 мм	А-33	Барабаны
Нанесение клея на полустельку. Сушка	Время сушки клеевой пленки не менее 10 минут	Сушило СОВ-1, стеллаж	Поддоны, кисть, контейнер для клея
Сборка стелечного узла. Прокатка	-	Стол, машина для прокатки	-
Формование стелечного узла. Контроль качества	Время выдержки 7–10 секунд, давление 0,3–0,5 МПа	Пресс Р-78	Пресс-формы
Подшлифовка уреза стелечного узла	-	МШ-1	Шлифовальная лента
Фрезерование уреза пяточно-геленочной части стелечного узла	Угол фрезерования уреза стелечного узла находится в диапазоне 15–45°	BGF 8	Фреза

В результате анализа технологического процесса изготовления стелечных узлов для исследования были определены следующие технологические нормативы формования стелечных картонов: время прессования – 10 с, давление 0,4 МПа. В качестве прессующего устройства применялся лабораторный пресс.

В качестве объектов исследования были выбраны картоны марок Toptex (толщина 2,0); Toptex (толщина 1,75); Cellsan (толщина 1,75), Texon (толщина 2,0).

Исследование проводилось в соответствии с методикой [2, 3], предусматривающей использование лабораторной прессформы (рис. 1). Прессформа состоит из матрицы и пуансона, между рабочими поверхностями которых при формовании размещается прямоугольный образец размером 40 мм х 20 мм.



1 – пуансон;
2 – образец; 3 – матрица

Рисунок 1 – Схема лабораторной пресс-формы

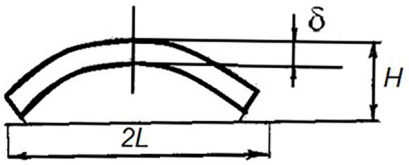


Рисунок 2 – Методика снятия размеров отформованного образца

Для расчета коэффициента формоустойчивости *(Ф)* определялась полуширина *(L)* и прогиб *(h)* отформованного образца. Для этого проводились замеры образца согласно рисунку 2 и выполнялись расчеты по формулам 1–3. При замерах необходимо следить, чтобы измерительный инструмент не деформировал образец, а лишь касался его поверхности.

Кривизна и формоустойчивость образцов определялись сразу после формования, а также через 30 минут, 1 час, 24 часа и 2 суток.

$$h = H - \delta \quad (1)$$

$$Ko = 2000h / (L^2 + h^2) \quad (2)$$

$$\Phi = K_O / K_П, \quad (3)$$

где H – стрела прогиба внешнего контура образца, мм; h – стрела прогиба внутреннего контура образца, мм; δ – толщина образца после формования, мм; L – полуширина отформованного образца; K_O – кривизна образца, м$^{-1}$; $K_П$ – кривизна пуансона ($K_П$ = 50 м$^{-1}$).

Результаты расчёта кривизны образца и коэффициентов формоустойчивости для различных марок картонов представлены в таблице 3.

Анализ полученных данных показал, что наиболее интенсивное снижение коэффициента формоустойчивости отмечается в течении первых суток после формования, затем его величина изменяется незначительно.

Наилучший коэффициент формоустойчивости через двое суток после формования демонстрируют образцы картонов Cellsan с толщиной 1,75 мм и Toptex с толщиной 2,0 мм – значение составляет 0,051. Наименьшей формоустойчивостью обладает картон марки Texon. Более стабильный коэффициент формоустойчивости (не изменяется после 24 часов) отмечается у картона Cellsan. У картона Toptex наблюдается увеличение коэффициента формоустойчивости для образцов с большей толщиной (0,049 и 0,051 соответственно для толщин 1,75 и 2,0 мм).

Таблица 3 – Показатели кривизны образца и коэффициент формоустойчивости

Наименование показателей	Марка картона			
	Toptex	**Toptex**	**Cellsan**	**Texon**
Первоначальная толщина, мм	1,75	2,0	1,75	2,0
– K_O сразу после формования, м$^{-1}$ – Φ сразу после формования	3,66 0,073	3,66 0,073	3,60 0,072	3,47 0,069
– K_O через 30 минут, м$^{-1}$ – Φ через 30 минут	2,89 0,057	2,94 0,058	2,92 0,058	2,77 0,055
– K_O через 60 минут, м$^{-1}$ – Φ через 60 минут	2,65 0,053	2,7 0,054	2,92 0,058	2,42 0,048
– K_O через 24 часа, м$^{-1}$ – Φ через 24 часа	2,55 0,051	2,60 0,052	2,57 0,051	2,25 0,045
– K_O через 2 суток, м$^{-1}$ – Φ через 2 суток	2,46 0,049	2,53 0,051	2,57 0,051	2,08 0,041

Таким образом, с точки зрения формоустойчивости, из рассматриваемых картонов для производства стелечных узлов лучшими являются марки Cellsan (1,75мм) и Toptex (2,0мм). Транспортировка и запуск стелечных узлов в производство рекомендуется не ранее, чем через сутки после их изготовления.

Список использованных источников

1. ГОСТ 9542–89. Картон обувной и детали обуви из него. Общие технические условия : Государственный стандарт союза ССР: издание официальное : взамен ГОСТ 9542–76 : дата введения 01.01.91. – Изд-во стандартов, 1989. – С. 15.

2. Практикум по технологии изделий из кожи : учебное пособие для вузов / В. Л. Раяцкас [и др.]. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 280 с.

3. Фукин, В. А. Технология изделий из кожи : учебник для вузов в 2-х ч. / В. А. Фукин, А. Н. Калита. – Москва : Легпромбытиздат, 1988. – Ч. 1. – 272 с.

УДК 677.017

Анализ языковых генераций искусственного интеллекта для оценки изделий лёгкой промышленности

Орлов А. В., асп.,
Шустов Ю. С., д.т.н., проф.,
зав. кафедрой

Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), г. Москва, Российская Федерация

Реферат. На современном этапе цифровизации науки языковые генеративные модели стали неотъемлемым инструментом в научных исследованиях, включая область текстильного материаловедения. Международная практика внедрения технологий искусственного интеллекта в сферу высшего образования демонстрирует значительный потенциал ИИ в автоматизации рутинных процессов, индивидуализации образовательных траекторий и расширении преподавательских возможностей. Вместе с тем, как свидетельствуют актуальные аналитические исследования, фактическое применение ИИ в академической среде остаётся ограниченным и, в основном, выполняет вспомогательные функции. Использование языковых генеративных моделей позволяет автоматизировать анализ литературных источников, формулировку гипотез, разработку планов экспериментов и интерпретацию полученных данных. Для выбора оптимального инструмента планирования научного эксперимента рассмотрены возможности и ограничения ведущих языковых моделей: ChatGPT-4 (OpenAI), Claude 3 (Anthropic), DeepSeek-V3 (DeepSeek AI) и YandexGPT 5 Pro-4.

Ключевые слова: искусственный интеллект, языковые генерации, выбор оптимального инструмента, планирование научного эксперимента.

Введение

Текстильные материалы обладают сложным комплексом взаимосвязанных свойств, включая прочность, износостойкость, способность к влагопоглощению и воздухопроницаемость. При исследовании каждого из этих параметров необходимо учитывать внешние условия, тип материала и его предполагаемую область применения.

Традиционные методы планирования научных исследований основаны на когнитивно-экспертных подходах и предполагают использование различных моделей представления и формализации знаний. Внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ) позволяет не только сократить затраты времени, но и повысить точность получаемых результатов,

что подтверждено в ряде прикладных исследований [1].

Для экспериментальных исследований текстильных материалов необходимо учитывать специфику многофакторного влияния технологических параметров на формирование эксплуатационных свойств изделий. Типовые задачи научного эксперимента в данном контексте заключаются в следующем:

– отбор значимых факторов, определяющих физико-механические и гигиенические свойства стелечных материалов;

– определение критических контрольных точек измерений в зависимости от условий эксплуатации материалов;

– установление оптимального количества серий испытаний с учётом требуемой точности и допустимой погрешности;

– учет внешних факторов, таких как температура и влажность, влияющих на ход эксперимента;

– разработка плана эксперимента, минимизирующего количество испытаний и обеспечивающего статистическую достоверность получаемых результатов;

– систематизация экспериментальных данных для последующего анализа и интерпретации результатов.

Все эти задачи могут быть эффективно делегированы системам искусственного интеллекта. При этом следует учитывать, что языковые генеративные модели (GPT — Generative Pretrained Transformer) не способны создавать принципиально новые знания. Их основное преимущество заключается в анализе существующих данных и предоставлении рекомендаций на основе выявленных закономерностей [2]. ИИ способен обрабатывать большие массивы экспериментальных данных, полученных в предыдущих исследованиях, и использовать их для построения гипотез и оптимизации параметров последующих экспериментов. Например, перед тестированием нового текстильного материала можно поручить ИИ анализ данных о прочности на разрыв ранее изготовленных образцов, что позволит скорректировать параметры испытаний. Согласно исследованиям, автоматизация выбора экспериментальных условий значительно сокращает временные затраты и позволяет прогнозировать поведение материалов в экстремальных условиях [3].

Эффективное использование ИИ продемонстрировано в анализе физико-механических свойств тканей при проектировании одежды из многослойных текстильных материалов. Применение нейронных сетей для автоматизации расчётов даёт возможность прогнозировать эксплуатационные характеристики материалов в различных режимах нагружения, что особенно важно для создания изделий с особыми требованиями, где ошибки могут привести к существенным финансовым потерям. При этом подчёркивается важность выбора адекватных методов оценки качества нетканых материалов.

Основная часть

Одной из актуальных задач остаётся адаптация предложенных ИИ рекомендаций к конкретным условиям лабораторных испытаний. Например, диапазоны температуры и

влажности, определённые языковой моделью, могут не соответствовать возможностям имеющегося оборудования. В этом случае требуется предварительная корректировка параметров эксперимента, что подтверждается исследованиями в области физико-химических характеристик многослойных текстильных материалов. Предполагается, что сочетание рекомендаций искусственного интеллекта с экспертным опытом позволит существенно повысить надёжность и практическую применимость результатов.

На современном этапе цифровизации науки языковые генеративные модели стали неотъемлемым инструментом в научных исследованиях, включая область текстильного материаловедения. Международная практика внедрения технологий искусственного интеллекта в сферу высшего образования демонстрирует значительный потенциал ИИ в автоматизации рутинных процессов, индивидуализации образовательных траекторий и расширении преподавательских возможностей. Вместе с тем, как свидетельствуют актуальные аналитические исследования, фактическое применение ИИ в академической среде остаётся ограниченным и, в основном, выполняет вспомогательные функции. В этой связи важным фактором становится не только развитие самих технологий, но и выстраивание культуры их осознанного критического восприятия, а также обеспечение этичного, сбалансированного и педагогически выверенного их внедрения в образовательную практику.

На текущем этапе развития искусственного интеллекта применение языковых генеративных моделей требует комплексной оценки их релевантности по ряду показателей, включая точность, обоснованность, логическую стройность, устойчивость к генерации недостоверной информации и способность учитывать научный контекст. Эффективность работы моделей напрямую зависит от качества исходных данных, точности используемой терминологии и структуры академического текста [3, 4].

Языковые модели способны не только генерировать связный текст, но и формулировать гипотезы, подбирать релевантную литературу, строить логические цепочки рассуждений и предлагать сценарии исследовательской работы. Однако для того, чтобы использовать эти модели как полноценный инструмент в научной деятельности, требуется обоснованный выбор конкретной нейросети на основе чётко сформулированных критериев.

Использование языковых генеративных моделей позволяет автоматизировать анализ литературных источников, формулировку гипотез, разработку планов экспериментов и интерпретацию полученных данных. Для выбора оптимального инструмента планирования научного эксперимента рассмотрим возможности и ограничения ведущих языковых моделей: ChatGPT-4 (OpenAI), Claude 3 (Anthropic), DeepSeek-V3 (DeepSeek AI) и YandexGPT 5 Pro-4.

ChatGPT (OpenAI) — наиболее широко используемая языковая модель на базе архитектуры GPT-4, разработанная компанией OpenAI. Отличается высокой степенью генерализации, точностью формулировок, способностью поддерживать сложный научный диалог и генерировать структурированные фрагменты текста, включая списки, таблицы и псевдокод. Обладает встроенными механизмами логического вывода, позволяет производить анализ и синтез информации, адаптируясь под стиль научного языка.

Claude (Anthropic) — языковая модель, ориентированная на этически безопасное взаимодействие и гуманитарные дисциплины. Обладает хорошими навыками обобщения и рассуждения в технической и научной сферах по глубине проработки деталей и способности к аналитической обработке сложной информации.

DeepSeek (DeepSeek AI) — одна из развивающихся моделей, ориентированных на англоязычную и китайскую научную аудиторию. Демонстрирует хорошие результаты в задачах формирования цепочек рассуждений и оптимизирована для задач, требующих высокой степени обоснованности.

YandexGPT (Яндекс) — русскоязычная языковая модель, адаптированная для бытовых и профессиональных задач, включая техническую документацию и краткий анализ текстов. Её преимуществом является хорошее понимание терминологии на русском языке, устойчивость к лексико-грамматическим ошибкам и стабильная работа в закрытой среде.

В таблице 1 приведено сравнительное распределение по ключевым параметрам, релевантным для задач планирования научного эксперимента, созданное в результате анализа официальных публикаций разработчиков моделей [5].

Таблица 1 – Сравнительный анализ по критериям релевантности к научному планированию

Критерий оценки / Модель	ChatGPT (GPT-4)	Claude-3	YandexGPT 5 Pro-4	DeepSeek-V3
Уровень аргументации	высокий	высокий	средний	средний
Способность к научному стилю	высокий	высокий	средний	средний
Устойчивость к «галлюцинациям»	высокая	высокая	средняя	низкая
Контекстное планирование	высокая	высокая	средняя	средняя
Работа с табличными и числовыми данными	высокая	средняя	низкая	средняя
Воспроизводимость запросов	высокая	средняя	высокая	средняя
Поддержка русского языка	высокая	средняя	высокая	средняя
Возможность адаптации под терминологию	высокая	высокая	средняя	средняя
Доступность API и документации	высокая	средняя	ограниченная	ограниченная
Возможности генерации кода и формул	высокая	средняя	низкая	высокая

Сравнение нейросетей в контексте использования для научных исследований на основании официальных данных разработчиков показало следующее:

– Claude может быть полезен в случаях, где важна этичность и безопасность, но для специфичных научных задач ChatGPT является более точным и универсальным инструментом;

– YandexGPT ориентирован на русскоязычные запросы, но в силу ограниченности данных и функционала по сравнению с ChatGPT, его использование в высокоспециализированных задачах, таких как оптимизация научных экспериментов, ограничено;

– DeepSeek в версии, актуальной на момент написания данной работы, не может быть рекомендован для академической деятельности ввиду высокой степени «галлюцинаций нейросети» (выдача несуществующих данных);

– ChatGPT является оптимальным выбором для планирования научных экспериментов благодаря сочетанию универсальности, аналитических возможностей и гибкости в обработке запросов.

Для объективной оценки был выбран метод экспертной оценки качества научных текстов. Основные критерии данного метода относительно использования искусственного интеллекта в научных работах были выработаны на основе анализа научной литературы по вопросам академического письма, когнитивной логики и стиля научного изложения, включая подходы [4–7]. Оценка производилась по ключевым критериям, релевантным задачам создания научного текста:

– достоверность фактов;
– логичность структуры изложения;
– соответствие научному стилю;
– устойчивость к генерации недостоверной информации («галлюцинации»).

Фокус-группа проводилась с участием 10 специалистов из вузов Москвы. Участвовавшие эксперты представляли разные области науки, что обеспечило междисциплинарную валидность результатов.

Процедура оценки была организована как двухэтапная: сначала проводилось индивидуальное тестирование моделей по одинаковым заданиям (формулировка гипотезы, описание эксперимента, аннотация), затем результаты оценивались экспертной группой по десятибалльной шкале (каждый эксперт заполнял стандартную форму оценки по шкале от 1 до 10 баллов).

В таблице 2 приведены критерии оценки результатов, полученных от языковых моделей по каждому из этапов тестового задания, на основании которых участники фокус-группы проводили экспертную оценку качества ответов. Каждый этап оценивался по нескольким показателям: логичность, полнота, корректность терминологии, соответствие академическому стилю, реализуемость и др. Такая детализация позволяет обеспечить объективность, воспроизводимость и методическую строгость в интерпретации результатов тестирования языковых моделей [4].

Особое внимание уделялось устойчивости моделей к так называемым «галлюцинациям» — генерации недостоверной или вымышленной информации. Этот параметр был включён как отдельный критерий. Таким образом, методология сочетает как количественные,

так и качественные элементы анализа, что делает выбор модели обоснованным с позиции академической достоверности и воспроизводимости.

Таблица 2 – Структура оценки этапов задания генерации языковых моделей

Этап задания	Критерии оценки
1. Формулировка научной гипотезы	- логичность формулировки; - научная корректность; - конкретность и проверяемость гипотезы
2. Описание плана эксперимента	- полнота описания этапов; - логичность и последовательность; - реализуемость; - научный стиль
3. Аннотация к научной статье	- структура (цель, метод, результат, значимость); - ясность изложения; - терминологическая точность; - соответствие академическому стилю

Полученные данные позволяют проследить вариативность восприятия модели разными экспертами.

Высокая согласованность оценок у Claude и ChatGPT (отклонение не более ±1) свидетельствует о стабильности восприятия качества генерации. Напротив, DeepSeek и особенно YandexGPT показали больший разброс мнений, что говорит о менее однозначном качестве и сниженной академической целостности их текстов.

Результаты работы экспертов фокус-группы с усредненными оценками и пояснениями к ним приведены в таблице 3. Оценки представлены в виде средних баллов по десятибалльной шкале и сопровождаются пояснениями, отражающими позицию фокус-группы по каждому параметру.

Таблица 3 – Усредненные оценки 4-х языковых моделей с пояснениями экспертов фокус-группы

Тестовое задание	ChatGPT		Claude		DeepSeek		YandexGPT	
	балл	пояснение	балл	пояснение	балл	пояснение	балл	пояснение
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Формулировка научной гипотезы	9,9	Гипотеза конкретна, количественно выражена, логична и проверяема	9,9	Гипотеза полная, с диапазонами, логична и экологически обоснована	8,0	Гипотеза логична и научно корректна, но без диапазона или количественной формулировки	6,0	Формулировка абстрактна, без цифр и чёткой проверяемости

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2. Описание плана эксперимента	9,9	План обоснован, содержит методику, параметры, статистику. Стиль научный	10	Очень подробный, многоуровневый план, охватывает весь жизненный цикл	7,9	План содержательный, но менее строго академичен. Статистика ограничена	7,0	План описательный, но неформализованный, стиль ближе к отчётному
3. Аннотация к научной статье	10	Аннотация полная, структурирована, в научном стиле, с результатами	9,9	Аннотация насыщенная, с сильной терминологией и академическим языком	6,9	Аннотация логична, но уступает по терминологии и стилю	6,0	Аннотация повторяет план, структура слабая, нет акцента на методах
4. Устойчивость к «галлюцинациям»	10	Факты корректны, стандартные методы указаны, «галлюцинаций» нет	10	Информация строго достоверна, ошибки отсутствуют	8,9	Все методы реальны и корректны, нет ошибок или искажений	8,0	Ошибок нет, но часть терминов расплывчата

Таблица 4 отражает сводные результаты экспертной оценки четырёх языковых моделей — ChatGPT, Claude, DeepSeek и YandexGPT — по четырём ключевым критериям: формулировка научной гипотезы, описание плана эксперимента, аннотация к научной статье, устойчивость к генерации недостоверной информации («галлюцинациям»).

Таблица 4 – Сводные результаты экспертной оценки языковых моделей

Тестовое задание	Средний балл			
	ChatGPT	Claude	DeepSeek	YandexGPT
1. Формулировка научной гипотезы	9,9	9,9	8,0	6,0
2. Описание плана эксперимента	9,9	10	7,9	7,0
3. Аннотация к научной статье	10	9,9	6,9	6,0
4. Устойчивость к «галлюцинациям»	10	10	8,9	8,0
Итоговая средняя оценка	9,95	9,95	7,93	6,75

Сводная таблица позволяет визуализировать разницу между системами по отдельным параметрам и даёт возможность сопоставить сильные и слабые стороны каждой модели [7].

Наиболее высокие оценки за устойчивость к генерации недостоверной информации получили Claude и ChatGPT, что подтверждает надёжность этих моделей в научном контексте. Различия по критерию «Аннотация» выявили чувствительность моделей к

академическому стилю: только Claude и ChatGPT смогли соблюсти научную структуру и терминологическую точность.

Заключение

На основе многофакторной оценки четырёх языковых моделей по критериям научной корректности, полноты описания, академического стиля и устойчивости к «галлюцинациям», можно выделить две модели — Claude и ChatGPT — как наиболее соответствующие задачам академической и исследовательской деятельности. Обе системы получили итоговую оценку — 9,95 баллов — что отражает их высокий уровень проработки, структурности и стилистической зрелости.

Модель Claude показала большую глубину анализа и стилистическую строгость, однако может отличаться неустойчивым поведением в зависимости от входного запроса и платформы, что следует учитывать при применении в критически важных научных задачах.

Тем не менее, при выборе между двумя равными по качеству моделями, важным фактором становится техническая стабильность и доступность в различных пользовательских сценариях. В этой связи модель ChatGPT выступает как более предсказуемый, устойчиво функционирующий инструмент, подходящий как для академических учреждений, так и для индивидуальных исследователей. Она демонстрирует высокую повторяемость качества ответов, гибкость в междисциплинарных темах и хорошо интегрируется в привычные рабочие среды (браузер, API, плагины и др.).

Модели DeepSeek и YandexGPT 5 Pro-4 оказались ограниченно пригодными для задач научного моделирования. Они демонстрируют логичность и функциональную состоятельность, однако уступают в академической строгости, стилистической однородности и глубине обоснования. Их можно рекомендовать для черновой генерации идей или предварительной компоновки исследовательских текстов с последующей редактурой.

Таким образом, на основе экспертной оценки и анализа релевантных критериев, наиболее предпочтительной языковой моделью для задач планирования научного эксперимента является ChatGPT (модель GPT-4). Она демонстрирует:

– высокую точность при генерации научных текстов и гипотез;
– уверенную поддержку научного стиля и аргументации;
– возможность адаптации к специфической терминологии (например, нетканые материалы, гигроскопичность и др.);
– устойчивость к логическим и фактическим ошибкам;
– стабильность работы.

Тем не менее, как отмечается в современных исследованиях, анализирующих влияние искусственного интеллекта на образовательную и научную сферу [6], тексты, создаваемые с использованием нейросетевых моделей, требуют обязательной и всесторонней критической проверки. Несмотря на высокий уровень автоматизации, подобные системы пока не обладают способностью полноценно учитывать контекст, выявлять смысловые искажения, интерпретировать сложные понятия и корректно распознавать логические не-

соответствия. Это приобретает особую значимость в области научной коммуникации, где приоритетными являются точность, достоверность и верифицируемость информации. В связи с этим использование ИИ в научной практике должно неотъемлемо сопровождаться экспертной верификацией, независимым рецензированием и вдумчивым редакторским сопровождением.

Список использованных источников

1. Искусственный интеллект в задачах моделирования, управления, диагностики технологических процессов: монография / Веревкин А. П., Муртазин Т. М. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. – 232 с.

2. Scientific discovery in the age of artificial intelligence. Nature. – 2023. DOI: 10.1038/s41586-023-06221-2.

3. ИИ в материаловедении: новая эра открытий и инноваций. – URL: https://julienflorkin.com/ru/%D0%9C%D0%B0%D1%82% D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F-%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0/%D0%98%D0%98-%D0%B2-%D0%BC% D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B8/ (дата обращения 26.04.2025). – Текст : электронный.

4. Орлов, А. В., Орлова, И. А., Шустов, Ю. С., Кирсанова, Е. А. Методика проведения научного эксперимента с использованием искусственного интеллекта // Дизайн и технологии. – 2024. № 6.

5. Мирзахалилова, Д. М. Глобальные практики: использование искусственного интеллекта в высшем образовании / Д. М. Мирзахалилова, Ф. М. Камолиддинова // Новые технологии оценки качества образования: сборник материалов XVIII общероссийского с международным участием Форума Гильдии экспертов в сфере профессионального образования, Москва, 17 ноября 2024 года. – Москва: ассоциация «Гильдия экспертов в сфере профессионального образования», 2023. – С. 121–128. – EDN VAGTSZ.

6. Rew, D. A., Popova, N. G. The challenges of machine translation of academic publications. Science Editor and Publisher. 2021; 6 (2) – p. 104-112.

7. Павлюк, Е. С. Анализ зарубежного опыта влияния искусственного интеллекта на образовательный процесс в высшем учебном заведении / Е. С. Павлюк // Современное педагогическое образование. – 2020. – № 1. – С. 65–72.

8. Актуальные аспекты разработки и внедрения систем искусственного интеллекта в организациях / Мельников А. В., Бачурин А. И., Распопов А. А., Цветкова В. А. // Социальные новации и социальные науки. – Москва : ИНИОН РАН, 2021. – № 2(4). – С. 38–46. – DOI 10.31249/snsn/2021.02.03 rg/10.24069/SEP-21-01

УДК 677.017.2/.7

Сравнительный анализ методов измерения скорости пули для баллистических исследований тканей для бронежилетов

Адамян А. В., асп.,
Гречухин А. П., д.т.н., проф.,
Сокова Г. Г., д.т.н., проф.,
Куликов А. В., к.т.н., доц.

Костромской государственный университет, г. Кострома, Российская Федерация

Реферат. Для исследования баллистических свойств тканей необходим оперативный и надежный способ для проведения натурного эксперимента. Одним из показателей, который необходимо фиксировать при таких исследованиях – скорости пули. В работе выполнен сравнительный анализ трёх методов измерения скорости пули с целью определения их применимости при испытаниях баллистических тканей и элементов бронежилетов. Рассматривались вибрационный метод, метод на основе электромагнитной индукции и оптический метод. Вибрационный подход с использованием датчиков SW-420 и микроконтроллера Arduino продемонстрировал недостаточную чувствительность и высокую зависимость от внешних вибрационных и акустических помех, что делает его непригодным для определения остаточной скорости пули после прохождения защитного материала. Метод электромагнитной индукции показал более стабильный сигнал, однако его эффективность существенно ограничивается материалом и калибром снаряда, а также уровнем электромагнитных помех, что снижает точность при оценке защитных свойств тканевых и композитных структур.

Наиболее эффективным оказался оптический метод, реализованный в виде измерительного модуля с массивом инфракрасных излучателей и фотодиодов. Устройство позволяет регистрировать скорость пули после взаимодействия с образцом баллистической ткани, обеспечивая субмикросекундное время отклика и устойчивость к внешним воздействиям. Это даёт возможность количественно оценивать степень снижения кинетической энергии снаряда и определять эффективность защитных материалов. Полученные результаты подтверждают, что оптические хронографы являются предпочтительным инструментом для лабораторных и сертификационных испытаний бронежилетов и баллистических тканей.

Ключевые слова: цифровизация, конкурентоспособность, цифровая экономика, высшее образование, оценка цифровизации университета.

Специальные текстильные материалы, выработанные из высокомодульных нитей, имеющих сложное многослойное строение, чрезвычайно востребованы в различных сферах, в том числе, используются для изготовления средств индивидуальной баллистической защиты. Материалы для баллистической защиты требуют особенно ответственного проектирования и оценки их качества, поскольку от этого зависят жизни людей. Поэтому большое значение имеют исследования в области баллистики, которые требуют высокой точности при регистрации скорости движения пуль и других малогабаритных снарядов. Настоящая работа направлена на изучение способов измерения скорости пули и поиска метода пригодного для проведения баллистических исследований тканей для бронежилетов.

От скорости движения пуль и других малогабаритных снарядов зависят результаты испытаний оружия, оценка характеристик боеприпасов, а также прикладные задачи в спортивной стрельбе и криминалистике. Существующие методы измерения скорости обладают различной степенью точности и устойчивости к внешним факторам, что обуславливает необходимость их сравнительного анализа. В данной работе измерение скорости пули рассматривается в контексте испытаний баллистических тканей и бронежилетов. Измерение остаточной скорости пули после прохождения через защитный материал является важным критерием оценки его энергии торможения и защитных свойств.

Целью данных исследований являлось сопоставление вибрационного, электромагнитного и оптического подходов к определению скорости пули с выявлением их преимуществ и ограничений.

Метод на основе вибрационных датчиков. Первым рассмотренным способом измерения скорости пули стал метод, основанный на применении вибрационных датчиков. Концептуально он предполагал использование двух датчиков типа SW-420, подключённых к микроконтроллеру Arduino. Датчики размещались на фиксированном расстоянии друг от друга, и в момент пролёта пули предполагалось регистрировать колебания, вызванные ударной волной или механическими вибрациями, возникающими при её прохождении вблизи чувствительных элементов.

Принцип измерений заключался в фиксации времени между последовательными срабатываниями двух датчиков; скорость пули затем определялась как отношение пройденного между датчиками расстояния к зафиксированному времени пролёта.

Однако практическая реализация выявила существенные ограничения данного подхода. В частности, сенсоры SW-420 обладают относительно низкой чувствительностью и не рассчитаны на регистрацию событий с микросекундной длительностью. Пуля, движущаяся со скоростью порядка сотен метров в секунду, проходит контрольный участок за доли миллисекунды, тогда как время отклика датчиков вибрации существенно выше. В результате срабатывания датчиков носили нерегулярный и хаотичный характер, что не позволяло по-

лучить достоверные данные. Дополнительным недостатком являлась высокая зависимость результата от внешних факторов: механических шумов, вибраций и акустических помех.

Таким образом, метод на основе вибрационных датчиков оказался неприменимым для точного и стабильного измерения скорости высокоскоростных объектов, хотя мог бы использоваться в условиях, где допускается измерение более медленных процессов или грубая оценка времени пролёта. Кроме того, данный метод не позволяет корректно регистрировать изменение скорости пули после взаимодействия с баллистической тканью, что является ключевым параметром при испытаниях защитных материалов.

Метод на основе электромагнитной индукции. В качестве альтернативы был реализован метод, основанный на явлении электромагнитной индукции. Его принцип заключается в том, что при пролёте пули через катушку индуктивности происходит возмущение электромагнитного поля, что приводит к изменению индуктивного сопротивления и наведению электрического сигнала. В экспериментальной установке катушка размещалась на траектории движения пули и подключалась к измерительной схеме, которая фиксировала изменения в сигнале.

Предполагалось, что момент пересечения пули с катушкой можно использовать в качестве временной метки, а при применении двух катушек, расположенных на фиксированном расстоянии друг от друга, вычислять скорость пролёта по разнице этих временных отметок.

Тем не менее, на практике этот метод также показал ограниченную эффективность. Проблема заключалась в том, что величина индуцированного сигнала сильно зависела от материала пули, её формы и скорости. Немагнитные и малогабаритные объекты практически не вызывали заметных изменений в поле катушки, что затрудняло их регистрацию. Кроме того, высокочастотные шумы и электромагнитные помехи, возникающие в реальных условиях, существенно снижали точность измерений.

Эксперименты продемонстрировали, что метод электромагнитной индукции более универсален по сравнению с вибрационным подходом, однако также не обеспечивает необходимой точности при работе с высокоскоростными снарядами. Его использование оправдано лишь для специализированных задач, связанных с объектами, имеющими выраженные электромагнитные свойства (например, крупные металлические тела при относительно невысоких скоростях). В условиях испытаний баллистических тканей данный метод также непрактичен, так как остаточная скорость пули после прохождения материала может быть ниже и сопровождаться меньшей изменяемостью электромагнитного поля, что дополнительно снижает точность регистрации.

Оптический метод измерения скорости пули. Одним из наиболее перспективных подходов к измерению скорости высокоскоростных тел является использование оптического баллистического хронографа. В основе данного метода лежит принцип прерывания светового потока пулей при пролёте через систему оптических рамок, расположенных на фиксированном расстоянии друг от друга. В момент прохождения объекта через первую рамку микроконтроллер фиксирует начало отсчёта времени, а при срабатывании второй рамки происходит остановка таймера. После этого скорость определяется как отношение прой-

денного расстояния к затраченному времени. Преимущество оптического метода состоит в том, что он позволяет точно измерять как исходную скорость пули, так и её скорость после пересечения барьерного слоя (например, слоя баллистической ткани или композитного материала). Это делает оптические хронографы подходящими для сертификационных и исследовательских испытаний бронежилетов.

Конструкция и компоненты. В экспериментальной схеме исследуемый образец баллистического материала размещался перед измерительным модулем в единой интегрированной конструкции. Оптический модуль представлял собой жёстко закреплённый блок двух оптических рамок с фиксированным расстоянием между ними (500 мм). При проведении испытаний образец устанавливался на стойке перед первой рамкой на расстоянии не более 50–100 мм, чтобы минимизировать влияние деформации и аэродинамики на отсечку скорости. После возможного пробития образца оптические датчики фиксировали остаточную скорость пролетающего снаряда по времени между срабатываниями первой и второй рамок. Каждая рамка включала массив излучателей и массив фотодатчиков. В качестве источников света использовались инфракрасные светодиоды TSHF5410 (λ = 890 нм), а в качестве приёмников — фотодиоды LTR-323DB, работающие в фотопроводящем (обратносмещённом) режиме. Данное решение обеспечило высокую чувствительность и субмикросекундное время отклика, что является критически важным для регистрации пролёта малогабаритных снарядов, например, пули длиной 5 мм, движущейся со скоростью порядка 1000 м/с. В этом случае длительность перекрытия оптического луча составляет всего 5 мкс, что недостижимо при использовании традиционных фоторезисторов или фототранзисторов.

Сигналы фотодиодов подавались на компараторы LM339, которые формировали чёткие цифровые импульсы, исключающие шумовые составляющие. Контроллер Arduino, работающий с частотой выборки 2 МГц и разрешением таймера 0,5 мкс, позволял проводить измерения с высокой точностью. Для минимизации влияния внешнего освещения использовались инфракрасные источники и схемы автоматической нормализации уровня освещённости.

Оптимизация оптической системы. Особое внимание было уделено геометрии расположения светодиодов и фотодиодов. С помощью САПР была рассчитана конфигурация, исключающая возможность пролёта даже малокалиберной пули (например, калибра 0,177) без пересечения хотя бы одного оптического луча. В результате каждая рамка содержала массив из восьми излучателей и восьми приёмников, формирующих зону контроля размером 135 × 85 мм. Такое решение обеспечило надёжную регистрацию даже при неидеальном позиционировании оружия относительно установки.

Разработанный хронограф продемонстрировал следующие ключевые достоинства:

1. Высокая скорость отклика сенсоров, обеспечивающая регистрацию событий длительностью менее 1 мкс.
2. Устойчивость к шумам и вибрационным воздействиям.
3. Возможность измерения скоростей до 1000 м/с, включая сверхзвуковой диапазон.

4. Относительная простота реализации и доступность элементной базы.
5. Масштабируемость конструкции для работы с различными типами боеприпасов.

Выводы

1. Проведённый сравнительный анализ показал, что вибрационный и электромагнитный методы не соответствуют требованиям к современным измерительным системам в области баллистики. Их применение ограничено низкой чувствительностью, высокой зависимостью от внешних факторов и нестабильностью получаемых сигналов, что исключает возможность использования данных подходов для точного измерения скорости высокоскоростных объектов.

2. Наибольшую эффективность продемонстрировал оптический метод, основанный на применении инфракрасных излучателей и фотодиодов в обратносмещённом режиме. Данная система обеспечивает высокую точность, стабильность и устойчивость к внешним воздействиям, а также возможность измерения скоростей до 1000 м/с, включая сверхзвуковой диапазон.

3. Результаты проверенных исследований позволяют судить, что оптический метод может служить инструментом в лабораторных испытаниях баллистических тканей, бронежилетов и других средств индивидуальной защиты, где требуется точное определение остаточной скорости пули для оценки класса защиты материала.

Список использованных источников

1. Zhang, L., Li, J., Xu, H. Design of an optical ballistic chronograph for high-speed projectile measurement // Sensors. 2022. – Vol. 22, – No. 14. – P. 5273. DOI: 10.3390/s22145273. (Scopus/WoS)

2. Singh, R., Kumar, P. Advances in ballistic measurement techniques: A review // Measurement. 2021. – Vol. 183. – P. 109822. DOI: 10.1016/j.measurement.2021.109822. (Scopus/WoS)

3. Chen, Y., Zhao, W., Wang, D. Electromagnetic methods for projectile velocity detection under noisy conditions // IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. 2023. – Vol. 72. – P. 4500311. DOI: 10.1109/TIM.2023.4500311. (Scopus/WoS)

4. Marino J., Torres B., Rivera R. Near-IR gate sensors for ultra-fast ballistic detection // Applied Optics. 2021. Vol. 60, No. 20. P. 5667–5675. DOI: 10.1364/AO.429876. (Scopus/WoS)

5. Wang, L., He, X. High-speed photodiode matrix for microsecond object detection // Optics and Lasers in Engineering. 2021. – Vol. 147. – P. 106719. DOI: 10.1016/j.optlaseng.2021.106719. (Scopus/WoS)

6. Hassan, M., Silva, F. High-speed chronography techniques for ballistic applications // Defence Technology. 2020. – Vol. 16, – No. 3. – P. 437–447. DOI: 10.1016/j.dt.2019.04.007. (Scopus/WoS)

7. Oliveira, C., Santos, P., Gomes, L. Optical beam interruption method for projectile velocity measurement // Journal of Applied Instrumentation. 2022. – Vol. 5, – No. 3. – P. 45–54.

8. Ivanov, A., Petrov, D., Kuznetsov, M. Оптические методы регистрации движения высокоскоростных объектов // Измерительная техника. – 2024. – № 7. – С. 15–22.

9. Sokolov, P., Artemiev, A. Современные измерительные модули для испытаний бронежилетов // Технология легкой промышленности. – 2024. – № 2. – С. 33–41.

10. Kuterbekov, G., Akilbekov, A., Shaimerdenova, Z. Ballistic resistance of multilayer aramid fabric systems // Polymer Testing. – 2022. – Vol. 114. – P. 107697. DOI: 10.1016/j.polymertesting.2022.107697. (Scopus/WoS)

11. Kim, D., Park, S. Ballistic performance evaluation of UHMWPE composite fabrics // Composites Part B. 2021. – Vol. 224. – P. 109202. DOI: 10.1016/j.compositesb.2021.109202. (Scopus/WoS)

12. Rahman, K., Ahmed, S., Basu, D. Measurement of projectile deceleration in protective composite panels // Materials & Design. 2023. – Vol. 225. – P. 111527. DOI: 10.1016/j.matdes.2023.111527. (Scopus/WoS)

13. Li, X., Zhou, H., Song, J. Impact energy dissipation in multilayer ballistic textiles // Composite Structures. 2023. – Vol. 319. – P. 117052. DOI: 10.1016/j.compstruct.2023.117052. (Scopus/WoS)

14. Torres, J., Morales, E., Diaz, N. Smart ballistic test ranges using optical sensing arrays // IEEE Sensors Journal. 2023. – Vol. 23, – No. 9. – P. 11234–11243. DOI: 10.1109/JSEN.2023.3267131. (Scopus/WoS)

15. Wu, P., Zhao, B., Lin, F. Fiber-optic sensors for high-speed impact detection // Sensors and Actuators A. 2020. – Vol. 314. – P. 112259. DOI: 10.1016/j.sna.2020.112259. (Scopus/WoS)

16. Brown, T., Evans, J., Walker, S. Electromagnetic interference suppression in velocity measurement systems // Measurement Science and Technology. 2020. – Vol. 31, – No. 8. – P. 085004. DOI: 10.1088/1361-6501/ab7c31. (Scopus/WoS)

УДК 677.03

Особенности определения показателя «микронейр» при оценке линейной плотности короткоштапельных волокон с наличием внутренней полости

Пашин Е. Л., д.т.н., проф.

Костромская государственная сельскохозяйственная академия, г. Кострома, Российская Федерация

Реферат. Дано объяснение причин снижения точности при определении линейной плотности волокон льняного котонина по воздухопроницаемости в виде показателя «микронейр» при использовании импортной измерительной системы фирмы USTER по методу HVI. В условиях случайного по времени начала уборки стеблей льна, а также при случайной доле в общей волокнистой массе

элементарных волокон с повышенной внутренней полостью, величина объемного веса пробы волокна для анализа становится также случайной величиной. Это изменяет объемную плотность пробы в измерительной камере системы USTER и формирует двойственную противоположную по влиянию на показатель «микронейр» зависимость от линейной плотности и объемного веса волокон, связанного с размерами их внутренней полости . Это приводит к формированию погрешности измерений по методу HVI.

Ключевые слова: лён, волокно, котонин, полость, элементарное волокно, микронейр, измерение, линейная плотность, погрешность.

С целью возможного использования системы USTER с реализацией метода HVI для оценки линейной плотности волокон льняного котонина исследовали особенности этого метода применительно к волокнам хлопка. Установлено, что в настоящее время при оценке линейной плотности этих волокон для задач товарной стандартизации используется инструментальный метод определения показателя Micronaire (Mic) с применением импортных измерительных систем HVI и LVI фирмы USTER. Определение Mic основано на учете степени сопротивления Q прохождению воздуха относительно пробы волокон. Основанием для этого считают, что Q зависит от тонкости волокон, связанной с их зрелостью M, обусловленной размером внутренней полости. Теоретической основой, объясняющей связь между Q и тонкостью волокна, является преобразованное уравнение Козени для ламинарного течения воздуха через пористое тело при малом градиенте давления [1]. Испытания требуют применения камеры неизменных размеров, использования пробы волокон определенной массы, относительно которой пропускают воздух при постоянном давлении. Контролируемым параметрам является скорость выходящего из камеры воздуха.

Обращено внимание на особенности испытаний волокон с наличием внутренней полости, к числу которых, наряду с волокнами хлопка, относят и льноволокно. Размер полости по своей площади на поперечном срезе по отношению к поперечному сечению волокна является варьируемой величиной, зависимой не только от зрелости волокон, но и от иных факторов: селекционного сорта, условий выращивания и уборки культуры. Применительно к волокну льна выявлены причины изменчивости внутренней полости [2].

При испытании полых волокон с наличием разных размеров полости по методу HVI возникают условия, вызывающие изменение объемной плотности пробы волокон. Это поясняется сравнением схем на рисунке 1.

Очевидно, что при постоянных размерах камеры и массе волокнистых проб, формирующийся при нахождении в камере, объемный вес волокон с малой полостью (Б) и повышенной (А) будет разный. Полые волокна в этом случае должны располагаться в камере

при большей плотности, то есть их количество (при условии равенства внешних периметров поперечников волокон) будет больше. Из-за этого сопротивление прохождению воздуха также будет больше применительно к волокнам с большой полостью. Такие различия будут приводить к итогам испытания, при которых при равном внешнем периметре волокон (как характеристике их тонкости) показатель Mic, определяемый величиной сопротивления перемещению воздуха, будет разный.

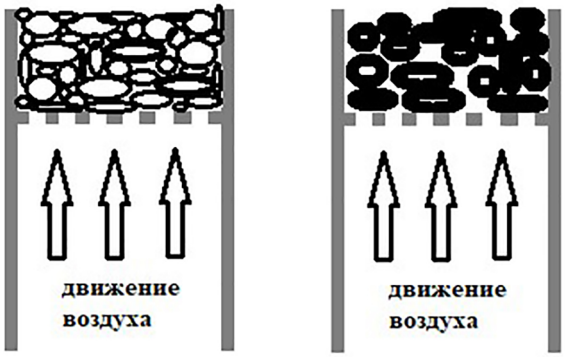


Рисунок 1 – Формирование разной объемной плотности волокон с разной внутренней полостью

В качестве подтверждения правомерности такого заключения являются результаты исследований [3], полученные при изучении связи показателя Mic с характеристиками поперечного сечения волокон хлопка [4], а именно – периметра поперечного сечения волокна P и его площади A_B, зависимой от P и толщины стенки t. Принимая во внимание результаты исследований [5, 6], авторы работы [4] при интервалах параметров: P от 35 до 60 мкм, t от 1,4 до 3,4 мкм и A_B от 42,4 до 167,6 мкм^2 определили значения линейной плотности волокна T (мтекс) и его зрелости M.

На их основе авторы определили величину показателя Mic с применением следующей зависимости [3]:

$$Mic = 0{,}509 \cdot \sqrt{(M \cdot T + 8{,}359)} - 2{,}352.$$

Её иллюстрация в виде диаграммы представлена на рисунке 2.

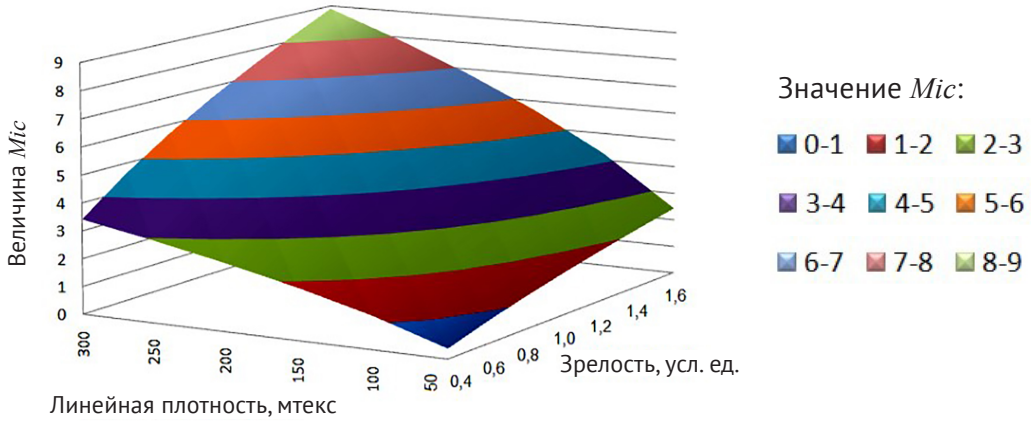


Рисунок 2 – Двойственная зависимость величины Mic от зрелости и линейной плотности волокон

Из анализа диаграммы следует разнонаправленность влияния T и M на величину Mic. Например, значение Mic, равное 3,5 ед. может формироваться при разных вариантах сочетания T и M. **Вариант 1** – зрелость волокна M = 0,4 (очень незрелое волокно) и линейная плотность T = 300 мтекс (грубое). При этом варианте волокна следует считать грубыми. **Вариант 2** – M = 1,6 (хорошо созревшее волокно) и линейная плотность T = 100 мтекс (тонкое волокно), что характеризует волокно, как тонкое и более пригодное к прядению.

Таким образом, на основе проведенного анализа сделать правильное заключение о тонкости волокна по показателю Mic, определяемого на приборах фирмы USTER, является затруднительно.

Список использованных источников

1. Hearle, J. W. S., Morton, W E. Physical Properties of Textile Fibres. – Woodhead Publishing. 2008, – p. 765.

2. Пашин, Е. Л., Женишова, Н. Н. Причины пониженной точности оценки толщины волокон котонина при использовании приборов на основе оценки воздухопроницаемости и показателя «МИКРОНЕЙР» // Материалы докладов международной 56 научно-практической конференции преподавателей и студентов. – Витебск, ВГТУ, 2023. – Т. 2. – С. 316–317.

3. Montalvo, J. G.. Relationships Between Micronaire, Fineness, and Maturity: Journal of Cotton Science. 2005. – № 9. – P. 81–88.

4. Montalvo, J. G.. A comparative study of NIR diffuse reflectance of cottons grouped according to fiber cross-sectional dimensions: Appl. Spectrosc. 1991. – 45. – P. 779–789.

5. Ramey, H. H. The meaning and assessment of cotton fibre fineness: Southern Regional Research Center U.S. Department of Agriculture. – 1988. – p. 23.

6. Sarwar, F. A., Ilyas, M., Azeem, A. M., Iqbal, A. M. F., Azmat, D. H., Samander, M. Predicting Cotton Fibre Maturity by Using Artificial Neural Network: Autex Research Journal. 2018. – №. 4 – P. 429–433.

УДК 677.027

Разработка алгоритма обнаружения линии раппорта рисунка как метода контроля перекоса уточной нити в текстильных материалах со сложным переплетением или рисунком

Мирошниченко Д. А.,
к.т.н., ст.н.с,
Барабанщикова И. С.,
к.т.н., доц.,
Карева Т. Ю., д.т.н., проф.

Ивановский государственный политехнический университет,
г. Иваново,
Российская Федерация

Реферат. В статье рассматривается проблема перекоса уточных нитей в текстильных материалах как одного из существенных дефектов, влияющих на качество конечного продукта. Анализируются основные причины возникновения диагональных и дуговых перекосов. Представлена разработка программно-аппаратного комплекса для автоматического контроля и исправления перекоса уточной нити в материалах со сложным рисунком. Описывается применение методов компьютерного зрения и алгоритмов обработки изображений для определения положения уточной нити. Проводится анализ различных методов корреляции с использованием библиотеки OpenCV, выбирается оптимальный алгоритм для обнаружения раппорта рисунка.

Ключевые слова: лёгкая промышленность, текстильный материал, уточная нить, перекос структуры материала, алгоритмы компьютерного зрения, техническое зрение.

Перекос уточных нитей в текстильных материалах представляет собой отклонение от перпендикулярного расположения основных нитей относительно уточных по всей ширине полотна или на его отдельных участках. Данный дефект существенно влияет на качество конечного продукта и может привести к значительным производственным потерям [1–3].

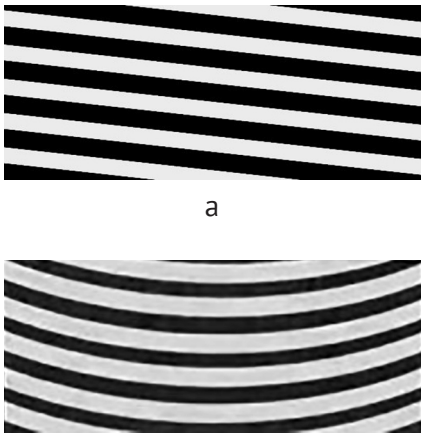
Формирование перекосов в движущемся текстильном материале обусловлено двумя основными причинами:

– различие в скоростях перемещения участков ткани по ширине;

– несоответствие длин путей, проходимых различными участками полотна (например, при движении по дуге).

В производственных условиях часто наблюдается комплексное воздействие указанных причин. На рисунке 1 представлены примеры дефекта – перекос ткани по утку в случае диагонального (рис. 1 а) и дугового (рис. 1 б) его проявления.

Основным источником диагональных перекосов является неравномерное натяжение кромок при обработке расправленного полотна. Ключевую роль играют тканена-



а

б

Рисунок 1 – Примеры дефекта – перекос ткани: а – диагональный; б – дуговой

правляющие ролики с нарушенной параллельностью осей. При этом наибольшую деформацию вызывают ролики, оси которых находятся в одной плоскости. Дополнительно воздействовать на положение нитей в материале могут такие причины как: неравномерный прижим полотна по кромкам; некачественные швы при сшивании полотен; чрезмерное натяжение материала; повышенное трение в местах перегиба; неравномерность воздушного потока при сушке; неправильная сушка основных нитей при шлихтовании.

Дуговые перекосы характеризуются искривлением положения уточных нитей по дугообразной траектории. Основными причинами их возникновения являются: неравномерное распределение нагрузки по ширине полотна при прохождении через направляющие устройства, деформация ткани при прохождении криволинейных участков технологического оборудования, нарушение геометрии направляющих роликов и валиков, различная степень растяжения материала в поперечном направлении или неравномерное натяжение при намотке на валы.

Формирование перекосов может начинаться уже на этапе ткачества, однако преимущественно они возникают в процессе отделки текстильных материалов. Наибольшее количество таких дефектов возникают в отбельных, красильно-заварочных и аппретурно-отделочных цехах. Ткани с перекосом утка классифицируются как бракованные и могут вызывать следующие проблемы:

- несовпадение рисунка в местах швов при пошиве;
- деформация формы раскроя;
- искажение внешнего вида готовой продукции;
- нарушение геометрической точности при нанесении печатного рисунка.

Количество и интенсивность проявления таких дефектов зависит от уровня технологического контроля, оснащённости предприятия средствами исправления перекосов, а также общего качества организации производственного процесса. В настоящее время на отечественных производствах установлено либо отечественное оборудование с устаревшими оптико-механическими датчиками, либо импортное, замена вышедших из строя датчиков на котором в настоящее время является проблематичной по причине санкций, наложенных западными странами на Российскую Федерацию [4]. При этом установленные на импортных машинах системы исправления перекоса в основном разработаны для распознавания этого дефекта на суровых, отбеленных и гладкокрашеных тканях. Особую сложность в определении перекоса уточных нитей вызывает сложная структура ткани, например, жаккардовые переплетения. В таких материалах обнаружение уточной нити в ее стандартном положении практически невозможно. Если переплетение ткани яв-

ляется многослойным или имеет сложный узор, представленный на рисунке 2, с использованием нескольких уточных нитей различных цветов, то это дополнительно усложняет процесс обнаружения линии уточной нити.

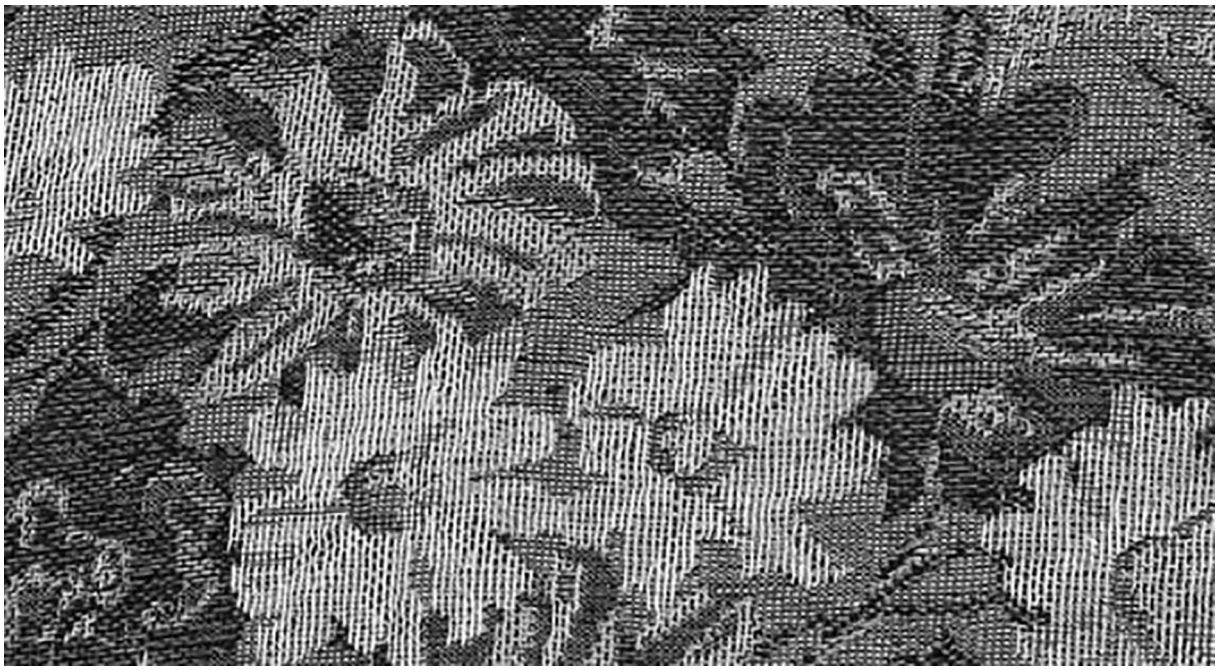


Рисунок 2 – Фрагмент жаккардового переплетения ткани

В рамках НИОКР авторами выполняется разработка программно-аппаратного комплекса управления механизмами исправления перекоса уточной нити для текстильных материалов со сложным рисунком (жаккардовые узоры или печать). Основным отличием данной разработки является использование камеры технического зрения и специального программного обеспечения, предназначенного для автоматического определения положения уточной нити и оперативной подачи сигналов управления на механизмы исправления перекоса в случае отклонения положения нити от нормали.

Особенностью программного обеспечения является использование математических алгоритмов обработки изображений. В отличии от нейронных сетей, получивших широкое распространение при анализе фотографий [5–7], применение алгоритмов компьютерного зрения позволяет значительно ускорить процесс обработки видеопотока и сделать процесс перехода на новые артикулы ткани быстрым и без необходимости дополнительного обучения нейросети [8].

Известно, что процесс формирования ткани на ткацком станке происходит в результате последовательного переплетения двух систем нитей – основы и утка, расположенных в ортогональных тканях перпендикулярно друг к другу [9]. Исходя из этого, наиболее удобным способом контроля положения уточной нити в материалах со сложной структурой является обнаружение не одной уточной нити, а всего раппорта рисунка. Пример принципа

сопоставления уточной нити с линей раппорта представлен на рисунке 3. При возникновении перекоса рисунка относительно утка важно соблюдать направление линии раппорта, так как он определяет внешнее восприятие ткани.

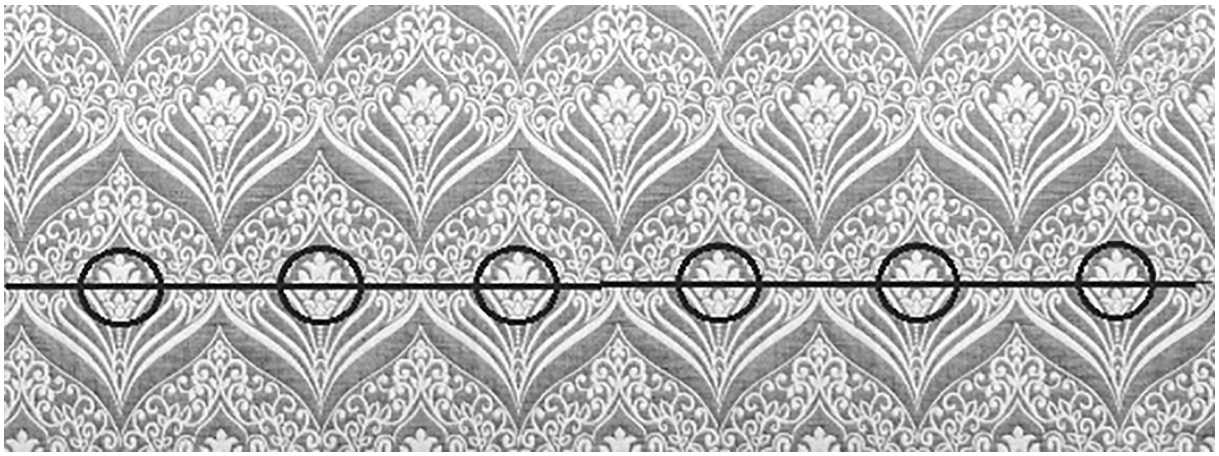


Рисунок 3 – Принцип сопоставления уточной нити с линей раппорта

Для обнаружения раппорта необходимо найти повторяющийся наиболее характерный элемент узора (шаблон). Для этого применен метод обработки изображения, суть которого состоит в обнаружении всех участков на поверхности ткани, совпадающих с заданным шаблоном. Корреляция найденных фрагментов должна быть не ниже установленного порогового значения, который определялся экспериментально для различных артикулов ткани.

Первым шагом метода является выделение шаблона на рисунке и его последующая «примерка» к каждому возможному положению на изображении и вычисление коэффициента корреляции одним из возможных способов. Таким образом формируется двумерный массив коэффициентов. Чем больше коэффициент корреляции, тем больше соответствующая область изображения совпадает с шаблоном.

Составления алгоритмов осуществлено на основе библиотеки компьютерного зрения с открытым исходным кодом OpenCV. Это мощная и широко используемая библиотека для обработки изображений и задач компьютерного зрения. С момента своего создания OpenCV используется во многих приложениях и научно-исследовательских работах. В данной библиотеке имеется функция, реализующая задачу поиска по шаблону – «matchTemplate» [10]. На входе функция принимает: исходное изображение, изображение шаблона и идентификатор математического метода, с помощью которого изображения будут сопоставляться. На выходе функция формирует двумерный массив коэффициентов. Сигнатура используемой функции следующая:

$$\text{cv.matchTemplate(image,templ,method) ->result,} \quad (1)$$

где image – изображение для поиска; templ – шаблон для поиска (размер строго меньше

image); result – массив с результатом, если размер image = $W \cdot H$, а размер templ = $\omega \cdot h$, то размер result = $(W (W - \omega + 1) \cdot (H - h + 1))$; method – метод сравнения исходного изображения и шаблона.

Данная функция имеет шесть поддерживаемых методов сравнения:
enum cv::TemplateMatchModes {
cv::TM_SQDIFF = 0
cv::TM_SQDIFF_NORMED = 1,
cv::TM_CCORR = 2,
cv::TM_CCORR_NORMED = 3,
cv::TM_CCOEFF = 4,
cv::TM_CCOEFF_NORMED = 5}

Для анализа существующих методов корреляции и выбора из них наиболее подходящего применительно к изображениям написан программный код на языке Python. Для тестирования выбрано изображение ткани, представленное на рисунке 4 а, и полученный на ее основе шаблон рисунок 4 б.



а б

Рисунок 4 – Изображения для тестирования методов корреляции: а – изображение ткани; б – выбранный шаблон

Результат обработки изображения программным кодом с использованием метода TM_SQDIFF представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Результат обработки изображения методам TM_SQDIFF

Пять из шести методов справились с задачей поиска шаблона (рис. 4 б) на изображении ткани (рис. 4 а). Метод TM_CCORR исключён из дальнейшего исследования. Введен параметр «порог корреляции» – это нижняя граница диапазона. Методы TM_SQDIFF и TM_CCOEFF ненормированные, следовательно, параметр «порог корреляции» к ним не применим. Поэтому данные методы были исключены после тестирования.

Для оставшихся методов порог корреляции подобран экспериментально и составил следующие значения:

- TM_SQDIFF_NORMED = 0.07;
- TM_CCORR_NORMED = 0.98;
- TM_CCOEFF_NORMED = 0.6.

Для метода TM_SQDIFF_NORMED было выбрано значение корреляции близкое к 0, что вызвано особенностью работы данного метода.

Далее алгоритм был модифицирован для нахождения на поверхности всех фрагментов, похожих на шаблон с учетом некоторого диапазона значений коэффициентов корреляции, при этом фрагмент с коэффициентом корреляции, не попавшим в заданный диапазон, отбрасывается. Результат обработки изображения модифицированным циклом с использованием метода корреляции TM_CCOEFF_NORMED представлен на рисунке 6 а.



а



б

Рисунок 6 – Линия одиночных фрагментов: а – без фильтра; б – с фильтром

Метод TM_SQDIFF_NORMED не справился, так как не смог найти все фрагмент и при этом выдавал ложные. Методы TM_CCORR_NORMED и TM_CCOEFF_NORMED дают приблизительно одинаковый результат. Однако, метод TM_CCOEFF_NORMED нормирован в

диапазоне от -1 до 1, в то время как метод TM_CCORR_NORMED может быть нормирован только в пределах от 0 до 1. Значения ниже 0 позволяют применить негативную корреляцию, что необходимо для обнаружения фрагментов с тем же рисунком, но инвертированными цветами. При этом граница между позитивной и негативной корреляцией будет проходить через 0. Таким образом, можно использовать один и тот же порог корреляции, но с разным знаком. Исходя из этого, метод корреляции TM_CCOEFF_NORMED является более эффективным. Математическое описание метода имеет следующий вид:

$$R(x, y) = \frac{\sum_{x', y'}(T'(x', y') \cdot I'(x + x', y + y'))}{\sqrt{\sum_{x'. y'} T'(x', y')^2 \cdot \sum_{x', y'} I'(x + x', y + y')^2}}, \quad (2)$$

где $T'(x', y') = T'(x', y') - 1/(\omega \cdot h) \cdot \sum_{x'' y''} T(x'', y'')$;

$I'(x + x', y + y') = I'(x + x', y + y') - 1/(\omega \cdot h) \cdot \sum_{x'', y''} I(x + x'', y + y'')$;

(x, y) – координаты пикселя изображения; (x', y') – координаты пикселя шаблона; (ω, h) – размеры шаблона; $T'(x', y')$ – значение пикселя шаблона; $I(x + x', y + y')$ – значение пикселя изображения.

Из рисунка 6 а видно, что при использовании метода сопоставления шаблона с изображением ткани имеются прямоугольники с разной толщиной линии. Все используемые в методе прямоугольники имеют одинаковую толщину, но они могут скапливаться в одном месте из-за того, что на участке с высокой корреляцией небольшое смещение шаблона также дает корреляцию выше заданного порога. Поэтому мы получаем не точку корреляции, а «пятно» корреляции, из которого необходимо выбрать только одну точку. Чтобы это сделать, необходимо полученные фрагменты пропустить через функцию фильтрации. Для этого разработан дополнительный программный код, позволяющий определять конкурирующие по расположению в кадре фрагменты и оставлять только один. В результате фильтрации получается линия одиночных фрагментов, представленная на рисунке 6 б.

Таким образом, разработанный программный модуль обнаружения линии раппортов (соответствующий линии уточной нити) с функцией фильтрации позволяет получить необходимые исходные данные для определения положения линии уточной нити в ткани с жаккардовым переплетением или сложным рисунком. На основе представленного алгоритма происходит дальнейшая разработка отечественного программно-аппаратного комплекса управления механизмами исправления перекоса уточной нити для текстильных материалов с применением системы технического зрения.

Список использованных источников

1. Симонова, М. В., Козлов, А. Б. Автоматическая система исправления перекоса уточных нитей на основе электромагнитных муфт скольжения // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2006. № 3 (290). – С. 108–110.

2. Шляхтенко, П. Г., Кофнов, О. В., Сухарев, П. А. Метод определения перекоса уточной

нити в ткани //Оптический журнал. – 2014. – Т. 81. № 2. – С. 76–79.

3. Энтин, В. Я., Соляр, А. Я., Зайцев, В. Е. Определение перекоса нитей утка ткани с помощью оптоэлектронной системы на базе приборов зарядовой связи (ПЗС) // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 1997. № 1. – С. 157–162.

4. Мирошниченко, Д. А., Барабанщикова, И. С., Карева, Т. Ю. Разработка стенда для тестирования программно-аппаратного комплекса управления механизмами исправления перекоса уточной нити в текстильных материалах. // В сборнике: Инновации в текстиле, одежде, обуви (ICTAI-2024). Материалы докладов международной научно-технической конференции. Витебск, 2025. – С. 177–183.

5. Румянцев, Е. В., Румянцева, В. Е., Коновалова, В. С., Мирошниченко, Д. А. Направления применения искусственного интеллекта в легкой промышленности // Известие вузов. Технология текстильной промышленности. – 2024. № 5 (413). – С. 5–13.

6. Брюханова, Т. А., Мирошниченко, Д. А., Барабанщикова, И. С. Искусственный интеллект в оценке качества текстильных материалов // Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). – 2022. № 1. – С. 15–17.

7. Мирошниченко, Д. А., Лобанова, М. С., Карева, Т. Ю. Разработка классификации дефектов текстильных материалов. // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). – 2021. № 1. – С. 270–274.

8. Антонов, М. А., Мирошниченко, Д. А., Болсуновская, М. В., Барабанщикова, И. С. Адаптация нейросетевой модели для поиска дефектов на льносодержащих тканях // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). – 2024. № 1. – С. 12–16.

9. Мирошниченко, Д. А., Барабанщикова, И. С., Карева, Т. Ю. Разработка системы управления механизмами устранения перекоса структуры текстильных материалов с использованием технологий компьютерного зрения. // Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). – 2024. № 1. – С. 188–190.

10. Круглик, Е. Д. Машинное зрение на основе OPENCV // В сборнике: Индустрия 1С. Сборник статей II региональной научно-практической конференции. Брянск, 2023. – С. 211–217.

УДК 687.022

Разработка и исследование испытательной установки для оценки износостойкости металлизированных ортогональных 3D-тканей

Константинов К. А, маг.,
Саликова Е. В., к. т. н, доц.

Костромской государственный университет, г. Кострома, Российская Федерация

Реферат. В статье представлен комплексный подход к исследованию износостойкости инновационных металлизированных 3D-тканей с ортогональной структурой, использующихся в аэрокосмической, автомобильной и электронной промышленности. Для учета специфики сочетания металлического покрытия с объемной текстильной архитектурой разработана специализированная автоматизированная испытательная установка, обеспечивающая циклическое механическое воздействие и измерение изменений электропроводности образцов. Полученные результаты демонстрируют зависимость роста электрического сопротивления ткани от количества циклов деформации, что свидетельствует о процессе усталостного разрушения и деградации материала.

Ключевые слова: 3D-ткань, металлизированные композиты, ортогональная структура, износостойкость, автоматизированные испытания, электрическое сопротивление, усталостное разрушение.

Современная текстильная промышленность активно интегрирует трехмерные текстильные структуры (3D-ткани), обладающие уникальной объемной архитектоникой, обеспечивающей высокую амортизацию, воздухопроницаемость и удельную прочность. Особенно перспективны ортогональные 3D-ткани, в которых нити расположены взаимно перпендикулярно вдоль осей X, Y и Z, формируя жесткий каркас без традиционного переплетения в плоскости [1]. Металлизация таких структур, например, нанесение медного покрытия, расширяет функциональные возможности материалов, позволяя использовать их в аэрокосмической технике, электронике и автомобилестроении для защиты от электромагнитных помех, повышения прочности и улучшения рабочих характеристик.

Однако традиционные методы оценки износостойкости не учитывают комплексное влияние объемной структуры и металлического покрытия, что требует разработки специализированных испытательных методик.

Объектом исследования являлись образцы пятислойной ткани, размером 10×5×1 см (рис. 1).



Рисунок 1 – Исследуемый образец

Для придания электропроводящих свойств образцы подвергались многократной пропитке раствором медного купороса $(CuSO_4)$ с последующей сушкой при контролируемой температуре. Контроль качества включал визуальный осмотр и измерение начального электрического сопротивления (0–1 Ом). Образцы хранились в герметичных пакетах при температуре 23±2 °C и влажности 45±5 %.

Для оценки износостойкости металлизированных ортогональных 3D-тканей разработана автоматизированная установка (рис. 2), включающая:

– контроллер, управляющий процессом испытаний и сбором данных;

– два исполнительных механизма (шаговые двигатели): первый осуществляет циклическое изгибание образца с углом 45°, второй перемещает по направляющим датчик проводимости к испытываемому образцу;

– кондуктометрический датчик измеряет электрическое сопротивление испытуемого образца и передает данные на контроллер для архивирования данных и дальнейшего анализа;

– компьютер для загрузки управляющей программы в контроллер, обработки и визуализации данных испытаний.



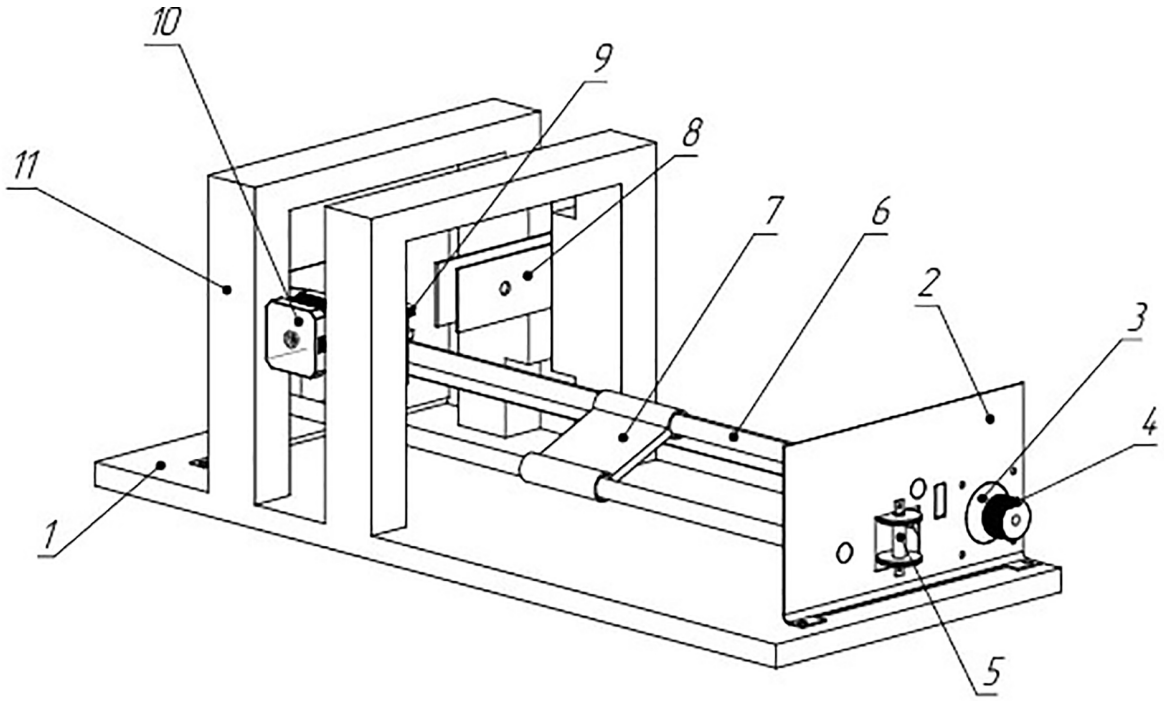
Рисунок 2 – Структурная схема системы управления испытательной установки

На рисунке 2 представлена структурная схема системы управления испытательной установки.

Конструкция испытательной установки для оценки износостойкости металлизированных ортогональных 3D-тканей приведена на рисунке 3.

В основе разработки управляющей программы лежит интеграция прецизионных механических компонентов с высокоточным измерительным контуром, управляемая микроконтроллерной платформой Arduino Uno. Аппарат-

ная конфигурация включает два независимых канала управления шаговыми двигателями NEMA 17 через специализированные драйверы A4988, формирующие импульсы с точностью до 1 микросекунды, и измерительный тракт на базе 10-битного АЦП с эталонным резистором 10 кОм.



1 – основание; 2 – боковая пластина; 3 – шаговый двигатель для перемещения каретки с датчиком проводимости вдоль направляющих; 4 – катушка с тросом механизма перемещения; 5 – катушка для изменения угла натяжения троса; 6 – направляющие; 7 – каретка; 8, 9 – зажимы для фиксирования исследуемого образца; 10 – шаговый двигатель для изгиба исследуемого образца; 11 – каркас

Рисунок 3 – Испытательная установка

Ключевым функциональным элементом является алгоритм циклического воздействия на образцы ткани, где первый двигатель выполняет программируемые механические воздействия в течение строго контролируемых 10-секундных интервалов. После каждой фазы воздействия система инициирует 3-секундную паузу, необходимую для стабилизации образца, за которой следует операция линейного позиционирования вторым двигателем. Наиболее критичным компонентом системы выступит блок измерения электрического сопротивления, активируемый в специально выделенном 3-секундном диагностическом окне.

В рамках измерительного цикла реализуется трехточечный забор данных с дискретностью 1,5 секунды (старт, середина, завершение окна измерений). Каждое измерение включает аналоговое считывание напряжения с делителя, преобразование в цифровое значение через АЦП и расчет сопротивления по оптимизированной формуле $R = ADC \times 10 + 44\ Ом$. Особое внимание уделено обработке граничных условий: значе-

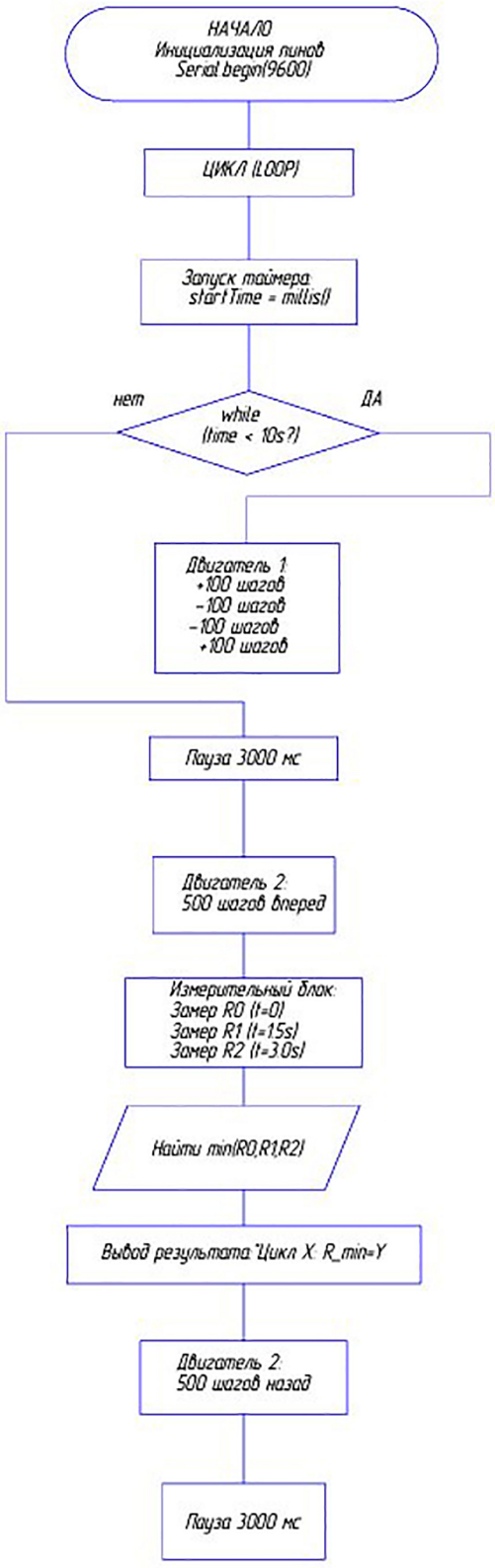


Рисунок 4 – Алгоритм управляющей программы

ние АЦП 0 будет интерпретироваться как короткое замыкание (0 Ом), а 1023 – как обрыв цепи (9,9 МОм). Полученные три значения сопротивления автоматически анализируются с выделением минимального показателя, который вместе с порядковым номером цикла выводится через последовательный интерфейс.

Для управления двигателями разработана импульсная схема с фиксированными параметрами: длительность HIGH-состояния 1000 мкс, пауза между импульсами 1000 мкс, что обеспечит частоту шагов 500 Гц. Обратное позиционирование второго двигателя будет выполняться ровно через 500 шагов после прямого перемещения. Временна́я логика системы построена на функциях millis() и micros() с реализацией неблокирующих задержек, гарантирующих синхронность операций. Всего за полный цикл продолжительностью 16 секунд первый двигатель выполнит 400 шагов (4 группы по 100 шагов с реверсом направления), второй – 1000 шагов (500 вперед + 500 назад), будет проведено 3 измерения сопротивления с фиксацией минимального значения.

Особенности реализации включают: разделение силовых и измерительных цепей для минимизации помех, расчет теплового режима драйверов при непрерывной работе, калибровку АЦП по опорному напряжению, введение глобального счетчика циклов experimentCycle для синхронизации данных. Программный каркас предусматривает расширение для подключения дополнительных датчиков температуры и механического напряжения, что создает основу для будущих модификаций системы.

Алгоритм управляющей программы представлен на рисунке 4.

Испытания металлизирован-

ной ортогональной 3D-ткани проводились на образцах с многократным циклическим изгибом. Результаты показывают монотонный и нелинейный рост электрического сопротивления с увеличением количества циклов, что свидетельствует о постепенной деградации металлического покрытия и структуры ткани. Наблюдается классический признак усталостного разрушения материала – период ускорения роста сопротивления.

Данные усреднялись для повышения надежности и представлены в виде графика зависимости сопротивления от числа циклов (рис. 5).

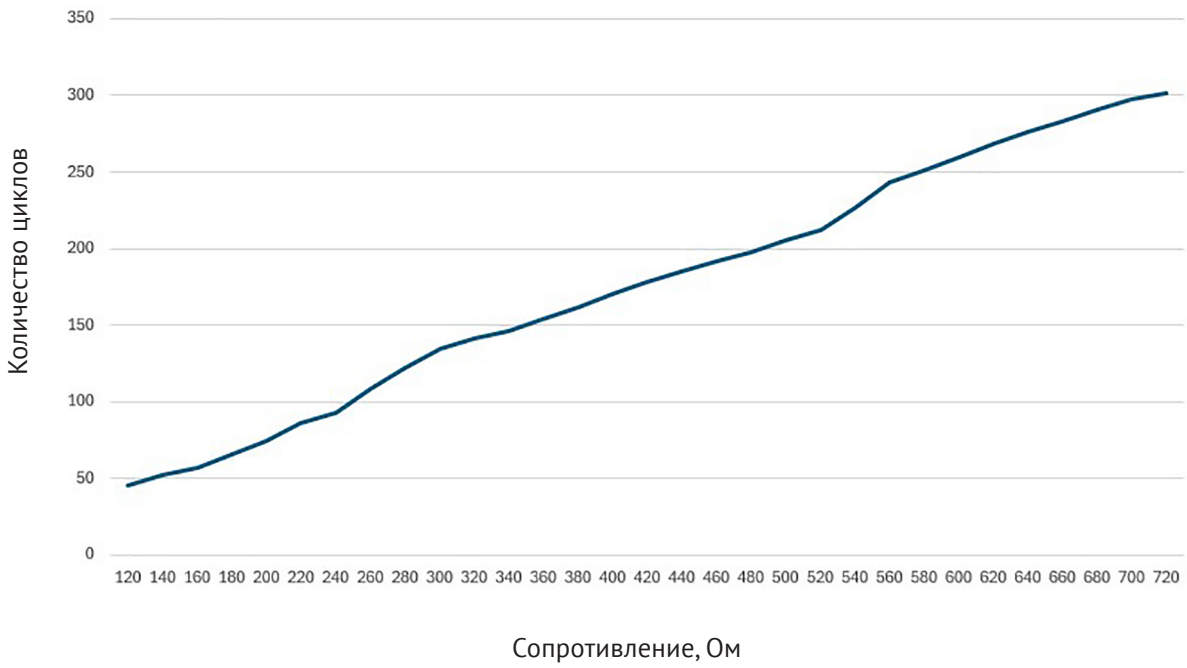


Рисунок 5 – Зависимость изменения сопротивления образца металлизированной 3D-ткани от числа циклов изгибов

Разработанная автоматизированная установка и методика испытаний позволяют эффективно оценивать износостойкость металлизированных ортогональных 3D-тканей с учетом их уникальной структуры и функциональных свойств. Полученные результаты подтверждают значимость комплексного подхода к исследованию и способствуют развитию новых композитных материалов для высокотехнологичных отраслей.

Список использованных источников

1. Гречухин, А. П. Рудовский, П. Н. Новый способ формирования 3D-ортогональных тканей, виртуальная реальность и 3D-печать. – URL: https://ttp.ivgpu.com/wp-content/uploads/2020/07/384_6.pdf (дата обращения 10.09.2025). – Текст : электронный.

УДК 658.5:685.34

Анализ структуры дефектов низа обуви и изучение причин их возникновения

Радюк А. Н.[1], к.т.н., доц.,
Пржевальская М. Е.[2], менеджер,
Буркин А. Н.[1], д.т.н., проф.

[1]Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь
[2]ЧПУП «Обувное ремесло», г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. В работе выявлены основные дефекты низа обуви, влияющие на качество обуви в целом, дана им характеристика. Проведен анализ основных причин их возникновения в виде представления степени влияния факторов на возникновение дефектов, предложены мероприятия по снижению количества дефектов и возможности их устранения.

Ключевые слова: качество, дефекты низа обуви, структура дефектов, причины, факторы возникновения дефектов, рекомендуемые мероприятия.

Качество продукции – совокупность свойств продукции, обусловливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением [1]. Качество обуви обеспечивается качеством исходных материалов и качеством изготовления.

Качество обуви зависит от многих факторов, которые можно объединить в две группы: факторы, непосредственно влияющие на качество при изготовлении обуви (производственные) и факторы, способствующие сохранению качества обуви при доведении ее до потребителя (послепроизводственные факторы).

По природе воздействия все факторы, вызывающие изменения потребительских свойств обуви, подразделяются на: физико-химические, механические и биологические. Потребительские свойства товаров, в том числе и обуви, могут значительно ухудшаться при наличии дефектов [2].

Перечень дефектов обуви регламентирован ГОСТ 27438-87 [3] и представлен в виде классификации по основным признакам в работе [4].

Для защиты прав потребителей ГОСТ 28371-89 [5] установлен перечень дефектов (критических пороков), не допустимых в стандартной обуви, а также установлены предельные значения для некоторых видов дефектов.

Согласно ГОСТ 27438-87 [3] все дефекты обуви делятся на предпроизводственные, производственные и послепроизводственные. Производственные дефекты существенно влияют на потребительские свойства обуви и являются следствием нарушения технологического процесса.

В работе [6] была отслежена взаимосвязь этапов жизненного цикла обуви, возможности возникновения дефектов и их влияние на свойства обуви. Эта связь представлена в виде схемы, на основании которой был сделан вывод, что при производстве обуви особое вни-

мание необходимо уделять ее деталям низа, так как на участке сборки обуви, в частности, прикрепления подошв и каблуков, могут возникать дефекты, влияющие на все свойства изделий.

Цель данной работы – анализ структуры дефектов низа обуви и изучение причин возникновения дефектов на основе данных обувных предприятий г. Витебска. В соответствии с поставленной целью, были определены и решены следующие задачи:

– исследование структуры дефектов обуви;
– анализ причин возникновения дефектов.

Вначале, используя ежегодные статистические отчеты по уценке обуви, были составлены сводные таблицы по количеству и наименованию всех встречающихся видов дефектов за каждый год по методам крепления подошвы отдельно по обуви, уцененной на предприятии и возвращенной от торгующих организаций. При этом возврат обуви от торгующих организаций условно подразделялся на типы: «бывшая в употреблении» – возвращенная потребителем как не выдержавшая гарантийный срок носки и «новая» – возвращенная работниками торговых организаций, которые при приемке обуви выявили дефекты, не позволяющие, по их мнению, продавать такую обувь потребителям.

Анализ данных позволил выделить основные дефекты низа обуви, представленные на рисунке 1.

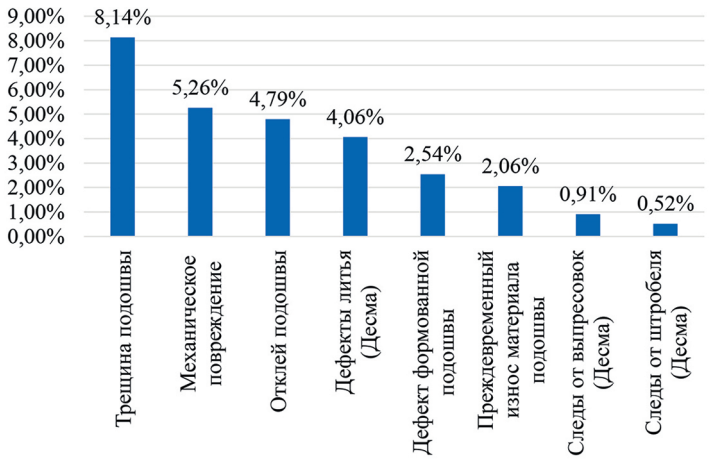


Рисунок 1 – Структура основных дефектов низа обуви

В обуви клеевого метода крепления очень много возврата обуви от торгующих организаций происходит по дефектам «трещина подошвы» (рис. 2 а) и «преждевременный износ подошвы». Основными причинами появления этих дефектов является использование некачественных подошв от поставщиков. Данные дефекты сложно выявить при входном контроле качества, они проявляются только при носке обуви.

Дефект «механические повреждения» – дефект, который может возникнуть, как и входе нарушения технологического процесса, так и в процессе упаковки, транспортировки и хранения обуви. К данному дефекту относятся проколы материала низа (рис. 2 б).

Дефект «отклей подошвы» (рис. 2 в) возникает при нарушении технологического процесса при несоблюдении времени сушки клея после I и II намазки; несоблюдении времени активации клеевой плёнки, недостаточной силе прессования или несоблюдении времени выдержки прессования; а также при нарушении условий хранения обуви.



а б в

Рисунок 2 – Виды дефектов низа обуви:
а – трещина подошвы; б – механические повреждения – прокол;
в – отклей подошвы обуви

Причины возникновения «дефектов литья» могут быть очень различны и многочисленны, в зависимости от типа внешнего проявления дефекта литья на подошвах. К дефектам литья на предприятиях относят: недостаточное отверждение пенополиуретана (мягкие подошвы), темные полосы в подошве, пористый нестабильный материал, белый или желтоватый налет на дне подошвы, плотность материала не соответствует данной, расслоение подошв, мелкие воздушные пузыри с тонким налетом.

«Дефект формованной подошвы» – данный дефект возникает из-за низкого качества закупаемых подошв и недостаточного входного контроля их качества.

В соответствии с дефектами, носящими производственный характер, можно выделить основные факторы, влияющие на их возникновение (рис. 3):

– низкое качество применяемых материалов: подошв, каблуков, набоек, клея, компонентов композиции для литья;

– недостаточный контроль: входной, межоперационный, готовой продукции;

– ошибка проектирования: не соответствие следа подошвы следу колодки, несоответствующая полнота и размер обуви;

– неполадки оборудования: неисправность, низкая оснащенность, неправильная настройка;

– особенности среды: высокая или низкая влажность, высокая или низкая температура, недостаточная освещенность;

– высокий темп работы для персонала;

– нарушение технологической дисциплины и пропуск операции технологического процесса (ТП).

Исходя из данных рисунка 3, и в целях снижения количества дефектов и возможности их устранения на предприятиях рекомендуется проводить следующие мероприятия:

– усилить входной контроль качества комплектующих и материалов;

– предварительный запрос у поставщиков протоколов испытаний по физико-механическим свойствам материалов и деталей;

– предварительное испытание образцов материалов перед выполнением заказов;

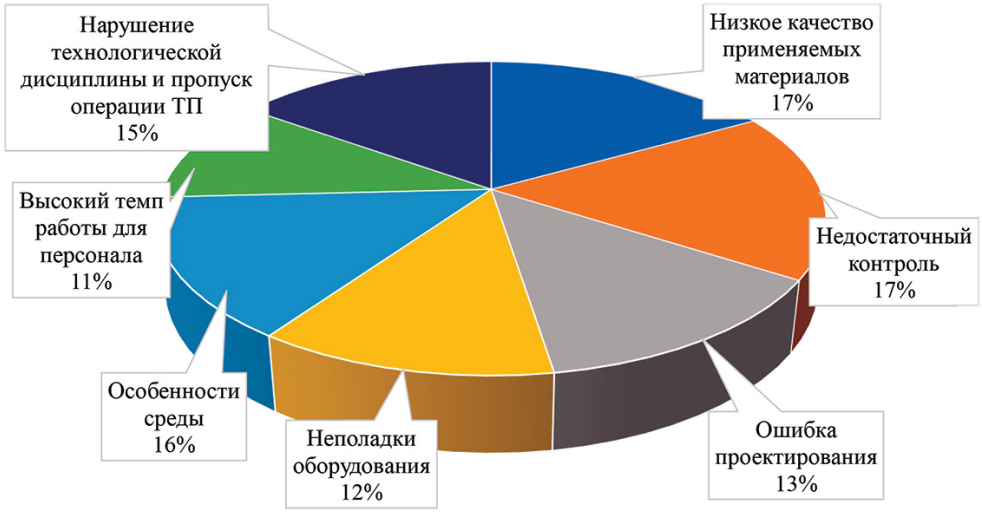


Рисунок 3 – Степень влияния факторов на возникновение дефектов

– активный поиск новых поставщиков более качественных комплектующих и материалов;

– усилить межоперационный контроль;

– постоянный контроль за надлежащим порядком на рабочих местах исполнителей;

– проведение с исполнителями разъяснительной работы по культуре производства;

– усилить контроль за качеством выполнения операций ТП;

– усилить контроль за соблюдением технологических нормативов на всех этапах производства;

– усилить контроль за соблюдением исполнителями технологической дисциплины;

– усилить контроль за качеством готовой продукции;

– перед запуском ассортимента из нового материал или при использовании материалов от нового поставщика проводить их предварительные испытания для корректировки операций ТП.

Список использованных источников

1. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения : Межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартизации от 26.01.1979 г. №244 : взамен ГОСТ 15467-70, ГОСТ 16431-70, ГОСТ 17341-71, ГОСТ 17102-71 : дата введения 1979-07-01. – М.: Стандартинформ, 2009 – 21 с.

2. Грошева, Н. Н. Оценка качества обуви : учебное пособие / Н. Н. Грошева, В. В. Костылева – М.: ИИЦ МГУДТ, 2009. – 71с.

3. ГОСТ 27438-87. Обувь. Термины и определение пороков : Государственный стандарт союза ССР: издание официальное : введен в действие Постановлением Государственно-

го комитета СССР по стандартизации от 12.10.1987 г. №3869 : дата введения 1988-07-01 – М.: Издательство стандартов, 1992. – 17 с.

4. Фокина, А. А., Соколовский, А. Р., Рыкова, Е. С., Белицкая, О. А. Оценка показателей качества обуви специального назначения, Оригинальные исследования, Москва, 2020. – Т. 10. – № 9. – С. 62–77.

5. ГОСТ 28371-89. Обувь. Определение сортности : Межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 18.12.1989 г. №3797 : взамен ГОСТ 179-74, ГОСТ 19116-73, ГОСТ 26166-84 : дата введения 1991-07-01. – М.: Стандартинформ, 2005. – 3 с.

6. Грошева Н. Н. Оценка и моделирование напряженно-деформированного состояния деталей низа обуви : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук : специальность 05.19.05 – «Технология кожи, меха, обувных и кожевенно-галантерейных изделий» / Грошева Наталья Николаевна ; Московский государственный университет дизайна и технологии. – Москва, 2010. – 19 с.

УДК 620.17:685.34

Анализ образцов для испытаний физико-механических свойств подошв из полиуретанов

Радюк А. Н.[1], к.т.н., доц.,
Буркин А. Н.[1], д.т.н., проф.,
Лукатенок П. Л.[1], асп.,
Дозорцев С. П.[2],
зам. директора по производству

[1]Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь
[2]ООО «Стилфлекс», г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. В работе проведен анализ существующих государственных стандартов, регламентирующих проведение механических испытаний синтетических материалов для низа обуви. Подробно рассмотрены стандарты испытаний на определение плотности, твердости и растяжение. Даны рекомендации по выбору методик для проведения испытаний. В рамках работы для проведения испытаний разработана также конструкция ручного пресса для вырубки образцов из подошв обуви.

Ключевые слова: испытания, образцы, ТНПА, методики, анализ, приспособление для вырубки образцов.

Испытания являются одним из важнейших этапов жизненного цикла продукта. Правильная организация испытаний позволяет своевременно устранить брак и повысить качество получаемой продукции [1]. В настоящий момент регламентировать проверку и подтверждение характеристик ПМК призваны методики испытаний и оценки,

представленные в стандартах (ГОСТ, ОСТ, ASTM, ISO и других) [2].

Для регламентирования перечня показателей свойств синтетических материалов для низа обуви используется ГОСТ 4.387-85 [3]. Согласно ГОСТ 4.387-85 номенклатура показателей качества включает 14 показателей назначения, 5 показателей устойчивости к внешним воздействиям, по 1 показателю надежности, экономного использования сырья и материалов, эстетического показателя и показателя технологичности. По степени обязательности показателя по ГОСТ 4.387-85 выделяется 7 показателей назначения, 2 показателя устойчивости к внешним воздействиям и 1 технологический показатель. Необходимо отметить, что показатели, относящиеся к группе назначения, являются основными физико-механическими показателями для полимерных материалов для подошв обуви.

В данной работе представлен анализ образцов для испытаний по основным физико-механическим показателям в виду отличия методик и ТНПА, регламентирующих требования к проведению испытаний.

Плотность полимерных материалов зависит от их состава и способа производства. От плотности материала зависят его прочность, растяжимость, теплопроводность, твердость.

Плотность полимерных материалов определяется по DIN 53420, EN ISO 845 и ГОСТ 267-73, сравнительный анализ которых по образцам представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ ТНПА для определения плотности полимерных материалов

Параметр для сравнения	**DIN 53420**	**EN ISO 845**	**ГОСТ 267-73**
Показатель	Насыпная плотность	Насыпная плотность	плотность
Единица измерения	кг/м^3	кг/м^3	г/см^3 (мг/м^3)
Форма образцов	Отбираются образцы, объем которых легко рассчитать по их размерам, например, кубы, прямоугольные параллелепипеды, цилиндры	Форма образца должна быть такой, чтобы его объем можно было легко рассчитать	Не приводится в ТНПА
Размерные характеристики	Объем образцов должен быть максимально большим и не менее 100 см^3	Образец для испытания должен быть максимально большим с учетом имеющегося измерительного прибора. Для жестких пен общая площадь поверхности образца должна быть не менее 100 см^2, для полужестких и мягких пен – не менее 100 см^2	Масса образца должна быть не менее 2,5 г
Обработка и маркировка образцов	Образцы должны быть обработаны со всех сторон и соответствующим образом маркированы	Не приводится в ТНПА	

Испытание на твердость относится к наиболее часто используемым методам механических испытаний материалов. Было разработано большое количество методов измерения твердости, которые обычно основываются на том, что в испытуемый материал вдавливают индентор, и образующуюся при этом пластическую и (или) упругую деформацию рассматривают как меру твердости материала [1].

Твердость синтетических материалов для деталей низа обуви зависит от вида полимера и температуры окружающей среды. Твердость влияет на износ материалов при механическом истирании: чем выше твердость, тем меньше износ.

Твердость полимерных материалов определяется по DIN 53505, DIN ISO 7619, ГОСТ Р ИСО 7619-1–2009 и ГОСТ 263-75, сравнительный анализ которых по образцам представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительный анализ ТНПА для определения твердости полимерных материалов

Параметр для сравнения	**DIN 53505**	**DIN ISO 7619; ГОСТ Р ИСО 7619-1–2009**	**ГОСТ 263-75**
Показатель	Твердость по Шору	Твердость по Шору	Твердость по Шору А
Форма образца	Не приводится в ТНПА		Представляет собой пластинку или шайбу с параллельными плоскостями
Поверхность образца	Испытуемые поверхности должны иметь диаметр ⩾ 35 мм, быть гладкими и плоскими	Поверхность испытуемого образца должна быть плоской на площади, соприкасающейся с прижимной лапкой. Удовлетворительное определение твердости карманными твердомерами не может быть осуществлено на неровных, шероховатых или выпукло-вогнутых поверхностях	Поверхность образца должна быть гладкой, без впадин, трещин, пузырей, пор, царапин, шероховатостей, надрывов, посторонних включений и других дефектов, видимых невооруженным глазом
Дополнительные требования	Образцы должны быть посыпаны тальком	Не приводится в ТНПА	
Толщина	⩾ 6 мм	не менее 6 мм	не менее 6 мм
Количество	1 образец		
Расстояние при измерении	Измерения должны проводиться не менее чем в 3 различных точках, расстояние между точками – ⩾ 5 мм, от краев образца ⩾ 13 мм	Другие размеры испытуемого образца должны быть достаточными, чтобы проводить измерение на расстоянии не менее 12 мм от любого края образца. Выполняют пять измерений твердости в различных точках испытуемого образца, расположенных на расстоянии друг от друга, не менее 6 мм	Расстояние между точками измерений должно быть не менее 5 мм, а расстояние от любой точки измерения до края образца не менее 13 мм

Одним из самых распространенных методов испытаний полимерных материалов являются испытания на определение упругопрочностных характеристик. Данные методики отражены в DIN 53543, ГОСТ 270-75, ГОСТ Р 54553-2019, ГОСТ 34750-2021, ГОСТ ISO 37–2020, сравнительный анализ которых по образцам представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнительный анализ ТНПА для определения упругопрочностных характеристик полимерных материалов

Параметр для сравнения	**DIN 53543**	**ГОСТ 270-75**	**ГОСТ Р 54553-2019; ГОСТ 34750–2021; ГОСТ ISO 37–2020**
Получение образцов	Могут быть получены из испытательной пластины путем распиловки и вырубки	Образцы из готовых изделий могут иметь толщину не более 3 мм. Образцы вырубают из пластин штанцевыми ножами или вырезают на машинах с вращающимися ножами	Образцы вырубают из плоской резиновой пластинки толщиной от 1,3 (0,05) до 3,3 мм. Образцы можно получать из готовых изделий путем вырезания и шлифовки. Образец из готового изделия не должен иметь шероховатостей, слоев волокон и т. п.
Форма образцов	Не приводится в ТНПА	Образцы для испытания должны иметь форму двусторонней лопатки или кольца	Образцы в форме двусторонней лопатки или полоски
Толщина	До 4 мм	Толщина образцов должна быть (4,0±0,2) мм или (6,0±0,3) мм	Не приводится в ТНПА
Маркировка образцов	Не приводится в ТНПА	Для обеспечения одинаковой установки образцов в захватах допускается наносить установочные метки. Метки должны быть нанесены симметрично относительно центра образца. Краска для нанесения меток не должна вызывать изменения свойств резин, влияющих на результаты испытаний. Допускается наносить метки другим способом	На образцы в форме двусторонней лопатки наносят метки штампом для маркировки
Количество образцов	Не менее 2 образцов из 5 различных пластин	Не менее 5	5

На сегодняшний день наиболее легко воспроизводимым и не затратным способом с точки зрения приборной базы, является метод определения кажущейся плотности. Для испытания, как прописано в DIN 53420 и EN ISO 845, используют образцы

правильной геометрической формы: куб, параллелепипед, цилиндр.

Определение твердости является неотъемлемой частью любых исследований, связанных с оценкой механических свойств материалов, о чем говорят многочисленные исследования ряда ученых. Принято считать, что этот метод оценки материалов отработан с точки зрения достоверности получаемых данных [4]. Определение твердости не связано с разрушением материала и, кроме того, в большинстве случаев не требует приготовления специальных образцов. Испытания проводят на образцах материалов и изделий в определенных точках измерения, например, как на рисунке 1.

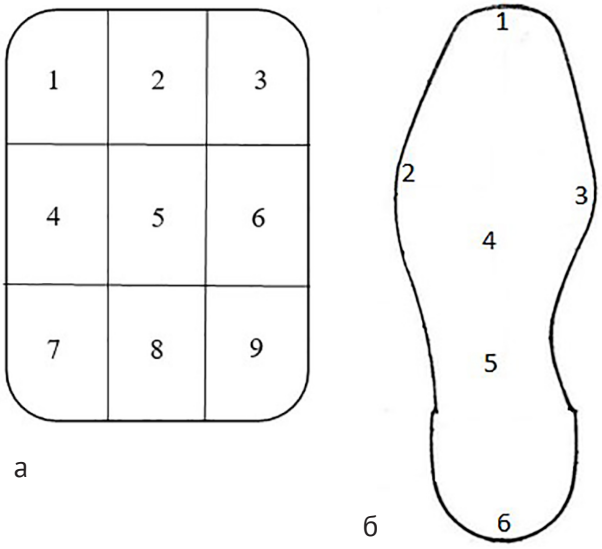


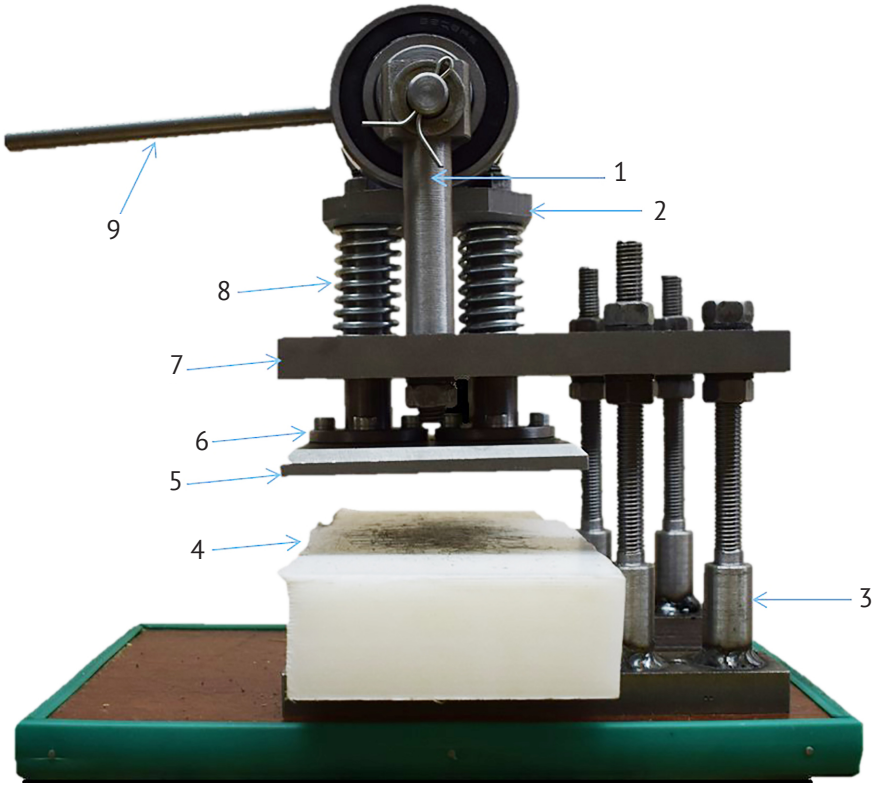
Рисунок 1 – Схема расположения точек для измерения твердости: а – пластин; б – подошв

Относительное удлинение при разрыве, условная прочность, остаточное удлинение после разрыва определяется на образцах в виде лопаточки, которые вырубаются из материалов и изделий.

В рамках работы для анализа и апробации методов и средств оценки качества подошв из ППУ разработаны и изготовлены резаки для подготовки образцов в соответствии с методиками, представленными в ТНПА; разработана конструкция ручного пресса для вырубки образцов из подошв обуви, изготовлен и апробирован ручной пресс для вырубки образцов, представленный на рисунке 2.

Представленный анализ образцов и разработанное приспособление, должны облегчить подготовку образцов для испытаний физико-механических и эксплуатационных свойств подошв из полиуретанов, а также повысить точность их геометрических размеров.

Проведя анализ стандартов выявлено, что в них прописаны разные требования к образцам, их получению, их размерным характеристикам, подготовке к испытанию. Наиболее удобным методом определения плотности образцов считается метод определения кажущейся плотности. Для определения твердости при невозможности измерения твёрдости с ходовой поверхности допускается измерения с неходовой или боковой части подошв в виду различия их конфигурации и рифления. Упругопрочностные характеристики, несмотря на наличие новых ТНПА и методик, лучше всего определять по ГОСТ 270-75, так как данным стандартом пользуются в испытательных лабораториях и нормируемое значение есть только при определении по данному стандарту.



1 – стойка; 2 – планка; 3 – основание; 4 – вырубочная плита; 5 – плита; 6 – стяжка; 7 – плита верхняя; 8 – пружина; 9 – рычаг

Рисунок 2 – Ручной пресс для вырубки образцов

Список использованных источников

1. Организация и технология испытаний. Автоматизация испытаний : учебное пособие в 2-х ч. / М. Ю. Серегин. – Тамбов : Издательство Тамбовского государственного технологического университета, 2006. – Ч. 1. – 96 с.

2. Опыт проведения испытаний полимерных композиционных материалов / А. Б. Люхтер, В. А. Ильин, Д. А. Разин, К. А. Фролов // Полимерные композиционные материалы и производственные технологии нового поколения: материалы VI Всероссийской научно-технической конференции (г. Москва, 28 ноября 2022 г.) / НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ. – М. : НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ, 2022. – С. 145–158.

3. ГОСТ 4.387-85 Система показателей качества продукции. Материалы синтетические для низа обуви. Номенклатура показателей :–осударственный стандарт союза ССР: издание официальное : введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартизации от 20.12.1985 г. №4384 : дата введения 01.01.1987. – Минск: Министерство легкой промышленности СССР, 1985. – 12 с.

4. Обоснование методики определения твердости полимерных дисперсных композиционных материалов / А. М. Михальченков, А. А. Тюрева, Ю. И. Филин, Е. И. Панова // Вестник ФГОУ ВПО Брянская ГСХА. – 2020. – №1 (77). – С. 55–58.

УДК: 677.027.6

Современные направления создания охлаждающего текстиля

Азанова А. А.[1], д.т.н., доц., зав. кафедрой,
Хуснутдинова Г. Н.[1], ст. преп.

Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Российская Федерация

Реферат. В статье представлен обзор современных технологий создания охлаждающего текстиля, призванного обеспечить тепловой комфорт в условиях повышенных температур. Актуальность работы связана с глобальным потеплением и растущим спросом на материалы с функцией охлаждения для их применения в различных сферах. В работе систематизированы инновационные решения в области пассивного и активного охлаждения, основанные на фундаментальных физических принципах: конвекции, излучении, теплопроводности и испарении. К числу рассмотренных технологий относятся: радиационное охлаждение, достигаемое за счет использования материалов с высокой пропускной способностью в ИК-диапазоне или рассеивающих солнечное излучение; теплопроводящие материалы, создаваемые путем получения волокон с высокой кристаллической ориентацией или введения теплоотводящих наполнителей; многослойные структуры, сочетающие гидрофильные и гидрофобные компоненты; «динамически реагирующий» текстиль и материалы на основе веществ с фазовым переходом. Уделено внимание методу с применением сахарного спирта – ксилита. При контакте с влагой такой текстиль демонстрирует охлаждающий эффект, достигающий снижения температуры до 6°С.

Ключевые слова: охлаждающий текстиль, активное охлаждение, пассивное охлаждение, ксилит, сахарный спирт.

Современные технологи создания охлаждающего текстиля можно разделить на активные – связанные с включением принудительно охлаждающих систем непосредственно в одежду и пассивные, не требующие внешнего подвода/оттока энергии [1]. К активным ох-

лаждающим способам относится одежда с вентиляцией [2], использование носимых охлаждающих устройств: на основе веществ, «аккумулирующего холод» (гидрогель (полиакриламид, поливиниловый спирт и т. д.), вода), жидкостное охлаждение (вода, обогащенный жидкий воздух, жидкий кислород, аммонийная селитра и т. д.) (рис. 1).



а б

Рисунок 2 – Одежда с активными охлаждающим устройствами: а – со встроенными вентиляторами; б – с жидкостным охлаждением с системой трубок, размещенной между слоями трикотажного полотна

Термоэлектрическое охлаждение представляет собой твердотельный преобразователь энергии, который работает на основе эффекта Пельтье – возникновении разности температур при протекании электрического тока, обеспечивая охлаждающий эффект на коже более 3–10 °C. Такие устройства имеют общие недостатки – громоздкость, жесткость, неудобство при стирке и зависимость от источников электропитания.

Радиационное охлаждение основано на явлении, когда исходящее от человеческого тела инфракрасное (ИК) излучение в диапазоне волн 7–14 мкм совпадает с «атмосферным окном» 8–13 мкм и не поглощается водяными парами и углекислым газом окружающей среды, а уходит в космическое пространство. Данный эффект стал основой разработок в двух направлениях: текстиля с высоким пропусканием в среднем ИК-диапазоне и с высокой ИК отражательной способностью [3].

Обеспечение терморегуляции за счет текстиля также возможно за чет улучшения механизма теплопроводности, которое реализуется высокой кристаллической ориентацией волокон (рис. 1) и включением в текстиль наполнителей с высокой теплопроводностью графена, углеродных нанотрубок, нитрида бора (BN), нанокристаллических металлов, оксидов металлов и т. д. [4, 5].

Еще один подход – испарительное охлаждение текстиля за счет поглощения и удаления влаги из пододежного пространства, которое может быть реализовано двумя путями. Первый – за счет механизма сорбции – десорбции влаги, реализуемым добавлением высокогигроскопичных волокон (полиакриламид, полиакрилат) [6] или использованием сорбентов (хлорида кальция, бромида лития, хлорида лития, комплекса цинк-этаноламина [7]). Второй – осуществляется направленным переносом воды за счет комбинирования волокон

и нитей с разной гигроскопичностью, обеспечивающих высокую поглощающую способность и влагоотдачу волокна [8].

За счет испарения и конвекции работает «динамически реагирующий» охлаждающий текстиль, представляющий собой структуры с неравномерным расширением и сжатием при поглощении влаги или изменении температуры, что приводит к изгибу материала (эффект «шишки») (рис. 2) [9]. Есть разработки волокон и пряжи с переменным диаметром в зависимости от содержания воды, например, шерстяные, которые уменьшаются в диаметре при намокании, создавая условия для повышения воздухопроницаемости и, соответственно, охлаждения поверхности кожи человека (рис. 3).

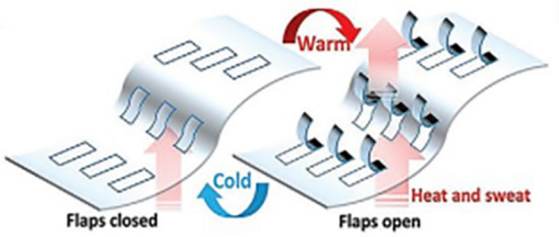


Рисунок 2 – Схематичное изображение листа Nafion с открывающимися клапанами, имитирующими термоадаптивную функциональность человеческой кожи (эффект «шишки»)

Перспективным направлением является применение веществ с фазовым переходом – веществ, которые при переходе из одного агрегатного состояния в другое поглощают или выделяют тепло, что сопровождается скачкообразным изменением теплоемкости: парафины, жирные кислоты и производные, гидраты солей, полиэтиленгликоли, полиспирты и производные. В литературе в основном все публикации посвящены их нанесению с помощью технологии капсулирования [10].

Интерес представляет использование для охлаждения веществ, имеющих отрицательную теплоту растворения, а именно, сахарных спиртов за счет их эндотермической химической реакции при поглощении воды, а в случае с одеждой – пота. Одним из важных преимуществ при этом является его нетоксичность и безопасность для человека

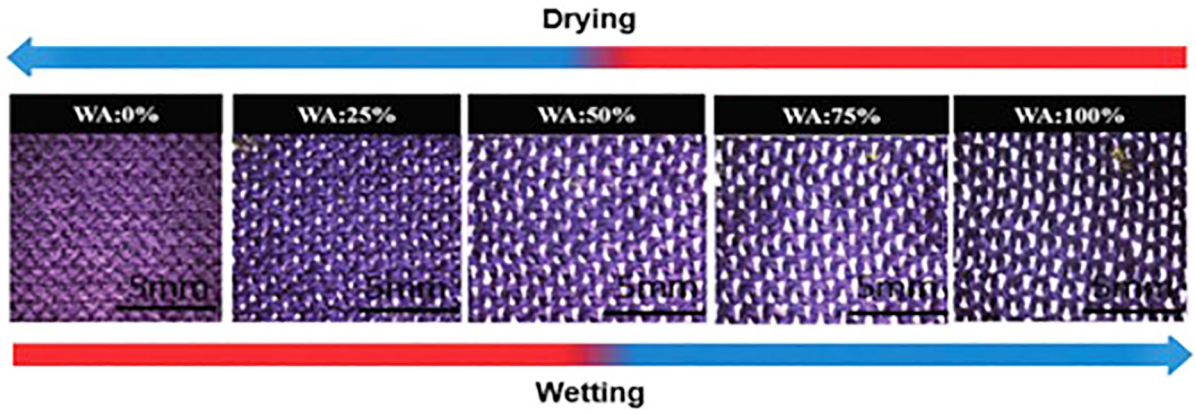


Рисунок 3 – Изменение поверхностного заполнения трикотажного шерстяного полотна с увеличением водопоглощения

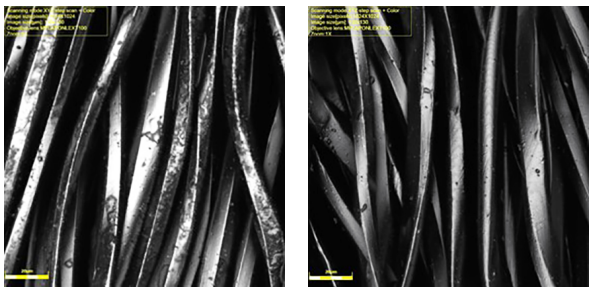
и окружающей среды. В литературе описаны многоразовые нагревательные устройства, содержащие ксилит и другие сахарные спирты и их смеси в качестве материала для хранения тепла [11]. В работе [12] предлагается микрокапсулирование ксилита с помощью полимочевино-уретановой оболочки. Коммерческий препарат для печати по текстилю серии «Paracool» на основе эритрита, ксилита и парафиновых микрокапсул предлагает японская компания Venture [13].

Авторами рассмотрено применение ксилита, обладающего высокой отрицательной теплотой растворения -36,6 кал/г и в тоже время высокой растворимостью в воде при 25 °С – 200 г/100 мл, как основы для создания препарата для локального охлаждения текстильного изделия. Выявлено, что в зависимости от концентрации ксилита в наносимом растворе охлаждающий эффект составляет до 6 °С, при этом существенную роль играет вид волокна и наличие в составе антирастворителей – жидкостей, снижающих растворимость основного компонента в среде, вызывая образование кристаллов.

На рисунках 4 и 5 приведены микрофотографии поверхности полиэфирных и хлопковых волокон контрольных и обработанных раствором ксилита с массовой концентрацией 60 %. Охлаждающий эффект при этом составляет 4,8 °С для синтетического волокна, 5,4 °С – для натурального. На относительно гладкой поверхности полиэфирных волокон отчетливо наблюдаются локальные зоны кристаллизации ксилита. На хлопке, имеющем развитый микрорельеф, подобных кристаллов в данном случае не обнаруживается, однако охлаждающий эффект в обоих случаях наблюдается.

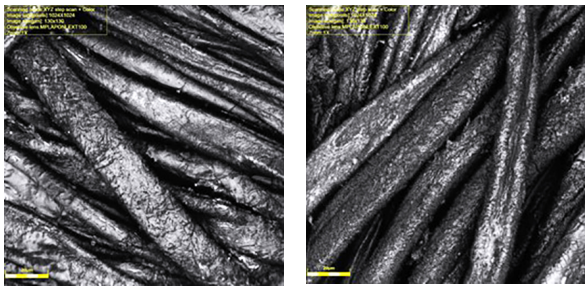
В заключении следует отметить, что развитие технологий охлаждающего текстиля открывает возможности по созданию одежды, обеспечивающей комфортность в условиях повышенных температур. Рост глобальных средних температур стимулирует растущий спрос на материалы с функцией терморегуляции. Подобные материалы непременно найдут применение в спортивной, повседневной и спецодежде.

Использование охлаждающего текстиля в качестве альтернативы традиционному кондиционированию воздуха может значительно снизить потребление энергии и загрязнение окружающей среды.



а б

Рисунок 4 – Микрофотографии полиэфирных волокон: а – контрольных; б - опытных



а б

Рисунок 5 – Микрофотографии хлопковых волокон: а – контрольных, б - опытных

Список использованных источников

1. Tabor J., Chatterjee K., Ghosh T. K. Smart Textile-Based Personal Thermal Comfort Systems: Current Status and Potential Solutions. Advanced Materials Technologies. 2020. – V. 5. No. 5. – P. 1901155. – DOI: 10.1002/admt.202070025

2. Марийчук, И. Ф., Николаев, Е. Б., Выговский, Д. Д., Купенко, И. В., Москвина, И. И. Повышение безопасности и эффективности работ горнорабочих в выработках глубоких угольных шахт. Проблемы горного давления. 2023. – № 1-2(44-45). – С. 93–104.

3. Grishin R.A., Zinnurov A.R., Sanzeeva E.B., Kozlova O.V, Odintsova O.I. Polymer Coating for Imparting IR Remission Effect to Textile Patterns. Russian Journal of General Chemistry. 2022. – V. 92. N. 12. – P. 2948–2952. DOI: 10.1134/s1070363222120507.

4. Passive radiative cooling below ambient air temperature under direct sunlight / A. P. Raman, E. Rephaeli, S. Fan [et al.] // Nature. – 2014. – Vol. 515, No. 7528. – P. 540–544. – DOI: 10.1038/nature13883.

5. 3D-porous polymer film with designed pore architecture and auto-deposited SiO_2 for highly efficient passive radiative cooling / Bo. Xiang, R. Zhang, Ya. Luo [et al.] // Nano Energy. – 2021. – Vol. 81. – P. 105600. – DOI: 10.1016/j.nanoen.2020.105600.

6. Nayak, R., Kanesalingam, S., Houshyar, S., Wang, L., Padhye, R., & Vijayan, A. Evaluation of thermal, moisture management and sensorial comfort properties of superabsorbent polyacrylate fabrics for the next-to-skin layer in firefighters' protective clothing. Textile Research Journal. 2018. – V. 88. – N. 9. – P. 1077–1088. DOI: 10.1177/0040517517697640.

7. William, G. E., Mohamed, M. H., & Fatouh, M. Desiccant system for water production from humid air using solar energy. Energy. 2015. – V. 90. – P. 1707–1720. DOI: 10.1016/j.energy.2015.06.125.

8. Li, Z., Guo, N., Lu, Y., & Zhang, P. Three-Layer Composite Fabric with the Gradient of Wettability Inspired by Populus euphratica Root Pressure for Drying and Cooling. Advanced Materials Interfaces. 2022. – V. 9. – N. 10. – P. 2102244. DOI: 10.1002/admi.202102244.

9. Li, X, Ma, B, Dai, J, Sui, C, Pande, D, Smith, D. R, Brinson, L. C, Hsu, P. C. Metalized polyamide heterostructure as a moisture-responsive actuator for multimodal adaptive personal heat management. Sci Adv. 2021. – V. 7. – N. 51. – P. eabj7906. DOI: 10.1126/sciadv.abj7906.

10. Shahid, M. A, Hossain, M. T, Hossain, I, Limon M. G. M., Rabbani, M., Rahim, A. Research and development on phase change material-integrated cloth: A review. Journal of Industrial Textiles. 2024. – V. 54. DOI:10.1177/15280837241262518.

11. Shao, X., Yang, Sh., Fan, L., Yuan, Ya. Sugar alcohol phase change materials for low-to-medium temperature thermal energy storage: A comprehensive review. Journal of Energy Storage. 2023. – V. 68. – P. 107848. DOI 10.1016/j.est.2023.107848.

12. Salaün, F. The Effects of the Solvent Choice of the Continuous Phase on the Poly (Urea-Urethane) Microcapsules Properties. J. Chem. Eng. Res. Updates. 2020. – V. 7. – N. 1. – P. 24–33. DOI: 10.15377/2409-983X.2020.07.4

13. Endothermic cooling agent: PARACOOL IDA & IDA-2. Venture Chemical Ltd. – URL: http://www.venture-chemical.co.jp/paracool_ida-2/paracool_ida-2.html (access date: May 20, 2025).

Секция 6.
МЕНЕДЖМЕНТ В ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. ИННОВАЦИИ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО

УДК 658.012.8; 657.37

Развитие нефинансовой отчётности в Республике Беларусь: формирование системы ключевых показателей эффективности для предприятий текстильной, швейной и обувной промышленности

Грузневич Е. С.,
к.э.н., зав. каф.

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. в статье рассматриваются особенности развития нефинансовой отчётности в Республике Беларусь, и обосновывается необходимость формирования отраслевой системы ключевых показателей эффективности (KPI) для предприятий текстильной, швейной и обувной промышленности. Показано, что отсутствие специализированных международных метрик для лёгкой промышленности требует разработки национальных показателей, учитывающих экологические, социальные и управленческие аспекты деятельности предприятий. На основе анализа международных стандартов и опыта России и Казахстана предложена система ESG KPI, адаптированная к отраслевой специфике и информационной базе Беларуси. Делается вывод, что внедрение нефинансовой отчётности и отраслевых KPI способствует повышению прозрачности, укреплению доверия стейкхолдеров, расширению возможностей привлечения зелёного финансирования и повышению конкурентоспособности предприятий лёгкой промышленности.

Ключевые слова: нефинансовая отчётность, устойчивое развитие, ESG; ключевые показатели эффективности, KPI, лёгкая промышленность, текстильная промышленность, швейная промышленность, обувная промышленность, экологические показатели, социальные показатели, корпоративное управление.

В условиях стремительного изменения глобальной экономической среды традиционные подходы к оценке деятельности организаций становятся недостаточными. Финансовая отчётность, отражающая прибыль, затраты и экономические результаты, по прежнему

остаётся важнейшим инструментом анализа, однако она не позволяет увидеть полную картину функционирования предприятия. Современный бизнес неизбежно влияет на окружающую среду, общество и качество корпоративного управления, а значит, должен учитывать эти аспекты и раскрывать информацию о них заинтересованным сторонам. Именно поэтому нефинансовая отчётность становится ключевым элементом устойчивого развития предприятий.

Нефинансовая отчётность позволяет оценить экологическое воздействие организации, её социальную ответственность и уровень корпоративного управления. Экологический аспект включает анализ влияния на природу, рациональность использования ресурсов, выбросы и отходы и пр. Социальный аспект отражает отношение организации к сотрудникам, условия труда, безопасность, взаимодействие с потребителями и обществом и пр. Корпоративное управление показывает, насколько прозрачно и честно принимаются решения, как устроена система контроля и предотвращения рисков. Таким образом, нефинансовая отчётность формирует комплексное представление о деятельности предприятия, выходя за рамки финансовых показателей.

В мировой практике сложились три подхода к регулированию нефинансовой отчётности. Добровольный подход предполагает, что организации самостоятельно принимают решение о раскрытии информации, а государственные органы и биржи дают лишь рекомендации. Такой подход действует в Республике Беларусь. Обязательный законодательный подход, характерный для стран Европейского союза, закрепляет требования на уровне закона и определяет круг предприятий, обязанных публиковать нефинансовые отчёты. Третий подход – обязательный по правилам биржи – распространён в США и странах Азии, где требования устанавливаются фондовыми биржами и распространяются на эмитентов, находящихся в листинге.

Для подготовки нефинансовой отчётности организации используют международные стандарты и фреймворки. Среди них наиболее значимыми являются GRI [1], CDP [2], SASB [3] и ISSB (МСФО SDS) [4]. Стандарты GRI обеспечивают универсальный подход к раскрытию информации об устойчивом развитии [1], CDP фокусируется на климатических рисках и выбросах углерода [2], SASB предлагает отраслевые стандарты [3], а ISSB формирует глобальную систему ESG отчётности [4]. Несмотря на отсутствие специализированных международных стандартов для обувной и текстильной промышленности, стандарт SASB для производства одежды частично охватывает специфику лёгкой промышленности и может быть использован белорусскими предприятиями.

Для Республики Беларусь особый интерес в развитии практик нефинансовой отчетности представляет опыт России и Казахстана. Россия в последние годы сформировала комплексную систему развития нефинансовой отчётности: разработана концепция и план развития, подготовлен проект закона, созданы специализированные институты, такие как РСПП, ВЭБ.РФ, ESG Альянс и Банк России. Несмотря на санкционное давление, Россия активно развивает собственные методологии и стандарты, опираясь на лучшие международные практики. Государство выступает ключевым драйвером развития ESG повестки,

что позволяет не только сохранить, но и расширить практику нефинансовой отчётности.

Казахстан, напротив, ориентируется на международные стандарты. Организации публикуют отчёты по стандартам GRI, SASB и другим фреймворкам, а биржа KASE рекомендует раскрытие ESG информации. Такой подход обеспечивает интеграцию казахстанских организаций в глобальные цепочки поставок и повышает их инвестиционную привлекательность.

Практика российских компаний лёгкой промышленности, таких как Gloria Jeans, Ralf Ringer и Юничел, демонстрирует, что нефинансовая отчётность является не формальным документом, а реальным инструментом повышения конкурентоспособности. Эти известные бренды используют ESG отчётность для укрепления доверия потребителей, улучшения репутации, привлечения инвестиций и выхода на международные рынки. Для белорусских предприятий текстильной, швейной и обувной отраслей подобный опыт особенно важен, поскольку отрасль является социально значимой, трудоёмкой и экологически чувствительной.

Развитие нефинансовой отчётности в Республике Беларусь соответствует ключевым стратегическим документам страны. Национальная стратегия устойчивого развития до 2035 года ставит задачу формирования интеллектуальной и эффективной «зелёной» экономики [5]. Национальный план действий по развитию зелёной экономики до 2025 года предусматривает налоговые льготы для организаций с ESG рейтингами [6]. Государственная программа «Управление государственными финансами и регулирование финансового рынка» включает подпрограмму, направленную на продвижение нефинансовой отчётности в корпоративном секторе [7].

Для предприятий лёгкой промышленности внедрение нефинансовой отчётности открывает новые возможности:

– во первых, это доступ к зелёному финансированию на биржах дружественных стран;
– во вторых, повышение доверия со стороны потребителей, партнёров и инвесторов;
– в третьих, возможность получения ESG рейтингов, которые становятся важным фактором конкурентоспособности;
– в четвёртых, соответствие национальным стратегическим документам и участие в формировании устойчивой экономики.

Для того чтобы нефинансовая отчётность стала рабочим инструментом, предприятиям необходимо разработать систему ключевых показателей эффективности (KPI), отражающих экологические, социальные и управленческие аспекты деятельности.

В связи с тем, что в мировой практике отсутствуют специализированные ключевые показатели эффективности для предприятий текстильной, швейной и обувной промышленности, а также учитывая особенности информационной базы Республики Беларусь, возникает необходимость разработки собственной системы KPI, адаптированной к специфике лёгкой промышленности. Такая система позволит предприятиям формировать более точную, сопоставимую и содержательную нефинансовую отчётность, отражающую реальные экологические, социальные и управленческие результаты их деятельности.

В таблице 1 представлена система ESG показателей (KPI) для текстильной промышленности, разработанная с учётом отраслевой специфики и предназначенная для использования предприятиями при подготовке нефинансовой отчётности.

Таблица 1 – Система ESG показателей (KPI) для текстильной промышленности

Составляющая	KPI	Специфика отрасли
Экология	Потребление воды на 1 тонну ткани	Высокая водоёмкость процессов окрашивания и отделки
	Доля органического хлопка и переработанных волокон	Использование сертифицированного сырья
	Уровень выбросов CO_2 на единицу продукции	Энергозатратные процессы производства
	Доля возобновляемой энергии в производстве	Внедрение солнечных панелей, зелёных тарифов
	Утилизация отходов текстильного производства	Остатки тканей, красителей
Социальная	Уровень травматизма на производстве	Работа с тяжёлым оборудованием и химикатами
	Средняя зарплата к прожиточному минимуму	Массовый труд в швейных цехах
	Доля женщин в управлении	Гендерный баланс в отрасли
	Программы обучения персонала	Новые технологии окрашивания и автоматизации
	Уровень удовлетворённости сотрудников	Важный фактор удержания персонала
Управленческая	Прозрачность цепочек поставок	Хлопок и красители часто импортируются
	Наличие кодекса этики	Борьба с коррупцией
	Доля сертифицированных поставщиков	OEKO-TEX, GOTS
	Уровень раскрытия нефинансовой отчётности	Соответствие GRI, SASB, национальным рекомендациям
	Независимость совета директоров	Контроль за ESG-политиками

Источник: авторская разработка.

В таблице 2 представлена система ESG показателей (KPI) для швейной промышленности.

В таблице 3 представлена система ESG показателей (KPI) для обувной промышленности.

Развитие нефинансовой отчётности в лёгкой промышленности Республики Беларусь открывает для предприятий значительные преимущества. Прозрачность и откры-

тость отчётности повышают доверие со стороны потребителей, партнёров и инвесторов, укрепляют репутацию и конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках. Организации, внедряющие ESG практики, получают возможность участвовать в международных цепочках поставок, привлекать зелёное финансирование и претендовать на налоговые льготы, предусмотренные национальными программами. Единая методическая база и система KPI позволяют предприятиям системно управлять экологическими и социальными результатами своей деятельности, снижать риски, повышать эффективность и формировать долгосрочные драйверы устойчивого развития.

Таблица 2 – Система ESG показателей (KPI) для швейной промышленности

Составляющая	KPI	Специфика отрасли
Экология	Доля переработанных тканей в коллекциях	Использование вторичных материалов
	Уровень отходов при раскрое	Высокие потери ткани
	Доля упаковки из переработанных материалов	Важный аспект для брендов
	Уровень выбросов CO_2 на единицу продукции	Массовое производство одежды
	Доля экологичных красителей	Снижение токсичности процессов
Социальная	Уровень соблюдения трудовых прав	Швейные цеха часто критикуются
	Программы обучения и переквалификации	CAD, автоматизация
	Уровень удовлетворённости сотрудников	Важный фактор удержания
	Доля женщин в управлении	Гендерный баланс
	Уровень травматизма	Работа с оборудованием
Управленческая	Раскрытие информации о фабриках	Прозрачность цепочек поставок
	Наличие антикоррупционных практик	Закупки тканей и контрактов
	Уровень раскрытия нефинансовой отчётности	Соответствие международным стандартам
	Доля поставщиков с ESG-сертификацией	Fair Trade, OEKO-TEX
	Независимость совета директоров	Контроль за соблюдением ESG

Источник: авторская разработка.

Таблица 3 – Система ESG показателей (KPI) для обувной промышленности

Составляющая	KPI	Специфика отрасли
Экология	Доля переработанной кожи и заменителей	Эко-материалы
	Уровень выбросов при производстве подошв	Химические процессы
	Утилизация производственных отходов	Остатки кожи, резины, клея
	Доля упаковки из переработанных материалов	Экологичная логистика
	Доля возобновляемой энергии	Использование зелёной энергии
Социальная	Уровень травматизма	Работа с прессами и клеями
	Средняя зарплата рабочих	Важный показатель для фабрик
	Доля женщин в производстве и управлении	Гендерный баланс
	Программы обучения	Новые технологии (3D-печать подошв)
	Уровень удовлетворённости сотрудников	Важный фактор удержания
Управленческая	Прозрачность цепочек поставок	Кожа и резина часто импортируются
	Доля поставщиков с ESG-сертификацией	Сертификация устойчивости
	Независимость совета директоров	Контроль за ESG-политиками
	Наличие кодекса этики	Борьба с эксплуатацией труда
	Уровень раскрытия нефинансовой отчётности	Соответствие GRI, SASB

Источник: авторская разработка.

Список использованных источников

1. Global Reporting Initiative (GRI). Official website / GRI. – Amsterdam, 1997. – URL: https://www.globalreporting.org/ (accessed: 07.10.2025). – Текст : электронный.

2. Carbon Disclosure Project (CDP). Official website / CDP. – London, 2000. – URL: https://www.cdp.net/en (accessed: 07.10.2025). – Текст : электронный.

3. Sustainability Accounting Standards Board (SASB). Official website / IFRS Foundation. – San Francisco, 2011. – URL: https://sasb.ifrs.org/ (accessed: 07.10.2025). – Текст : электронный.

4. International Sustainability Standards Board (ISSB). Official website / IFRS Foundation. – London, 2021. – URL: https://www.ifrs.org/ (accessed: 07.10.2025). – Текст : электронный.

5. Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2035 г. / М-во экономики Республики Беларусь, Научно-исследовательский экономический институт. – URL: https://economy.gov.by/uploads/files/ObsugdaemNPA/NSUR-2035-1.pdf. (дата доступа: 12.10.2025). – Текст : электронный.

6. О Национальном плане действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь на 2021–2025 годы : постановление Совета Министров Республики Беларусь, 10 декабря 2021 г., № 710 // Министерство экономики Республики Беларусь. – URL: https://economy.gov.by/ru/nac_plan-ru/ (дата доступа: 12.10.2025). – Текст : электронный.

7. О Государственной программе «Управление государственными финансами и регулирование финансового рынка» на 2020 год и на период до 2025 года : постановление Совета Министров Республики Беларусь, 12 марта 2020 г., № 143 : в ред. постановления Совета Министров Республики Беларусь от 28 декабря 2023 г. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22000143 (дата доступа: 12.10.2025). – Текст : электронный.

УДК 658.012.32:338.45(476)

Управление знаниями в организациях лёгкой промышленности Республики Беларусь: текущее состояние и направления развития

Иванова А. А., маг.э.н.,
Ванкевич Е. В., д.э.н., проф.

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. Предмет исследования – процессы создания, накопления, передачи и использования организационных знаний и практики внутрифирменного обучения на предприятиях лёгкой промышленности Республики Беларусь.

Целью исследования является выявление ключевых факторов, ограничений и возможностей развития систем управления знаниями и внутрифирменного обучения в лёгкой промышленности Республики Беларусь, а также формирование рекомендаций по их интеграции в корпоративные и отраслевые стратегии с учётом национальных ориентиров устойчивого развития и требований ESG-отчетности.

Статья посвящена анализу управления знаниями и внутрифирменного обучения в лёгкой промышленности Республики Беларусь как ключевых факторов повышения конкурентоспособности и устойчивости отрасли. Основное внимание уделено роли ESG-отчетности, цифровизации и институциональных инициатив (НСУР-2040,

рекомендации Минэкономики и Минфина) в стимулировании развития человеческого капитала. Выявлены барьеры – слабая нормативная база, ограниченные ресурсы МСП, низкая стандартизация данных – и обозначены драйверы изменений: экспортная ориентация, давление финансового сектора, цифровые технологии обучения. Сделан вывод о необходимости интеграции управления знаниями в стратегию предприятий и разработаны рекомендации на корпоративном и государственном уровнях.

Ключевые слова: управление знаниями, внутрифирменное обучение, лёгкая промышленность, Республика Беларусь, ESG.

В современных условиях перехода к цифровой и устойчивой экономике способность предприятий аккумулировать, передавать и применять знания сотрудников становится важнейшим фактором конкурентоспособности. Для трудоёмкой и кадрово-интенсивной лёгкой промышленности это особенно важно: повышение квалификации, передача «неявных» профессиональных навыков и адаптация к новым технологиям напрямую влияют на качество продукции, производительность и устойчивость цепочек поставок. В Республике Беларусь данная тема приобретает дополнительное значение на фоне национальных стратегических ориентиров по развитию человеческого капитала и ресурсосбережению [1].

Под системой управления знаниями понимается совокупность процессов, технологий и инструментов, направленных на создание, накопление, распространение и использование знаний внутри организации. Она включает в себя базы данных знаний, корпоративные обучающие платформы, практики наставничества, обмена опытом, а также механизмы мотивации персонала к инновациям и обучению.

Управление знаниями рассматривается как совокупность процессов и механизмов создания, хранения, распространения и использования организационных знаний для достижения стратегических целей компании. Внутрифирменное обучение — ключевой инструмент реализации управления знаниями, обеспечивающий формализацию и передачу как декларативных, так и процедурных знаний. Эмпирические исследования демонстрируют положительное влияние формальных систем управления знаниями и программ обучения на производительность, инновационную активность и снижение операционных рисков, однако измерение экономической отдачи от знаний остаётся методологически сложной задачей. Для стран с переходной экономикой (включая Республику Беларусь) характерен дефицит эмпирических исследований в этой области, что подчёркивает научную ценность отраслевых исследований. В контексте легкой промышленности развитие управления знаниями приобретает особую важность по нескольким причинам: оно помогает оптимизировать рабочие процессы, повысить эффективность производства, снизить издержки

и улучшить качество продукции за счет структурированного сбора, хранения и использования накопленного опыта и информации. Для лёгкой промышленности это особенно важно, учитывая постоянную смену тенденций, необходимость быстрой адаптации и важность контроля качества.

Национальная стратегия устойчивого развития до 2040 года (НСУР-2040) определяет развитие человеческого и научно-технического потенциала, цифровизацию и ресурсосбережение как приоритетные направления, что формирует институциональную основу для стимулирования внутрифирменного обучения и систем управления знаниями [1].

В 2020 году Министерство экономики Республики Беларусь и Министерство финансов Республики Беларусь совместно с международными партнёрами (в частности UNDP) подготовили рекомендации по внедрению ESG-подходов и формированию нефинансовой отчётности, которые включают рекомендации по учёту социальных аспектов, в том числе обучению персонала. Эти документы носят рекомендательный характер, но повышают осведомлённость бизнеса и банковского сектора о важности системного подхода к нефинансовой информации [2].

Национальный банк Республики Беларусь проводит исследования связи между нефинансовыми раскрытиями и оценкой рисков, результаты которых указывают на необходимость повышения качества и сопоставимости ESG-данных для принятия обоснованных кредитных и инвестиционных решений. Практики банков по учёту ESG-рисков создают дополнительный стимул для компаний улучшать методы учёта и раскрытия данных, в том числе о внутрифирменном обучении.

Лёгкая промышленность в Республике Беларусь представлена широкой сетью производственных организаций и является трудоёмким сектором экономики. По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь за 2024 год: в отрасли насчитывается порядка 1,9–2,0 тыс. организаций и более 80 тыс. занятых; значительная часть работников имеет профессионально-техническое образование, 83 % работников отрасли — женщины; крупные предприятия формируют значительную долю объёма производства, при этом рынок экспорта для ряда крупных холдингов остаётся важным каналом сбыта. Эти характеристики определяют необходимость масштабных программ обучения и распространения профессиональных компетенций [3].

На основе отраслевых обзоров и открытых корпоративных источников можно выделить следующие практики системы управления знаниями:

– Традиционное формальное обучение: повышение квалификации через среднее профессиональное образование и вузы, специализированные курсы; часто – за счёт госконтрактов или отраслевых программ).

– Внутрифирменные тренинги и наставничество: распространены на больших предприятиях и в производственных цехах, где критичны навыки работы с оборудованием и технологиями пошива/обработки.

– Пилотные проекты цифрового обучения: электронные модули и LMS внедряются преимущественно на экспортно-ориентированных и крупных предприятиях холдингового

типа; уровень внедрения у малого и среднего предпринимательства (МСП) остаётся низким.

– Управление знаниями: отдельные предприятия формализуют базы знаний, регламенты и стандарты, однако интегрированных систем управления знаниями, которые бы широко использовались в отрасли, пока немного; исследования отмечали, что лишь небольшая доля организаций имеет формальные отделы или ответственных за управление знаниями.

К барьерам внедрения систем управления знаниями и масштабного обучения в лёгкой промышленности Республики Беларусь можно отнести.

1. Рекомендательный характер нормативной базы по ESG и управлению знаниями. Отсутствие обязательных стандартов и единых методик по нефинансовым KPI снижает мотивацию и целенаправленность инвестиций в системное управление знаниями [4].

2. Ресурсные ограничения МСП. Многие малые и средние предприятия не располагают бюджетами, ИТ-инфраструктурой и квалифицированными HR-сотрудниками для внедрения комплексных программ обучения и управления знаниями.

3. Низкая стандартизация данных. Отсутствие общепринятых KPI по обучению и передаче знаний затрудняет сравнение и оценку эффектов инвестиций.

4. Внешние экономико-политические риски. Изменчивость внешних рынков и геоэкономическая нестабильность повышают рискованность долгосрочных инвестиций в человеческий капитал и затрудняют доступ к иностранным образовательным и технологическим партнёрам [5].

Рассмотрим возможности и драйверы изменений:

– Связь с экспортной конкурентоспособностью. Предприятия, ориентированные на экспорт, проявляют большую мотивацию к внедрению современных практик обучения и управления знаниями для соответствия требованиям партнёров и рынков.

– Институциональные инициативы. НСУР-2040 и методические рекомендации по ESG создают фоновую поддержку для интеграции обучения и управления знаниями в корпоративные стратегии.

– Давление финансового сектора. Банки и рейтинговые агентства, учитывающие нефинансовые риски, стимулируют рост интереса к прозрачности и системному управлению персоналом.

– Технологии обучения. LMS, микролёрнинг, симуляторы и мобильные обучающие приложения предоставляют возможности для масштабирования обучения при меньших трансакционных затратах — при условии доступа к цифровой инфраструктуре [6, 7].

Исходя из вышеизложенного анализа состояния управления знаниями и внутрифирменного обучения на предприятиях лёгкой промышленности Республики Беларусь, можно заключить, что развитие данных процессов является ключевым условием повышения конкурентоспособности и устойчивости отрасли. Для того чтобы преодолеть выявленные барьеры и максимально использовать открывающиеся возможности, целесообразно сформулировать ряд практических рекомендаций, направленных как на уровень отдельных предприятий, так и на уровень государственных органов и отраслевых институтов. Их

реализация позволит системно интегрировать управление знаниями и обучение в стратегию развития организаций, повысить эффективность использования трудового потенциала и обеспечить соответствие международным требованиям устойчивого развития.

По результатам проведённого анализа институциональной среды, отраслевой специфики и выявленных практик внутрифирменного обучения и управления знаниями в лёгкой промышленности Республики Беларусь, можно констатировать наличие как значительного потенциала отрасли, так и ряда организационных и ресурсных барьеров. Для их преодоления и для системной интеграции процессов управления знаниями и программ обучения в стратегию развития организаций целесообразно предложить конкретный набор рекомендаций, сгруппированных по уровням реализации (корпоративный — для предприятий; институционально-регуляторный – для государства и отраслевых институтов) (табл. 1).

Таблица 1 – Практические рекомендации по управлению знаниями и внутрифирменному обучению на предприятиях лёгкой промышленности Республики Беларусь

Уровень реализации	Практическая рекомендация	Ожидаемый эффект
1	2	3
Предприятия лёгкой промышленности	Формализовать процессы управления знаниями: разработка корпоративных баз знаний, описание ключевых компетенций, назначение ответственных за их актуализацию	Снижение рисков утраты критически важных знаний, повышение качества и стабильности производственных процессов
	Внедрить KPI в сфере обучения (часы/затраты на обучение, доля работников, прошедших переподготовку, текучесть персонала) и включать их в корпоративную отчётность	Повышение прозрачности и управляемости процессов развития персонала, возможность сопоставления с отраслевыми показателями
	Развивать цифровые форматы обучения (LMS, микролёрнинг, видеогайды, VR/AR-симуляции) на ключевых участках производства	Снижение затрат на обучение, ускорение адаптации работников, повышение качества подготовки персонала
	Создавать системы наставничества и внутренние тренинговые центры	Эффективная передача tacit-знаний, снижение текучести кадров, рост вовлечённости сотрудников
	Сотрудничать с отраслевыми ассоциациями, профильными вузами и центрами компетенций для разработки совместных программ	Расширение доступных ресурсов обучения, унификация требований к профессиональным компетенциям, повышение конкурентоспособности отрасли

Окончание таблицы 1

1	2	3
Государственные органы и отраслевые институты	Разработать методические рекомендации и стандартизированные KPI по обучению и управлению знаниями для предприятий лёгкой промышленности	Сравнимость показателей между предприятиями, формирование базы данных для отраслевого анализа
	Создать механизмы стимулирования внедрения управления знаниями и цифрового обучения (субсидии, гранты, налоговые льготы)	Повышение инвестиционной активности предприятий в развитие человеческого капитала
	Поддерживать пилотные проекты по внедрению инновационных систем обучения и оценке их эффективности	Выявление лучших практик и масштабирование успешных моделей в отрасли
	Организовать отраслевые центры компетенций и базы данных лучших практик	Ускоренное распространение инноваций и знаний, формирование единого образовательного пространства в легпроме
	Включить показатели внутрифирменного обучения и управления знаниями в рекомендации по ESG- и нефинансовой отчётности	Повышение инвестиционной привлекательности предприятий, соответствие международным стандартам устойчивого развития

Основное ограничение – ограниченная доступность стандартизированных корпоративных KPI и низкая степень раскрытия нефинансовых данных в ряде предприятий. Дальнейшие исследования целесообразно строить на комбинировании публичных источников и полевых данных (анкеты, кейсы), расширять выборку по регионам и типам предприятий, а также исследовать влияние инициатив управления знаниями на ESG-метрики в динамике.

Управление знаниями и внутрифирменное обучение представляют собой стратегический ресурс повышения эффективности и устойчивости предприятий лёгкой промышленности Республики Беларусь.

При существующих институциональных ориентирах (НСУР-2040, рекомендации по ESG) отрасль располагает как возможностями, так и вызовами для масштабной интеграции практик управления знаниями. Последовательная стандартизация KPI, поддержка МСП и развитие цифровых форм обучения способны существенно повысить конкурентоспособность сектора и его соответствие международным требованиям устойчивого развития.

Список использованных источников

1. Министерство экономики Республики Беларусь. Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2040 г. – Минск, 2024. – 120 с. – URL: https://economy.gov.by/uploads/files/NSUR/proekt-Natsionalnoj-strategii-ustojchivogo-razvitija-na-period-do-2040-goda.pdf (дата обращения: 10.09.2025). – Текст : электронный.

2. UNDP Belarus. ESG: From Challenges to Opportunities. – 2024. – URL: https://www.undp.org/belarus/stories/esg-challenges-opportunities (дата обращения: 10.09.2025). – Текст : электронный.

3. Национальный статистический комитет Республики Беларусь (Белстат). Промышленность Республики Беларусь, 2024: Статистический сборник. – Минск, 2024. – URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_brochures/index_101056/ (дата обращения: 13.09.2025). – Текст : электронный.

4. Методические и информационные материалы по ESG. «В Беларуси разработаны ESG рекомендации для бизнеса» // Информационный ресурс SDGs.by. – 2024. – URL: https://sdgs.by/news/v-belarusi-razrabotany-esg-rekomendaczii-dlya-biznesa (дата обращения: 13.09.2025). – Текст : электронный.

5. Лавренова П. О. Внутрифирменное обучение персонала на промышленном предприятии: понятие, принципы, основные особенности и задачи // Педагогика. – 2017. – УДК 377. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vnutrifirmennoe-obuchenie-personala-na-promyshlennom-predpriyatii-ponyatie-printsipy-osnovnye-osobennosti-i-zadachi.pdf (дата обращения: 13.09.2025). – Текст : электронный.

6. Ильченко С. В. Управление знаниями как фактор повышения эффективности деятельности организации // Научная статья. – 2022. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-znaniyami-kak-faktor-povysheniya-effektivnosti-deyatelnosti-organizatsii (дата обращения: 13.09.2025). – Текст : электронный.

7. Прохорова О. К., Концова В. И. Система и стратегия управления знаниями в организации // Вестник ВИВТ. – 2023. – URL: https://www.vestnikvivt.ru/journal/pdf?id=614 (дата обращения: 14.09.2025). – Текст : электронный.

УДК 331.5

Конкурентоспособность рабочей силы текстильной отрасли в странах ЕАЭС

Алексеева, Е. А., к.э.н., доц.,
Шеремет О. О., маг.

Витебский государственный
технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. В статье рассмотрены ключевые факторы конкурентоспособности рабочей силы на отраслевом уровне: доля отрасли в ВВП; соотношение отраслевой и страновой среднемесячной заработной платы; уровень технологического развития отрасли. Проведен анализ этих факторов для стран ЕАЭС, выявлены конкурентные преимущества рабочей силы Республики Беларусь.

Ключевые слова: конкурентоспособность рабочей силы, текстильная промышленность, факторы конкурентоспособности рабочей силы.

Конкурентоспособность рабочей силы на рынке труда – это способность работника или группы работников успешно конкурировать за вакансии, предлагать ценность работодателю и достигать своих целей на рынке труда. Она включает в себя индивидуальные навыки, образование, опыт, личные качества, а также способность к адаптации, обучению и вкладу в успех компании.

Опыт многих зарубежных компаний показывает усиление роли управления человеческими ресурсами в системе факторов, обеспечивающих конкурентоспособность организации. Для достижения более устойчивых конкурентных позиций компания должна постоянно заниматься развитием персонала, совершенствованием условий труда, а также активно сотрудничать с учреждениями образования – поставщиками кадров [1].

Легкая промышленность в Беларуси является одной из ведущих отраслей специализации промышленного комплекса. Для этого в республике достаточно благоприятные условия, а именно: наличие собственного сырья (льноволокна, химических волокон, кожевенного сырья и др.), высококвалифицированных кадров, емкого рынка потребления как в Беларуси, так и в соседних регионах, чем обусловлено размещение предприятий по всем регионам страны. Лёгкая промышленность Республики Беларусь насчитывает около 2 тыс. предприятий с общей численностью рабочих около 80 тыс. человек. Эта отрасль занимает около 28–30 % в общем объёме производства непродовольственных товаров. Конкурентные преимущества продукции легкой промышленности Республики Беларусь:

- систематическое обновление ассортимента продукции;
- освоение новых рынков;
- использование собственного сырья (лён и др.);
- техническое переоснащение производства;

– внедрение инновационных программ по импортозамещению;
– стимулирование сбыта.

Вопреки различным суждениям, подавляющее большинство продукции легкой промышленности отечественного производства реализуется не на внутреннем рынке, а за рубежом [2].

На протяжении последних лет предприятия отрасли регулярно становятся победителями и лауреатами профессиональных конкурсов и премий – «Лидер потребительского рынка», «Лидер года», «Лучшие товары Республики Беларусь», Belarus Beauty Awards и других (по данным пресс-службы Президента Республики Беларусь: https://president.gov.by/ru/belarus/economics/osnovnye-otrasli/promyshlennost/liogkaya).

Среди всех отраслей легкой промышленности (текстильное, трикотажное, швейное и кожевенно-обувное производство) доминирует текстильная отрасль, которая даёт 46,5 % от общего объёма выпуска продукции. Она оценивается как самая крупная по объему выпускаемой продукции в легкой промышленности Республики Беларусь. Сегмент объединяет производство всех видов тканей, трикотажа, валяльно-войлочных и других изделий.

В современных сложных геополитических условиях, введения беспрецедентного количества санкций против Республики Беларусь и разрушения сложившихся производственно-логистических цепочек отечественная отрасль легкой промышленности сталкивается с целым комплексом проблем. В. В. Квасникова указывает, что наиболее острыми проблемами для легкой промышленности являются следующие:

1. Дефицит качественных сырья и материалов отечественного производства и, как следствие, высокая зависимость от импорта.

2. Существенная зависимость отрасли от импортного оборудования и технологий. Для производства продукции в организациях отрасли широко используется зарубежное оборудование производства Италии, Германии, Испании, Китая и др.

3. Низкий уровень инновационности отрасли, слабое развитие отечественных НИОКР в области технологических процессов, инновационной продукции, систем проектирования и поддержки жизненного цикла изделий.

4. Неконкурентоспособность отечественных товаров по соотношению «цена–качество» в сравнении с производителями Азиатско-Тихоокеанского региона.

5. Снижение конкурентоспособности отечественных товаров по ценовому фактору, вследствие значительного роста серого импорта в ЕАЭС.

6. Ухудшение финансового состояния организаций отрасли, что обусловливает нехватку оборотных средств, невозможность получения заемных средств и мобилизации финансовых ресурсов для завершения реализации инвестиционных проектов [3].

В части задач конкурентоспособности основными проблемами, требующими скорейшего решения, выделяются:

– техническая и технологическая отсталость легкой промышленности от зарубежных стран, выражаемая в высокой материалоемкости, энергоемкости и трудоемкости производства;

– отсутствие эффективной системы быстрого реагирования на изменения запросов и требований рынка, потребителей, что приводит к потере конкурентоспособности продукции, снижения ее реализации и образования складских запасов;

– обострение конкуренции на внутреннем рынке между белорусскими и зарубежными товаропроизводителями;

– дефицит высококвалифицированных специалистов, управленческих кадров;

– высокая себестоимость производимой продукции [2].

Легкая и текстильная промышленность имеет ряд особенностей, оказывающих влияние на конкурентоспособность рабочей силы отрасли:

– высокая доля ручного труда в швейной и кожевенно-обувной подотраслях;

– низкая производительности труда и добавленной стоимости по сравнению с другими отраслями промышленности;

– снижение престижа данного вида профессиональной деятельности;

– высокая текучесть кадров, особенно в категории рабочих профессий;

– более низкий уровень оплаты труда в отрасли, чем в среднем по промышленности и экономике;

– низкий уровень инвестиционных затрат на персонал, расходов на обучение [4].

Проведенный теоретический обзор характерных черт легкой промышленности в Республике Беларусь создают необходимую базу для толкования результатов дальнейшего исследования конкурентоспособности персонала в макроэкономическом контексте.

Для получения объективной картины конкурентоспособности текстильного сектора в Республике Беларусь, необходимо провести сравнительный анализ с ключевыми партнерами по Евразийскому экономическому союзу (ЕАЭС).

Анализ конкурентоспособности персонала текстильной отрасли в рамках Евразийского экономического союза (ЕАЭС), который объединяет страны с разным уровнем развития легкой промышленности и уникальными производственными возможностями, приобретает особое значение в условиях глобализации и экономической интеграции. Сравнение позволит выявить как общие тенденции развития, характерные для объединения, так и определить относительные преимущества или отставания белорусского текстильного комплекса.

В качестве ключевых макроэкономических индикаторов, отражающих состояние и привлекательность отрасли, при учете ограниченности доступных данных, выбраны:

1. Удельный вес объема производства текстильной отрасли в объеме ВВП (как показатель значимости сектора в экономике страны).

2. Соотношение среднемесячной заработной платы в текстильной отрасли и среднемесячной заработной платы по стране в целом (как индикатор стоимости рабочей силы, ее относительной привлекательности и конкурентоспособности затрат на труд).

Анализ данных показателей в текстильной отрасли стран ЕАЭС позволит выявить ключевые конкурентные преимущества и особенности рынка в данном регионе. Далее в таблицах 1, 2 и рисунках 1, 2 представлены выбранные показатели, которые раскрывают особенности конкурентоспособности рабочей силы текстильной отрасли в странах ЕАЭС.

Таблица 1 – Объем производства текстильных изделий, одежды, изделий из кожи и смежных изделий

В млн долл. США

Год	Республика Армения	Республика Беларусь	Республика Казахстан	Кыргызская Республика	Российская Федерация
2019	65,7	1 898,10	302,7	141,6	7 916,50
2020	72,7	1 621,00	345,6	100,5	9 559,20
2021	96,3	1 873,50	360,6	91,4	9 105,00
2022	124,2	-	419,6	124,5	12 129,30
2023	144,4	-	520,3	197,3	12 342,10

Источник: составлено автором на основе [5–11].

При анализе абсолютного показателя объема производства продукции текстильной отрасли по данным таблицы 1 безусловным лидером среди стран ЕАЭС является Российская Федерация.

За Российской Федерацией в данном показателе следует Республика Беларусь, пусть и с большим отрывом, а наименьшие объемы производства приходятся на Республику Армения и Кыргызскую Республику. Абсолютное лидерство Российской Федерации в значении результатов деятельности текстильной отрасли естественно в силу масштабных территориальных особенностей государства, превалирующего количества субъектов хозяйственной деятельности и трудовых ресурсов, больших объемов экспорта продукции за границу за счет высокого качества, достигаемого благодаря высоким темпам научно-технологического развития и многим другим факторам. Поэтому анализ требует сравнения относительных показателей удельного веса производства продукции текстильной отрасли в общем объеме ВВП представленных стран (рис. 1).

На рисунке 1 представлен график динамики удельного веса производства продукции текстильной отрасли в общем объеме ВВП стран ЕАЭС в 2019–2023 гг. График свидетельствует о более высокой значимости текстильной отрасли для экономики Республики Беларусь, для которой характерно приближенное к 1 % значение анализируемого показателя, при том, что наименьшие значения, приходящиеся на Республику Казахстан, менее 0,1 % в структуре ВВП. На втором месте располагается Кыргызстан, со значениями удельного веса в диапазоне 0,35–0,43 %.

Лидерство Республики Беларусь по данному относительному показателю также ожидаемо: текстильная промышленность является одной из ведущих отраслей легкой промышленности Беларуси и занимает крупное место как по числу предприятий, так и по объему выпускаемой продукции. В стране насчитывается свыше 200 текстильных предприятий, сосредоточенных в основном в Гомельской, Могилевской и Витебской областях, что обеспечивает значительный вклад отрасли в экономику страны. Помимо этого, правительство и промышленность Беларуси предпринимают системные меры для повышения конкурентоспособности текстильной продукции. Эти меры включают техническое перевооружение

предприятий, расширение ассортимента выпускаемой продукции, активное использование местного сырья и внедрение современных технологий, что способствует росту объемов производства. Также нельзя не отметить, текстильная отрасль тесно связана с другими сегментами легкой промышленности (швейной, трикотажной, обувной) и оказывает мультипликативное влияние на развитие экономики в целом. Это усиливает ее значение в структуре ВВП.

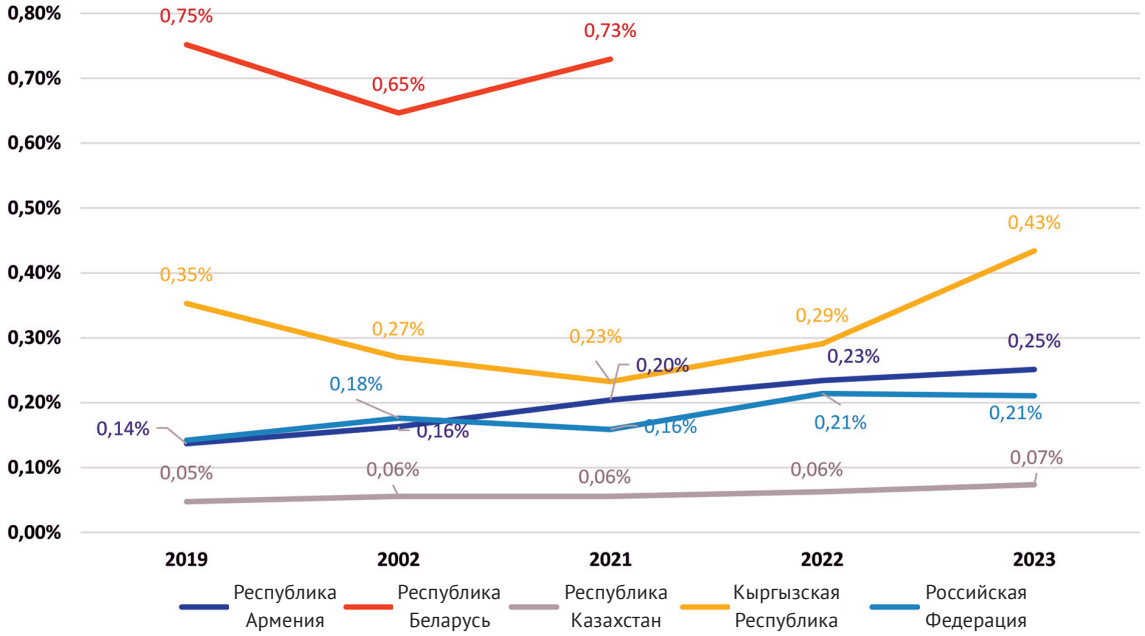


Рисунок 1 – Удельный вес производства текстильной отрасли в объеме ВВП, %

Источник: составлено автором на основе [5–11].

При рассмотрении структуры ВВП видно, как текстильная индустрия влияет на экономику каждой страны. Однако, чтобы понять её влияние на уровень жизни работников, важно оценить и оплату труда в этом секторе, а также соотношение заработной платы в текстильной отрасли со среднемесячной заработной платой по стране. Такая оценка даст более комплексное представление о значении отрасли не только для экономики, но и для социальной сферы в странах ЕАЭС. В таблице 2 в качестве исходных данных представлены значения среднемесячной номинальной заработной платы в странах ЕАЭС в долларах США в 2019–2024 гг.

Данные таблицы 2 демонстрируют наивысшие значения среднемесячной заработной платы работников в Российской Федерации среди всех стран ЕАЭС, что также обуславливается рядом факторов. Во-первых, экономический масштаб Российской Федерации значительно крупнее, что обеспечивает более развитый рынок труда и разнообразные отрасли с высокой добавленной стоимостью. Во-вторых, в Российской Федерации выше уровень промышленного и технологического развития, что требует квалифицированных специалистов с высокой производительностью труда и более высокой оплатой.

Таблица 2 – Среднемесячная номинальная заработная плата работников

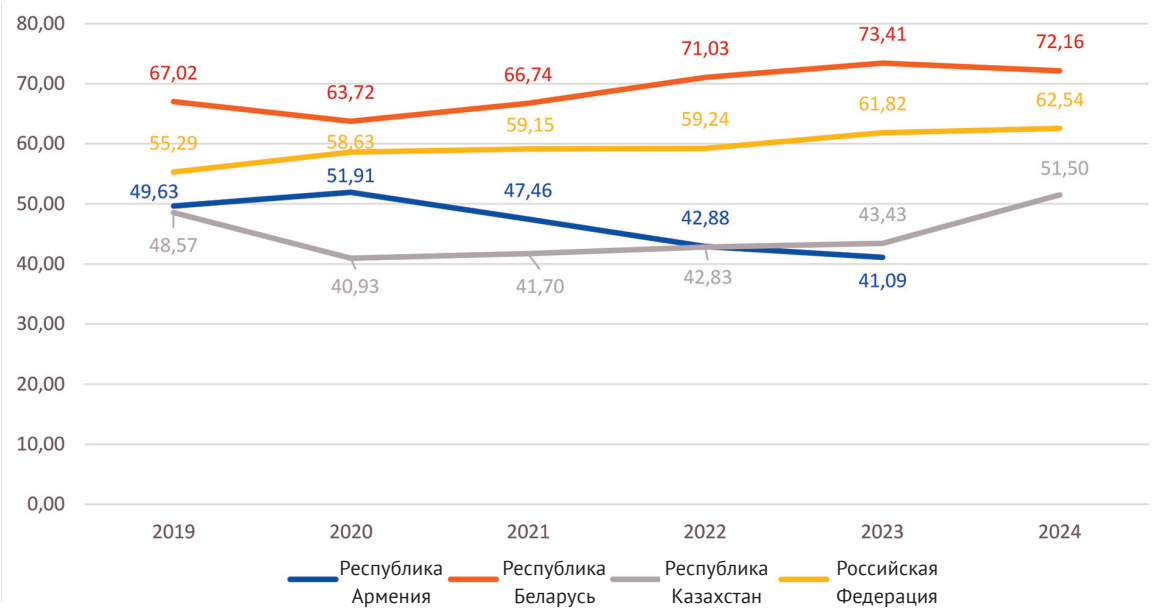
В долл. США

Год	Республика Армения	Республика Беларусь	Республика Казахстан	Кыргызская Республика	Российская Федерация
2019	380	523	488	247	739
2020	388	516	516	245	714
2021	405	568	588	228	777
2022	541	623	673	316	969
2023	688	639	798	360	884
2024	731	706	864	414	964

Источник: составлено автором на основе [6–11].

Также значительную роль играет уровень внутреннего потребления и масштабы инвестиций, которые способствуют росту зарплат. Поэтому, как и в случае с абсолютным объемом производства текстильной отрасли, представляет интерес сравнение соотношения среднемесячной заработной платы по отрасли «Производство текстильных изделий, одежды, изделий из кожи и меха» и среднемесячной заработной платы в среднем по стране (рис. 2). В связи с отсутствием данных о заработной плате в разрезе видов экономической деятельности по Кыргызстану, республика исключена из анализа.

Результаты расчета отношения среднемесячной заработной платы по отрасли «Производство текстильных изделий, одежды, изделий из кожи и меха» к среднемесячной за-



Источник: составлено автором на основе [6–11].

Рисунок 2 – Соотношение ЗП в текстильном производстве к ЗП в среднем по стране, %

работной платы в среднем по стране, представленные графически на рисунке 2, говорят о том, что максимально приближенной к среднемесячной заработной плате по стране является среднемесячная заработная плата работников текстильной отрасли в Республике Беларусь (67–72 %).

Таким образом, текстильная промышленность в Республике Беларусь является одной из ведущих в легкой промышленности, которая в целом значима для экономики страны. В отрасли работают крупные предприятия с более высокой производительностью труда и средней заработной платой относительно других отраслей. Текстиль и легкая промышленность здесь имеют более устойчивое государственное финансирование и поддержку.

В то же время, несмотря на более высокий уровень абсолютной средней заработной платы, а также более высокий уровень промышленного развития в Российской Федерации и Республике Казахстан, текстильная отрасль пока не стала одним из ключевых локомотивов экономики этих стран и не занимает лидирующих позиций в структуре оплаты труда.

Таким образом, в ходе анализа выявлено, что несмотря на преобладающие в Российской Федерации абсолютные показатели объема производства и стоимости рабочей силы в текстильной отрасли, по исследуемым относительным показателям лидером является Республика Беларусь, где текстильная отрасль является одной из ключевых.

Список использованных источников

1. Kovtunenko, K.V. The factors of competitiveness management of manufacturing enterprise personnel in conditions of uncertainty / K.V. Kovtunenko, Yu.V. Kovtunenko, N.M. Fomina, O.V. Kovalchuk, D.Yu. Kovtunenko // International Journal of Production Management and Engineering. – Odessa Polytechnic National University, Odessa, Ukraine. – 2022.

2. Черепковская, О. Проблема повышения конкурентоспособности отрасли легкой промышленности Республики Беларусь / О. Черепковская, Н. Борисевич, А. Довнар. – Текст : электронный // Белорусский государственный экономический университет, Минск, Беларусь [сайт]. – URL: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/41244/Problema_povysheniya_konkurentosposobnosti_otrasli_legkoj_promyshlennosti_Respubliki_Belarus.pdf?sequence=1&isAllowed=y (дата обращения: 16.04.2025).

3. Квасникова, В. В. Проблемы функционирования легкой промышленности Беларуси в условиях санкционного давления / В. В. Квасникова, Ю. А. Нарвойш // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость : материалы XVI Международной научно-практической конференции, Минск, 19 мая 2023 г. / Белорусский государственный экономический университет ; [редакционная коллегия: А. В. Егоров (ответственный редактор) и др.]. – Минск : ГУ «БелИСА», 2023. – С. 180.

4. Алексеева, Е. А. Конкурентоспособность персонала в легкой и текстильной промышленности Республики Беларусь в условиях цифровизации экономики / Е. А. Алексеева // Технология текстильной промышленности № 6 (402). Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь. – 2022.

5. Статистический ежегодник Евразийского экономического союза // Евразийская эко-

номическая комиссия. – Москва: 2024. – 430 с. – URL: https://eec.eaeunion.org/upload/files/dep_stat/econstat/statpub/Stat_Yearbook_2024.pdf (дата обращения 25.09.2025). – Текст : электронный.

6. Евразийская экономическая комиссия. – URL: https://eec.eaeunion.org/comission/department/dep_stat/union_stat/current_stat/labour_market/series/ (дата обращения 25.09.2025). – Текст : электронный.

7. The leading source of labour statistics // International Labour Organization. – URL: https://ilostat.ilo.org/ (дата обращения 25.09.2025). – Текст : электронный.

8. Национальное бюро статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. – URL: https://stat.gov.kz/ru/ (дата обращения 25.09.2025). – Текст : электронный.

9. Российский статистический ежегодник 2024. Статистический сборник // Федеральная служба государственной статистики (Росстат). – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ejegodnik_2024.pdf (дата обращения 25.09.2025). – Текст : электронный.

10. Статистический ежегодник Республики Беларусь // Национальный статистический комитет. – URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_152615/?sphrase_id=2312065 (дата обращения 25.09.2025). – Текст : электронный.

11. Статистический комитет Республики Армения. – URL: https://www.armstat.am/ru/. (дата обращения 25.09.2025). – Текст : электронный.

УДК 677.072.32

Оценка конкурентоспособности трикотажа по качественным показателям

Валиева З. Ф.[1], PhD, доц,
Махкамова Ш. Ф.[1], PhD, доц.,
Валиева К. Д.[2], магистр

[1]Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
г. Ташкент, Республика Узбекистан
[2]Миланский университет,
г. Милан, Итальянская Республика

Реферат. В статье рассматривается проблема оценки конкурентоспособности трикотажных полотен переплетения «футер» в условиях усиливающейся рыночной конкуренции. Автор подчёркивает, что конкурентоспособность продукции – это многокомпонентный показатель, включающий физико-механические, экономические, эстетические и эксплуатационные характеристики, а также соответствие предпочтениям целевых потребителей.

Целью исследования является разработка количественной методики маркетинговой оценки конкурентоспособности текстильных изделий. В работе применены полевые методы сбора первичных данных, проведена

балльная оценка качества образцов, определены весовые коэффициенты потребительских параметров и рассчитаны интегральные показатели конкурентоспособности.

Особое внимание уделено применению метода DEA (Data Envelopment Analysis) для анализа эффективности образцов, а также формуле расчёта единичных и групповых показателей конкурентоспособности. В результате выявлены лидирующие образцы, что позволяет обосновать ассортиментную политику предприятия и повысить рыночную привлекательность продукции. Результаты показали, что наибольший интегральный показатель конкурентоспособности (4,72) имеет образец II, минимальный – образец IV (4,13). Предложенный подход позволяет объективно сравнивать текстильные изделия, выявлять лидирующие образцы и может использоваться при разработке ассортиментной политики и повышении качества продукции.

Ключевые слова: маркетинг, конкурентоспособность, качество, бальная оценка, коэффициент весомости, единичный показатель.

Текстильная промышленность является одной из ключевых отраслей лёгкой индустрии, обеспечивающей широкий ассортимент продукции для внутреннего и внешнего рынков. В условиях растущей конкуренции производителям необходимо не только повышать качество тканей, трикотажных полотен и готовых текстильных изделий, но и регулярно анализировать их конкурентоспособность с учётом изменений потребительского спроса и модных тенденций.

Конкурентоспособность продукции представляет собой комплексный показатель, который объединяет физико-механические характеристики, экономические параметры, безопасность, долговечность и эстетические качества. При этом уровень качества остаётся базовым элементом, но не исчерпывает понятия конкурентоспособности, поскольку решающее значение имеют предпочтения целевых сегментов потребителей.

Для объективного сравнения изделий требуется надёжный инструмент маркетингового анализа. Количественные методы, основанные на сборе первичных данных и их статистической обработке, позволяют оценить реальную востребованность продукции на рынке, выявить сильные и слабые стороны образцов и обосновать ассортиментную политику предприятия.

Целью настоящего исследования является разработка и апробация методики количественной маркетинговой оценки конкурентоспособности трикотажных полотен перепле-

тения «футер». В работе определены весовые коэффициенты ключевых потребительских параметров, проведена балльная оценка качества образцов и рассчитаны интегральные показатели конкурентоспособности, что позволило выявить лидирующие позиции среди представленных вариантов.

Существуют два основных источника маркетинговой информации: первичные и вторичные данные. Первичные данные – это данные, которые ранее не существовали и которые собираются маркетологом впервые. Исследования, связанные с получением и анализом первичных данных, называются полевыми. Полевые исследования делятся на качественные и количественные. Первые основаны на сборе и анализе нечисловых данных. Вторые же базируются на том, что поведение людей и отношение их к чему-либо можно выразить с помощью числовых величин.

Качество как экономическая категория отражает совокупность особенностей продукции, которые обуславливают меру ее пригодности удовлетворять потребности человека соответственно его назначению. Отождествлять такие понятия, как «конкурентоспособность» и «уровень качества», нельзя, поскольку «конкурентоспособность» является более широким понятием, чем «качество», хотя последнее чаще всего составляет основу конкурентоспособности. Конкурентоспособность товара определяется совокупностью его свойств, которые представляют интерес для покупателя и удовлетворяют его потребности. Поскольку товары ориентированы на определенные сегменты покупателей, используют такие характеристики товара, которыми руководствуется большинство покупателей конкретного сегмента при совершении покупки. При помощи маркетингового исследования был определён уровень качества и конкурентоспособность трикотажных полотен, которые являются количественной характеристикой меры пригодности того или иного вида ткани для удовлетворения конкретного спроса на нее, как степень сравнения с соответствующими базовыми показателями при фиксированных условиях потребления. Оценка качества текстильной продукции предполагает определение абсолютного, относительного, перспективного и оптимального уровней [1].

Качество – совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предлагаемые потребности. К факторам, влияющим на качество товаров, относят факторы, формирующие качество, факторы, способствующие сохранению качества и факторы, способствующие улучшению качества (рис. 1).

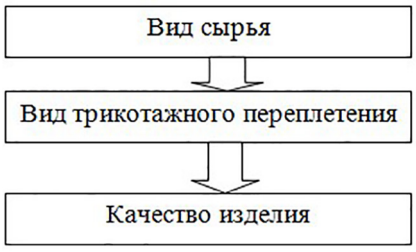


Рисунок 1 – Факторы, формирующие качество трикотажных изделий

Сырье является одним из основных факторов, формирующих качество трикотажных изделий. В настоящее время трикотажные предприятия перерабатывают практически все виды пряжи и нитей, изготовленных из различных видов волокна.

При проведении ранжирования показателей качества верхних трикотажных изделий, выявили наиболее важные: истирание, пиллингуемость, длина петли,

прочность, поверхностная плотность полотна, соответственно, при оценке эксплуатационных характеристик трикотажа, необходимо учитывать критерии износостойкости с учётом назначения, которые также учитываются при определении конкурентоспособности.

Анализ экономической литературы, посвященной оценке конкурентоспособности [2, 3, 4], позволяет выделить следующие методические подходы к решению задачи сравнительной оценки конкурентоспособности торговых сетей с целью эффективного управления ею:

- Оценка с позиции сравнительных преимуществ.
- Оценка с позиции теории равновесия.
- Оценка на основе теории эффективной конкуренции.
- Оценка на базе качества продукции.
- Оценка по профилю требований.
- Оценка при помощи SWOT-анализа.
- Матричный метод оценки конкурентоспособности.
- Метод разницы.
- Метод рангов.
- Метод DEA анализа.
- Метод «эталона» (графический метод).

Перечисленные подходы различаются по области применения, однако для оценки эффективности однородных объектов наибольший интерес представляет метод DEA. Он используется для анализа систем, которые выполняют одинаковые виды деятельности и задействуют сопоставимые ресурсы. Метод DEA основывается на нахождении относительной эффективности работы как отношения совокупности значений входных параметров к совокупности значений выходных параметров. Для вычисления значения эффективности каждого объекта решается задача оптимизации симплекс-методом.

В методе DEA различают два основных типа задач:

1) задача минимизации затрат;
2) задача максимизации прибыли.

На следующем этапе исследования, с целью демонстрации работы метода DEA, был проведён опрос покупателей. Полученные данные по потребительным параметрам представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Балльная оценка трикотажных полотен

№	Параметры	Исследуемые образцы			
		I	II	III	IV
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	Волокнистый состав	5	5	5	5
2	Истирание	5	5	4	4
3	Многократные стирки	4	4	4	4

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
4	Пиллингуемость	2	3	2	2
5	Физические свойства	4	4	4	4
6	Цена	5	5	5	5
7	Сумма баллов	25	26	24	24

Как видно из таблицы 1, образец «II» (26 баллов) является лучшим по качеству. Несколько уступает ему образец «I», худшими по качеству являются «III» и «IV».

Таким образом, чтобы рассчитать единичные показатели конкурентоспособности за базу сравнения следует взять образец «II». Рассчитаем единичные показатели конкурентоспособности по i-му параметру, применяя следующую формулу:

$$q_i = (P_i / P_{i0}) \cdot 100\ \%, \quad (1)$$

где q_i – единичный показатель конкурентоспособности по i-му параметру; P_i – величина i-го параметра для анализируемого товара; P_{i0} – величина i-го параметра для образца, взятого за базу сравнения.

Тогда единичные показатели конкурентоспособности будут следующими (табл. 2)

Таблица 2 – Весомость единичных показателей трикотажных полотен

№	Параметры	Значимость показателей	Весомость
1	Волокнистый состав	5	0,21
2	Истирание	4	0,17
3	Многократные стирки	4	0,17
4	Пиллингуемость	2	0,08
5	Физические свойства	4	0,17
6	Цена	5	0,21
∑	Сумма	24	-

Соответствие товара потребности в нём характеризуют групповые (или сводные индексы) показатели конкурентоспособности, которые рассчитывают по единичным показателям. Для этого единичные показатели объединяют с учётом значимости каждого из них по формуле:

$$I_{ПП} = \sum n_i = 1a_i \cdot q_i, \quad (2),$$

где $I_{ПП}$ – групповой показатель по потребительным (техническим) параметрам; n – число параметров, участвующих в оценке; a – вес i-го параметра в общем наборе (коэффициент весомости); q – единичный показатель по i-му техническому параметру.

В нашем примере для показателей, характеризующих свойства трикотажных полотен «футер», определили коэффициенты весомости следующим образом: наибольший

показатель у образца № II – 4,72, наименьшее показание у образца № IV – 4,13. (табл. 3)

Таблица 3 – Коэффициенты весомости показателей трикотажных полотен

№	Параметры	Исследуемые образцы			
		I	II	III	IV
1	Волокнистый состав	1,05	1,05	1,05	1,05
2	Истирание	0,85	0,85	0,68	0,68
3	Многократные стирки	0,51	0,68	0,68	0,68
4	Пиллингуемость	0,16	0,24	0,16	0,16
5	Физические свойства	0,85	0,85	0,68	0,51
6	Цена	1,05	1,05	1,05	1,05
∑	Сумма	4,47	4,72	4,3	4,13

Выводы

1. Комплексный характер конкурентоспособности требует учёта не только физико-механических свойств, но и экономических, технологических и потребительских факторов.

2. Количественная маркетинговая оценка с использованием балльной системы и коэффициентов весомости обеспечивает наглядное сравнение образцов и выявление лидирующей продукции.

3. Исследование показало, что среди анализируемых трикотажных полотен наибольшую конкурентоспособность демонстрирует образец II (групповой показатель – 4,72), что делает его предпочтительным для промышленного производства и продвижения на рынок.

4. Предложенный подход может быть рекомендован для регулярного мониторинга качества текстильной продукции, а также для разработки стратегий повышения её рыночной привлекательности.

Список использованных источников

1. Тюрин, Д. В. Маркетинговые исследования: учебник для вузов. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 342 с.

2. Михайлова, Н. Н. «Экологические проблемы текстильной и лёгкой промышленности», Издательство: Экономика, 2011.

3. Моисеева, Н. К. Международный маркетинг: учебное пособие. – Москва: Центр экономики и маркетинга, 1998. – 320 с.

4. Дзахмишева, И. Ш. Методика оценки конкурентоспособности услуги розничной торговой сети // Маркетинг в России и за рубежом. – 2004. – № 3. – С. 93–107.

5. Фатхутдинов, Р. А. Управление конкурентоспособностью организации: учебное пособие. – Москва: Эксмо, 2004. – 194 с.

УДК 339.1:004.056

Информационная безопасность в сфере электронной коммерции предприятий лёгкой промышленности

Кожакина Е. О., студ.,
Любашова К. А., студ.,
Мандрик О. Г., м.э.н., ст. преп.

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. В статье представлено понятие информационной безопасности в сфере электронной коммерции предприятий легкой промышленности, рассмотрены основные проблемы и угрозы, которые связаны с обеспечением информационной безопасности, представлены методы защиты данных и предотвращения атак на электронные устройства с целью заполучения конфиденциальной информации. Сделан вывод о том, что успех в сфере информационной безопасности в электронной коммерции предприятий легкой промышленности зависит от комплексного подхода, который включает в себя множество разнообразных технологий, процессов и людей.

Ключевые слова: электронная коммерция, информационная безопасность, веб-сайт.

Актуальность работы определяется возрастающей ролью лёгкой промышленности в структуре национальной экономики Республики Беларусь и необходимостью формирования эффективных механизмов обеспечения экономической и информационной безопасности предприятий данной отрасли в условиях современных глобальных вызовов. Стремительное развитие текстильного и обувного производства в Республике Беларусь создает потребность в комплексном научном осмыслении специфики обеспечения экономической и информационной безопасности предприятий отрасли.

Научная проблема заключается в изучении и разработке основ формирования систем информационной безопасности в сфере электронной коммерции предприятий легкой промышленности в условиях развивающихся экономик, характеризующихся высокой степенью неопределенности внешней среды, ограниченными ресурсами и специфическими институциональными условиями функционирования хозяйствующих субъектов.

Объектом исследования выступают предприятия легкой промышленности Республики Беларусь как субъекты хозяйственной деятельности, функционирующие в условиях современной экономической системы.

Предметом исследования являются экономические отношения и механизмы, обеспечивающие информационную безопасность предприятий легкой промышленности в контексте специфических условий развивающейся экономики.

Целью исследования является выявление проблем и разработка рекомендаций по со-

вершенствованию системы обеспечения информационной безопасности в сфере электронной коммерции предприятий легкой промышленности в условиях развивающейся экономики Республики Беларусь.

В современном мире электронная коммерция стала неотъемлемой частью бизнеса, предоставляя компаниям и потребителям новые возможности для взаимодействия и совершения сделок. С каждым годом количество онлайн-платежей растет, и вместе с ним увеличивается объем личной и финансовой информации, обрабатываемой в сети. Однако с развитием технологий и ростом популярности электронной торговли возникают новые угрозы информационной безопасности, которые могут привести к серьезным последствиям как для компаний, так и для их клиентов.

Информационная безопасность (англ. Information Security, а также – англ. InfoSec) – теория и практика предотвращения посягательств на любую из трех составляющих безопасности информационной системы (конфиденциальность, целостность, доступность обращающейся/содержащейся в ней информации) [1].

Информационная безопасность – это защита информации и информационных систем от несанкционированного доступа, использования, раскрытия, уничтожения или изменения.

Информационная безопасность предприятий легкой промышленности достигается, в основном, посредством многоэтапного процесса управления рисками, который позволяет идентифицировать основные средства и нематериальные активы, источники угроз, уязвимости, потенциальную степень воздействия и возможности управления рисками. Этот процесс сопровождается оценкой эффективности плана по управлению рисками. Для того, чтобы стандартизовать эту деятельность, научное и профессиональное сообщества находятся в постоянном сотрудничестве, направленном на выработку базовой методологии, политик и индустриальных стандартов в области технических мер защиты информации, юридической ответственности, а также стандартов обучения пользователей и администраторов. Эта стандартизация в значительной мере развивается под влиянием широкого спектра законодательных и нормативных актов, которые регулируют способы доступа, обработки, хранения и передачи данных. Однако внедрение любых стандартов и методологий в организации может иметь лишь поверхностный эффект, если культура непрерывного совершенствования не привита должным образом.

Информационная безопасность в сфере электронной коммерции предприятий лёгкой промышленности – это комплекс мер, защищающих онлайн-транзакции, данные клиентов и бизнес-инфраструктуру от киберугроз, таких как мошенничество, кража данных и несанкционированный доступ.

Электронная коммерция (e-commerce) – это сфера деятельности, связанная с покупкой и продажей товаров и услуг в интернете. Термин расшифровывается как «electronic commerce», то есть «электронная коммерция» [2].

Электронная коммерция предприятий лёгкой промышленности охватывает все виды онлайн-сделок, включая покупки, продажи и денежные переводы. Это означает, что в электронную коммерцию входят все торговые и финансовые транзакции, а также биз-

нес-процессы, происходящие в интернете. Проще говоря, это все платформы, на которых сделки осуществляются в онлайн-формате.

В свою очередь, информационная безопасность в сфере электронной коммерции охватывает множество аспектов, включая защиту данных пользователей, безопасность транзакций и защиту от мошенничества. Предприятия должны принимать меры для минимизации рисков, связанных с утечкой данных, кибератаками и другими угрозами. Неправильное обращение с информацией может привести не только к финансовым потерям, но и к утрате доверия со стороны клиентов, что в свою очередь может негативно сказаться на репутации бизнеса.

Значение информационной безопасности в сфере электронной коммерции предприятий легкой промышленности становится особенно актуальным на фоне глобальных трендов, таких как увеличение числа мобильных платежей, использование облачных технологий и развитие искусственного интеллекта. Эти технологии, хотя и предлагают новые возможности для повышения эффективности бизнеса, также открывают новые векторы для атак. Киберпреступники становятся более изобретательными, используя сложные методы для обхода защитных механизмов и доступа к конфиденциальной информации.

Для успешной защиты своих активов и данных, предприятия должны не только внедрять современные технологии защиты, но и развивать культуру безопасности среди сотрудников. Обучение и повышение осведомленности о потенциальных угрозах и методах защиты являются ключевыми элементами стратегии информационной безопасности в сфере электронной коммерции не только предприятий легкой промышленности, но и их фирменных магазинов.

В настоящее время электронная коммерция имеет ряд проблем, связанных с обеспечением информационной безопасности. Выделим следующие актуальные проблемы:

1. Фишинг и социальная инженерия.

Фишинг – это метод, с помощью которого злоумышленники пытаются обманом получить конфиденциальную информацию, такую как пароли и данные кредитных карт. Социальная инженерия включает различные манипулятивные техники для доступа к личным данным пользователей. Например, злоумышленники могут рассылать фальшивые электронные письма, маскируясь под официальные сообщения банков или известных онлайн-магазинов, чтобы побудить людей раскрыть свои данные. Фишинг-атаки могут быть весьма сложными и трудноразличимыми от настоящих сообщений. Злоумышленники могут создавать поддельные веб-сайты, которые выглядят как оригиналы, чтобы обмануть пользователей и заставить их ввести свою информацию. Важно всегда проверять URL-адреса и быть осторожными при вводе конфиденциальных данных.

2. Вредоносное программное обеспечение.

Вредоносное программное обеспечение, включая вирусы, трояны и шпионские программы, может проникать на устройства пользователей через зараженные файлы или ссылки. Оно способно собирать данные, блокировать доступ к информации или даже уничтожать ее. Вредоносное программное обеспечение распространяется через электронные письма,

загрузки с ненадежных сайтов и социальные сети. Одним из самых опасных видов вредоносного программного обеспечения является программа-вымогатель (ransomware), которая шифрует данные на устройстве пользователя и требует выкуп за их расшифровку. Для защиты от таких угроз важно использовать надежное антивирусное программное обеспечение и регулярно обновлять его.

3. Атаки на веб-сайты (Web Application Firewall, WAF).

Атаки DDoS (Distributed Denial of Service attack), распределенные атаки отказа в обслуживании, направлены на перегрузку сервера, что приводит к недоступности сайта. SQL-инъекции позволяют злоумышленникам получить доступ к базе данных сайта и извлечь конфиденциальную информацию. Эти атаки могут нанести серьезный ущерб бизнесу, вызывая потерю данных, финансовые убытки и ухудшение репутации. DDoS-атаки могут быть организованы с помощью ботнетов – сетей зараженных устройств, которые злоумышленники используют для одновременной отправки множества запросов на сервер. SQL-инъекции, в свою очередь, используют уязвимости в коде веб-приложений для выполнения вредоносных SQL-запросов.

4. Угрозы внутреннего характера.

Не только внешние угрозы представляют опасность. Сотрудники предприятия, имеющие доступ к конфиденциальной информации, могут случайно или намеренно скомпрометировать данные. Внутренние угрозы могут проявляться в виде утечки данных, несанкционированного доступа или даже саботажа. Для предотвращения внутренних угроз необходимо внедрить строгие политики доступа и регулярно проводить аудиты безопасности. Обучение сотрудников основам кибербезопасности также играет важную роль в предотвращении инцидентов.

Фишинг, вредоносное программное обеспечение, атаки на веб-сайты и внутренние угрозы представляют собой серьезные риски для предприятий и пользователей. Важно не только защищать внешние данные, но и контролировать доступ к конфиденциальной информации внутри организаций. Только комплексный подход к информационной безопасности позволит сохранить доверие клиентов и защитить бизнес от финансовых и репутационных потерь.

В результате рассмотренных актуальных проблем информационной безопасности в сфере электронной коммерции предприятий легкой промышленности сформируем следующие рекомендации как методы защиты данных и предотвращения атак:

1. Обучение сотрудников основам кибербезопасности.

Это один из самых эффективных способов предотвращения атак. Исследования показывают, что большинство успешных атак начинается с человеческой ошибки. Регулярные тренинги, семинары и информирование о новых угрозах могут значительно снизить риски. Важно, чтобы все сотрудники знали, как распознавать фишинг-атаки, которые часто выглядят как легитимные электронные письма, и могли отличать их от настоящих коммуникаций.

Обучение должно охватывать не только теоретические знания, но и практические навыки. Например, создание симуляций фишинг-атак может помочь сотрудникам научиться

распознавать подозрительные сообщения и вовремя реагировать на них. Проводя такие тренинги, организации могут обнаружить слабые места в осведомленности своих сотрудников и дополнительно сосредоточиться на их обучении.

Кроме того, важно обучать сотрудников безопасному обращению с конфиденциальной информацией. Сотрудники должны понимать, какие данные являются конфиденциальными, как их защищать и какие меры предосторожности следует соблюдать при работе с электронными устройствами. Это включает в себя использование надежных паролей, шифрование данных и безопасное хранение информации.

2. Осведомленность пользователей.

Предприятия, онлайн-магазины и другие сервисы могут предоставлять своим клиентам информацию о безопасности, обучая их, как создавать надежные пароли, проверять подлинность веб-сайтов и защищать свои данные. Создание четких инструкций и рекомендаций по безопасности на веб-сайтах может помочь уменьшить риски. Например, предоставление пользователям информации о том, как устанавливать двухфакторную аутентификацию на их аккаунтах, может значительно повысить уровень безопасности.

3. Антивирусное программное обеспечение и фаерволы.

Данный метод также является важной частью стратегии защиты данных. Антивирусное программное обеспечение сканирует файлы и программы на наличие вредоносного кода, помогая предотвратить заражение систем. Фаерволы, в свою очередь, контролируют входящий и исходящий трафик, блокируя подозрительные соединения и защищая сеть от несанкционированного доступа.

Однако важно не только установить антивирусное программное обеспечение, но и регулярно обновлять его. Новые вирусы и угрозы появляются каждый день, и только обновленное программное обеспечение может эффективно защищать от них. Комплексные решения безопасности, которые объединяют антивирус, фаервол и другие инструменты защиты, могут обеспечить более высокий уровень безопасности.

4. Технологии обнаружения и предотвращения вторжений (Intrusion Detection System и Intrusion Prevention System, IDS/IPS).

Организации должны рассмотреть возможность использования технологий обнаружения и предотвращения вторжений (IDS/IPS), которые помогают выявлять и блокировать потенциальные атаки в реальном времени. Эти системы могут анализировать сетевой трафик и выявлять подозрительную активность, что позволяет быстро реагировать на угрозы.

5. Дополнительное программное обеспечение для анализа поведения системы защиты конечных устройств (Endpoint Detection and Response, EDR).

Важно также учитывать, что некоторые вредоносные программы могут быть скрытыми и не вызывать подозрений. Поэтому использование дополнительного программного обеспечения для анализа поведения, такого как системы защиты конечных устройств (EDR), может помочь в выявлении необычной активности на устройствах и предотвращении атак.

6. Регулярное обновление программного обеспечения и установка патчей.

Еще одна важная мера защиты. Многие кибератаки используют известные уязвимо-

сти в программном обеспечении. Своевременное обновление систем помогает устранить эти уязвимости и снижает риск атак. На практике это означает, что организации должны следить за выпусками обновлений от своих поставщиков программного обеспечения и немедленно их устанавливать.

7. Автоматическое обновление программного обеспечения.

Данный метод может значительно упростить этот процесс, гарантируя, что все системы всегда будут защищены от последних угроз. Однако важно также проводить регулярные проверки на наличие уязвимостей, чтобы выявлять и устранять потенциальные проблемы до того, как они смогут быть использованы злоумышленниками.

8. Специализированные инструменты для управления уязвимостями.

Для повышения уровня безопасности рекомендуется использовать специализированные инструменты для управления уязвимостями, которые могут сканировать системы и сообщать о найденных проблемах. Это позволит организациям быть проактивными в своем подходе к безопасности.

9. Аудит безопасности и тесты на проникновение.

Важно проводить аудит безопасности и тесты на проникновение, чтобы выявить слабые места в системе и улучшить общую защиту. Такие мероприятия могут включать в себя как внутренние, так и внешние оценки, которые помогают понять, насколько хорошо защищены системы от реальных угроз.

10. Многофакторная аутентификация (Multi-Factor Authentication, MFA).

Многофакторная аутентификация (MFA) добавляет дополнительный уровень безопасности, требуя от пользователей предоставить несколько форм идентификации перед доступом к учетной записи или системе. MFA может включать в себя комбинацию пароля, одноразового кода, отправленного на мобильное устройство, и биометрических данных, таких как отпечаток пальца или распознавание лица.

Использование MFA значительно усложняет злоумышленникам доступ к учетным записям, даже если они получили пароль пользователя. Это особенно важно для защиты конфиденциальной информации и финансовых данных. Внедрение MFA в организации не только улучшает безопасность, но и повышает доверие клиентов и пользователей.

Однако внедрение многофакторной аутентификации требует обучения пользователей правильному использованию этой технологии. Например, пользователи должны знать, как правильно использовать одноразовые коды и как действовать в случае подозрительной активности в своих учетных записях. Также важно предоставить пользователям возможность восстанавливать доступ к учетной записи в случае потери устройства, на которое отправляются коды.

11. Адаптивная аутентификация.

Дополнительно стоит рассмотреть возможность использования адаптивной аутентификации, которая позволяет оценивать уровень риска каждого входа в систему и требовать дополнительные факторы аутентификации только в случае необходимости. Это может улучшить пользовательский опыт, не снижая уровня безопасности.

Таким образом, в результате проведенной работы можно сделать следующие выводы:

– во-первых, в условиях стремительного роста электронной коммерции информационная безопасность предприятий легкой промышленности в этой сфере становится неотъемлемой частью эффективного функционирования бизнеса. Учитывая, что онлайн-транзакции продолжают набирать популярность, предприятия сталкиваются с новыми вызовами в области защиты данных и предотвращения кибератак. Угрозы, такие как фишинг, вредоносное программное обеспечение, атаки на веб-сайты и внутренние риски, требуют комплексного и многоуровневого подхода к обеспечению безопасности;

– во-вторых, ключевым аспектом успешной стратегии информационной безопасности является обучение и повышение осведомленности сотрудников. Без должного уровня понимания потенциальных угроз даже самые современные технологии защиты могут оказаться неэффективными. Регулярные тренинги и симуляции фишинг-атак позволяют не только обучить сотрудников, но и создать культуру безопасности внутри организации. Это создает атмосферу ответственности и бдительности, что является необходимым для минимизации рисков;

– в-третьих, использование антивирусного программного обеспечения и фаерволов – это лишь основа для защиты данных. Комплексные решения, которые включают системы обнаружения и предотвращения вторжений, а также технологии защиты конечных устройств, обеспечивают более высокий уровень безопасности. Регулярное обновление программного обеспечения и установка патчей помогают устранить уязвимости, которые могут быть использованы злоумышленниками, что также является важным элементом защиты;

– в-четвертых, не менее важным является внедрение многофакторной аутентификации, которая значительно усложняет злоумышленникам доступ к учетным записям. Это подчеркивает, что безопасность – это не только про технологии, но и про людей. Обучение пользователей правильному использованию многофакторной аутентификации и других мер безопасности – это важный шаг к защите как индивидуальных данных, так и корпоративной информации;

– в-пятых, в конечном счете, успех в сфере информационной безопасности в электронной коммерции предприятий легкой промышленности зависит от комплексного подхода, который включает в себя технологии, процессы и, что немаловажно, людей. Только таким образом предприятия смогут защитить свои активы, сохранить доверие клиентов и минимизировать финансовые потери. В условиях постоянно меняющегося киберландшафта важно не только реагировать на текущие угрозы, но и проактивно предугадывать возможные риски, создавая гибкие и адаптивные стратегии безопасности.

Список использованных источников

1. Schlienger, Thomas. Information security culture : From analysis to change : [англ.] / Thomas Schlienger, Stephanie Teufel // South African Computer Journal. – Pretoria, South Africa, 2003. – Vol. 31.

2. Мандрик, О. Г. Бизнес-модели электронной коммерции и их характеристика / О. Г. Мандрик // Экономика и маркетинг в XXI веке: проблемы, опыт, перспективы : сборник материалов XX Всероссийской научно-практической конференции, Донецк, 28–29 ноября 2024 г. / ДонНТУ. – Донецк, 2024. – С. 222–227.

УДК 331.101.262

Развитие текстильной отрасли в новых условиях: ключевые драйверы и требуемые компетенции

Стаселько В. М., м.н., асп.,
Зайцева О. В., к.э.н., доц.

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. Цель статьи – проанализировать мировые тренды трансформации текстильной промышленности и определить ключевые компетенции, необходимые для её устойчивого развития. Рассматриваются два главных драйвера изменений: экологизация и цифровизация. Описаны технологии переработки, «умные» ткани, цифровое проектирование и принципы циркулярной экономики.

Особое внимание уделено белорусской текстильной отрасли, её адаптации к новым условиям, росту экспорта, модернизации производств и развитию брендов. Также выделены вызовы, включая сырьевую зависимость и точечное внедрение эко-стандартов.

В завершение представлены четыре кластера профессиональных компетенций, необходимых для работы в условиях Индустрии 4.0 и устойчивого производства.

Ключевые слова: текстильная промышленность, мировые тенденции, профессиональные компетенции, конкурентоспособность работников.

Текстильная промышленность – одна из самых древних и важных отраслей экономики. Она играет ключевую роль в производстве одежды, мебели, технических тканей и многих других товаров, нужных в повседневной жизни. Мировая текстильная промышленность находится на переломном этапе, который можно охарактеризовать как переход от модели массового производства к модели осознанного и технологичного создания ценности. Эта трансформация затрагивает все этапы – от идеи дизайнера до утилизации вещи. Отправной точкой этого глобального сдвига стало растущее давление на отрасль со стороны двух ключевых факторов: экологии и цифровизации [2].

Ключевые мировые тренды развития текстильной промышленности представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Ключевые мировые тренды развития текстильной промышленности

Тенденция	Характеристика
Устойчивость и экологичность	- циркулярная экономика; - использование экологических материалов; - внедрение технологий, сокращающих расход воды и химикатов
Цифровизация и Индустрия 4.0	- умное производство; - цифровой дизайн и 3D-прототипирование
Прозрачность и отслеживаемость цепочек поставок	- использование технологий блокчейна
Гиперперсонализация и быстрое реагирование	- кастомизация под индивидуальные параметры и предпочтения; - развитие модели on-demand производства (производство по требованию)
Развитие «умных» тканей	- ткани с новыми функциями: самоочищающиеся, меняющие цвет, генерирующие энергию, интегрированные с датчиками для мониторинга здоровья
Нео-индустриализация и решоринг	- диверсифицирование цепочек поставок

Осознание колоссального вреда текстиля для окружающей среды (загрязнение вод, образование свалок, углеродный след) заставило и производителей, и потребителей пересмотреть свои привычки. Как следствие, доминирующим трендом стала устойчивость. Это понятие включает несколько взаимосвязанных аспектов. Во-первых, это переход к циркулярной экономике, где отходы становятся ресурсом. На практике это выражается в развитии технологий переработки старых вещей в новое волокно и активном использовании материалов из вторичного сырья, например, полиэстера из переработанных ПЭТ-бутылок. Во-вторых, растет спрос на органическое и инновационное сырье – органический хлопок, лиоцелл (тенсель), пенька, которые требуют меньше воды и химикатов. В-третьих, сама промышленность меняет процессы, внедряя, к примеру, цифровую печать, которая не только позволяет создавать сложные дизайны, но и коренным образом сокращает расход воды и красителей по сравнению с традиционными методами.

Параллельно с экологизацией происходит глубокая цифровизация производства. Технологии Индустрии 4.0 [5] – интернет вещей (IoT), искусственный интеллект (AI) и робототехника – создают «умное производство». Это приводит к оптимизации всех процессов: датчики предсказывают необходимость ремонта оборудования, AI анализирует спрос и помогает планировать загрузку, а роботы берут на себя монотонные операции.

Важнейшим следствием цифровизации стало развитие цифрового дизайна и 3D-прототипирования. Теперь дизайнер может создать и «примерить» модель на виртуальном аватаре, не производя ни метра реальной ткани. Это не только ускоряет разработку, но и радикально сокращает объемы пробных партий и отходов.

Важнейшим следствием цифровой трансформации стало не только повышение эффективности, но и появление принципиально новых продуктов «умных» тканей, а именно:

– тканей интегрированных датчиками для мониторинга здоровья. Такие ткани могут отслеживать жизненные показатели (пульс, дыхание, мышечную активность). Это создает прямую связь с трендом на персонализацию и заботу о здоровье, открывая огромные возможности для спортивной одежды и медицинского текстиля (умное больничное белье, бандажи с мониторингом);

– тканей, генерирующих энергию. Разрабатываются ткани, способные генерировать и хранить энергию. Например, интеграция гибких фотоэлементов позволяет куртке заряжать смартфон, а волокна-суперконденсаторы – питать встроенную электронику. Этот вектор, в свою очередь, сталкивается с вызовом устойчивости, порождая вопросы о переработке такой гибридной продукции и стимулируя поиск биоразлагаемых электронных компонентов;

– тканей, меняющих цвет. Речь идет о материалах, которые меняют свои свойства в ответ на внешние условия: терморегулирующие ткани, которые охлаждают в жару и греют в холод, или материалы с меняющейся проницаемостью и цветом. Данное направление перекликается с трендом на повышение комфорта и долговечности вещей, что является частью философии «slow fashion».

Информированный потребитель сегодня хочет не только качественную, но и «честную» вещь. Поэтому набирает силу тренд на полную прозрачность цепочек поставок, где технологии блокчейна позволяют отследить весь путь изделия от поля с хлопком до магазинной полки [3]. Одновременно с этим цифровые возможности производства открыли дорогу гиперперсонализации. На смену унифицированному fast-fashion приходит модель on-demand (производство по требованию) и кастомизация, когда одежда создается под конкретного человека, его размеры и эстетические предпочтения.

Наконец, пандемия и геополитическая напряженность обнажили риски чрезмерной концентрации производства в одном регионе. В результате наблюдается тренд на неоиндустриализацию и решоринг – компании диверсифицируют риски, перемещая часть производств ближе к ключевым рынкам сбыта (Европа, Северная Америка), что создает новые возможности для стран с развитой текстильной традицией, таких как Турция и страны Восточной Европы.

Белорусская текстильная промышленность, имеющая глубокие исторические корни и мощный потенциал, сегодня существует в условиях, где глобальные тренды тесно переплетаются с региональной спецификой.

Ключевым драйвером изменений для белорусских производителей стал масштабный уход международных брендов с рынка России. Это создало беспрецедентное окно

возможностей, которым Республика Беларусь, в силу географической, экономической и логистической близости, активно пользуется. Как прямое следствие, наблюдается резкий рост экспорта текстильной и швейной продукции в Российскую Федерацию, и многие предприятия переориентировали свои мощности на удовлетворение этого спроса.

Вторым фундаментальным фактором является опора на традиционное конкурентное преимущество – лён. Республика Беларусь является одним из лидеров в Европе по выращиванию и переработке этой культуры. Однако сейчас наблюдается качественный сдвиг: от экспорта дешевого сырья (льноволокна) страна переходит к стратегии создания продукции с высокой добавленной стоимостью. Это означает развитие глубокой переработки, выпуск современных льняных тканей, готовой одежды, домашнего текстиля и даже композитных материалов. Таким образом, лен становится не только сельскохозяйственным, но и высокотехнологичным продуктом.

Чтобы соответствовать вызовам времени и удержать новые рынки, белорусские предприятия вынуждены активно модернизировать производство. Следовательно, идет процесс закупки нового оборудования (часто турецкого или азиатского), внедрения элементов автоматизации и цифровизации. Это позволяет не только увеличивать объемы, но и повышать качество, гибкость и расширять ассортимент. Параллельно укрепляется тренд на развитие собственных брендов (таких как «Элема», «Милавица», «Марко»), которые делают ставку на узнаваемость и качество, а также на производственный аутсорсинг для иностранных компаний.

Несмотря на позитивные сдвиги, отрасль сталкивается с серьезными вызовами, которые определяют ее текущую повестку. Главным из них является сырьевая зависимость. Республика Беларусь не производит хлопок и испытывает дефицит в синтетических волокнах. В условиях санкций и разрыва привычных логистических цепочек эта проблема обострилась, вынуждая искать новых поставщиков (Турция, Египет, Узбекистан) и еще активнее делать ставку на лен и другие локальные ресурсы. Что касается глобальных трендов, таких как устойчивость и глубокая цифровизация, то они в Республике Беларусь пока носят точечный, а не системный характер. Внедрение эко-стандартов и «зеленых» технологий в большей степени характерно для компаний, ориентированных на экспорт в Евросоюз, и является скорее конкурентным преимуществом отдельных предприятий, чем общей стратегией отрасли.

Трансформация текстильной промышленности, инициированная процессами цифровизации, глобализации и перехода к циркулярной экономике, диктует необходимость формирования нового типа профессиональных компетенций. Классические навыки уступают место гибридным, сочетающим технологическую грамотность, экологическое сознание и кросс-функциональную коммуникацию. В структуре данных компетенций можно выделить четыре ключевых кластера [4].

1. Технологическая и цифровая грамотность. Данный кластер является фундаментальным для функционирования предприятия в условиях Индустрии 4.0 и предполагает:

– владение системами автоматизированного проектирования и моделирова-

ния (CAD/CAM/CAE). Способность к созданию цифровых моделей изделий (включая 3D-прототипирование в таких средах, как CLO 3D, Browzwear), разработке лекал и градации с использованием специализированного ПО;

– компетенции в области аддитивных и субтрактивных производственных технологий. Понимание принципов работы автоматизированного раскройного (CAD-cutting) и швейного оборудования, а также основ 3D-печати текстильных изделий и аксессуаров;

– навыки работы с системами управления предприятием (ERP) и цепочками поставок (SCM) для планирования ресурсов, управления заказами, контроля складских запасов и отслеживания эффективности производственных процессов;

– понимание основ промышленного интернета вещей (IIoT) и анализа больших данных (Big Data) для предиктивного обслуживания и оптимизации производственных циклов.

2. Компетенции в области устойчивого развития и циркулярной экономики. Данный блок компетенций трансформирует экологические принципы в практические инструменты менеджмента и производства и включает:

– экологическое материаловедение, которое предполагает глубокие знания в области свойств, применения и жизненного цикла устойчивых материалов (регенерированных, биосинтезированных, биоразлагаемых волокон, а также тканей с улучшенными экологическими характеристиками);

– внедрение принципов циркулярной экономики в производственные процессы. Знание и применение технологий, минимизирующих environmental footprint: ресурсосберегающие методы крашения и отделки, системы замкнутого водоснабжения, методы переработки текстильных отходов (post-consumer, pre-consumer);

– экологический менеджмент и стандартизация. Опыт проведения оценки жизненного цикла (LCA), знания в области международных стандартов и систем экологической сертификации продукции и предприятий (GOTS, Oeko-Tex Standard 100, Bluesign, ISO 14001);

– управление устойчивой цепочкой поставок. Способность оценивать экологические и социальные риски в цепочке создания стоимости и работать с поставщиками, соответствующими критериям ESG.

3. Интегрированное креативное и аналитическое мышление. Современный специалист должен синтезировать творческое начало с аналитикой для создания коммерчески успешных продуктов и иметь:

– способность к трендвотчингу и прогнозной аналитике для формирования обоснованной продуктовой стратегии;

– проектное мышление и управление инновациями предполагает способность генерировать новые концепции продуктов и технологических решений, управлять процессом их разработки от идеи до внедрения;

– кросс-культурная компетентность и понимание антропоцентрированного дизайна. Глубокое понимание социально-культурных особенностей и потребностей целевых аудиторий в глобальном и локальном контекстах для создания релевантных продуктов.

4. Бизнес-акселерация и кросс-функциональная коммуникация. Данные «мягкие

навыки» являются критическими для реализации технического и инновационного потенциала и включают:

– экономическую грамотность и понимание бизнес-процессов. Базовые знания в области маркетинга, финансов, управления затратами и расчета себестоимости для принятия экономически обоснованных решений на всех этапах создания продукта;

– эффективную межличностную и межкультурную коммуникацию. Навыки ведения переговоров, презентации и ясного изложения информации на родном и иностранном языках для работы в распределенных международных командах;

– системное мышление и управление сложными проектами.

В заключение можно констатировать, что стратегическое развитие текстильной промышленности напрямую зависит от кадров, обладающих компетенциями в рамках Т-образной модели. Гармоничное сочетание глубокой (вертикальной) специализации и широкой (горизонтальной) эрудиции создает основу для генерации синергетического эффекта между технологиями, экологией и экономикой, что и определяет успех на международной арене.

Список использованных источников

1. Зимняя, И. А. Ключевые компетентности – новая парадигма результата образования / И. А. Зимняя // Высшее образование сегодня. – 2003. – № 5. – С. 34–42.

2. Ноздрачева, Т. М. Цифровые компетенции в профессиональной деятельности будущих специалистов легкой промышленности / Т. М. Ноздрачева, Т. М. Щеглова // Профессиональное образование в России и за рубежом. – 2024. – № 3(55). – С. 46–56.

3. Райская, М. В. Новая HR-парадигма в условиях цифровой трансформации промышленности / М. В. Райская // Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии : материалы I Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 11 октября 2019 года / Ответственный редактор В. В. Акбердина. – Екатеринбург: Институт экономики Уральского отделения РАН, 2019. – С. 512–522.

4. Шевченко, С. А. Кадровое обеспечение новой индустриализации региона в контексте концепции креативного класса / С. А. Шевченко, И. А. Морозова, Е. В. Кузьмина // Теоретическая экономика. – 2024. – № 1(109). – С. 43–61.

5. Кондратьев, В. Б. Промышленная политика в условиях Индустрии 4.0 / В. Б. Кондратьев, В. В. Попов, Г. В. Кедрова // Мировая экономика и международные отношения. – 2022. – Т. 66, № 3. – С. 73–80.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научное издание

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ
международной научно-технической конференции

ИННОВАЦИИ В ТЕКСТИЛЕ, ОДЕЖДЕ, ОБУВИ

посвящённой 60-летию УО «ВГТУ»

INTERNATIONAL CONFERENCE ON TEXTILE AND APPAREL INNOVATION ICTAI–2025

18–19 ноября 2025

Дизайн обложки: *Григорьева Н. В.*
Дизайн и компьютерная верстка: *Григорьева Н. В.*
Редактор: *Никифорова Р. А.*

Данные материалы можно найти по адресу: https://nic.vstu.by/

Подписано в печать 27.04.2026. Гарнитура PT Sans.
Усл. печ. листов 38,5. Уч.-изд. листов 25,6. Формат 60x90 1/8. Тираж 30 экз. Заказ № 94.

Выпущено издательским сектором
Витебского государственного технологического университета.
210038, Республика Беларусь, г. Витебск, Московский пр-т, 72.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.