

Министерство образования и науки
Российской Федерации

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

**ТЕХНОЛОГИЯ
ТЕКСТИЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

**№ 2 (323)
2010**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор *Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ.*

Заместители главного редактора: *Н.М. АШНИН, М.Н. ГЕРАСИМОВ, Б.Н. ГУСЕВ, К.И. КОБРАКОВ, Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ, В.Л. МАХОВЕР, А.К. РАСТОРГУЕВ, Б.С. САЖИН, Б.Б. СТРОГАНОВ.*

Члены редколлегии: *В.С. БЕЛГОРОДСКИЙ, В.Н. БЛИНИЧЕВ, А.П. БОЛОТНЫЙ, В.В. ВЕСЕЛОВ, В.Ф. ГЛАЗУНОВ, В.А. ГУСЕВ, В.М. ЗАРУБИН, В.В. ЗРЮКИН, В.В. ИСАЕВ, Е.Н. КАЛИНИН, С.М. КИРЮХИН, А.М. КИСЕЛЕВ, М.В. КИСЕЛЕВ, А.Б. КОЗЛОВ, В.Н. КРОТОВ, Н.А. КУЛИДА, В.В. ЛЮБИМЦЕВ, Н.И. МАКСИМОВ, Р.М. МАЛАФЕЕВ, А.Н. МОГИЛЬНЫЙ, С.Д. НИКОЛАЕВ, Ю.В. ПАВЛОВ, Е.Л. ПАШИН, К.М. ПИРОГОВ, К.Э. РАЗУМЕЕВ, А.Г. РЕПИН, Л.П. РОВИНСКАЯ, В.Е. РОМАНОВ, П.Н. РУДОВСКИЙ, В.В. САФОНОВ, А.Г. СЕВОСТЬЯНОВ, П.А. СЕВОСТЬЯНОВ, М.И. СЕМИН, Н.А. СМИРНОВА, А.П. СОРКИН, Ф.Ю. ТЕЛЕГИН, В.И. ТЕРЕНТЬЕВ, Н.Л. УШАКОВА, В.Д. ФРОЛОВ, И.Г. ЦИТОВИЧ, Л.П. ШЕРШНЕВА, Ю.С. ШУСТОВ, В.П. ЩЕРБАКОВ, С.С. ЮХИН, Ф.Н. ЯСИНСКИЙ.*

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ.*

Адрес редакции: 153000, г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 21.

Тел.: (4932) 35-78-87. Факс: (4932) 41-50-88.

E-mail: ttp@igta.ru

<http://www.igta.ru>

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 01.02.2010. Подписано в печать 26.02.2010. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. 17,20 усл.-печ. л.; 17,45 усл. кр.-отт. Заказ 650.

Тираж 450 экз.

ОАО "Ивановская областная типография"

153008, г. Иваново, ул. Типографская, 6.

E-mail: 091-018@rambler.ru



Ректор МГУДТ, профессор,
член Союза дизайнеров России
Белгородский Валерий Савельевич

**80 ЛЕТ
МОСКОВСКОМУ ГОСУДАРСТВЕННОМУ УНИВЕРСИТЕТУ
ДИЗАЙНА И ТЕХНОЛОГИИ!**

В конце 20-х годов прошлого столетия в связи с индустриализацией в стране назрела острая потребность в обеспечении легкой промышленности инженерными кадрами. И решить эту задачу можно было лишь путем создания специализированных высших учебных заведений. Более двух десятков новых вузов были созданы в 30-е годы в Москве. Постановлением ВСНХ СССР № 658 от 20 марта 1930 г. было решено создать вуз профиля легкой промышленности. На базе двух факультетов – кожевенного из МХТИ им. Д.И. Менделеева и кожевенного-обувного отделения технологического факультета из МИНХ

им. Г.В. Плеханова – был образован Политехнический институт кожевенной промышленности.

Учебный корпус было решено строить возле старого Большого Устьинского моста, на месте толкучего рынка. В 1930 г. было возведено выразительное здание (№ 33 по Садовнической улице) в стиле советского конструктивизма по проекту архитектора Б.В. Ефимовича. Обращали на себя внимание упруго выгнутая линия ротонды слева и большие горизонтальные окна. Напротив еще совсем недавно стоял жилой дом того же автора – это был ансамбль зданий в едином стиле.



Первым директором был назначен Н.В. Чернов – технический руководитель Московского кожевенного завода. Николай Владимирович имел солидную общетехническую и специальную подготовки. Одновременно он возглавлял кафедру технологии кожи и меха, которой руководил неизменно, вплоть до выхода на пенсию в 1964 г.

В том же 1930 г. институт был переименован в Московский институт кожевенной промышленности, а в 1931 г. – во Всесоюзный институт кожевенной промышленности. До 1940 г. при вузе действовал рабфак, который на протяжении нескольких лет служит главным источником абитуриентов. Были организованы курсы по ускоренной подготовке для поступления в вуз, открыты заочное отделение и несколько вечерних филиалов, в том числе в Ленинграде, Ярославле, Казани и Вятке. Организованы курсы красных директоров кожевенно-обувной и меховой промышленности, а также отдел массового рабочего технического образования, который направлял на учебные комбинаты производственных предприятий преподавателей и осуществлял методическое руководство. Институт становится базовым центром в деле повышения квалификации инженеров и техников легкой промышленности.

С 1939 г. вуз стал называться – Московский технологический институт легкой промышленности.

Рост научного потенциала сопровождался созданием лабораторий и полужаводских установок по дисциплинам смешанного цикла. Перед войной институт имел 19 лабораторий, 5 установок, 7 кабинетов с необходимым оборудованием. Насчитывалось 26 кафедр, многие из которых возглавляли ведущие преподаватели института – Н.В. Чернов, Ю.П. Зыбин, Г.А. Арбузов, С.А. Павлов, Н.А. Алявдин, П.И. Павлович, М.М. Майзель, К.П. Никифоров, Я.Я. Макаров-Землянский и многие другие. В институте преподавали знаменитые московские профессора: Н.Л. Глинка (автор учеб-

ника по химии), А.А. Предтеченский (теплотехника), С.А. Христианович, Л.А. Люстарник, Л.Г. Шпирельман (математика) и другие. Расширяется и библиотечный фонд, состоящий из фундаментальной, учебной, художественной, иностранной литературы, периодических изданий.

За 10 лет работы вуз подготовил более 1800 специалистов, среди которых были и военные выпускники. Перед институтом открывались большие перспективы.

Носящий знаменитую аббревиатуру – МТИЛП, – вуз и во время Великой Отечественной войны не прекращает свою работу – готовит специалистов для легкой промышленности. Занятия продолжались как в Москве, в здании института, так и в эвакуации, в маленьком городке Уржум Кировской области. Самоотверженный труд профессорско-преподавательского коллектива МТИЛП по обеспечению непрерывного процесса во все годы войны переплетался с не менее самоотверженным стремлением внести свой вклад в общее дело – Победу.

МТИЛП – это вуз, возродившийся в послевоенные годы. Кадры, прошедшие через войну, составляли костяк трудового коллектива. Но постепенно институт возвращается к мирной жизни – расширяется контингент учащихся. При материальной и финансовой поддержке Министерства легкой промышленности, предприятий и объединений в институте обновляется учебное и научное оборудование, появляется вычислительная техника. Растет научный потенциал, а вместе с ним усиливается влияние на совершенствование производства на предприятиях. Так, с конца 40-х годов по инициативе ученых института активизировалась работа по развитию производства высококачественных заменителей кож и созданию различных модификаций искусственных кож. Институт разработал методику и оборудование для сваривания полихлорвиниловой пленки, предложил промышленности принципиально новый беззатяжной метод изготовления обуви,

систему стандартизации изготовления колодок, ростовочного ассортимента армейской обуви и многое другое. Коллектив всегда стремился быть на уровне новых задач и требований жизни.

В 1963 г. на базе учебно-консультативного пункта ВЗИТЛП в Новосибирске создан филиал МТИЛП (ныне Новосибирский технологический институт – структурное подразделение МГУДТ).

МТИЛП – это кузница высокопрофессиональных кадров. Многие выпускники вуза стали государственными деятелями, руководителями крупных промышленных объединений, предприятий, научно-исследовательских институтов: Н.Н. Миротворец – зам. председателя Госплана СССР, Т.Н. Левина – зам. председателя СМ РСФСР, Б.И. Гостев – министр финансов СССР, зав. отделом ЦК КПСС, А.А. Бирюков – зам. министра легкой промышленности СССР, министр легкой промышленности РФ, Президент ОАО "Рослегпром", Е.Б. Быховский – зам. председателя Госкомлегпрома, Генеральный директор ОАО "Консенсус", В.Р. Мелихов, П.И. Левенко – заместители министра легкой промышленности РСФСР. Это далеко не полный список выпускников, которыми по праву гордится вуз.

МТИЛП – орденоседец. В 1980 году за успехи в деле подготовки специалистов, за огромный вклад в развитие науки и в связи с 50-летием со дня основания Президиум Верховного Совета СССР наградил Московский технологический институт легкой промышленности орденом Трудового Красного Знамени.

В 1983 г. ректором вуза назначается выпускник МТИЛП Виталий Александрович Фукин, который 22 года руководил вузом. Профессор, доктор технических наук, Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, Действительный член Международной и Российской академии наук высшей школы, академик Международной и Российской инженерной академии. Виталий Александрович удостоен международного звания "Европейский преподаватель

инженерного вуза", он – Лауреат премии Гособразования РФ. За успехи в научной и педагогической работе награжден нагрудными знаками Минвуза СССР и Минлегпрома СССР. Имеет награды и медали "За доблестный труд", "За трудовую доблесть", Золотые медали Ассоциации содействия национальной промышленности (Франция) "За динамичное развитие и реализацию новых проектов" и Медаль Наполеона. Кавалер Ордена Почета (1995 г.), Ордена "Слава нации", Международного благотворительного фонда "Меценаты Столетия", Ордена "Святого Даниила" Русской православной церкви, Польского Ордена "Кавалерийский крест за заслуги", Ордена им. "А.С. Макаренко".

В.А. Фукин опубликовал лично и в соавторстве более 250 научных работ, в том числе 6 учебников, 5 монографий, справочник и более 50 учебных пособий и методических разработок. Авторский коллектив учебника "Технология изделий из кожи", написанный при непосредственном участии и под редакцией Фукина В.А., удостоен премии Госкомвуза.

Институт постоянно развивался, накапливал интеллектуальный и научный потенциал, словно по ступеням поднимался вверх во всех сферах деятельности.

С таким потенциалом вуз вступил в 90-е годы уходящего столетия. В 1992 г. институту был присвоен статус – Московская государственная академия легкой промышленности (МГАЛП). Наступили времена реформ и перемен. Вуз продолжает жить и развиваться. С переходом на рыночные отношения резко возросли требования к выпуску конкурентоспособных изделий. В 1994 г. руководство университета пришло к заключению о необходимости открытия нового структурного подразделения – факультета дизайна (ныне институт), а в 1998 г. с целью подготовки специалистов по социальным, гуманитарным и экономическим наукам открывается Институт социальной инженерии. В том же году для расширения возможностей образовательного процесса с использованием

индивидуальных форм обучения и обеспечения различных уровней подготовки специалистов создается Институт дистанционного образования.

В 1999 г. Академия переименовывается в Московский государственный университет дизайна и технологии. На пороге нового тысячелетия вуз стоял с большим багажом опыта, научных открытий, а главное – с большим желанием новых открытий.

В 2002 г. путем преобразования постоянно действующих курсов повышения квалификации при выпускающих кафедрах создан Институт повышения квалификации руководящих кадров и специальностей легкой промышленности. Сегодня обучение проходит более чем по 15 направлениям. По каждому направлению разработано до 50 различных учебных программ, которые постоянно обновляются и дополняются новейшей информацией, а также корректируются в соответствии с пожеланиями направляющих компаний и слушателей. Принимаются заказы на разработку эксклюзивных программ и корпоративного обучения. Кроме того, предлагается обучение по двум международным программам: ESMOD INTERNATIONAL "MASTER OF ARTS: FASHION & MARKETING"; MBA "БИЗ-НЕС - ДИЗАЙН".

Обязательной составляющей международного сотрудничества университета стало взаимодействие и установление прямых связей с крупнейшими учебными центрами мира по совершенствованию высшего образования в условиях социально-культурных и экономических перемен в мире. Опираясь на отечественный опыт подготовки специалистов художественного профиля, вуз активно перенимает зарубежный – путем развития сотрудничества с Нью-Йорским институтом моды и технологии, Итальянским центром дизайна, Берлинским институтом моды, Радомским политехническим университетом (Польша), Школой Святого Мартина.

В 2005 г. Приказом Федерального агентства по образованию на должность ректора утвержден выпускник МТИЛП,

ныне профессор, доктор социологических наук Белгородский В.С. Он имеет 40 публикаций, из них 31 научная и 9 научно-методических работ, используемых в педагогической практике вуза. За свой труд Валерий Савельевич награжден знаком "Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации", медалью "В память 850-летия Москвы", медалью МВД России "К 200-летию МВД", медалью Патриархии Москвы "Сергея Радонежского", медалью ВВЦ "За успехи в научно-техническом творчестве", медалью Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий "За содружество во имя спасения".

Эффективность работы МГУДТ как в режиме стабильного функционирования, так и инновационного развития во многом определяется характером управления педагогическими системами и процессами, его нацеленностью на результат – обеспечение качества подготовки специалистов. А стремительно изменяющийся современный мир требует активных изменений, инициатив, создания новых организационно-управленческих структур, введения новых технологий и включения их в опытно-экспериментальную и информационную деятельность.

В университете выполняется большой объем фундаментальных научных исследований. Среди приоритетных направлений – нанотехнологии и наноматериалы, технологии создания новых поколений ракетно-космической, авиационной и морской техники, мониторинг окружающей среды, полимеры и композиты, природоохранные технологии, переработка и утилизация техногенных образований и отходов, технологии глубокой переработки отечественного сырья и материалов в легкой промышленности, новые материалы и химические технологии, производственные технологии и др.

В рамках аналитической ведомственной целевой программы "Развитие научного потенциала высшей школы на 2009–2010 годы" вуз ежегодно по заданию Фе-

дерального агентства по образованию выполняет фундаментальные исследования.

МГУДТ участвует во многих научно-технических программах, например, "Развитие информационных ресурсов и технологий. Индустрия образования", "Исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники", в подпрограмме "Новые материалы", в федеральных целевых программах "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2007–2012 гг.", "Национальная технологическая база на 2007–2011 гг." и др.

С 2007 г. Российский фонд фундаментальных исследований на основании конкурсного отбора ориентированных фундаментальных исследований финансирует грант "Разработка твердых источников активного кислорода нового поколения и создание научных основ технологии для их производства". Результаты разработок внедряются на предприятиях многих отраслей промышленности.

На международных и российских выставках университет представляет научные и дизайнерские разработки, готовые к внедрению на отечественных предприятиях и представляющие интерес для зарубежных партнеров. Многие из них отмечены дипломами и медалями.

Вуз обладает огромным преподавательским потенциалом в области легкой промышленности. Среди профессоров, докторов наук, известных дизайнеров, сотрудничающих с университетом, дизайнер высокого стиля – Елена Теплицкая, историк моды, декоратор интерьеров – Александр Васильев. В профессорско-преподавательском составе университета – дизайнеры с мировым именем в индустрии моды – Вячеслав Зайцев и Валентин Юдашкин.

Студенты, воодушевленные мастерством своих преподавателей, заявляют о себе на различных российских и международных конкурсах – становятся финалистами и победителями. Список таких конкурсов очень огромен: Международный конкурс

"Адмиралтейская игла" (Санкт-Петербург), на протяжении более 15 лет участие в Международном конкурсе, организатором которого является университет "MosShoes-Style" – (Москва), Международный фестиваль моды "Бархатные сезоны в Сочи", Международная неделя моды и искусств "Ассамблея моды", что имеет огромное значение в становлении творческой личности студента.

В университете студенты не только обучаются азам своей профессии, но и обогащают свой кругозор, принимают активное участие в культурной и спортивной жизни не только вуза, но и в мероприятиях регионального значения.

С первого года обучения студенты активно включены в деятельность целой сети клубов и общественных объединений – студенческого совета, студенческого научного клуба, творческих студий, участвуют в самодеятельных организациях МГУДТ. Развитию гражданских качеств, навыков общественной деятельности служат также общественные организации студентов.

Во время зимних каникул лучшим из лучших предоставляются путевки в дома отдыха, оздоровительные лагеря и санатории Подмосковья и городов России. А летом добавляется еще и спортивно-оздоровительный лагерь, который находится в одном из живописных мест России – на озере Селигер.

Сегодня Московский государственный университет дизайна и технологии функционирует как единый учебно-научно-производственный комплекс, включающий 4 факультета: химических технологий и промышленной экологии; факультет мехатроники и информационных технологий, технологии швейного производства; экономики и менеджмента. Число студентов в последние годы превышает 5 тысяч, из них почти 3,5 тысячи занимаются по очной форме обучения.

В структуру университета входят шесть институтов. Технологический институт и Институт дизайна, Институт социальной инженерии, Открытый институт и Инсти-

тут повышения квалификации, являющийся преемником Минлегпрома. Более 40 лет действует филиал университета – Новосибирский технологический институт. На кафедрах успешно осуществляется подготовка аспирантов и докторантов по 13 научным специальностям, защиты проходят на четырех докторских диссертационных советах. Работают несколько лабораторий, центр информационных технологий, сту-

денческий Дом моделей, курсы довузовской подготовки, библиотека, музей, группа малых и учебно-экспериментальных предприятий.

Московский государственный университет дизайна и технологии – это бренд качественного образования и надежного будущего.

П о з д р а в л я е м !

От всей души поздравляем ректорат, профессорско-преподавательский коллектив Московского государственного университета дизайна и технологии, студентов, аспирантов, всех сотрудников вуза со славным Юбилеем!!!

Желаем всем творческих успехов, новых научных открытий и свершений!

Пусть стремление к познанию нового будет, как всегда, вашим постоянным спутником на тернистом, но благородном пути – пути развития высшего образования и российской науки. Пусть и в дальнейшем деятельность вашего вуза служит главному делу – делу развития и укрепления нашей страны !!!

Редколлегия и редакция журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности".

Уважаемые читатели!

После выхода в свет статьи Б.М. Фомина, В.К. Макеева, И.Г. Малафеевой "Стратегия модернизации экономики отраслей текстильной и легкой промышленности России" (№1 – 2010 год) редакция журнала получила первый отклик читателей на обращение принять активное участие в обсуждении Послания Президента Российской Федерации Д.А. Медведева Федеральному Собранию Российской Федерации и одного из направлений модернизации Российской экономики – информатизацию на примере отраслей текстильной и легкой промышленности.

В этом номере журнала вниманию читателей предлагается статья А.И. Иванникова и К.М. Пирогова "Информационные технологии как инструмент управления текстильным производством нового поколения. Концепция функциональной архитектуры", в которой излагается суть инновационного решения данной проблемы коллективом ЗАО "НПО Консультант", г. Иваново, получившего высокую оценку VI Московского Международного салона инноваций и инвестиций, проходившего в г. Москве, ВВЦ, 7-12 февраля 2008 г.: Диплом за подписью Министра образования и науки Российской Федерации А.А. Фурсенко и Серебряную медаль "За разработку и внедрение информационных технологий нового поколения в текстильном производстве" (Корпоративная информационная система – (КИС) "Восточный экспресс").

Редакция.

УДК 677.330.15

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ
УПРАВЛЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ.
КОНЦЕПЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРЫ***

А.И. ИВАННИКОВ, К.М. ПИРОГОВ

*(ЗАО "НПО Консультант", Ивановский государственный университет)
E-mail: ttp@igta.ru*

Изложены концепции автоматизации управления текстильным производством с помощью информационных технологий нового поколения, представленных корпоративной информационной системой (КИС) "Восточный экспресс".

Automation concept of textile manufacture management by means of the information technology of new generation presented by "Eastern Express" corporate information system (CIS) is stated herein.

Ключевые слова: отечественный производитель, рынок товаров, управление производством, корпоративная информационная система.

Остройшей национальной проблемой текстильного производства стала проблема прогрессирующего исчезновения отечественных производителей с рынка товаров, банкротство текстильных предприятий, потеря профессиональных кадров текстильщиков и отсутствие современных технологий в управлении текстильным производством в условиях конкуренции, низкой ассортиментной и сырьевой структуры.

Решение перечисленных проблем возможно в ближайшие 3...5 лет за счет реализации идеи Ивановского текстильного кластера при активизации научных разработок в области инновационных технологий, к числу которых относятся информационные технологии нового поколения на базе корпоративной информационной сис-

темы (КИС) "Восточный экспресс", функциональная архитектура которой представлена на рис. 1 (1, 2, 3, 4, – уровни; 1.1 – 1.6, 2.1 – 2.20, 3.1 – 3.2 – модули (пакеты)).

Функциональная архитектура КИС "Восточный экспресс" включает четыре уровня: системный, функциональный, отраслевой и уровень заказчика, которые реализуют системный подход, поддержку work-flow, модульный (пакетный) принцип построения, широкий набор автоматизированных управленческих задач и их глубокую функциональную проработку.

Системный подход заключается в том, что решение любой задачи предлагается с учетом понимания ее роли и местоположения в едином механизме управления предприятием в целом.

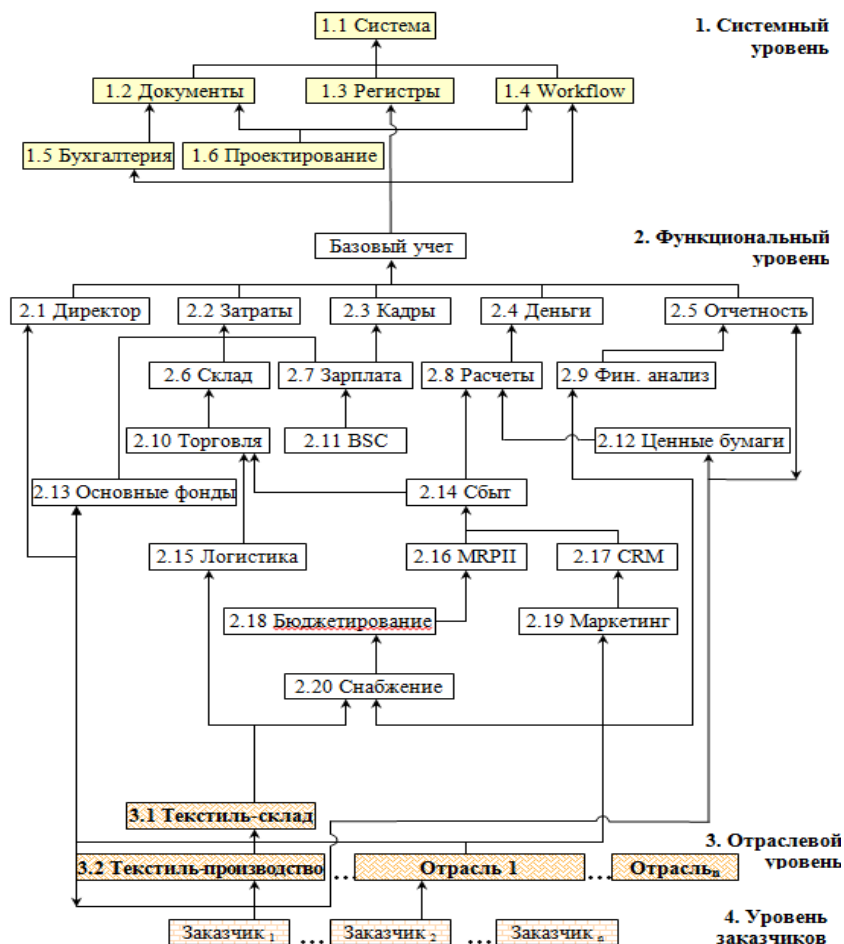


Рис. 1

* Корпоративная информационная система (КИС) "Восточный экспресс", авт. А.И. Иванников. Роспатент. Свидетельство №200.161.17.61 от 20.12.2001 г. и Свидетельство на товарный знак (знак обслуживания) №297.674 от 30.06.2004 г.

Концепция КИС "Восточный экспресс" заключается в создании корпоративной информационной системы на российском рынке с возможностью использования ее в любой отрасли с последующим развитием силами заказчика.

Конкурентными характеристиками КИС "Восточный экспресс", обеспечивающими воплощение концепции, являются: соответствие законодательству, учет специфики заказчика, информационная безопасность, надежность, гибкость, развиваемость, сопровождаемость, открытость, эргономичность, функциональная глубина и технологичность:

- соответствие законодательству обеспечивается поддержкой со стороны аудиторской службы, являющейся частью инновационного холдинга предприятия-разработчика системы, а также технологией внедрения, в которой проектирование каждой задачи предваряется ее анализом и согласованием со всеми заинтересованными специалистами;

- учет специфики заказчика обеспечивается на технологическом и организационном уровнях. На технологическом – за счет пакетов, разделяющих систему на взаимосвязанные модули, причем пакеты заказчика могут содержать специфические решения его требований. На организационном – за счет обследования бизнес-процессов, организационной, функциональной, целевой и финансовой структур заказчика; выявления, согласования и внесения требований заказчика в техническом задании;

- информационная безопасность обеспечивается четырехуровневой архитектурой системы: системный уровень, функциональный и отраслевой уровни и уровень заказчика, в которых на стадии эксплуатации предусмотрено полное соблюдение правил безопасного хранения данных (доступ к базе данных – только через сервер приложений).

Встроенный механизм ссылочной целостности обеспечивает непротиворечивое состояние базы данных после аппаратных сбоев и корректное состояние данных при удалении объекта. При этом поддержива-

ются три вида ссылочной целостности: запрещающая, обнуляющая и каскадная.

В системе предусмотрен расширенный набор прав на классы: встроенные типы права – на чтение, измерение, удаление и создание объектов класса. При этом права можно назначать одному или группе пользователей. Для ряда классов предусмотрено пообъектное назначение прав;

- надежность обеспечивается тотальной ссылочной целостностью всех данных, возможностью отладки кода, трассировки запросов, возможностью тестирования программного кода и обработкой исключений, встроенной в скриптовый язык "Восточного экспресса". С позиции непротиворечивости информации надежность системы обеспечивается поддержкой бизнес-логики;

- гибкость обеспечивается параметризацией всех задач, особенно финансово-аналитических, что позволяет пользователю без дополнительного программирования создавать собственные методики финансового анализа и управленческих отчетов, оперативно обновлять официальную отчетность;

- развиваемость обеспечивается наличием объектной архитектуры, пакетов и встроенной среды разработки. КИС "Восточный экспресс" – полностью объектно-ориентированная система, что позволяет развивать ее с наименьшими затратами, выполнять постепенное эволюционное внедрение, повторно использовать существующие наработки, решать нетипичные задачи, общаться с разработчиком и заказчиком на одном языке в терминах предметной области заказчика;

- сопровождаемость. В отличие от других КИС "Восточный экспресс" позволяет выгружать и загружать частичные изменения информационной базы, что делает возможным оперативное сопровождение системы у заказчика с реакцией на ошибки в течение дня. Система включает механизмы формирования "патчей", содержащих информацию о наборе возможных элементарных изменений (наработка нового функционала или корректировка существующего). "Патчи" компактны (несколько

килобайт) и удобны для пересылки по электронной почте. Сложившаяся практика сопровождения системы у заказчика подразумевает реакцию в течение дня на большинство запросов. Изменения, не связанные с ошибками, сопровождаются пересборкой бинарных файлов, которая может выполняться с недельной периодичностью. Дополнительно сопровождается обеспечением возможности отладки на работающей системе и высокой рефлексивностью (самоанализом) на системном уровне (ведение лог-файлов и вспомогательных таблиц доступа), что позволяет максимально быстро локализовать и устранять ошибки, особенно при установке новой сборки бинарных файлов у заказчика;

– открытость. Для информационных подразделений заказчика или подрядчика предусмотрена возможность самостоятельной разработки и сопровождения за счет компонентной архитектуры и использования пакетов.

Ключевой является технология пакетов, формализующая модульный состав системы и зависимость в реализации пакетов (модулей).

Система пакетов позволяет заказчику надстраивать функционал над пакетами фирмы-разработчика, не нарушая при этом стройности и работоспособности информационной системы в целом;

– эргономичность обеспечивается развитым и эргономичным интерфейсом пользователя и уникальными визуальными компонентами: "эллипсис" и "папка".

Компонентный "эллипсис" представляет собой список значений из справочника, поддерживающих режим быстрого ввода. Если для подстроки найден единственный вариант, то он сразу вводится в поле.

Такой подход снижает интенсивность сетевого трафика, так как вместо пакетированной выборки данных при прокрутке справочника выполняется запрос с единственным результатом или незначительным набором результирующих записей.

Компонент "папка" является элементом панели инструментов. Пользователь может

самостоятельно настроить набор папок для себя. Папки служат для фильтрации записей в журналах и справочниках. Фильтр может быть сколь угодно сложным, задан на объектном языке и сочетать условия для нескольких полей.

Папки могут быть "наборными", то есть содержать произвольный набор объектов одного класса;

– функциональная глубина и технологичность заложены в архитектуре КИС и являются ключевыми качественными характеристиками системы на рынке корпоративных информационных систем.

Система используется на текстильных предприятиях Ивановского региона на основании полномасштабного обследования, сопровождающегося оптимизацией бизнес-процессов, улучшением качества информации, повышением эффективности учета и управления предприятием.

В настоящее время разработана и функционирует оболочка системы, в рамках которой возможно поэтапное внедрение у заказчика отдельных функциональных пакетов, что позволяет сокращать единовременные затраты, планировать их с учетом финансового состояния, использовать возможности внедренных пакетов, получать от них экономический эффект, не дожидаясь полномасштабного внедрения всей системы.

Проработанность аспектов управления текстильным производством в КИС "Восточный экспресс" доведена до 100%-ного внедрения.

В конечном счете, КИС "Восточный экспресс" направлена на информационное моделирование управления предприятием в интересах собственника, одним из главных результатов которого является повышение эффективности и конкурентоспособности предприятия в долгосрочной перспективе.

Рекомендована кафедрой информационных технологий в экономике и организации производства ИвГУ. Поступила 03.02.10.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКИ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Н.К. ТЕМНОВА, К.М. МАРКОВ, П.С. ЛИПИНСКАЯ

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна,
Ивановская государственная текстильная академия)
E-mail: rector@sutd.ru, info@igta.ru

На примере конкретного предприятия излагается опыт применения технологии RFID для совершенствования организации складской логистики.

Результат внедрения позволил оптимизировать складской учет, автоматизировать процессы принятия товаров и их отгрузку, осуществить мониторинг всей цепочки поставок самим производителем и его дилерами.

By the example of a concrete enterprise the experience of RFID-technology use for modernization of warehousing management system is stated in the article. Adaptation result makes it possible to optimize inventory accounting, to automate goods acceptance and shipment, to monitor a complete supply chain by a vendor and his dealers themselves.

Ключевые слова: складской учет, информационные технологии, оптимизация оборотных средств предприятия в виде товарных ценностей.

Согласно концепции логистики между производством и транспортом, а также транспортом и потребителями должны быть складские объекты, предназначенные для сглаживания неравномерных циклов производства, потребления и функционирования различных производственных процессов. Одной из важнейших тенденций современных систем хранения является объективно усиливающееся воздействие их на организацию основного производства, а также сближение по техническому уровню и сложности функционирования, что выражается через концентрацию, углубление специализации и одновременно унификацию складского хозяйства, через его интеграцию с основным производством и транспортом.

Это в полной мере относится к текстильным предприятиям, серийный тип производства которых приводит к значительному многообразию видов выпускаемой продукции, требует четкой и слаженной работы системы организации и управления складским хозяйством и достигается

применением современной техники и технологий.

В статье представлен опыт совершенствования организации складской логистики на основе применения технологии RFID на ОАО "Вологодский текстиль" – одном из лидеров российского текстильного производства и крупнейшем поставщике льняной продукции в европейские страны и США.

Основными конкурентами ОАО "Вологодский текстиль" являются ЗАО "Большая Костромская льняная мануфактура", ОАО "Яковлевский льнокомбинат", ОАО "Гаврило-Ямский льнокомбинат", ОАО "Великолукский льнокомбинат". Предприятие реализует свою продукцию как на внутреннем, так и на внешнем рынках сбыта, экспорт составляет 75 % от общего объема реализации.

Особенностью деятельности этого предприятия является большой ассортимент выпускаемой продукции и изделий из нее, что требует высокого уровня организации складской логистики.

На ОАО "Вологодский текстиль" ранее действовала система международного штрихкодирования товара, анализ эффективности которой позволил сделать вывод о том, что сама система штрихкодирования и ее программное обеспечение не обеспечивали в полной мере контроля процесса производства и работы складов, не отвечали масштабам деятельности предприятия, не исключали ошибок в учете товара, что требовало управленческих решений по совершенствованию организации складской логистики предприятия.

Приведем характеристику системы штрихкодирования товара, которая в настоящее время является наиболее применяемой системой организации складского учета. Штриховой код – это уникальный номер товара. Его присвоение должно производиться централизованной системой, которая ведет учет всех видов продукции, их систематизацию и присвоение идентификационного номера, который не может повторяться на другом предприятии, в другом городе, в другой стране. Основное назначение штрихкодированной системы – это оптимизация торговой деятельности, что учитывается при выборе системы штрихкодирования товара.

В настоящее время в нашей стране существуют две основные системы штрихкодирования – международная система EAN и отечественная система ОСК. Международная система кодирования EAN более распространена и востребована, поскольку продукция с таким штрихкодом может экспортироваться на зарубежный рынок. Отечественная система подобной опцией не обладает и продукция распознается только внутри государства. Однако обмен товарами не только со странами дальнего, но и ближнего зарубежья, такими как Украина, Белоруссия и Казахстан, возможен исключительно при наличии штрихкода международного уровня.

Выбор типа штрихкодирования остается за производителем, а главным ориентиром в этом выступает целевая аудитория потребителей товара. Так, если предприятие выпускает продукцию на местный рынок и планов расширения рынков сбыта

не имеет, то лучшим вариантом является использование отечественной более дешевой системы штрихкодирования ОСК. Однако если предприятие осуществляет внешнеэкономическую деятельность и сотрудничает с другими государствами, то необходимо войти в ассоциацию EAN.

Некоторым предприятиям, в том числе торговым центрам, штрихкодирование необходимо для внутреннего пользования, то есть для оптимизации процессов учета, хранения и размещения продукции. Нанесенные штрихкоды распознаются только внутренним оборудованием и не предназначены для других компаний. Потому предприятия могут самостоятельно разработать собственную систему штрихкодирования из совершенно любой комбинации символов или использовать международную систему EAN с префиксом 2, что означает "внутреннее пользование".

Внедрение системы международного штрихкодирования на ОАО "Вологодский текстиль" в некоторой степени упорядочило и упростило учет товара, но, тем не менее, не позволило преодолеть целый ряд существенных проблем, многие из которых определены многообразием выпускаемой продукции и спецификой организации бизнес-процессов складской логистики.

Приведем краткую характеристику особенностей организации и функционирования складского хозяйства льнокомбината ОАО "Вологодский текстиль".

Предприятие выпускает Суровые ткани, Готовые ткани, Готовые изделия и Готовую продукцию. Под термином "Готовое изделие" понимается пошитое изделие, такое как салфетка, скатерть, полотенце и пр. "Готовая продукция" – это скомплектованный набор постельного белья, столового белья, кухонный набор и пр.

Складская логистика предприятия включает следующие бизнес-процессы: прием товара на склад Готовой продукции, ручная проверка товара, организация хранения товара на складе, формирование заказа, выдача заказа. Система штрихкодирования предусматривает полный учет движения сырья в процессе его технологической переработки до формирования Го-

товой продукции и Готового изделия. Для этого партии льна при его получении на складе сырья присваивался штриховой код. Затем выписывалось сопроводительное письмо – "Кипная", которое сопровождало партию до момента перемещения товара на склад Готовой продукции, а штрихкод пополнялся дополнительными цифрами, соответствующими каждому этапу технологического процесса, выполняемого в соответствии с запланированным видом Готового изделия или Готовой продукции и технологической картой их изготовления. Таким образом, на склад Готовой продукции товар поступал со своим полным штрихкодом.

Учитывая специфику ассортимента продукции, выпускаемой льнокомбинатом, Готовые изделия поступают на склад Готовой продукции в двух видах: Комплектом или Россыпью. Комплект может быть расформирован в Россыпь, что привносит значительное усложнение в процессы укладки товара, его учета и хранения.

При выборе способа укладки товара предпочтение отдается такому способу, при котором не допускается повреждения товара и тары, более рационально используются складские помещения и оборудование, создаются условия для контроля за состоянием товарных запасов.

На ОАО "Вологодский текстиль" используются два способа укладки товара: на паллетах и в тарное место. Паллеты используются для перемещения Готовой ткани, тарное место используется для хранения Готового изделия. На паллеты складывается ткань одного артикула в количестве 24 рулонов, а рулоны могут быть как без упаковки, так и упакованными в полиэтилен или бумагу. В тарное место складывается от 9 до 480 единиц размеров Готового изделия.

Штрихкод присваивается каждому Готовому изделию. На тарном месте возможно только дублирование штрихкода каждого отдельного Готового изделия. Учет на складе Готовой продукции ведется по тарным местам, так как склад принимает продукцию в тарных местах, но реализация со склада осуществляется поштучно, что не

позволяло в оперативном режиме получать сведения об остатках нереализованной продукции по видам и месту ее размещения, поскольку автоматизированный учет сбыта на комбинате отсутствовал, а все было организовано на бумажных носителях. Со временем это привело к серьезным ошибкам и недочетам из-за влияния человеческого фактора.

Так, на складе Готовой продукции было "утеряно" огромное количество Готового изделия – скатерти по следующим причинам. Ткань, поступившая для изготовления определенного количества скатертей, была израсходована по назначению и вовремя. Эти скатерти должны были войти в Комплекты, состоящие из скатерти и салфеток. Салфетки должны были быть изготовлены из ткани другого цвета, которая на момент пошива скатертей не была доставлена в швейный цех. Скатерти были перемещены на склад Готовой продукции, где они пролежали длительное время и так и не были сформированы в Комплект. Так, из-за несовершенства системы складского учета на конец 2008 г. на складе скопилось до 75 тыс. Готовых изделий, которые не только не были реализованы, но и не были должным образом учтены, и это происходило на протяжении года и восьми месяцев. Для того, чтобы исправить сложившуюся ситуацию, идентифицировать и учесть товар, потратив всего по 3 с на каждое Готовое изделие, потребовалось бы около шести месяцев работы сотрудников склада Готовой продукции.

Проблемной оценивалась ситуация с контролем качества товара, поступающего на склад Готовой продукции, и его комплектностью. Перед тем, как попасть на хранение на склад Готовой продукции, товар должен пройти контроль качества, который осуществляют сотрудники отдела технического контроля, но отдел территориально отдален от склада Готовой продукции, что препятствует нормальной организации оперативных взаимодействий. На склад Готовой продукции товар поступает упакованным в бумагу или полиэтилен и запечатанным в коробка, причем Готовая ткань принимается на паллетах, а Готовые

изделия – в тарных местах, которые считаются полностью укомплектованными. Для проверки качества и комплектности товара кладовщик вскрывает только верхний слой короба и проверяет четыре рулона (упаковки) из двадцати четырех. Таким образом, применяемая система контроля качества тоже в полной мере не отвечала масштабам деятельности предприятия.

Для устранения вышеперечисленных проблем внедрена система организации бизнес-процессов складского хозяйства на основе технологии RFID.

Принцип работы системы RFID. На каждое тарное место крепится специальная радиочастотная RFID-метка в виде самоклеющейся этикетки. Для этого авторизованный сотрудник выбирает из меню считывателя артикул изделия, на которое он собирается нанести метку и программирует метку в соответствии с правилами кодирования номера метки.

На выезде – въезде со склада Готовой продукции установлен стационарный порталный считыватель, способный регистрировать метки тарных мест. При появлении паллеты с тарными местами внутри зоны чтения ворот сотрудник склада активи-

рует порталный считыватель. Для полной регистрации состава паллеты достаточно 3...4 с, при этом паллету не нужно разбирать. Собранный информацию считыватели выгружают в промежуточную базу данных, где эти данные фильтруются. Учетная система, обращаясь к промежуточной базе, может использовать полученные данные для составления документов и проверки состава паллеты. Информация об этом поступает в режиме on-line и может быть использована оперативно. При этом значительно сокращается время, необходимое для проведения отгрузки, оформления сопроводительной документации. Таким образом, учетная система может отображать состояние дел на складе, и любые изменения в ней оперативно отражены.

Состав системы RFID. В состав системы входят RFID-метки, RFID-считыватель переносной и RFID-считыватель стационарный.

RFID-метки – миниатюрные устройства, выполненные в виде наклеек, способные хранить и передавать информацию (рис. 1). Каждая метка имеет уникальный идентификационный код.



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3

Код метки соотносится в базе данных с определенным артикулом тарного места. В базе данных также фиксируется информация о времени операции и сотруднике, который ее произвел. RFID-считыватели – приборы, осуществляющие чтение и запись информации в метках. Переносные мобильные RFID-считыватели (рис. 2 – RFID-считыватель переносной (мобильный)) используются для проведения первичной регистрации метки, поиска нужных

тарных мест на складе, комплектации паллет и т.д. Мобильные считыватели помогают быстро осуществить контроль погрузки и убедиться, что товар в полном объеме был отправлен по назначению.

Стационарные RFID-считыватели (рис. 3 – RFID-считыватель стационарный (портальный)) чаще всего выполнены в виде ворот и расположены на выходах из помещений склада в зонах формирования паллет и на участках приема и выдачи то-

вара. Конструкция ворот зависит от многих факторов, таких как:

- необходимость территориального ограничения зоны чтения. Такая необходимость может возникнуть, если ворота расположены вблизи к хранящемуся помещенному товару и возникают так называемые "паразитные" или "ложные" чтения, то есть регистрируются те объекты, которые не проходят сквозь ворота, а просто находятся неподалеку;

- необходимость размещения на открытом воздухе и климатическая защита считывателей и антенн. Если предполагается уличное размещение антенн и считывателей, то потребуется использование специально разработанных антенн уличного исполнения и климатического бокса для считывателя;

- особые условия заказчика (габариты, вандалозащищенность и т.д.).

Программное обеспечение системы RFID. RFID-система осуществляет передачу информации от считывателей в учетную систему предприятия. Для этого внедрены тестовые модули программного обеспечения. В таком режиме считыватели собирают информацию и выгружают ее в формате текстового файла.

Технология RFID основана на системе RFID-Control, которая ускоряет основные процессы складской логистики при обработке товаров, увеличивает надежность и прозрачность операций, ускоряет оформление документов и сводит количество ошибок до минимума, благодаря исключению влияния человеческого фактора.

Сценарий работы системы RFID-Control.

Формирование тарного места. При формировании тарного места оно маркируется RFID-меткой. В память метки заносится артикул тарного места, дата регистрации, информация о сотруднике, проводившем регистрацию. Вся информация о каждом тарном месте заносится в базу данных.

Комплектация паллеты и размещение товара на место хранения. После того, как работник склада собрал заказ, его состав проверяется в зоне считывания. Для этого

на погрузчик устанавливается переносной RFID-считыватель, который считывает RFID-метки, имеет постоянную связь с программой автоматизации склада и может получать задания на перемещение или иные операции с паллетами. В учетную систему склада поступает информация о том, что поступившие паллеты или тарные места оклеены метками и готовы к размещению. Ответственный работник формирует задание на их размещение и отправляет его на терминал погрузчика. На терминал погрузчика приходит задание забрать товар из зоны формирования паллет и тарных мест. При любом перемещении паллеты считыватель на погрузке читает метку паллеты и метку места хранения и сопоставляет эти данные с заданием, которое в данный момент выполняется. Если данные верны, то операция разрешается, а в учетной системе (например, 1С) делается соответствующая отметка. Если данные не верны, система предупредит оператора погрузчика об ошибке. После выполнения текущего задания система оповестит оператора погрузчика о начале выполнения нового задания. Оператор учетной системы проверяет соответствие состава паллеты заказу и паллета отправляется на склад Готовой продукции.

Прием товара на склад. При ввозе на склад товар регистрируется в специальной зоне регистрации, в которой установлен стационарный RFID-считыватель, подключенный к учетной системе. В этой зоне погрузчик останавливается на 3...4 с для того, чтобы весь товар, находящийся на паллете, был успешно зарегистрирован и данные переданы в учетную систему. Таким образом, в любой момент кладовщик может получить оперативную и точную информацию о месторасположении каждой паллеты на складе. Достигается полная прозрачность всех операций на складе. Сокращается время выполнения складских работ.

Перемещение товара внутри склада. При необходимости переместить паллету или тарное место из одной зоны склада в другую, ответственный работник формирует задание на перемещение и отправляет

его на терминал погрузчика. На терминал погрузчика приходит задание переместить товар на новое место хранения. Затем погрузчик перемещается к указанному в задании новому месту хранения. При размещении товара производится чтение метки и товара и метки места хранения. Если эти данные совпадают с данными задания, размещение товара разрешается, а факт установки фиксируется в базе данных. В базе данных старое место хранения помечается как свободное.

Выдача товара со склада. Перед тем, как погрузить товар в машину, которая доставит его заказчику, погрузчик проезжает сквозь зону регистрации. Оператор учетной системы проверяет правильность отгрузки и оформляет накладную на товар. В базе данных делается отметка, что товар отгружен. Весь процесс оформления занимает меньше минуты. Считыватель может быть установлен не только на погрузчике, но и на выходе со склада в проеме ворот. При отгрузке товара со склада считыватель фиксирует тот факт, что товар покинул склад.

Возможности системы RFID-Control.

Мнемосхема склада в реальном времени. Любое перемещение товара внутри склада, любая отгрузка или прием товара в реальном времени фиксируется в базе данных. Система располагает данными о ко-

личестве товара на складе, точном месте хранения каждой единицы товара. Любое изменение в размещении товара на стеллажах отражается на мнемосхеме, благодаря чему товар не нужно искать, поскольку система точно укажет, где конкретно он находится.

Автоматизация оформления документов. Использование данных с RFID-меток при оформлении сопроводительных документов на товар позволяет избавиться от ошибок и неточностей. При проходе паллеты через зону считывания документы автоматически поступают на печать. Для регистрации товара, расположенного на паллете, ее не потребуется расформировывать.

Управление цепочками поставок. Возможность проследить перемещение паллет по цепи поставок в реальном времени позволит контролировать процесс доставки товара по назначению и в полном объеме.

Инвентаризация. Для проведения инвентаризации используются мобильные RFID-считыватели, которые могут быть подключены к базе данных при помощи Wi-Fi или накапливать информацию во внутренней памяти для последующей синхронизации.

Обобщение преимуществ технологии RFID представлены в табл. 1.

Таблица 1

Виды преимуществ	Факторы преимущества
1. Преимущества в складском учете	<ul style="list-style-type: none"> – on-line информация о наличии продукции на складе; – ускорение процесса комплектации заказа; – автоматизация процессов приемки товара на склад и его отгрузки со склада в соответствии с заказом; – ускорение и упрощение оформления сопроводительных документов; – снижение ошибок из-за человеческого фактора
2. Преимущества в управлении цепочками поставок	<ul style="list-style-type: none"> – мониторинг цепочки поставок в режиме реального времени самим производителем и дилерами; – контроль соответствия заказа; – корректировка заказа; – эффективное планирование исполнения заказов во времени
3. Преимущества технологии RFID по сравнению системой штрихкодирования	<ul style="list-style-type: none"> – больший объем хранения данных; – возможность перезаписи; – большее расстояние чтения; – поддержка чтения нескольких меток; – считывание метки при любом ее расположении; – устойчивость к воздействию окружающей среды; – интеллектуальное поведение

Для управления новой системой организации складского хозяйства ОАО "Вологодский текстиль" необходимо 5 человек, в том числе: 2 кладовщика (они же операторы); 2 водителя погрузчика; 1 начальник склада. Ранее действовавшая система штрихкодирования требовала 9 сотрудников склада, в том числе 4 кладовщика и 5 водителей погрузчиков (должность начальника склада в штатном расписании отсутствовала). Таким образом, при внедрении технологии RFID экономия заработной платы составила около 400 тыс. руб. в год исходя из среднемесячной заработной платы одного работника предприятия. Следует отметить, что обучение работе с RFID-системой занимает 5...7 дней и это означает, что действительно сложная в организации и обширная технология достаточно проста в понимании и использовании.

Стоимость и сроки внедрения проекта: стоимость оборудования – 1 100 тыс. руб.;

стоимость программного обеспечения – 204 тыс. руб.; срок внедрения – 2...3 дня.

Предложенная современная технология организации и функционирования складского хозяйства подтверждает, что резервы предприятия кроются в бизнес-процессах, которые в нем протекают.

Внедрение RFID-системы позволило повысить эффективность работы складского хозяйства ОАО "Вологодский текстиль" и предприятия в целом за счет оптимизации складского учета, автоматизации процессов принятия товара на склад и его отгрузки, мониторинга цепочки поставок в режиме реального времени как самим производителем, так и дилерами этого предприятия.

Рекомендована кафедрой менеджмента
СПГУТД. Поступила 02.02.10.

УДК [677.5:677.017.4]

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ НИТЕЙ**

А.Р. КУРАМШИН, В.А. РОДИОНОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
E-mail: office@msta.ac.ru; phv5301@mail.ru

Рассматриваются разработка структуры и технологии комбинированных электропроводящих нитей для производства защитных перчаток и исследование их физико-механических и электропроводящих свойств.

Development of the combined electroconductive threads structure and technology for manufacture of protective gloves and research of their physical and electroconductive properties are reviewed herein.

Ключевые слова: комбинированные электропроводящие нити, защитные перчатки, число обкручиваний.

Целью данного исследования было определение математических моделей взаимосвязи свойств комбинированных электропроводящих нитей из различных компонентов для изготовления защитных перчаток с сопротивлением менее 30 Ом для работы под высоким напряжением.

В качестве компонентов комбинированной электропроводящей нити были использованы углеродные, мишурные и араמידные нити [1].

Всего было наработано пять вариантов комбинированных электропроводящих нитей с числом обкручиваний электропроводящей заготовки нитями Русар в диапазоне от 220 до 500 кр/м с целью определения абсолютной разрывной нагрузки (P_p), удлинения при разрыве (ϵ), линейной плотности (E), показателя истираемости.

Полученные данные были сведены в табл. 1 (физико-механические показатели комбинированных электропроводящих нитей).

Т а б л и ц а 1

Расчетное число обкручиваний, кр/м	P , сН	ϵ , %	T , текс	$T_{\text{расч}}$, текс	Показатель истираемости, число циклов
220	4037,5	1,20	359	357	859,0
290	4570,0	1,28	362	361	914,5
360	4485,0	1,25	365	363	909,0
430	3970,0	1,22	367	365	887,5
500	3057,5	1,16	370	368	834,0

В результате проведенных исследований были определены следующие математические модели взаимосвязи расчетного числа обкручиваний (Y_R) с:

– абсолютной разрывной нагрузкой:

$$Y_{R1} = -0,0487x^2 + 30,821x - 399,707;$$

– удлинением при разрыве:

$$Y_{R2} = -0,0000105x^2 + 0,006728x - 0,473;$$

– линейной плотностью:

$$Y_{R3} = 0,047x - 365,3;$$

– показателем истираемости:

$$Y_{R4} = -0,00341x^2 + 2,346x + 511,753.$$

ВЫВОДЫ

С помощью проведенных исследований механических свойств электропроводящих нитей установлено, что оптимальным вариантом является комбинированная электропроводящая нить с числом обкручиваний электропроводящей заготовки нитями типа Русар 290 витков на метр.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент РФ № 2318931. Способ получения комбинированной электропроводящей нити, 10.03.2008.

Рекомендована кафедрой переработки химических волокон. Поступила 02.12.09.

УДК 677.038.2:004.9

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЯ ЗРЕЛОСТИ ХЛОПКОВЫХ ВОЛОКОН

А.Ю. МАТРОХИН, О.А. ШАЛОМИН, А.В. КРУГЛОВ, Б.Н. ГУСЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

E-mail: info@igta.ru

Предложено выражение показателя зрелости хлопковых волокон с улучшенными метрологическими характеристиками.

Доказано снижение абсолютной и относительной погрешности предлагаемого показателя зрелости по сравнению с применяемым ранее.

Expression of cotton fibers maturity parameter with improved metrological characteristics is offered herein. Decrease of an absolute and relative error of the offered maturity parameter is proved in comparison with the one used earlier.

Ключевые слова: показатель зрелости хлопковых волокон, коэффициент зрелости, поперечное сечение волокна, метрологический анализ.

Разработка усовершенствованного показателя зрелости хлопковых волокон должна исходить из двух следующих условий. Первое состоит в том, что он должен быть оп-

ределяем на основе величин, полученных путем непосредственных измерений для волокон, имеющих любую степень зрелости. Второе условие связано с вычислени-

ем, которое не должно приводить к необоснованному увеличению косвенной погрешности. Поэтому при проектировании нового показателя зрелости предварительно провели анализ известных показателей зрелости волокон, таких как коэффициент зрелости, определяемый по соотношению видимой ширины канала к удвоенной толщине вторичной стенки [1], [2], и индекс зрелости "maturity ratio", применяемый в зарубежной практике [3], [4].

В итоге в качестве базовой величины, характеризующей зрелость волокон, использовали показатель "maturity ratio" M , который является наиболее адекватной оценкой содержания целлюлозы в стенках волокна. Величина M определяется по выражению

$$M = \frac{\Theta}{\Theta_s}, \quad (1)$$

где Θ – значение фактического заполнения площади поперечного сечения хлопкового волокна целлюлозой (в долях от единицы); Θ_s – "стандартный" уровень заполнения площади поперечного сечения хлопкового волокна целлюлозой, соответствующий оптимально зрелым волокнам египетских сортов (оценка в разных источниках колеблется от 0,577 до 0,590).

Согласно [3] вычисление фактического заполнения площади волокна целлюлозой сводится к выражению

$$\Theta = \frac{S}{S_{\max}} = \frac{4S}{\pi d_p^2} = \frac{4\pi S}{P^2}, \quad (2)$$

где S_{\max} – максимально возможная площадь поперечного сечения волокна, при условии, что оно имеет цилиндрическую форму без канала, мкм^2 ; S – площадь поперечного сечения волокна по внешнему контуру, мкм^2 ; d_p – диаметр круглого попереч-

ного сечения, имеющего тот же периметр, что и волокно, мкм ; P – наружный периметр поперечного сечения волокна, мкм .

Схема определения величины Θ представлена в виде рис. 1.

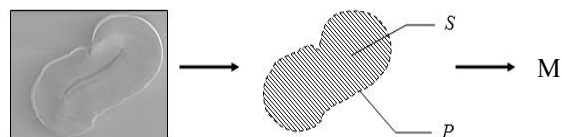


Рис. 1

Вместе с тем приведенная схема и выражение (2) имеют ряд недостатков. Во-первых, для расчета заполнения поперечного сечения волокна целлюлозой используется величина S , представляющая собой площадь поперечного сечения волокна по внешнему контуру. Однако подобная интерпретация той части площади сечения, которая занята целлюлозой, не соответствует действительности, так как она не учитывает наличия и размеров канала внутри хлопкового волокна. Как показывают исследования [4], форма и размеры канала индивидуальны (рис. 2). В частности, канал занимает максимальную долю площади поперечного сечения у совершенно незрелых волокон (рис. 2-а), а с увеличением толщины стенок доля канала последовательно уменьшается (рис. 2-б, г). В соответствии с выражением (2) этот фактор никак не учитывается, что может привести к искажению получаемого результата оценки относительно фактического содержания целлюлозы.

Таким образом, в итоговой формуле универсального показателя зрелости вместо площади поперечного сечения волокна, измеренной по внешнему контуру, необходимо использовать только часть площади поперечного сечения, занимаемую целлюлозой.

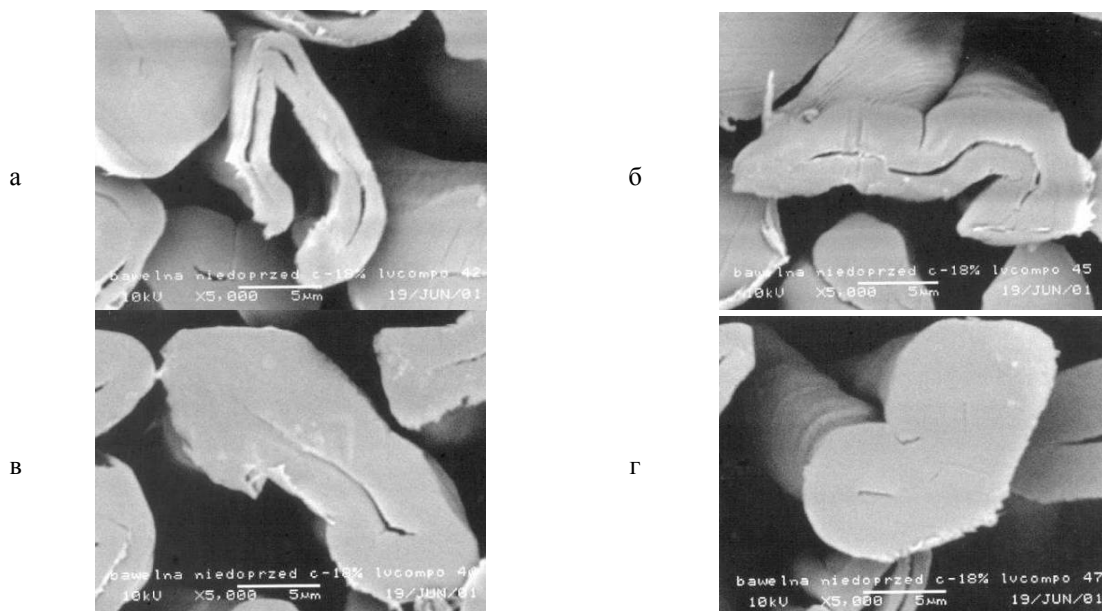


Рис. 2

Во-вторых, при определении фактического заполнения площади волокна целлюлозой Θ по выражению (2) показатель степени у величины наружного периметра поперечного сечения волокна P равен двум. Как известно из теории метрологического обеспечения, выражения, в которых используются степенные зависимости, приводят к увеличению итоговой косвенной погрешности. Поэтому необходимо снизить показатель степени у периметра до единицы и соответственно уменьшить показатель степени у других элементов выражения. С учетом корректировки показателя степени при прочих неизменных условиях выражение (2) примет вид:

$$\Theta^* = \sqrt{\Theta} = \frac{2\sqrt{\pi S}}{P}. \quad (3)$$

Для обоснования данного решения проведем сравнительный метрологический анализ выражения (2) и выражения (3). Основным критерием является абсолютная и относительная погрешность выражений. Пусть при исследовании поперечного сечения волокна получено значение площади поперечного сечения, равное $S=81,4 \text{ мкм}^2$, и значение наружного периметра поперечного сечения волокна $P = 42,5 \text{ мкм}$. Рассчитаем значение абсолютной и косвенной погрешности величины фактического за-

полнения площади волокна целлюлозой в соответствии с методикой [5]. Примем, что абсолютная погрешность измерения периметра составляет $\Delta_P = 0,5 \text{ мкм}$, а абсолютная погрешность измерения площади поперечного сечения – $\Delta_S = 0,2 \text{ мкм}^2$.

Согласно методике [5] для любой физической величины относительная погрешность δ_X определяется по выражению:

$$\delta_X = (\Delta_X/X)100, \quad (4)$$

где Δ_X – абсолютная погрешность произвольной физической величины X , ед. изм.; X – фактическое (измеренное) значение физической величины, ед. изм.

Таким образом, определяются относительные погрешности всех величин, входящих в расчетное выражение, а затем вычисляется итоговая относительная погрешность косвенной величины. Так, относительная погрешность выражения (2) может быть вычислена по формуле:

$$\delta_{\Theta} = \delta_S + \delta_{P^2} = \frac{\Delta_S}{S} + 2\frac{\Delta_P}{P}. \quad (5)$$

Формула для вычисления относительной погрешности выражения (3) примет вид:

$$\delta_{\Theta^*} = \delta_{\sqrt{S}} + \delta_P = \frac{\Delta_S}{2S} + \frac{\Delta_P}{P} = 0,5\delta_{\Theta}. \quad (6)$$

Таким образом, относительная погрешность предлагаемого выражения оказывается в два раза ниже, чем у исходной формулы только за счет корректировки показателя степени. При этом физический смысл выражения не искажается, а только масштабируется, поскольку величина Θ

является безразмерной. В конечном итоге качество выражения оценивается абсолютной погрешностью искомого показателя, которая определяется на основании выражения (4).

Чтобы не перегружать текст вычислениями, все результаты приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Величина и ее единица измерения	Измеренное (вычисленное) значение	Значение предельной погрешности	
			Δ	$\delta, \%$
1	P, мкм	42,5	0,5	1,18
2	S, мкм ²	81,4	0,2	0,246
3	Θ	0,566	0,0148	2,606
4	Θ^*	0,753	0,0098	1,303

Как видно из табл. 1, решение о корректировке показателя степени в выражении является оправданным, и в итоговом выражении показатели степени всех величин будут представлены согласно выражению (3).

С учетом сделанных выводов и обоснований предлагается следующее выражение для расчета фактического заполнения площади поперечного сечения волокна целлюлозой:

$$\Theta^* = \sqrt{\Theta} = 2 \frac{\sqrt{\pi S_w}}{P}, \quad (7)$$

где S_w – площадь части поперечного сечения хлопкового волокна, непосредственно занятая фибриллами целлюлозы, мкм².

Значение S_w определяется как разность между площадью поперечного сечения хлопкового волокна по внешнему контуру и частью этой площади, занимаемой каналом, то есть:

$$S_w = S - S_v, \quad (8)$$

где S_v – часть площади поперечного сечения хлопкового волокна, которую занимает канал, мкм².

Использование выражения (7) при подстановке в итоговое выражение (1) для вычисления показателя зрелости хлопковых волокон позволит получить более адекват-

ную оценку, обладающую меньшей погрешностью и учитывающую именно те участки волокон, которые заполнены молекулами целлюлозы.

ВЫВОДЫ

Предложено выражение показателя зрелости хлопковых волокон с улучшенными метрологическими характеристиками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение (волокна и нити). – М.: Легпромбытиздат, 1989.
2. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению: Учеб. пособие для вузов/ Кобляков А.И., Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. и др. – М.: Легпромбытиздат, 1986.
3. Montalvo jr. J.G., Davidonis G., Von Hoven T. Relationships between micronaire, fineness and maturity // Materials of 28th International cotton conference. – Bremen, March 22 – 25, 2006. P. 45...56.
4. Sarna Ewa, Wlochowicz Andrzej. The influence of the spinning process on the supermolecular and morphological structure of cotton // Materials of 26th International cotton conference. – Bremen, March 13 – 16, 2002. P. 223...238.
5. Сергеев А.Г., Крохин В.В. Метрология. – М.: ЛОГОС, 2000.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения. Поступила 21.12.09.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТКАНИ ПОСЛЕ ИЗГИБА

С.В. БОЙКО, Н.А. СМЕРНОВА, В.В. ЗАМЫШЛЯЕВА, В.В. ЛАПШИН

(Костромской государственный технологический университет)
E-mail: info@kstu.edu.ru

В статье предложен расчетный метод определения показателей свойств тканей в процессе ее восстановления после изгиба.

The settlement method of the definition of fabric properties indicators in the process of its restoration after bending is offered in the article.

Ключевые слова: изгиб, туше, восстановление, моделирование.

О потребительских свойствах тканей судят в основном по органолептической оценке эксперта, называемой туше. Туше ткани (от французского слова "трогать") – свойство ткани, связанное с впечатлением, складывающимся от ткани при пробе на ощупь: жесткая, мягкая, шелковистая, упругая и др. Отмеченные характеристики туше могут быть связаны со свойствами ткани, поддающимися измерению [1]. К таким свойствам относятся жесткость на изгиб, упруго-эластические свойства [2].

Для определения свойств текстильных материалов в динамических условиях эксплуатации разработан метод и автоматизированное устройство для его реализации [3]. Метод позволяет оценить результаты распрямления ткани после изгиба [4]. Пробу ткани прямоугольной формы (10x20 мм) одним концом механически фиксируют, а другим концом закрепляют в специальном зажиме так, чтобы он принял форму полуцилиндра вокруг оправки (рис. 1 – схема восстановления пробы после изгиба).

После снятия изгибающего усилия оценивают способность ткани к восстановлению формы после изгиба по показателям: коэффициент жесткости, определяемый по периоду свободных затухающих колебаний, остаточный угол – угол наклона от прямолинейного положения. Однако упругие свойства, определяемые временем раскрытия пробы ткани, оцениваются недостаточно объективно.

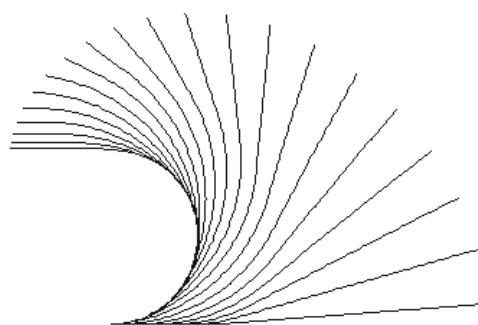


Рис. 1

Экспериментальные исследования показали, что различные ткани при восстановлении после изгиба проходят разный путь и не все пробы возвращаются в исходное положение, о чем свидетельствуют значения остаточного угла. С целью изыскания более объективной характеристики оценки упругих свойств при динамических испытаниях осуществлено моделирование процесса восстановления ткани после изгиба.

Моделирование процесса восстановления ткани после изгиба, оценки скорости и характера восстановления представляет интерес для прогнозирования поведения материалов при выполнении технологических операций изготовления одежды (изгиб деталей и швейных изделий) и ее эксплуатации (неопорные участки одежды).

Для решения поставленной задачи представим пробу (полоску ткани) массы m и длины l как N прямолинейных жестких стержней с равномерно распределенной массой, соединенных шарнирами и

упругими элементами, препятствующими их повороту относительно друг друга (рис. 2 – модель пробы).

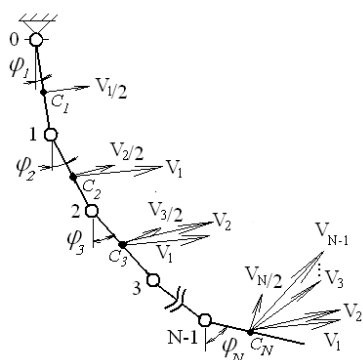


Рис. 2

Жесткость упругих элементов k (Н·м/рад) определим из условия равенства прогиба консольной балки с изгибной жесткостью EJ , равной жесткости образца ткани, длиной, равной длине стержневого элемента модели, и прогиба абсолютно жесткого консольного стержня с упругим элементом:

$$k = \frac{3EJN}{\ell}.$$

Уравнения движения модели пробы получим из уравнений Лагранжа 2-го рода, выбрав в качестве обобщенных координат углы поворота стержневых элементов ϕ_i .

$$([M] \cos[\Delta\phi])[\ddot{\phi}] = -([M] \sin[\Delta\phi])[\dot{\phi}^2] - \frac{kN^3}{m\ell^2}[K][\phi], \quad (3)$$

где $[\phi]$, $[\dot{\phi}]$, $[\ddot{\phi}]$ – векторы углов поворота, угловых скоростей и угловых ускорений стержневых элементов модели соответственно:

$$[M] = \begin{bmatrix} N-i+\frac{1}{3} & \dots & N-i+\frac{1}{2} & \dots & \frac{3}{2} & \frac{1}{2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ N-i+\frac{1}{2} & \dots & N-i+\frac{1}{3} & \dots & \frac{3}{2} & \frac{1}{2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{3}{2} & \frac{3}{2} & \frac{3}{2} & \dots & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \dots & \frac{1}{2} & \frac{1}{3} \end{bmatrix}$$

Вычислим кинетическую энергию системы. Она равна сумме кинетических энергий N стержневых элементов. Кинетическая энергия каждого i -го стержня равна

$$T_i = \frac{1}{2}(J_C \dot{\phi}_i^2 + m v_{Ci}^2), \quad (1)$$

где $J_C = m\ell^2/12$ – момент инерции стержня, относительно оси, проходящей через его центр масс, v_{Ci} – сумма вектора вращательной скорости точки центра масс C_i относительно i -й шарнирной точки и векторов скоростей всех шарнирных точек $v_j = \dot{\phi}_j \ell$ с номерами $j < i$. (рис. 2).

Потенциальная энергия этой системы равна:

$$\Pi = \frac{1}{2} k \sum_{i=1}^N (\phi_i - \phi_{i-1})^2. \quad (2)$$

Зная кинетическую и потенциальную энергию системы, записали для нее уравнения Лагранжа второго рода, в результате анализа которых были выявлены закономерности формирования коэффициентов системы. В итоге получили систему сильно нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка, которая в матричном представлении имеет вид:

$$[K] = \begin{bmatrix} 2 & -1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ -1 & 2 & -1 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & -1 & 2 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[\Delta\phi] = \begin{bmatrix} \phi_1 - \phi_1 & \phi_2 - \phi_1 & \dots & \phi_N - \phi_1 \\ \phi_1 - \phi_2 & \phi_2 - \phi_2 & \dots & \phi_N - \phi_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \phi_1 - \phi_N & \phi_2 - \phi_N & \dots & \phi_N - \phi_N \end{bmatrix}$$

Систему решили численным методом переменного порядка Адамса–Бэшфорта–Милтона, являющимся особенно эффектив-

ным для нежестких систем дифференциальных уравнений, правые части которых вычисляются по сложным формулам. Программирование было осуществлено в среде Mat-Lab с относительной точностью вычислений 10^{-3} [5]. В результате появилась возможность теоретически определять кинематические параметры пробы ткани, в том числе длину пути и скорость концевой свободной участка в процессе "раскрытия" пробы, а также анализировать влияние жесткостных и массовых характеристик пробы на ее кинематические и динамические параметры (рис. 3 – положение пробы в процессе раскрытия). При $N=60$ относительное отклонение экспериментально и теоретически определенной скорости концевой свободной участка пробы в процессе ее "раскрытия" составило не более 2%, периода свободных колебаний – менее 1%.

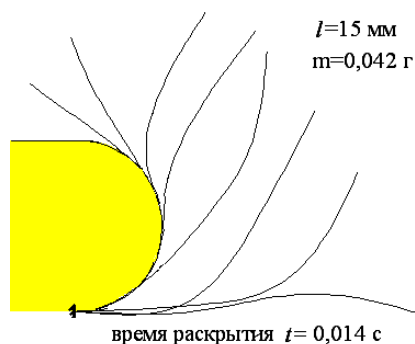


Рис. 3

Возможность прогнозирования динамических свойств в процессе восстановления после изгиба позволяет определить ряд показателей, характеризующих туше тканей, и является основой для выбора рационального конструктивного решения одежды. Так, например, большая скорость восстановления ткани после изгиба свидетельствует о высокой формоустойчивости швейных изделий в процессе эксплуатации.

Расчетный метод определения свойств ткани в динамических условиях эксплуатации позволяет расширить информативность показателей потребительских и технологических свойств материалов для

одежды и научно обоснованно выбирать их для изделий.

ВЫВОДЫ

1. Предложен расчетный метод определения показателей свойств тканей в динамических условиях эксплуатации: скорости и времени восстановления после изгиба, а также длины пути, совершаемого концевым свободным участком пробы в процессе ее "раскрытия".

2. Показатели динамических свойств позволяют прогнозировать формоустойчивость швейных изделий в процессе эксплуатации, обоснованно подходить к конфекционированию материалов и являются основой для выбора рационального конструктивного решения одежды.

3. В результате моделирования процесса восстановления пробы после изгиба показана возможность определения влияния жесткости и поверхностной плотности ткани на ее динамические свойства.

ЛИТЕРАТУРА

1. The objective specification of the handle of men's suiting materials / A comprasishion of fabric handle assessments in India, Australia, Japan and New Zealand / Dhingra R.C., Mahar T. J., Postle R., Gupta V. B., Kawabata S., NiwaM., Carnaby G.A. // *Indian Text. J.* – N1, 1983. P. 9...15.

2. Кесвелл Р. Текстильные волокна, пряжа и ткани. – М., 1960.

3. Смирнова Н.А., Лапшин В.В., Воронова Л.В., Анфиногенов Д.С., Смирнов А.В. Способ определения релаксационных характеристик текстильных материалов после изгиба: Патент РФ на изобретение № 2217747 от 27.11.2003.

4. Смирнова Н.А., Лапшин В.В. Определение свойств текстильных материалов в динамических условиях эксплуатации // *Технический текстиль.* – 2003, №5. С. 8...11.

5. Шампайн Л. Ф., Гладвел И., Томпсон С. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений с использованием MATLAB: Учебное пособие. – 1-е изд. – СПб.: Лань, 2009.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 14.01.10.

АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОДЕЖДЫ В УСЛОВИЯХ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСТЯЖЕНИЯ

Л.Н.ЛИСИЕНКОВА, Е.А.КИРСАНОВА

(Филиал Южно-Уральского государственного университета г. Златоуст,
Московский государственный университет дизайна и технологий)

E-mail: adm@zb-susu.ru, rector@mgudt@mail.ru

На основании анализа деформационного состояния текстильных материалов для одежды получены теоретические модели их упругого состояния в соответствующих напряжениях и деформациях. Также определены геометрические параметры упругих деформаций в текстильном материале при проектировании швейного изделия, при его технологических обработках и эксплуатации.

On the basis of the analysis of textile materials deformation state theoretical models of their elastic state have been got with corresponding tension and deformation. Geometrical parameters of textile material elastic deformation at the apparel design by its technological treatments and exploitation.

Ключевые слова: текстильные материалы, проектирование изделия, деформация, пространственное растяжение.

Рассмотрим деформирование гибкой оболочки при перпендикулярно приложенном усилии \bar{P} . Для расчета площади деформированного объекта исследования принято, что деформируемый материал – упругая однородная оболочка (рис. 1 – схема пространственного деформирования) имеет сплошное поперечное сечение малой начальной толщины L_0 объемом V_0 . Для упрощения контур фиксирования оболочки радиусом R_1 и трение между поверхностями материала и нагружающего элемента не учитывались.

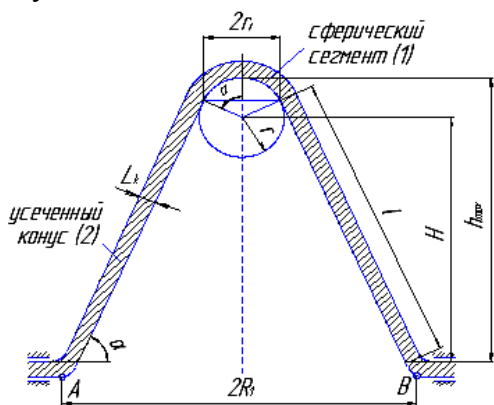


Рис. 1

Изменение формы оболочки происходит в результате перемещения на расстояние h_{\max} точки, находящейся на уровне вершины (рис. 1). При фиксированном положении оболочки по контуру АВ ее перемещение происходит за счет уменьшения толщины без изменения объема. Чтобы найти площадь поверхности оболочки при растяжении, нужно найти площади фигур (1) и (2) – S_1 и S_2 соответственно. Для этого необходимо определить радиус основания индентора r_1 и установить взаимосвязь между перемещением H и образующей боковой поверхности деформируемой фигуры ℓ .

Путем алгебраических преобразований найдено решение уравнения для радиуса основания индентора r_1 :

$$r_1 = \frac{Hr\sqrt{H^2 + R_1^2 - r^2} + r^2R_1}{H^2 + R_1^2}. \quad (1)$$

Далее геометрически найдены площади S_1 , S_2 фигур (1) и (2):

$$S_1 = \pi r_1^2 + 2\pi r \left(r - \sqrt{r^2 - r_1^2} \right), \quad (2)$$

$$S_2 = \pi \left[R_1 \sqrt{R_1^2 + h^2 \left(1 + \frac{r_1}{R_1 - r_1} \right)^2} - r_1 \sqrt{r_1^2 + \frac{h^2 r_1^2}{(R_1 - r_1)^2}} \right], \quad (3)$$

где $h = H + \sqrt{r^2 - r_1^2}$.

Полученные формулы (2) и (3) позволяют объективно рассчитать площадь внутренней поверхности одежды, поэтому для их корректировки проведена экспериментальная оценка изменения толщины материалов при пространственном растяжении [1]. В результате этого, определен поправочный коэффициент в формуле (3), позволяющий исключить погрешность в оценке усредненной деформации для материалов толщиной более 2,0 мм.

Сложность отыскания адекватной модели равновесного напряженно деформированного состояния текстильных полотно-объектов в условиях пространственного растяжения связана со спецификой их строения и свойств, в том числе анизотропностью и пористостью. Волокнисто-сетчатые полимерные материалы в отличие от идеальных гибких оболочек при деформировании способны изменять не только толщину, но и объем. Опыт теоретического моделирования пространственного деформирования таких материалов без учета их свойств приводит к существенной погрешности известных моделей и ограничению их адекватности реальному процессу. Поэтому при моделировании учитывали способность материала изменять объем при деформировании.

Условно участки оболочки можно представить в виде сферы (полусферы, конуса), на внутреннюю поверхность которой распределено давление P , Па (рис. 2 – схема к анализу напряжений, возникающих в оболочке при растяжении).

В этом случае справедливо известно уравнение Лапласа:

$$\frac{\sigma_m}{R_m} + \frac{\sigma_t}{R_t} = \frac{P}{L_0}, \quad (4)$$

где σ_m – меридиональное напряжение, Па; σ_t – параллельное (тангенциальное) напряжение, Па; R_m – радиус кривизны меридиана, мм; R_t – радиус кривизны отно-

сительно оси, мм; L_0 – толщина оболочки, мм.

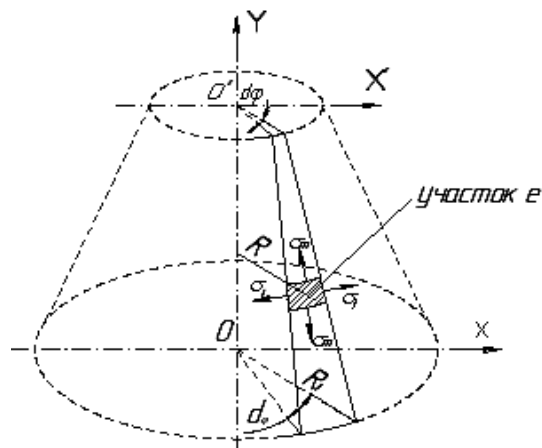


Рис. 2

Для реальных условий растяжения полная симметрия оболочки (как часто принимают в подобных расчетах) будет лишь частным случаем деформации анизотропных материалов. Поэтому радиусы кривизны по меридиане R_m и относительно оси фигуры R_t в большинстве случаев будут отличаться. Если принять, что $R_m = \infty$, $R_t = R$ (рис. 2), то задача нахождения деформаций и напряжений в оболочке сводится к двумерной и, следовательно:

$$\frac{\sigma_t}{R} = \frac{P}{L_0}. \quad (5)$$

В этом случае для оценки напряжений нужно фактически знать начальную толщину оболочки. При условии сохранения объема оболочки $V_k = V_0$, конечная толщина оболочки L_k :

$$L_k = \frac{V_k}{S_k} = \frac{\pi R_t^2 L_0}{S_1 + S_2}. \quad (6)$$

Однако для реальных объектов условие сохранения их объема при растяжении в принципе не выполняется, поэтому в выражение (6) внесен поправочный коэффициент $k < 1$, ($V_k = k V_0$). Тогда, для относительной деформации можно записать:

$$\varepsilon = \frac{L_0 - L_k}{L_0} = 1 - \frac{kL_k}{L_0} = \varepsilon_\tau + \varepsilon_m. \quad (7)$$

Для анизотропных гибких материалов связь между напряжением и деформацией при растяжении имеет нелинейный характер. Однако в пределах упругости для элементарного участка оболочки e (рис. 2) по закону Гука можно записать:

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_m &= \frac{1}{E}(\sigma_m - \mu\sigma_\tau) \\ \varepsilon_\tau &= \frac{1}{E}(\sigma_\tau - \mu\sigma_m) \end{aligned} \right\}, \quad (8)$$

где E – модуль упругости 1-го рода (модуль Юнга) при растяжении, Па; σ_m , σ_τ – меридиональные и параллельные (касательные) напряжения, Па; μ – коэффициент поперечного сокращения (коэффициент Пуассона).

Решив систему уравнений (8), определим меридиональную деформацию ε_m :

$$\varepsilon_m = \frac{\sqrt{\left(H + \sqrt{r^2 - r_1^2}\right)^2 + (R_1 - r_1)^2} + r \cdot \arccos \frac{r_1}{r}}{R_1} - 1. \quad (9)$$

Параллельные деформации ε_τ находят из выражения (7), подставляя ε_m .

При условии однородности поперечного сечения оболочки для усредненных значений σ_m и σ_τ :

$$\begin{cases} E\varepsilon_m = \sigma_m - \mu\sigma_\tau, \\ E\varepsilon_\tau = \sigma_\tau - \mu\sigma_m. \end{cases} \quad (10)$$

Меридиональные и параллельные напряжения находим, решая систему (10):

$$\sigma_\tau = \frac{E(\mu\varepsilon_m + \varepsilon_\tau)}{1 - \mu^2}. \quad (11)$$

$$\sigma_m = \frac{E(\mu\varepsilon_\tau + \varepsilon_m)}{1 - \mu^2}. \quad (12)$$

Для решения уравнений (8), (11), (12) используют коэффициент Пуассона и модуль 1-го рода (упругости) при растяжении E , определяемые экспериментально или задаваемые с учетом целевой функции. Сравнительный анализ экспериментальных результатов испытаний материалов на разработанном устройстве [1], [2] с теоретически полученными данными подтвердил адекватность разработанной модели в пределах упругого пространственного деформирования.

ВЫВОДЫ

1. Получены теоретические модели упругого состояния текстильных материалов для одежды при пространственном растяжении в напряжениях и деформациях.

2. Определены геометрические параметры упругих деформаций в материале при проектировании изделия, при его технологических обработках и эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент Российская Федерация № 2354953 С2, МКИ G01N 3/08 Устройство для определения деформационных свойств кожи и подобных ей гибких материалов / Е.В. Баранова, Л.Н. Лисиенкова, В.И. Стельмашенко, А.В. Саламатин. – Заявка № 2007114927; заявл. 20.04.07; опубл. 10.05.09; Бюлл. № 13.

2. Лисиенкова Л.Н. Оценка деформационных свойств костюмных тканей методом пространственного растяжения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №5. С.6...8.

Рекомендована кафедрой проектирования и технологии изделий сервиса Филиала Южно-Уральского государственного университета, г. Златоуст. Поступила 28.12.09.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТКАНЕЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БРОНЕЖИЛЕТОВ

А.А. КИМ, А.В. КУРДЕНКОВА, Ю.С. ШУСТОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
E-mail: office@msta.ac.ru

Приведены экспериментальные исследования разрывных характеристик тканей (разрывной нагрузки и разрывного удлинения), предназначенных для изготовления бронежилетов, в зависимости от изменения их влажности.

Experimental research of breaking characteristics of the fabric (breaking load and breaking extension), designed for flak jackets manufacture depending on their humidity change, are carried out.

Ключевые слова: текстильные бронепакеты, баллистическая стойкость, разрывная нагрузка, разрывное удлинение, влажность.

Негативным свойством текстильной брони является ее снижение баллистической стойкости при намокании. Причины намокания (пот, воздействие атмосферной влаги и др.) практически неустранимы. Поэтому баллистические ткани пропитывают водоотталкивающими веществами, а сами текстильные бронепакеты помещают в водонепроницаемые чехлы. Так как эти мероприятия не исключают полностью возможности намокания бронепакетов,

приходится контролировать их баллистическую стойкость во влажном состоянии.

Исследуемые образцы тканей баллистического назначения были выработаны из нитей "Русар" и отличались структурными характеристиками, а также видами переплетения. Все образцы имели водоотталкивающую пропитку.

Структурные характеристики исследуемых тканей приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Показатель качества	Артикул ткани						
		11938	11939	11942	12012	12035	12036	12042
1	Линейная плотность нитей, текс:							
	по основе	64,00	32,50	63,50	52,80	23,31	32,50	65,12
	по утку	64,00	32,50	63,50	52,80	23,31	32,50	65,12
2	Плотность ткани, число нитей на 10 см:							
	по основе	130	219	130	100	160	240	320
	по утку	130	218	130	100	160	240	335
3	Поверхностная плотность ткани, г/м ²	165,00	148,98	165,00	110,00	76,88	153,50	427,35
4	Переплетение	полотняное	саржевое	полотняное, усиленное в 2 раза	полотняное			полотняное, усиленное в 3 раза

Разрывная нагрузка полотен определялась в соответствии с ГОСТом 3813–72 [1]. Испытания параарамидных тканей проводились на универсальной испытательной системе Инстрон серии 4411 при скорости движения верхнего зажима 100 мм/мин. Пробная полоска имела рабочие размеры 100x25мм.

Исследуемые образцы перед разрушением на разрывной машине Инстрон выдерживались в автоматическом гигростате в течение 24 ч при 20, 40, 60, 65 и 80% влажности.

На рис. 1 и 2 приведена зависимость разрывной нагрузки по основе и утку от влажности тканей, а на рис. 3 и 4 – и разрывного удлинения.

По результатам испытаний можно сделать следующие выводы.

С увеличением влажности воздуха значения разрывной нагрузки всех исследуемых образцов при растяжении до разрыва как по основе так и по утку уменьшаются, а разрывное удлинение увеличивается.

Наибольшей разрывной нагрузкой обладает ткань арт. 12042, а наименьшей – арт. 12035. Данные ткани выработаны плотняным переплетением. Наименьшее разрывное удлинение имеет ткань арт. 12035, а наибольшее – ткань арт. 11939, выработанная саржевым переплетением.

Минимальное изменение разрывной нагрузки и разрывного удлинения как по основе, так и по утку наблюдается у ткани арт. 12042, выработанной плотняным переплетением с наибольшей поверхностной плотностью. Данная ткань имеет наибольшую плотность по основе и утку и выработана из нитей наибольшей линейной плотности.

Максимальное изменение разрывных характеристик отмечается у ткани арт. 12035. Данная ткань имеет наименьшую поверхностную плотность, так как выработана с наименьшим числом нитей по основе и утку из нитей с наименьшей линейной плотностью.

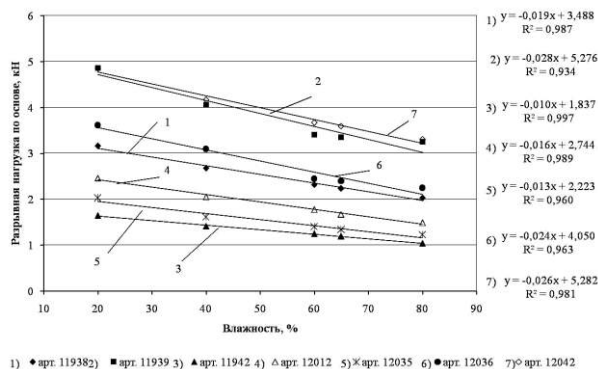


Рис. 1

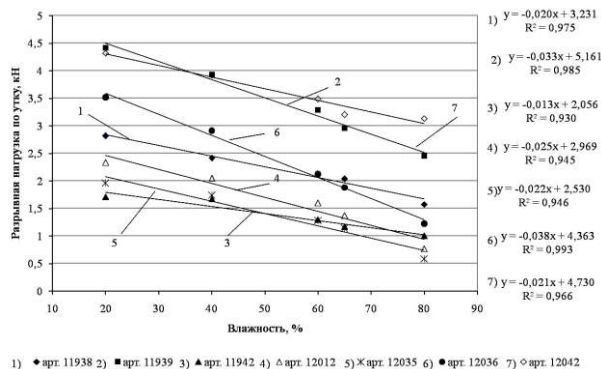


Рис. 2

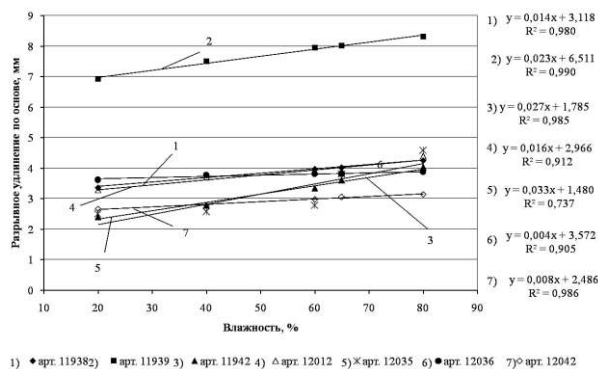


Рис. 3

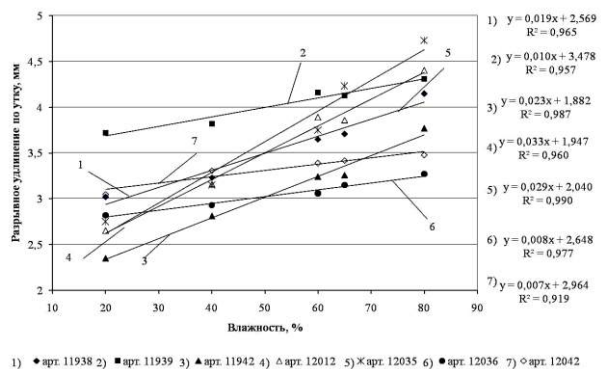


Рис. 4

Проведены исследования разрывных характеристик тканей, предназначенных для изготовления бронежилетов, в зависимости от изменения их влажности.

1. ГОСТ 3813–72. Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 25.01.10.

УДК 667.017

ВЫБОР ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ТКАНЕЙ ДЛЯ БРОНЕЖИЛЕТОВ

Д.И. АНИСИМОВ, М.Ю. КУЗНЕЦОВ, С.М. КИРЮХИН

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
E-mail: office@msta.ac.ru

Проведена систематизация показателей качества, которые могут быть использованы для оценки качества тканей для бронежилетов, а также выделена номенклатура определяющих показателей качества готовых изделий.

Systematization of quality characteristics is made, that may be used for the quality value of flak jackets fabric, the nomenclature of determinative characteristics of ready-made garments quality is made as well.

Ключевые слова: показатели качества, ткани для бронежилетов, экспертный метод, согласованность коэффициентов.

Цель работы состояла в систематизации и выборе номенклатуры определяющих показателей качества тканей для бронежилетов.

Для систематизации различных показателей качества бронежилетов использовался метод построения причинно-следственных схем [1]. На рис. 1 показана такая схема.

При выборе главных факторов в причинно-следственных схемах качества тканей использовали классификацию, принятую в квалиметрии [2]. Можно видеть, что число показателей, определяющих качество тканей для бронежилетов, достаточно велико и составляет 26 (рис. 1).

В результате априорно проведенного анализа были выбраны 19 и 15 показателей качества для тканей, используемых для производства чехлов и баллистических тканей соответственно.

Далее был использован экспертный метод для выбора определяющих показателей качества [3].

В опросе участие принимало 10 экспертов.

Для оценки согласованности мнений экспертов определяли коэффициент конкордации W и критерий Пирсона χ^2 [1], [2].

Далее рассчитывали коэффициенты весомости γ показателей качества.

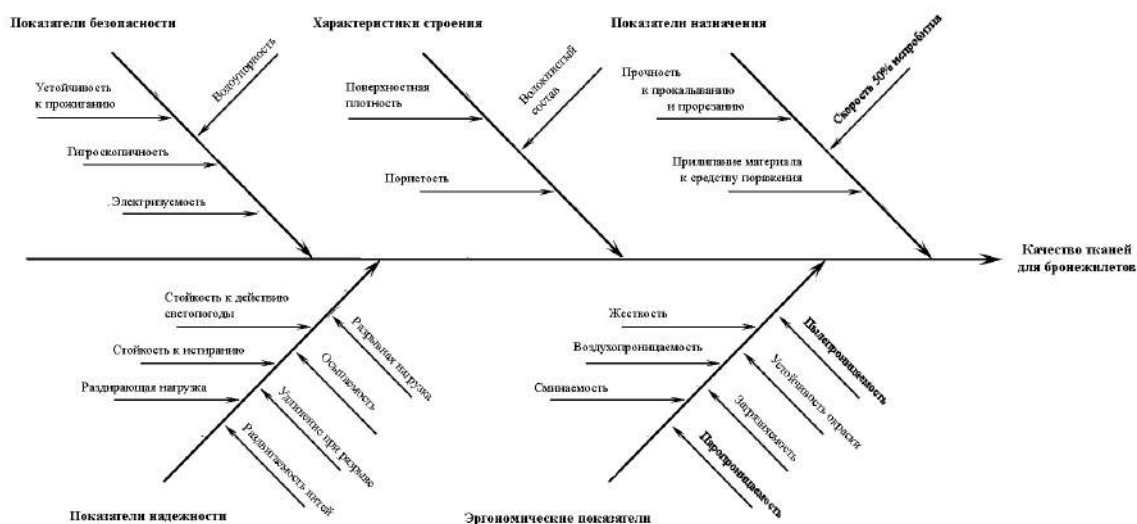


Рис. 1

Результаты экспертной оценки баллистических тканей и тканей-"чехлов" сведе-

ны в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Показатели Эксперты	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16
1	1	2,5	2,5	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	2	7	7	4,5	9,5	7	9,5	2	13,5	11,5	13,5	4,5	11,5	2	15	16
3	1	9	10	7	15	5	8	2	11	12	3	4	13	6	14	16
4	2,5	7,5	7,5	9	13	5,5	13	2,5	13	13	2,5	5,5	13	2,5	13	13
5	2	9,5	9,5	5,5	16	8	12	2	14	14	2	5,5	14	5,5	11	5,5
6	3	3	9	3	12,5	11	6,5	3	12,5	6,5	9	9	14	3	15	16
7	1	2,5	2,5	6	8	10	7	4	11	12	9	13,5	13,5	5	15	16
8	1	6	6	2	15	8,5	3,5	11,5	13,5	6	10	13,5	3,5	11,5	8,5	16
9	1	4	4	4	12	7	8	2	11	13	9	10	14	6	15	16
10	1	3,5	3,5	5	12	6	7,5	2	10	13	9	11	14	7,5	15	16

Примечание. $W=0,608$, $\chi^2=1,0096$, $p=0,95$.

Таблица 2

Показатели Эксперты	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20
1	1	2	14	15	8	10	6	11	9	7	20	12	13	3	4	16	17	18	19	5
2	4	6	10	13	19	8	8	16	16	5	11	8	12	1	3	18	20	16	14	2
3	3,5	3,5	13	16,5	3,5	9	9	3,5	13	3,5	16,5	16,5	16,5	3,5	9	19,5	9	19,5	9	13
4	2	2	16,5	16,5	16,5	8	8	16,5	16,5	5	11	8	10	2	5	16,5	16,5	16,5	12	5
5	1	3	16	17	18	8	9	15	14	5	12	7	10	2	6	19	20	13	11	4
6	3	8	3	3	19	8	12,5	15,5	8	15,5	17,5	12,5	12,5	3	3	8	17,5	12,5	20	8
7	2	1	3	15	16	8	12	17	19	13	14	18	4,5	4,5	8	8	8	20	8	11
8	1	2	9	14	10	13	5	16	15	17	11	18	12	3,5	3,5	6	19	20	7,5	7,5
9	2	2	12	16	16	8,5	8,5	16	16	6	12	7	10	2	5	16	19	20	12	4

Примечание. $W=0,608$, $\chi^2=1,024$, $p=0,95$.

ВЫВОДЫ

По полученным оценкам экспертов была проведена оценка согласованности коэффициентов весомости по каждому показателю качества. А также была проведена оценка согласованности мнений специалистов по отдельным показателям по величине среднего квадратического отклонения.

В итоге предложенная номенклатура ОПК включает в себя следующие показатели для бронежилетных тканей (по данным табл. 1) скорость (50% непробития), прочность при растяжении, поверхностная плотность, прочность к прорезанию, прочность к прокалыванию, удлинение при разрыве, гигроскопичность, раздвигаемость нитей, волокнистый состав. Для тканей-"чехлов" (по данным табл. 2): стойкость к истиранию, прочность при растяжении, устойчивость к действию светопоток, удлинение при разрыве, водоупорность, раздвигаемость нитей, электризуемость, поверхностная плотность.

1. Проведена систематизация показателей качества, которые могут быть использованы для оценки качества тканей для бронежилетов.

2. Выделена номенклатура определяющих показателей качества используемых для оценки качества готовых изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соловьев А.Н., Кирюхин С.М. Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов. – М.: Легкая индустрия, 1984. С. 215.

2. Соловьев А.Н., Кирюхин С.М. Оценка качества и стандартизация текстильных материалов. – М.: Легкая индустрия, 1974. С.312

3. ГОСТ 23554.1–79. Экспертные методы оценки качества промышленной продукции.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 25.01.10.

УДК 677.021.151.256

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОБРАБОТКИ
И СВОЙСТВ ЛЬНЯНОЙ ПРЯДИ НА УСЛОВИЯ ЕЕ СХОДА
С РАБОЧЕЙ КРОМКИ БИЛА В ПРОЦЕССЕ ТРЕПАНИЯ**

М.С. ЕНИН, С.Н. РАЗИН, Е.Л. ПАШИН, С.Е. МАЯНСКИЙ

(Костромской государственный технологический университет)
E-mail: info@kstu.edu.ru

Рассматривается вопрос взаимодействия била трепала с обрабатываемой прядью, ее отлета от била, а также вопрос по определению условий, препятствующих отрыву пряди от поверхности кромки била.

The question of the bill scutcher and treated strand interaction, the strand departure from the bill, as well as the question of conditions definitions preventing a strand break from the bill attacking edge surface is considered.

Ключевые слова: льняная прядь, одностороннее трепание, кромка била, варьируемые параметры, радиус закругления била, частота вращения барабана.

При подготовке льняного сырца к основному обескостриванию путем трепания целесообразно достижение ряда технологических эффектов: очистки от насыпной костры, параллелизации прядей, удаления из слоя не зафиксированных в зажимном транспортере коротковолокнистых фракций. С этой целью предусматривается использовать способ одностороннего трепания [1], [2] при одновременном воздействии бил на вершинные и комлевые участки прядей, расположенных по разные стороны зажимного транспортера трепальной машины.

Однако при использовании этого способа возникают сложности с обеспечением эффективного взаимодействия пряди со всеми билами барабанов. Это справедливо отмечал в своей работе Н.Н. Суслов: "...волокно при сходе с кромки бильной планки центробежными силами отбрасы-

вается к периферии, а следующая планка встречается с материалом значительно позднее, чем это следовало бы быть. Встречаемся здесь с таким фактом, когда одна кромка отводит горсть из-под воздействия другой" [3, с. 214]. В результате указанной особенности взаимодействия обрабатываемой пряди с биллом ухудшается эффективность процесса обескостривания. Объясняется это неопределенностью условий взаимодействия (после отлета пряди от била) с последующим по ходу движения биллом. Концевые участки при отлете могут путаться, их ориентация изменяется и к моменту соприкосновения с кромкой била они могут иметь значительную пространственную дезориентацию.

Для исключения этого негативного явления, например, в конструкции агрегата АЛС-1 применяют специальные ограждения [4], [5], расположенные на расстоянии

1...2 см от траектории перемещения кромок бил. Очевидно, что это ухудшает условия удаления костры из обрабатываемой пряжи, отбрасываемой в различном направлении (от центра вращения барабанов).

В этой связи обоснование условий, препятствующих отлету пряжи при сходе ее с била, является важной задачей, решение которой позволит улучшить процесс обогащения льняного сырца на основе одностороннего трепания.

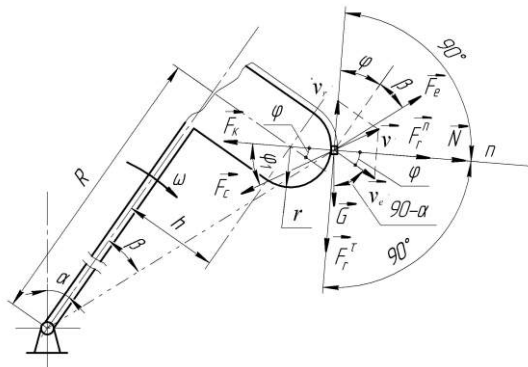


Рис. 1

Для ее решения рассмотрим схему взаимодействия пряжи с рабочей кромкой била (рис. 1). Условие движения пряжи по кромке без отрыва состоит в выполнении неравенства $N \geq 0$, где N – сила реакции рабочей кромки била. Воспользуемся принципом Даламбера, покажем все активные силы, силы реакции и силы инерции, действующие на элементарный концевой участок слоя длиной dx . Рассматриваемый участок совершает сложное движение: переносное (вместе с бильной планкой) и относительное (по кромке бильной планки). Барабан радиусом R вращается с постоянной угловой скоростью ω . Ширина бильной планки h , а радиус закругления ее рабочей кромки r .

Момент окончания взаимодействия пряжи с билем характеризуется углом α . Угловая координата положения конца пряжи относительно центра кривизны рабочей кромки в момент отлета определяется углом φ . Масса элементарного участка слоя равна $m = \gamma dx$, где γ – линейная плотность пряжи (при ширине 1 м), кг/м.

На исследуемый участок пряжи действуют силы: F_e – переносная сила инерции:

$$\vec{F}_e = \vec{F}_e^n + \vec{F}_e^t.$$

При условии $\omega = \text{const}$ угловое ускорение барабана $\varepsilon = 0$. Тогда

$$F_e^t = ma_e^t = mR\varepsilon = 0,$$

а

$$\vec{F}_e = \vec{F}_e^n = ma_e^n = \gamma dx \omega^2 R_1,$$

где $R_1 \approx \sqrt{R^2 + h^2}$ (если $r \ll R$); F_r – относительная сила инерции:

$$\vec{F}_r = \vec{F}_r^n + \vec{F}_r^t,$$

где $\vec{F}_r^n = ma_r^n = \gamma dx \frac{v_r^2}{r}$; $\vec{F}_r^t = ma_r^t = \gamma dx \frac{dv_r}{dt}$;

$v_r = \frac{ds}{dt}$ – относительная скорость элементарного участка пряжи, s – расстояние от точки зажима до рабочей кромки бильной планки. Это расстояние, исходя из схемы, представленной на рис. 2 (условия зажима и взаимодействия пряжи с билем барабана), можно определить (если пренебречь величиной h):

$$s = OA = \sqrt{R^2 + b^2 + d^2 - 2R\sqrt{b^2 + d^2} \cos(\omega t)}, \tag{1}$$

$$\omega t = \psi + \alpha, \tag{2}$$

$$\psi = \text{arctg}\left(\frac{d}{b}\right), \tag{3}$$

b, d – координаты точки зажима пряди O относительно оси вращения барабана O_1 .

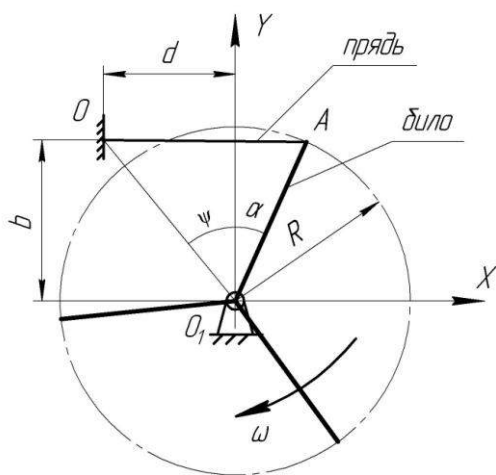


Рис. 2

Угол окончания взаимодействия пряди длиной L с поверхностью кромки била равен:

$$\alpha = \arccos\left(\frac{R^2 + b^2 + d^2 - L^2}{2R\sqrt{b^2 + d^2}}\right) - \arctg\left(\frac{d}{b}\right). \quad (4)$$

Примем за начальное положение барабана момент, когда положение взаимодействующего с прядью била совпадает с линией центров OO_1 .

Тогда прядь потеряет контакт с поверхностью била в момент времени $t_1 = \frac{\alpha + \psi}{\omega}$. С учетом этого относительная составляющая скорости запишется в виде:

$$v_r = \frac{\omega R \sqrt{b^2 + d^2} \sin\left(\alpha + \arctg\left(\frac{d}{b}\right)\right)}{\sqrt{b^2 + d^2 + R^2 - 2R\sqrt{b^2 + d^2} \cos\left(\alpha + \arctg\left(\frac{d}{b}\right)\right)}}.$$

G – сила тяжести, $\vec{G} = \gamma dx \vec{g}$,
где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения.

F_k – Кориолисова сила инерции:

$$F_k = 2\gamma dx \omega v_r.$$

F_c – сила сопротивления воздуха:

$$F_c = c_1 \rho s \frac{v^2}{2},$$

где c_1 – коэффициент сопротивления, зависящий от формы тела; в первом приближе-

нии примем $c_1 = 0,5$; ρ – плотность воздуха, $\rho = 1,29 \text{ кг/м}^3$; v – скорость движения воздуха относительно выделенного элемента пряди, м/с. По модулю принимаем равной абсолютной скорости выделенного элемента пряди:

$$v = \sqrt{v_e^2 + v_r^2 - 2v_e v_r \cos(90 - \phi)};$$

s – площадь лобового сопротивления, м^2 . При ширине слоя $\ell = 1 \text{ м}$, $s = dx \ell = dx \cdot 1$.

Спроецируем указанные силы на нормаль n и выразим силу реакции кромки N :

$$N = F_k - F_e \sin(\phi + \beta) - F_r^n - G \cos(90 - \alpha + \phi) + F_c \cos(\phi_1), \quad (5)$$

где $\beta \approx \arctg\left(\frac{h}{R}\right)$, (так как $r \ll R$);

$$\phi_1 = \frac{\pi}{2} - \arccos\left(\frac{v_r^2 + v^2 - v_e^2}{2v_r v}\right).$$

С целью выявления наиболее значимых параметров процесса и пряди, влияющих на отлет ее свободного участка в процессе трепания, исходя из указанных выше зависимостей, проведем процедуру их ранжи-

рования. Для этого используем план сочетания параметров 2^7 . Для каждого сочетания параметров этого плана по формуле (4) была определена сила реакции N кромки на прядь. В табл. 1 указаны принятые параметры и уровни их варьирования. Разведочные опыты и расчеты показали, что

параметр h и угловая координата положения конца пряди при отлете φ практически не влияют на величину N , по сравнению с другими параметрами, поэтому было решено в расчетном эксперименте ими не варьировать. Они приняты постоянными, а именно $h = 0,05$ м, $\varphi = 45^\circ$.

Таблица 1

Параметры	Уровни параметров	
	нижний	верхний
Линейная плотность пряди γ , кг/м	0,43	1,24
Длина горсти L , м	0,4	0,6
Частота вращения барабана n , мин ⁻¹	50	200
Радиус барабана R , м	0,3	0,4
Вертикальная координата точки зажима b , м	0,30	0,45
Горизонтальная координата точки зажима d , м	0,30	0,45
Радиус закругления рабочей кромки бильной планки r	0,001	0,03

В качестве эффекта влияния исследуемых варьируемых параметров согласно табл. 1 принято значение N . Интервалы варьирования параметров γ и L были приняты с учетом реальных свойств материала и технических характеристик мяльно-трепального агрегата МТА-2Л. Значения остальных параметров – исходя из конструктивных особенностей исследуемой машины для облагораживания сырца. Статистическую обработку результатов проведенного расчетного эксперимента проводили, применяя программу Statistica 6.0, которая в конечном итоге позволила построить диаграмму, представленную на рис. 3 – ранжированный ряд исследуемых параметров.

Из диаграммы следует, что в наибольшей степени на отлет концевой участка пряди влияют радиус закругления рабочей кромки била и частота вращения барабана. Далее, но при меньшем влиянии, следуют параметры: линейная плотность пряди и радиус барабана. В наименьшей степени проявляются координаты закрепления пряди при трепании и длина обрабатываемой пряди.

По знаку величины эффекта можно рекомендовать желательный уровень анализируемых параметров. Так, для снижения вероятности отлета концевых участков пряди L и r целесообразно поддерживать на

верхних уровнях, а γ , R , n , b и d – на нижних.

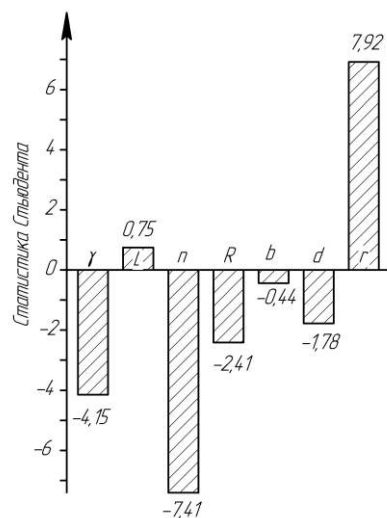


Рис. 3

Представляют интерес зависимости величины исследуемой силы реакции N от выявленных наиболее значимых параметров, а именно от радиуса закругления кромки и частоты вращения барабана. Результаты расчетов в виде графиков представлены на рис. 4. Рассмотрено два варианта, отличающиеся диаметром трепальных барабанов (рис. 4-а: $R = 0,3$ м; рис. 4-б: $R = 0,4$ м) при $\gamma = 0,84$ кг/м; $L = 0,5$ м; $b = 0,38$; $d = 0,38$. Линейная плотность пряди γ , исходя из ее прямо пропорционального влияния на силу реакции кромки N , очевидно, будет влиять только

на величину силы реакции, не изменяя ее характер. Полученные результаты примечательны наличием условий обработки, при которых не происходит отрыва конце-

вого участка пряжи в процессе ее трепания. Это наблюдается при малой скорости вращения барабанов и при повышенном радиусе закругления кромки била.

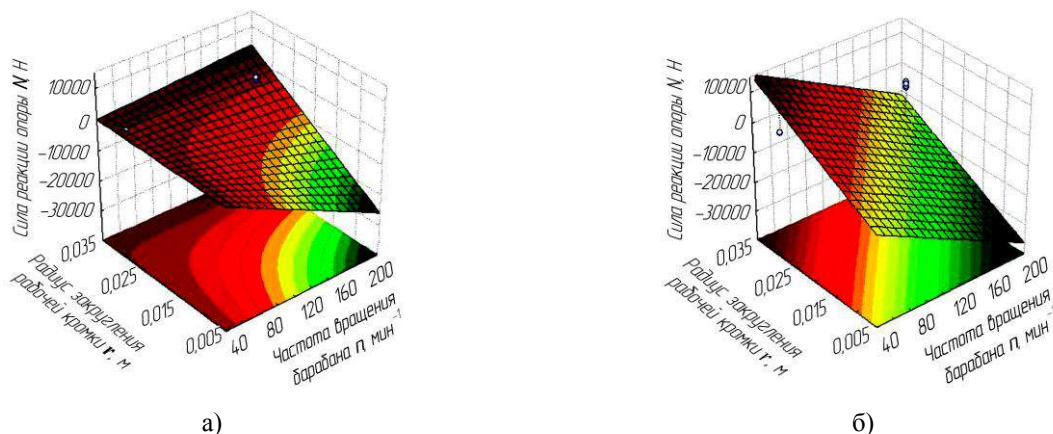


Рис. 4

Обращает на себя внимание различие степени влияния исследуемых параметров на N при разном диаметре трепальных барабанов. С увеличением R изменчивость N – больше. При этом вероятность отрыва конечного участка пряжи от поверхности била также возрастает.

метра барабанов приводит к отрыву пряжи от била, а также увеличивает варьирование силы реакции N .

ВЫВОДЫ

ЛИТЕРАТУРА

1. Определены условия движения пряжи при одностороннем трепании без ее отрыва от поверхности кромки била, определяющиеся величиной N – силы реакции рабочей кромки била на прядь. Установлено, что на величину N в наибольшей степени влияет радиус закругления била и частота вращения барабана.

1. Патент РФ № 2117082 кл. D 01 В 1/14, 5/00. Оpubл. 08.10. 1998. Способ получения длинного лубяного волокна и устройство для его осуществления / Смирнов Б.И., Смирнов А.Б., Смирнов В.Б., Сизов И.П., Астерин Э.П.
2. Первичная обработка лубяных культур: обмен производственно-техническим опытом – М. : Бюро технической информации легкой промышленности, 1959. (Предложение Шамакова В.Ф. С.19...20)
3. Сулов Н.Н. Исследование процесса трепания льна: Дис. ... докт. техн. наук. – М., 1961.
4. Патент РФ № 2099447 кл. D 01 В 1/10. Оpubл. 20.12.1997. Способ получения длинного лубяного волокна и устройство для его осуществления / Смирнов Б.И., Новиков Э.В., Ипатов А.М., Смирнов А.Б.
5. Новиков Э.В. Обоснование параметров и характеристик малогабаритной трепальной машины: Дис... канд. техн. наук. – Кострома, 1998.

2. Повышение вероятности отрыва конечного участка пряжи от поверхности кромки била происходит при увеличении частоты вращения барабанов и снижении радиуса закругления кромки.

3. При неизменных частоте вращения трепальных барабанов и радиусе закругления рабочей кромки бил увеличение диа-

метра барабанов приводит к отрыву пряжи от била, а также увеличивает варьирование силы реакции N .

3. При неизменных частоте вращения трепальных барабанов и радиусе закругления рабочей кромки бил увеличение диа-

метра барабанов приводит к отрыву пряжи от била, а также увеличивает варьирование силы реакции N .

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 24.06.09.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ (МИГРАЦИИ) ИНОРОДНЫХ ПРИМЕСЕЙ В ВОЛОКНИСТОЙ МАССЕ*

Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ, А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Д.А. ЛЕБЕДЕВ

(Костромской государственной технологической университет)
E-mail: info@kstu.edu.ru

Рассмотрены основные теоретические аспекты изучения процесса перемещения (миграции) инородных примесей в волокнистой массе, являющегося одним из важнейших этапов очистки волокна, а также классификация механических воздействий на волокнистый материал. Отмечено, когда проявляется процесс миграции сорных примесей.

Basic theoretical aspects of research of the shifting (migration) process of foreign admixtures in fibrous mass, that is one of the most important fibre cleansing stages, as well as the qualification of mechanical influence on a fibrous material. It is noted when the process of foreign admixtures "migration" is revealed.

Ключевые слова: очистка волокна от сорных примесей, разрежение слоев, чесание, миграция инородных примесей, движение частицы, давление, силы трения.

Любой волокнистый материал, а особенно натурального происхождения, какими являются льняное, хлопковое волокно и шерсть, содержит посторонние органические и минеральные примеси. Решение вопросов, связанных с их эффективным удалением при сохранении природных свойств волокна, является актуальной задачей. Это важно потому, что эффективность известных волоконочистительных машин невысокая и не превышает 30...60% [1]. Многообразие подходов для решения задач по выделению инородных примесей из волокнистой массы позволяет классифицировать их по следующим признакам механических воздействий.

1. Воздействие рабочими органами на волокно в свободном и зажатом состоянии. Эти воздействия сопровождаются динамическими процессами при ударе частиц о колосники или при ударе рабочего органа по зажатой прядке. Это наиболее распространенный способ очистки волокна и в достаточной мере изучен многими исследова-

телями как с позиции теории, так и экспериментально. Следует отметить, что при этом способе большая часть инородных примесей выделяется с открытой поверхности волокнистой массы или частиц. Что происходит с примесями, находящимися внутри волокнистой массы, как правило не рассматривается.

2. Разрежение слоев. Лучшие условия для выделения инородных примесей из волокнистой массы достигаются тогда, когда они оказываются на открытой поверхности волокнистых частиц. Это обеспечивается разрежением слоев, под которым подразумевается процесс разрыхления. Процесс разрыхления ранее рассматривали в работах [2] [3], однако с позиции открытой поверхности он более подробно изучен в работах [4] [5]. Ранее нами отмечалось, что "разукрупнение" частиц волокнистого материала приводит к образованию новых открытых поверхностей и может оцениваться коэффициентом открытой поверхности:

*Работа выполнена по проекту 2.1.2/6360 Аналитической ведомственной целевой программы "Развитие научного потенциала высшей школы".

$$\eta = \frac{s_{\Sigma}}{s_0}, \quad (1)$$

где s_{Σ} – суммарное значение площади новых открытых поверхностей волокнистых частиц после разрежения; s_0 – полная площадь открытой поверхности исходного образца.

Возможный очистительный эффект после разрежения можно оценить по выражению

$$K = c \frac{s_{\Sigma}}{V_0} = c\eta \frac{s_0}{V_0}, \quad (2)$$

где c – коэффициент, учитывающий, что не все сорные частицы выделяются с открытой поверхности при обработке в очистительной секции; V_0 – объем исходного образца волокнистого материала.

3. Чесание (вычесывание). Чесание волокнистой массы – обязательный процесс в технологии обработки волокна, так как при этом достигается параллелизация волокон, выделяются инородные примеси (сор) и мягкие пороки. Чесание осуществляется на чесальных машинах и является самостоятельным процессом в технологии подготовки волокна к прядению.

4. Миграция инородных примесей внутри волокнистого материала. Процесс перемещения инородных примесей в волокнистой массе (миграция) – новое теоретическое направление для волокнистого материала. Исследований, посвященных этому вопросу, кроме работы проф. Бурнашева Р.З. [6], практически нет.

Рассмотрим основные теоретические аспекты исследований этого процесса.

Движение твердых частиц внутри какой-то среды представляет большой интерес. Под эти задачи подпадают такие процессы, как движение (миграция) камней в песчаном грунте, процессы движения твердых частиц внутри среды, на которую воздействуют вибрацией или ударами. Последнее в достаточной мере изучено в теории сепарирующих машин при переработке сыпучих материалов, например, зерна,

при обогащении полезных ископаемых и др. [7]. Движение твердых частиц в колеблющейся сыпучей среде рассматривается в предположении, что сопротивление среды подобно силе сухого трения и частица остается неподвижной относительно среды до тех пор, пока действующая на нее сила не превышает определенный предел. Обычно это происходит, когда сила инерции, действующая на частицу в относительном движении, превосходит силу сопротивления.

Уравнение относительного движения частицы в колеблющейся среде справедливо для любой сплошной среды, обладающей свойством инертности, и может быть записано [7] таким образом:

$$m \dot{v} = m_0(\Delta - 1)(g - \dot{u}) + \Phi, \quad (3)$$

где v – скорость частицы относительно среды; u – абсолютная скорость среды в точке, совпадающей с центром тяжести частицы (скорость переносного движения); m – масса частицы; m_0 – масса среды в объеме, равном объему частицы; $\Delta = \frac{\rho}{\rho_0} = \frac{m}{m_0}$ – отношение средних плотностей частицы и среды; g – ускорение силы тяжести; Φ – сила, с которой среда действует на частицу.

Процесс перемещения сорных примесей в волокнистой массе достаточно сложный и отличается от условий движения твердых частиц в колеблющейся сыпучей среде. Эти отличия заключаются прежде всего в свойствах среды: высоком сопротивлении волокнистой массы перемещению инородных частиц, а также в том, что сами инородные частицы могут иметь значительный разброс физико-механических свойств и геометрических характеристик. Так, минеральные примеси (пыль, песок, камни) будут перемещаться внутри волокнистой массы под воздействием ударных возмущений со стороны рабочих органов очистителя по схеме, где будут превалировать инерционные нагрузки и сила тяжести. Движение органических примесей,

имеющих значительно меньшую плотность, в большей степени будет зависеть от разности проекций сил, действующих на частицу внутри волокнистой массы, на какую-то ось из-за высокой анизотропии

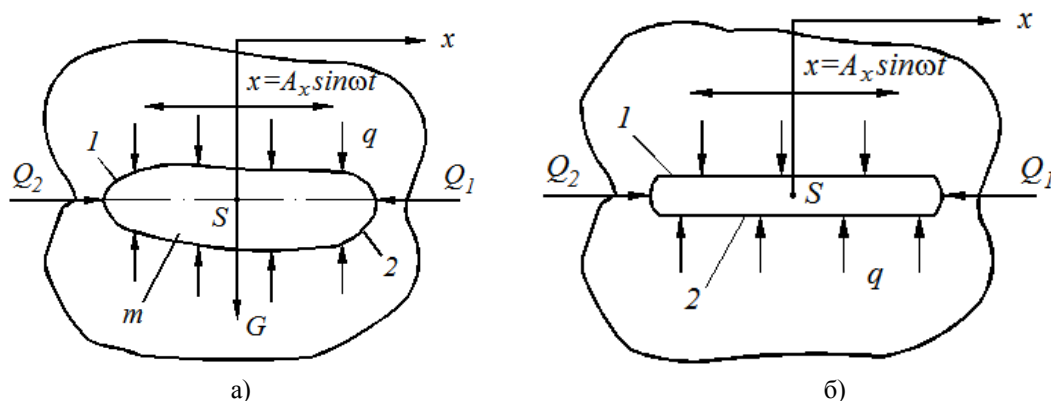


Рис. 1

На рис. 1-а показаны силы, действующие на минеральную частицу внутри волокнистой массы.

Перемещению частицы вдоль оси OX противодействует сила Q1, в противоположную сторону сила Q2. Эти силы, как реакция среды могут иметь самые разные значения [6]. Могут быть постоянными, изменяющимися по линейному или какому-либо другому закону. Считаем, что слой волокнистой массы, расположенный выше частицы, приводится в движение от рабочего органа по гармоническому закону:

$$X = A_x \sin \omega t, \quad (4)$$

где A_x – амплитуда колебаний верхнего слоя вдоль оси OX; ω – круговая частота колебаний верхнего слоя волокнистой массы.

На частицу также действуют давление q и силы трения, в значительной мере управляющие движением частицы.

Сила трения о поверхность частицы может быть определена так:

$$T_{\max} = \mu_{1,2} \int_F q dF = \mu_{1,2} N, \quad (5)$$

где $\mu_{1,2}$ – коэффициенты трения частицы о верхнюю и нижнюю поверхность частицы;

фрикционных свойств. Эти перемещения от одиночных ударов рабочего органа могут быть небольшими и для получения нужного результата потребуется нанесение значительного количества ударов.

F – площадь поверхности; N – суммарное давление на поверхности частицы.

Неоднородность трения и соотношения инерционных сил с силами трения позволят проанализировать кинестатику процесса по отдельным фазам движения частицы внутри волокнистого материала.

На рис. 1-б показана расчетная схема сил и перемещения органической частицы внутри волокнистой массы. Здесь главными силами, управляющими процессом движения частицы, являются силы трения. Неоднородность трения волокнистого материала о поверхность сорной частицы создает условия для преодоления сопротивления Q1.

Кинестатика, варианты и условия перемещения частиц в ту или иную сторону зависят от соотношения основных сил и будут рассмотрены отдельно.

Анализируя приведенную выше классификацию по признакам механических воздействий, следует отметить, что первые два и четвертый, как правило, в волокноочистительных машинах проявляются, если не одновременно и вместе, то в какой-то последовательности, причем могут проявляться и одновременно, но большее влияние будет иметь тот фактор, для реализации которого предназначена конкретная машина. Так, например, при ударах

рабочего органа по волокну в зажатом состоянии лучше проявляются первый и четвертый признаки. При взаимодействии рабочих органов с волокнистым материалом в свободном состоянии больше проявляются признаки динамических воздействий,

разрежение и миграция инородных частиц в волокнистой массе.

В табл. 1 показаны типовые волоконноочистительные машины и основные виды воздействий на волокно с целью выделения инородных примесей.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Типовые волоконноочистительные машины	Воздействие в свободном состоянии	Воздействие в зажатом состоянии	Смещение слоев волокна	Миграция сорных примесей в волокне
1	Очиститель ОН-6-3	+	-	+ -	+
2	Очистители с питающим столиком (валиком)	-	+	+	+
3	Очиститель ВПК	-	+	+	+
4	Очиститель 1 ВП (3 ОВП)	+	-	+	+
5	Очистительная линия RN (Трюцшлер, Германия)	+	+	+	+

Как видно из табл. 1, движение (миграция) сорных примесей внутри волокнистой массы присутствует во всех конструкциях волоконноочистительных машин. Это говорит о необходимости изучения этого направления для того, чтобы в дальнейшем можно было разработать более эффективные технологии очистки.

ВЫВОДЫ

Рассмотрены теоретические предпосылки к изучению процесса перемещения (миграции) инородных примесей в волокнистой массе, являющегося новым направлением в разработке теоретических основ очистки волокна.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* Теория и практика совершенствования очистителей волокна: Монография. – Кострома: КГТУ, 2001.
2. *Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А.* Моделирование технологических процессов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
3. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №3. С. 29...33.
4. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №4.
5. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* Повышение способности волокнистого материала к очистке. // Вестник КГТУ. – Кострома, 2000, №2. С.54...56.
6. *Бурнашев Р.З.* Теоретические основы технологии очистки хлопка-сырца: Дис.... докт. техн. наук. – Ташкент, 1983.
7. *Блехман И.И., Джанелидзе Г.Ю.* Вибрационное перемещение. – М.: Наука, 1964.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 14.01.10.

УДК 677.052.7

СИЛОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПРЯЖУ В ЗОНЕ КН ПРИ СПОСОБЕ РКН

П.М. МОВШОВИЧ, К.Э. РАЗУМЕЕВ, Е.В. ПАВЛЮЧЕНКО

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,
Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности)

E-mail: office@msta.ac.ru, office@roszitlp.ru

Получено аналитическое описание процесса изменения крутки в зоне баллона, что дает достаточно информативную картину физического процесса в этой зоне и может быть использовано для оптимизации работы крутильно-мотального устройства.

Установлено, что разделение операций кручения и наматывания позволяет значительно снизить обрывность пряжи и повысить производительность оборудования.

Analytical description of the twist change process in the ballon zone is obtained, that gives a sufficiently informative picture of the physical process in that zone and can be used for a twisting-winding machine.

Separation of twisting and winding operations enables to decrease significantly yarn break and increase the equipment productivity.

Ключевые слова: раздельное кручение и наматывание (РКН), предельный скоростной режим, натяжение, баллоноограничители, тормозная горка, прочность образцов.

Нами были рассмотрены процессы, характеризующие поведение нити в зоне кручения – формирования [1], [2]. В то же время остается невыясненным важный вопрос – пределы воздействия на нить в полцикле торможения с точки зрения обрывности. С этим непосредственно связана проблема предельного скоростного режима устройства РКН. Пределы скорости определяются следующими факторами:

- проблемы механики устройства (существование области критических скоростей);

- устойчивость технологического процесса, поскольку превышение натяжения в

зоне баллона определенного уровня «срывает» процесс: увеличение натяжения нити на входе в зону КН исключает фазу намотки, поскольку нить постоянно проскакивает тормозную горку;

- вероятность обрыва в зоне КН.

Первый фактор представляет собой чисто механическую проблему и во многом определяется конструкцией устройства. Из условий, способствующих устойчивости работы, следует указать наличие двух разнесенных в пространстве опор.

Для устранения ограничений в рамках второго фактора следует предусмотреть меры, направленные на уменьшение натя-

жения в баллоне (баллоноограничители, безбаллонные насадки).

Данная статья посвящена третьему фактору: силовому анализу пряжи в зоне КН.

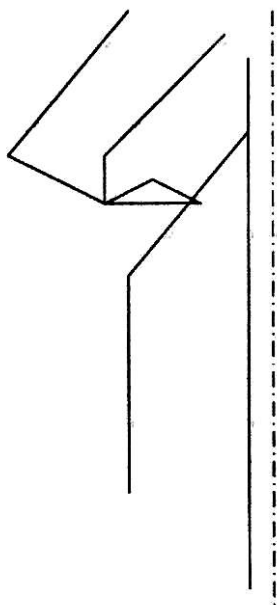


Рис. 1

На рис. 1 (общая технологическая схема способа РКН) схематично показано силовое воздействие на нить со стороны тормозной горки. Очевидно, что для стабильного протекания процессов кручения и намотки необходимо выполнение следующих условий.

1. Правильно выбранное возвышение горки над горизонталью. При невыполнении этого условия (малое возвышение) нить не будет наматываться, процесс кручения (без намотки) будет постоянным, будет накапливаться избыток нити, что приведет к нарушению технологического процесса. При избыточном возвышении горки натяжение будет избыточным, и плотность намотки превысит допустимый уровень. При дальнейшем повышении натяжения может превысить критическое значение, и наступит обрыв.

2. Расположение горки в радиальном направлении должно быть таким, чтобы обе ветви тормозимой нити были примерно равны, то есть горка должна обеспечивать симметрию обеих ветвей наматываемой нити.

Поскольку длина наматываемой нити в зоне КН переменна (это объясняется конической формой наматываемой поверхности), горка должна принудительно перемещаться в радиальном направлении по мере формирования слоев и прослоек.

3. Расположение горки в вертикальном направлении, по-видимому, также должно изменяться с перемещением в радиальном направлении. Это объясняется изменением жесткости наматываемой нити в связи с изменением ее длины по стадиям формирования слоев и прослоек.

Рассмотрим подробнее условия силового воздействия на нить в зоне КН и связанную с ней вероятность обрыва.

Силовое воздействие на нить в зоне КН вызывается главным образом изменением геометрии подхода нити к початку в полуцикле намотки. Здесь речь идет об изломе линии подвода нити к початку (рис. 1).

На рис. 2 схематически показано изменение технологической линии в зоне КН в полуцикле намотки.

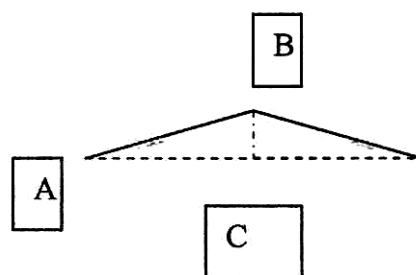


Рис. 2

Простой расчет показывает, что возвышение технологической линии (катет ВС) при достаточно четком торможении должно составлять величину порядка 10% (0,1). При этом длина гипотенузы в относительных единицах будет равна:

$$\sqrt{(1+0,01)} = \sqrt{1,1} = 1,05.$$

Это означает, что пик натяжения превышает среднее натяжение на 5%.

По-видимому, натяжение намотки будет определяться, главным образом, натяжением нити в баллоне.

Рассмотрим резервы, обеспечиваемые способом РКН, которые обеспечиваются особыми условиями воздействия на нить в зоне КН. Эти условия определяются малой длиной зоны намотки нити в активной зоне.

Как известно, обрыв нити происходит, когда случайная величина (натяжение) превышает другую случайную величину (прочность нити). На рис. 3 представлена кривая, характеризующая плотность вероятности прочности по отрезкам пряжи, которые можно назвать базой измерения.

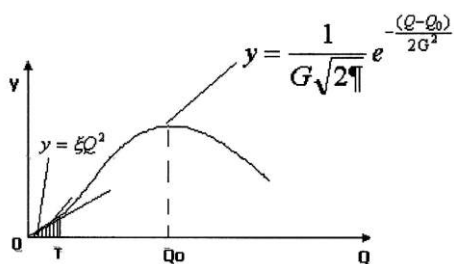


Рис. 3

В обычном технологическом режиме обрывность можно себе представить как величину, которая определяется площадью под кривой плотности вероятности (заштрихованная область под кривой на рис. 2). Естественно, величина T (текущее значение натяжения) существенно ниже средней прочности Q_0 . Поскольку доля обрывности в нормальном процессе есть отношение заштрихованной области по отношению ко всей площади, располагающейся по кривой распределения, обрыв

представляет собой весьма редкую величину.

Стандартные измерения прочности проводятся на длине 500 мм. Как следует из рис. 2, нить в зоне КН имеет значительно меньшую длину. Для оценки изменения прочности воспользуемся формулой, приведенной в монографии В.П. Щербакова и Н.С. Скулановой [3]:

$$\sigma(\ell) = \sigma(\ell_0) \left(\frac{\ell_0}{\ell} \right)^{1/\alpha},$$

где α – параметр распределения Вейбулла.

Расчет показывает весьма значительное увеличение прочности для образцов рассматриваемой длины. Это подтверждает весьма малую вероятность обрыва в зоне при принятой технологической линии. Это подтверждает значительные резервы как с точки зрения выбора высоты горки, так и с точки зрения повышения производительности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мовшиович П.М., Разумеев К.Э., Павлюченко Е.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности". – 2009, № 6. С. 39...41..
2. Мовшиович П.М., Разумеев К.Э., Павлюченко Е.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 1. С. 37...39.
3. Щербаков В.П., Скуланова Н.С. Монография. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2008.

Рекомендована кафедрой технологии шерсти МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 05.02.09.

УДК 677.023.628.3

О СТРУКТУРЕ ДИСПЕРГИРУЮЩЕГО СЛОЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ АЭРАТОРОВ « ПАНТЕКС»

С.Д. НИКОЛАЕВ, И.Н. ПАНИН, Е.П. ЦИМБАЛЮК, М.А. БОЯРКИНА

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина,
Ульяновский государственный университет)
E-mail: office@msta.ac.ru

Исследования, проведенные в условиях очистных сооружений МУП ВКХ "Димитровградводоканал", показали, что наиболее полно требованиям, предъявляемым к системам аэрации, отвечают аэраторы "Пантекс", диспергирующий слой которых сформирован слоисто-каркасной намоткой полипропиленовых нитей на перфорированный каркас с продольными воздушными каналами.

The research, made in the conditions of the treatment plants of МУП ВКХ «Димитровградводоканал» demonstrate that "Pantex" aerators, meets the demands made for the aeration systems to the utmost, the dispersant layer of such aerators are formed by laminated-covered winding of polypropylene threads on the perforated frame with air channels.

Ключевые слова: диспергирующий слой, аэраторы, пористость, проницаемость, замкнутые, сомкнутые, спиралевидные намотки.

Известно [1], что при биологической очистке сточных вод используются пневматические аэраторы, обеспечивающие подачу воздуха в виде пузырьковой массы в аэробные минерализаторы и аэротенки. Конструкции аэраторов разнообразны, это и дисковые мембраны с микропорами, керамические трубы, фильтросные трубы с диспергирующим слоем, сформированным пневмоэкструзией полипропиленового волокна из расплава, аэраторы, диспергирующий слой которых сформирован слоисто-каркасной намоткой полипропиленовых нитей на перфорированный патрон

(аэраторы "Пантекс") и т.д. Большое многообразие структур аэраторов требует определения оптимальных параметров их работы, для чего следует уточнить основные требования, предъявляемые к системам аэрации, а точнее говоря, к структуре диспергирующих слоев данных систем.

Как показывает практика, аэраторы при биологической очистке должны:

– обеспечивать формирование мелкопузырчатой массы воздуха, подаваемого в аэротенк, причем размеры пузырьков воздуха должны быть минимальными (1÷2 мм);

– структура диспергирующего слоя должна быть устойчива как к механическим воздействиям, так и к перепадам давления подаваемого воздуха, для исключения явления "пробоя" диспергирующего слоя и образования "бурунов", то есть выхода воздуха не пузырьками а струей, что приводит к образованию застойных неаэрируемых зон в аэротенках, перерасходу воздуха и электроэнергии;

– диспергирующий слой аэраторов должен исключать явление кольматации (обрастание и закупорка пор осадками активного ила и песка);

– аэраторы должны обеспечивать устойчивую подачу воздуха длительный период времени (до 10 лет) и быть удобны в сборке и обслуживании;

– аэраторы должны быть дешевыми.

Как показали экспериментальные исследования, проведенные в условиях очистных сооружений МУП ВКХ "Димитровградводоканал", наиболее полно всем этим требованиям отвечают аэраторы "Пантекс", диспергирующий слой которых сформирован слоисто-каркасной намоткой полипропиленовых нитей на перфорированный каркас с продольными воздушными каналами. Структура намотки нитей обеспечивает не только заданную пористость и проницаемость диспергирующего слоя аэраторов, но задает направление движения пузырьковой массы воздуха на выходе, что особенно важно для расширения аэрируемых зон под фильтросными трубами.

В [2] было показано, что в зависимости от угла сдвига витков нитей между первой и $p+1$ парами слоев все намотки можно подразделить на два элементарных вида – замкнутые и сомкнутые:

У p -замкнутых намоток (сотовой структуры) угол сдвига витков между первой и $p+1$ парами слоев намотки равен:

$$\Psi_{1,p+1}=360Z, \quad (1)$$

где $p = 1; 2; \dots$ – степень замыкания намотки; $Z=0; 1; 2; \dots$ – кратность замыкания намотки.

У p -сомкнутых намоток (наиболее плотной структуры):

$$\Psi_{1,p+1}=360Z \pm \Psi_c. \quad (2)$$

В первом случае (при знаке плюс перед Ψ_c) имеем опережающую, а во втором случае (при знаке минус перед Ψ_c) имеем отстающую намотку.

Требуемый для получения намотки сомкнутой структуры (обеспечивающей минимальный размер пузырьков воздуха ($1 \div 2$ мм)) угол сдвига витков может быть определен по формуле [3, с.36]:

$$\Psi_c = \frac{180}{\pi} \frac{2d}{D \sin \frac{\beta}{2}}, \quad (3)$$

где d – диаметр наматываемой нити; D – диаметр намотки диспергирующего слоя; β – угол скрещивания витков.

Для существующих толщин (диаметров) полипропиленовых нитей, используемых в формировании диспергирующего слоя аэратора, Ψ_c изменяется в пределах от 2 до 5°.

Однако существует еще один вид намоток, являющийся производным от замкнутых и сомкнутых структур – спиралевидный (рис. 1).



Рис. 1

У спиралевидной структуры угол сдвига витков:

при опережающей намотке

$$360Z + \Psi_c > \Psi_{1,p+1} > 360Z, \quad (4)$$

при отстающей намотке

$$2Z\pi > \Psi_{1,p+1} > 360Z - \Psi_c. \quad (5)$$

Точки А и В, показанные на рис.2, соответствуют опережающей и отстающей спиралевидным намоткам.

У опережающей намотки (рис. 3-а) спирали закружены по часовой, а у отстающей – (рис. 3-б) против часовой стрелки.

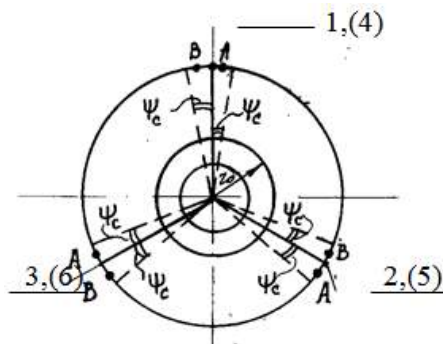


Рис. 2

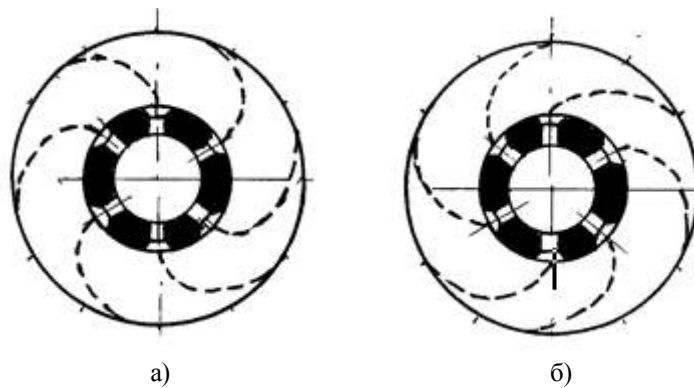


Рис. 3

На рис. 4-а показан механизм образования пор спиралевидной опережающей намотки. Витки $p+1^{й}$ пары слоев намотки здесь частично (в нашем случае наполови-

ну) лежат на витках первой пары слоев, в результате чего образуются своеобразные спиралевидные соты, по которым и разгоняются пузырьки воздуха.

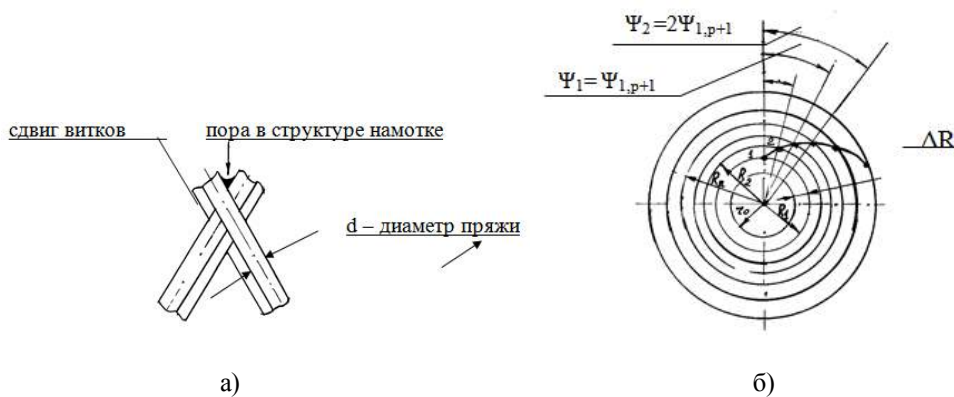


Рис. 4

Радиус намотки диспергирующего слоя может быть определен по формуле [4]:

$$R = \sqrt{r_0^2 + \left(\frac{h_k}{4\pi i_0}\right)^2} + \frac{T\phi}{2\pi N\gamma \cdot 10^5}, \quad (6)$$

где r_0 – радиус перфорированного патрона, на который наматывается нить; $h_k = 2H/k$ – шаг канавки кулачка нитеводителя; H – размах движения нитеводителя; T – линейная плотность наматываемых нитей, текс; ϕ – угол поворота фильтросной трубы при формировании диспергирующего слоя; γ – удельная плотность намотки нити

в структуре диспергирующего слоя; $k=1$ – число оборотов кулачка нитеводителя за цикл движения нити.

За p циклов движения нитеводителя паковка (аэратор) повернется при формировании намотки на угол:

$$\Delta\varphi = 2\pi k p i_0 \quad (7)$$

и приращение радиуса намотки ΔR [см] составит:

$$\Delta R = \frac{T k p i_0}{N \gamma \cdot 10^5},$$

где i_0 – общее передаточное отношение мотального механизма.

При этом витки $p+1$ й пары слоев намотки сместятся относительно витков первой пары слоев на угол:

$$360Z + \Psi_c > \Psi_{1,p+1} > 360Z. \quad (8)$$

Перемещение луча (рис 4-б) с окружностью радиуса:

$$R_1 = \sqrt{r_0^2 + \left(\frac{h_k}{4\pi i_0}\right)^2} + \Delta R \quad (9)$$

обозначит первую точку формирования спирали – смещение по структуре намотки диспергирующего слоя: $\Psi_n = n\Psi_{1,p+1}$.

При повороте паковки на угол $2\Delta\varphi$ радиус намотки возрастет на $2\Delta R$, а угол сдвига между первой и $2(p+1)$ й пары слоев станет равным $2\Psi_{1,p+1}$.

Отложив луч из центра вращения паковки под углом $2\Psi_{1,p+1}$, получим в месте его пересечения с окружностью радиуса $R_2 = R_1 + \Delta R$ точку 2 формируемой спирали и т.д.

Нетрудно видеть, что между углом сдвига:

$$\Psi_n = n\Psi_{1,p+1},$$

где n – номер очередного объемного слоя намотки толщиной ΔR , и радиусом намот-

ки R существует прямо пропорциональная зависимость, то есть:

$$R_1 = \sqrt{r_0^2 + \left(\frac{h_k}{4\pi i_0}\right)^2} + a\psi, \quad (10)$$

где a – коэффициент пропорциональности.

Следовательно, формируемые в диспергирующем слое аэратора спиралевидные поры являются не чем иным, как спиралями Архимеда.

Наклон спирали зависит от величины угла сдвига витков $\Psi_{1,p+1}$ и от скорости возрастания радиуса намотки R (то есть от линейной плотности наматываемой нити и удельной плотности намотки аэратора).

Разгон пузырьков воздуха по спиральям пор диспергирующего слоя аэратора способствует повышению барботажа стоков и задает направление воздушно-пузырькового потока на выходе из диспергирующего слоя, что следует учитывать при укладке фильтросных труб на "постель" аэротенков.

ВЫВОДЫ

1. При формировании диспергирующего слоя аэраторов намоткой нитей обеспечивается заданная пористость и проницаемость за счет выбора структуры намотки нитей.

2. Намоточная структура диспергирующего слоя аэратора полностью исключает явления "пробоя" вследствие самовосстановления расположения витков намотки нитей при их раздвижении.

3. Постоянное колебание (вибрация) нитей под воздействием потока воздуха исключает явление кольматации диспергирующего слоя намотки аэратора.

4. Спиралевидная структура намотки диспергирующего слоя способствует разгону пузырьков воздуха по спиральям Архимеда, что способствует перемешиванию стоков и исключению образования застойных зон под фильтросными трубами в аэротенках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шишкин З.Н., Карелин Я.А., Колобанов С.К., Яковлев С.В. Канализация. – М.: Изд-во по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1960.

2. Гордеев В.А., Зайцев В.П., Панин И.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1983, №2.

3. Гордеев В.А., Волков П.В. Ткачество. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

4. Зайцев В.П. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1988, №4.

Рекомендована кафедрой ткачества МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 25.04.09.

УДК 677.024

ВЗАИМОСВЯЗЬ РАЗМЕРОВ ЗЕВА С МАКСИМАЛЬНО ВОЗМОЖНОЙ ТОЛЩИНОЙ СЛОИСТО-КАРКАСНЫХ ТКАНЕЙ

В.Ю. СЕЛИВЕРСТОВ, А.П. ГРЕЧУХИН, И.Н. ПЕТРОВ

(Костромской государственной технологической университет)
E-mail: info@kstu.edu.ru

Предложена методика расчета максимально возможной толщины слоисто-каркасной ткани при использовании челночного и рапирного механизма ввода утка в зев (с учетом максимального смещения рапиры по высоте).

The methods of calculation of the laminated-framed fabrics highest possible thickness by using the shuttle and the rapier mechanism of leading a weft into a shed (taking into account the maximum shifting of the rapier by height) is offered.

Ключевые слова: трехмерная ткань, челночный и рапирный механизмы ввода утка в зев, радиус рапиры, высота стенки челнока, толщина ткани.

Слоисто-каркасные ткани отличаются от тканей обычных переплетений тем, что их опушка при формировании данного вида изделий на станке перемещается не только в горизонтальной плоскости, но и вертикальной. Причем перемещение в вертикальной плоскости тем больше, чем больше толщина образуемой трехмерной ткани. Все это ухудшает условия для прокладывания уточной нити. При использовании различных типов механизмов для введения утка при условии неизменности размеров зева наблюдается снижение в различной степени такого важного для трехмерного тканого изделия показателя как толщины. Поэтому при выработке данного вида тканей целесообразно использовать устройства для введения уточ-

ной нити с перемещением в вертикальной плоскости. Наиболее просто такое условие возможно реализовать у рапирного механизма ввода утка с жесткими рапирами.

Проведем сравнительный расчет получения максимально возможной толщины трехмерной слоисто-каркасной ткани при условии двух способов введения утка: челночного и рапирного. Обязательным условием расчета являются заданные неизменные параметры зева.

За начало координат примем точку контакта нити основы нижней ветви зева и галева ремизки для ремизки, которая имеет наименьшую высоту зева. Схема взаимодействия ветвей зева, ткани и прокладчика утка (челнок или рапира) представлена на рис. 1 (схема передней части зева).

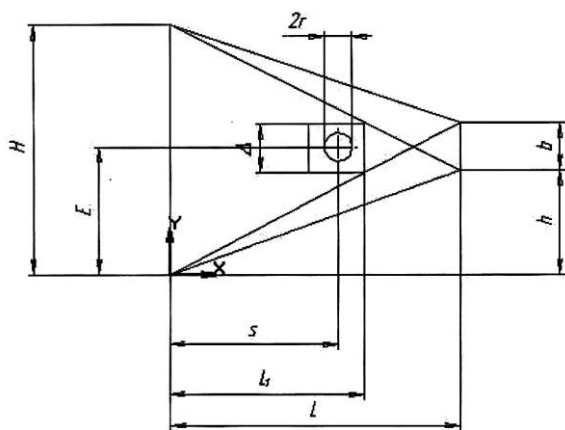


Рис. 1

На рис. 1 – размеры относительно начала координат: H – высота зева; E – положение центра рапиры по оси Y ; h – положение грудницы; b – толщина ткани; s – положение центра челнока или рапиры по оси X ; L_1 – расстояние до стенки челнока; L – вынос зева; r – радиус рапиры; Δ – высота стенки челнока.

Все обозначения соответствуют размерам в момент начала ввода рапир в зев.

За начало координат примем т. O (нижняя ветвь наименьшего по размерам зева в этой точке касается с галевом соответствующей ремизки).

Ветвь зева – прямая линия. Тогда уравнение этой прямой для нижней ветви зева:

$$Y_1 = \frac{h+b}{L}x, \quad (1)$$

для верхней ветви зева:

$$Y_1 = \frac{H-h}{L}x + H. \quad (2)$$

Расстояние между зевами в точке, где проходит челнок:

$$\Delta = -\frac{H-h}{L}L_1 + H - \frac{h+b}{L}L_1. \quad (3)$$

Предположим, что Δ соответствует высоте стенки челнока и определим макси-

мальную толщину ткани, которую можно при этом вырабатывать. Тогда из (3):

$$b = \frac{H(L-L_1) - \Delta L}{L_1}. \quad (4)$$

Максимальная толщина ткани при использовании челнока с высотой стенки 45 мм (челнок для трубчатых початков) и размерах $H=130$ мм; $h=35$ мм; $L_1=200$ мм; $L=300$ мм составляет 6 мм.

При этом следует учитывать, что челнок при выработке тканей большой толщины чаще всего будет проходить значительно выше оптимальной траектории из-за взаимодействия с ветвью зева, по которой он будет скользить. Следует также учитывать, что трубчатый початок не полностью входит в корпус челнока. Использование челнока в качестве прокладчика приведет к большому износу деталей станка, а также к значительному снижению производительности, а также ограничению по толщине вырабатываемых тканей.

Рассчитаем толщину ткани при использовании рапир с круглыми сечениями.

Уравнение сечения рапиры с центром в точке (s, E) примет вид:

$$(x-s)^2 + (y-E)^2 = r^2 \quad (5)$$

или

$$y = \pm\sqrt{r^2 - (x-s)^2} + E. \quad (6)$$

Увеличение толщины ткани будет возможно до момента касания нижней части профиля рапиры и прямой 1.

Найдем абсциссу точки касания кривой (6) и прямой 1:

$$E - \sqrt{r^2 - (x-s)^2} = \frac{h+b}{L}x. \quad (7)$$

Откуда:

$$x^2 \left(1 + \frac{(h+b)^2}{L^2} \right) + x \left(-2s - \frac{2E(h+b)}{L^2} \right) + E^2 - r^2 - s^2 = 0. \quad (8)$$

Для того, чтобы было касание кривой, описывающей нижнюю часть профиля рапиры и прямой, описывающей положение нижней части зева, необходимо, чтобы

дискриминант уравнения (8) был равен 0 (наличие одного корня квадратного уравнения). Тогда:

$$\left(2s + \frac{2E(h+b)}{L^2} \right)^2 - 4(E^2 - r^2 - s^2) \left(1 + \frac{(h+b)^2}{L^2} \right) = 0. \quad (9)$$

Преобразуем (9) относительно $h+b$:

$$(h+b)^2 \left(\frac{4r^2 - 4s^2}{L^2} \right) + (h+b) \left(\frac{8sE}{L} \right) + 4r^2 - 4E^2 = 0. \quad (10)$$

Отсюда $h+b$:

$$h+b = \frac{-sEL + Lr\sqrt{E^2 - r^2 + s^2}}{r^2 - s^2}. \quad (11)$$

Толщина ткани b :

$$b = \frac{-sEL + Lr\sqrt{E^2 - r^2 + s^2}}{r^2 - s^2} - h. \quad (12)$$

Необходимо, чтобы верхняя часть профиля рапиры не выходила за линию прямой, описывающую нижнюю часть зева:

$$\frac{-(H-h)}{L} x + H = E + \sqrt{r^2 - (x-s)^2}. \quad (13)$$

Аналогично расчетам по формулам (7)...(12) получаем величину максимального смещения рапиры по высоте E :

$$E = H - \left(\frac{s(H-h)}{L} + r\sqrt{1 + \frac{(H-h)^2}{L^2}} \right). \quad (14)$$

Таким образом, для того, чтобы выработать ткань максимальной толщины, не изменяя параметров зева, необходимо сместить рапиры по высоте на величину E ,

рассчитанную по формуле (14) и затем рассчитать максимальную толщину ткани по формуле (12).

Максимальная толщина ткани (b) при использовании рапир и размерах $H = 130$ мм; $h = 35$ мм; $L = 300$ мм; $s = 180$ мм; $r = 8$ мм достигается при установке рапир на расстояние $E = 69$ мм и составляет 74 мм, что значительно больше чем при использовании челнока.

ВЫВОДЫ

Предложена методика расчета максимально возможной толщины слоистокаркасной ткани при использовании челночного и рапирного механизма ввода утка в зев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеев В.А. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. - 1987, № 6. С. 43...46.
2. Гордеев В. А. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. - 1986, № 6. С. 35...39.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 23.11.09.

МЕТОД ФОРМАЛИЗОВАННОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТКАНИ ПО ЗАДАНЫМ ПАРАМЕТРАМ, ОСНОВАННЫЙ НА ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЯХ ПАРАМЕТРОВ ТКАНЕЙ

И.В. ЗЕМЛЯКОВА, Г.Г. СОКОВА

(Костромской государственной технологической университет)
E-mail: info@kstu.edu.ru

Предложен метод формализованного представления процесса проектирования ткани, основанный на теоретико-множественных представлениях параметров тканей, позволяющий оперативно размещать заказ на предприятии.

The methods of the formalized representation of the fabrics design process, based on the set-theoretic presentations of the fabrics parameters is offered, that enables to place orders at an enterprise efficiently.

Ключевые слова: параметры ткани, множества, векторное представление, область компромиссов.

При исследовании сложных систем и процессов, к которым относится процесс проектирования ткани, необходимо представить их в виде, пригодном для принятия решений. Для этого нужна постепенная формализация представлений об исследуемом объекте. Нами предложено при создании теории проектирования ткани по заданным параметрам использовать дискретные методы формализованного представления, а именно методы, основанные на теоретико-множественных представлениях.

Известно, что при проектировании ткани по заданным параметрам в качестве исходных данных используют параметры, указанные, в том числе в стандартах РФ, среди которых выделим: вид и способ получения основной пряжи в ткани; вид и способ получения уточной пряжи в ткани; линейная плотность основной пряжи в ткани; линейная плотность уточной пряжи в ткани; число нитей основы на 10 см готовой ткани; число нитей утка на 10 см

готовой ткани; вид переплетения; ширина готовой ткани; поверхностная плотность ткани; стойкость ткани к разрыву; разрывная прочность полоски ткани в направлении основы; разрывная прочность полоски ткани в направлении утка. Из всех возможных значений перечисленных параметров, примененных для проектирования тканей, формируются множества $U_1, U_2, U_3, \dots, U_{12}$. Каждое из множеств $U_1, U_2, U_3, \dots, U_{12}$ состоит из всех возможных элементов, применяемых при проектировании ткани. Прямое (декартово) произведение $U_1 \times U_2 \times U_3 \times \dots \times U_{12}$ есть множество всех возможных векторов (кортежей) $(u_1, u_2, u_3, \dots, u_{12})$ таких, что $u_1 \in U_1, u_2 \in U_2, u_3 \in U_3, \dots, u_n \in U_n$. Таким образом, каждая из тканей получает векторное представление. Если известны мощности множеств $U_1, U_2, U_3, \dots, U_{12}$ (то есть число элементов в каждом множестве), то мощность прямого произведения равна:

$$|U_1 \times U_2 \times U_3 \times \dots \times U_{12}| = |U_1| \cdot |U_2| \cdot |U_3| \cdot \dots \cdot |U_{12}|.$$

Аналогичным образом, могут быть представлены ткани различных ассортиментных групп или ткани, вырабатываемые на конкретном предприятии.

Исходя из технических и технологических возможностей предприятия, формируются множества $P_1, P_2, P_3, \dots, P_{12}$, каждое из которых состоит из допустимых для данного предприятия значений параметров. Прямое произведение $P_1 \times P_2 \times P_3 \times \dots \times P_{12}$ состоит из всех возможных векторов $p=(p_1, p_2, p_3, \dots, p_{12})$, где $p_i \in P_i$. Число этих векторов равно произведению мощностей множеств $P_1, P_2, P_3, \dots, P_{12}$, а значит определяется ассортимент тканей данного предприятия. Таким образом, каждая из тканей, которая может быть выпущена на данном предприятии, получает векторное представление, а множество $P=\{p^{(i)} \mid p^{(i)}=(p^{(i)}_1, \dots, p^{(i)}_{12})\}$ является векторным представлением всего ассортимента

$$\text{пр}_{i_1, \dots, i_k} Z = \{ \text{пр}_{i_1, \dots, i_k} z; z \in Z \}.$$

Аналогичные операции проводятся над векторами $p \in P$ и получается множество

$$\text{пр}_{i_1, \dots, i_k} P = \{ \text{пр}_{i_1, \dots, i_k} p; p \in P \}.$$

Используя правило сравнения векторов по предпочтению, определяются наилучшие векторные оценки и соответствующие им образцы тканей, вырабатываемые на данном предприятии. Из множества P выбираются такие векторы p , у которых $p_1=z_1$, формируется множество A_1 :

$$A_1=\{ p \mid p_1= z_1 \}, A_1 \in P.$$

Затем из множества P выбираются такие векторы p , у которых $p_2= z_2$, и получается множество A_2 : $A_2=\{ p \mid p_2= z_2 \}$, и так далее для всех компонент векторов $A_{12}=\{p \mid p_{12}= z_{12}\}$.

Если множество $\bigcap_{i=1}^{12} A_i$ является не пустым множеством, то заказ может быть выполнен на данном предприятии, поскольку элементы данного множества являются векторными представлениями тканей, пол-

та тканей, вырабатываемого конкретным предприятием.

Заказ поступает на данное предприятие, в котором заказчик указывает конкретные значения параметров пряжи и ткани, принадлежащие множествам $U_1, U_2, U_3, \dots, U_{12}$. Исходя из требований заказчика формируются множества $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_{12}$, каждое из которых состоит из требуемых заказчиком значений параметров, а множество $Z=\{z^{(i)} \mid z^{(i)}=(z^{(i)}_1, \dots, z^{(i)}_{12})\}$ состоит из элементов, являющихся векторными представлениями тканей, удовлетворяющих требованиям данного заказчика.

Если заказчика интересуют не все двенадцать параметров готовой ткани, а лишь некоторые из них, тогда определяется проекция множества Z на оси с номерами i_1, i_2, \dots, i_k , то есть множество проекций всех векторов $z \in Z$ на оси i_1, i_2, \dots, i_k :

проекций всех векторов $p \in P$ на оси с номерами i_1, i_2, \dots, i_k :

ностью удовлетворяющих требованиям заказчика. В случае, если множество $\bigcap_{i=1}^{12} A_i$ является пустым множеством, то переходим к созданию области компромиссов, состоящей из пересечений множеств A_i , где индекс i изменяется в зависимости от договоренности между заказчиком и производителем. Данная процедура может быть применена как для векторов, так и для их проекций, в случае если заказчика интересуют не все двенадцать параметров.

Процесс автоматизированного проектирования ткани по заданным параметрам, основанный на теоретико-множественных представлениях параметров тканей, показан в виде процессной модели IDEF3 (рис.1) [1].

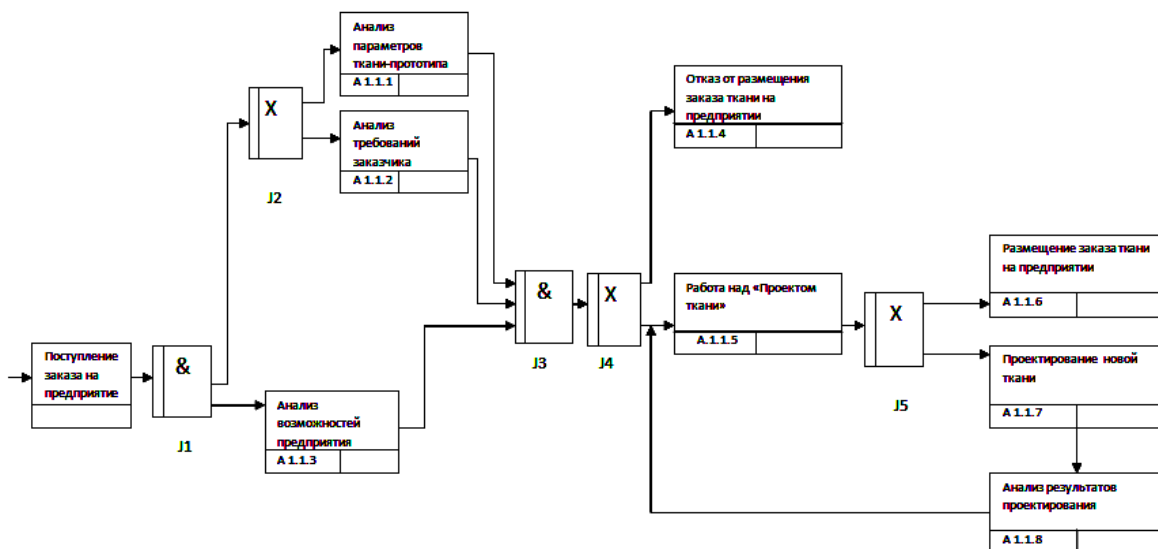


Рис. 1

Соединение J1 интерпретируется следующим образом: при поступлении заказа на предприятии одновременно инициируются процедуры анализа требований заказчика и возможностей предприятия. По завершению данных процедур (соединения J2, J3) принимается решение об отказе от размещения данного заказа на предприятии или дальнейшей работе над «Проектом ткани». Отказ от размещения заказа на предприятии может быть инициирован: если требования заказчика к параметрам ткани не могут быть выполнены данным производителем ткани ни при каких обстоятельствах или если предложения производителя не удовлетворяют заказчика. Соединение J4: предприятие уже вырабатывает ткань, удовлетворяющую заказчика – заказ размещается на предприятии или требуется "Проектирование новой ткани", учитывающей как требования заказчика, так и возможности предприятия. Результа-

ты проектирования анализируются, и принимается решение в соединении J4.

ВЫВОДЫ

Предложен метод формализованного представления процесса проектирования ткани, основанный на теоретико-множественных представлениях параметров тканей, позволяющий оперативно размещать заказ на предприятии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черемных С.В., Семенов О.И., Ручкин В.С. Моделирование и анализ систем. IDEF – технологии и практикум: Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика. 2002.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 25.11.09.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ УЗОРА ДЛЯ ТКАНЕЙ РЕПСОВОГО ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ

С.В. МАЛЕЦКАЯ, Д.А. ШАТАЛИНА

(Дмитровградский институт технологии, управления и дизайна (филиал)
Ульяновского государственного технического университета)
E-mail: ditud@ditud.ru

Предложена методика определения параметров построения мелкоузорчатого репса, обеспечивающего получение многоцветного диагонального узора ткани с различным числом цветных полос в раппорте.

The methods of the determination of the armure rep weave parameters is offered, that provides multicoloured fibre pattern with different quantity of coloured stripes in a repeat.

Ключевые слова: узор для ткани репсового переплетения, расположение узорообразующих настилов, ширина полос узора, четное и нечетное число перекрытий, цвет полос узора.

Как известно, использование в качестве базовых переплетений мелкоузорчатых репсов позволяет получить на поверхности однослойной ткани двух-, трех- или четырехцветный диагональный узор, каждая наклонная полоса которого формируется длинными перекрытиями основных и уточных нитей.

Параметрами для построения переплетений данного класса являются: число цветных полос в узоре, формируемых нитями одной системы, – N_s ; длина рабочих перекрытий, называемых узорообразующими

настилами – L_i , где $i = 1 \dots N_s$; расстояние между настилами, называемое величиной пропуска – L_p .

Как показали исследования, структура узора постоянна: наклонные полосы, образованные нитями утка, всегда чередуются с полосами, образованными нитями основы, а ширина полос определяется величиной узорообразующего настила [1].

Для определения параметров узора для ткани репсового переплетения задаем диагональный узор ткани, например трехцветный (рис. 1-а).

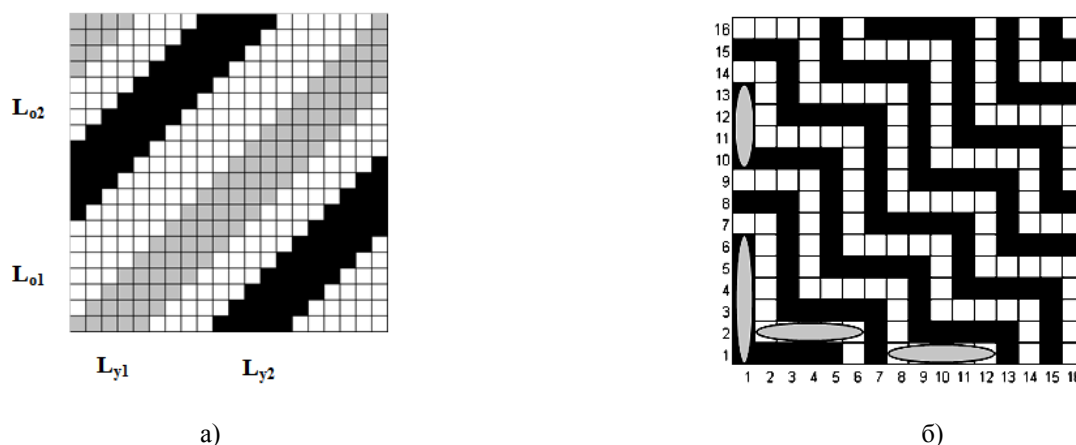


Рис. 1

Анализ узора позволяет определить следующие параметры: общее число полос

в узоре N ; число полос, образованных нитями одной системы, $N_s = N/2$; цвет полос,

образованных нитями основы и утка; раппорт цвета по основе и по утку, в случае разного цвета полос, образованных нитями одной системы; расположение и длину узоробразующих настилов на нитях основы и утка.

Если полосы узора, образованные нитями одной системы, имеют одинаковый цвет, то узоробразующие настилы располагаются на одинаковых нитях раппорта (нечетных нитях основы или четных нитях утка). В противном случае – узоробразующие настилы располагаются на разных нитях раппорта, как показано на рис. 1-б.

Ширина полос узора определяет длину узоробразующего настила, которая, как показали исследования, не может быть произвольной. Количество перекрытий (четное или нечетное), содержащееся в настиле, определяется цветом соседних полос в узоре.

Если полосы, образованные нитями одной системы, имеют одинаковый цвет, то полоса, расположенная между ними и образованная нитями другой системы, должна иметь нечетное число перекрытий, в противном случае – четное число перекрытий в настиле.

Поскольку между полосами узора, формируемыми нитями одной системы, располагаются полосы, образуемые нитями другой системы, то узоробразующие настилы всегда находятся на некотором расстоянии друг от друга, определяющем величину пропуска (рис. 1-б).

На основании проведенных исследований установлено, что существует зависимость между длиной узоробразующих настилов по одной системе нитей и величиной пропусков – по другой системе нитей, позволяющая рассчитывать расстояние между узоробразующими настилами по заданной длине настилов противоположной системы нитей:

$$L_{p_{yi}} = L_{o_j} - A \quad \text{или} \quad L_{p_{oi}} = L_{y_j} - A,$$

где $i = N_s \dots 1$; $j = 1 \dots N_s$; A – корректирующий коэффициент, принимающий значения $A=1$, $A=2$ или $A=3$, в зависимости от

следующих факторов: четности величины узоробразующего настила, по которому производим расчет пропуска; от позиции рассчитываемого пропуска в раппорте переплетения; четности числа цветных полос в пределах раппорта узора.

Раппорт переплетения по каждой системе нитей определяем как сумму длин всех узоробразующих настилов, расположенных на нитях данной системы, и величин пропусков между ними:

$$R = \sum_{i=1}^{N_s} L_i + L_{p_i}.$$

При правильном строении мелкоузорочатого репса раппорт переплетения по основе всегда равен раппорту переплетения по утку.

ВЫВОДЫ

1. Установлены параметры построения узора для ткани репсового переплетения.
2. Определена зависимость расположения узоробразующих настилов на нитях раппорта переплетения ткани от цвета образуемых ими полос узора.
3. Установлены зависимости числа перекрытий (четное или нечетное) в настиле, образующем полосу узора, от цвета граничащих с ней полос.
4. Предложена формула для определения расстояния между узоробразующими настилами по заданной длине настилов противоположной системы нитей, а также формула для расчета раппорта узора для ткани репсового переплетения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Малецкая С.В., Шаталина Д.А.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, № 1.

Рекомендована кафедрой трикотажного производства. Поступила 12.01.10.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ТКАНИ БАЛЛИСТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ИЗ АРАМИДНЫХ НИТЕЙ НА СТАНКЕ DORNIER С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ЕЕ БРОНЕЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ

О.Е. ЧЕРНЯЕВА, Т.Ю. КАРЕВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

E-mail: info@igta.ru

Получена математическая модель, характеризующая влияние параметров натяжения основных нитей и момента заступа на баллистические свойства ткани, на основании которой выявлено, что наилучшие результаты баллистических испытаний по проверке защитных свойств ткани получены при установке максимальных параметров натяжения основы и момента заступа.

The mathematical model characterizing influence of basic threads tension and the moment of spade on the fabric ballistic properties parameters is received, on the basis of which it is revealed that the best results of the ballistic tests for the fabric protective properties are drawn by setting maximum parameters of the warp tension and the spade moment.

Ключевые слова: рисунок переплетения, математическая модель, арамидная нить, натяжение основных нитей, положение заступа, баллистические свойства ткани.

В настоящее время на рынке текстильной промышленности появляется оборудование, оснащенное компьютерной техникой, способное стремительно реагировать на изменения ассортимента перерабатываемого сырья и выпускаемой продукции. Ярким представителем такого оборудования может служить ткацкий рапирный станок фирмы DORNIER. Он удобен в эксплуатации и обеспечивает быстрый переход на выпуск новых артикулов ткани. Станок отвечает самым высоким требованиям, имеет возможность переработки самых различных видов и линейных плотностей пряжи – от синтетических тончайших 7 денье до более грубых комплексных нитей 220 текс, а также самой грубой фасонной пряжи линейной плотностью 333 текс. Одновременная прокладка нескольких уточин позволяет получать новые рисунки переплетения. На станке возможно любое чередование 12 цветов или видов уточин, а в отдельных случаях (при выработке жаккардовых тканей) – до 16 цветов. Станок приспособлен к производству самых раз-

нообразных видов тканей: ткани для автомобильных предохранительных мешков, высокоплотные тентовые ткани и маркизеты из хлопчатобумажной, льняной и акриловой нити, парусина, фильтровальные ткани из натуральных и синтетических волокон, ситовые ткани из синтетических монокитей и металлической проволоки, сетчатые ткани, однослойные транспортные ткани, многослойные, пуленепробиваемые ткани, ткани для применения в электронике из стеклянной нити или ровницы из волокон ароматического полиамида, декоративные и обивочные ткани из стеклянной пряжи, а также многие другие ткани.

Для выявления оптимальных заправочных параметров выработки ткани баллистического назначения из арамидных нитей на станках DORNIER были проведены экспериментальные исследования методом факторного эксперимента. Параметры заправки исследуемой ткани в момент проведения экспериментов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение
Ширина заправки ткани по берду, см	99,53
Плотность ткани по основе, нит/см	25,5
Плотность ткани по утку, нит/см	26,5
Номер берда, зуб/1см	85
Уработка ткани по основе, %	13
Уработка ткани по утку, %	1

Таблица 2

Факторы	Уровни факторов			Интервал варьирования J_i
	-1	0	+1	
Натяжение основных нитей X_1 , сН/текс	40	45	50	5
Положение заступа X_2 , град	330	345	355	15

Уровни и интервалы варьирования факторов приведены в табл. 2.

За центр эксперимента был принят технологический режим, установленный на предприятии исходя из опыта производства данных тканей. В качестве варьируемых факторов были приняты натяжение основных нитей и положение заступа, как наиболее значимые технологические параметры, оказывающие наибольшее влияние на напряженность процесса формирования

ткани на ткацком станке согласно исследованиям, ранее проводимым другими авторами. В качестве критерия оптимизации – результаты баллистических испытаний по проверке защитных свойств сформированной ткани, а именно скорость пули при пробивании пакета ткани [1]. Матрица планирования эксперимента и результаты баллистических испытаний приведены в табл. 3.

Таблица 3

№ опыта	Рандомизированный порядок опытов	Значение факторов				Значения выходного параметра Y_{ju} в повторных опытах, сН/текс														
		кодированные		натуральные																
		x_1	x_2	X_1	X_2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	3	+	+	50	355	573	559	580	570	570	557	573	545	557	563	549	542	548	532	525
2	4	-	+	40	355	538	539	526	539	554	548	548	554	562	539	546	557	559	538	552
3	2	+	-	50	330	546	526	536	509	545	554	528	521	548	515	522	535	557	540	504
4	1	-	-	40	330	532	552	528	535	478	540	528	494	502	540	546	525	519	552	529
№ опыта	Рандомизированный порядок опытов	Значение факторов				Значения выходного параметра Y_{ju} в повторных опытах, сН/текс					\bar{Y}_j	$S_j^2\{Y\}$	Y_{Rj}							
		кодированные		натуральные																
		x_1	x_2	X_1	X_2	16	17	18	19	20										
1	3	+	+	50	355	539	524	535	522	535	549,9	325,25	582,75							
2	4	-	+	40	355	535	521	538	525	514	541,6	172,67	556,75							
3	2	+	-	50	330	511	526	533	556	530	532,1	250,09	518,75							
4	1	-	-	40	330	536	536	518	525	533	527,4	342,46	492,75							
										$\sum_{j=1}^N$	2151,0	1090,47								

Минимальный показатель натяжения нитей основы выбирался с учетом того,

что при меньшем показателе натяжения наблюдалась затруднительная выработка

ткани: повышенная мшеность основных нитей в зоне зевобразования, шишковатая поверхность выработанной ткани, вследствие чего наблюдалась высокая обрывность основных нитей и пониженная производительность ткацкого станка. При установке натяжения более 50 сН/текс основные нити, не выдерживая нагрузки, лопались. Таким образом, запредельные показатели натяжения основных нитей из обработки эксперимента, как технологически нерациональные, были исключены. Момент заступа 345° – параметр, рекомендованный фирмой при монтаже. Моменты заступа 330 и 355° –соответственно минимальный и максимальный параметры согласно техническим характеристикам ткацкого станка.

Методика проведения статистической обработки экспериментальных данных широко известна, поэтому мы полностью ее здесь не приводим. В результате проведенных расчетов было получено, что эксперимент воспроизводим.

Рассчитаем коэффициенты математической модели по формулам:

$$b_0 = \left(\sum_{j=1}^N \bar{Y}_j \right) / N, \quad (1)$$

$$b_i = \left(\sum_{j=1}^N x_{ij} \bar{Y}_j \right) / N, \quad (2)$$

$$b_{ij} = \left(\sum_{j=1}^N x_{ij} x_{ij} \bar{Y}_j \right) / N. \quad (3)$$

В нашем случае

$$b_0 = 537,75; \quad b_1 = 13; \quad b_{12} = 3,6.$$

Записываем предварительный вид математической модели:

$$Y = 537,75 + 13x_1 + 32x_2 + 3,6x_1x_2.$$

Проверим значимость коэффициентов полученной модели. Для этого определим дисперсию коэффициентов регрессии по формулам:

$$S^2 \{b_i\} = \frac{S^2 \{Y\}}{m'N}, \quad (4)$$

$$S \{b_i\} = \sqrt{S^2 \{b_i\}}, \quad (5)$$

$$S^2 \{b_i\} = 3,4,$$

$$S \{b_i\} = 1,8.$$

Найдем расчетное значение критерия Стьюдента:

$$t_{Ri} = \frac{|b_i|}{S \{b_i\}}, \quad (6)$$

$$t_{R0} = 298,75, \quad t_{R1} = 7,22,$$

$$t_{R2} = 17,77, \quad t_{R12} = 2.$$

Согласно [2] при $P_d=0,95$; $k=f=76$ находим табличное значение критерия Стьюдента: $t_r=1,99$. Так как $t_{R0} > t_r$, $t_{R1} > t_r$, $t_{R2} > t_r$, $t_{R12} > t_r$, то все коэффициенты математической модели являются статистически значимыми. Таким образом, окончательный вид математической модели, где факторы имеют кодированные значения, примет следующий вид:

$$Y = 537,75 + 13x_1 + 32x_2 + 3,6x_1x_2.$$

График данной математической модели представлен на рис. 1.

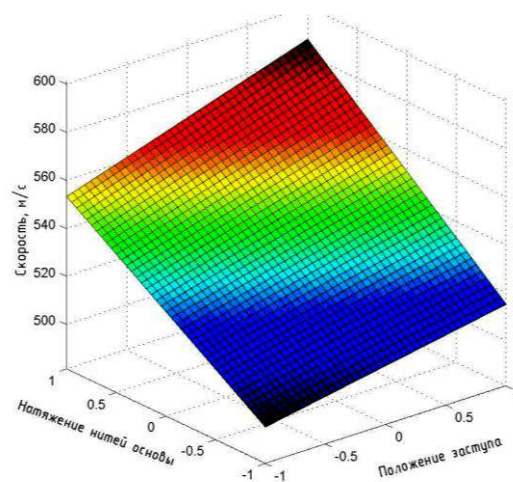


Рис. 1

ВЫВОДЫ

1. Методом факторного эксперимента проведен анализ зависимости баллистических свойств арамидной ткани, выработанной на станках DORNIER, от установленного на станке натяжения основных нитей и момента заступа.

2. Получена математическая модель, характеризующая влияние параметров натяжения основных нитей и момента заступа на баллистические свойства ткани.

3. Наилучшие результаты баллистических испытаний по проверке защитных свойств ткани получены при установке

максимальных параметров натяжения основы и момента заступа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорян В.А., Кобылкин И.Ф., Маринин В.М., Чистяков Е.Н. Материалы и защитные структуры для локального и индивидуального бронирования. – М, 2008.

2. Маховер В.Л. Применение математико-статистических методов исследования в ткацком производстве. – Иваново, 1993.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных изделий. Поступила 21.12.09.

УДК 677.494.674.027

**АДСОРБЦИЯ МЕТИЛФЛОРОГЛЮЦИНА
НА ПОВЕРХНОСТИ ШЕРСТЯНЫХ И СМЕСОВЫХ ВОЛОКОН
И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ**

Л.И. ТАРАКАНОВА, В.А. ВОЛКОВ, В.В. САФОНОВ, Е.Л. ЦУКИНА, В.И. УШКАРОВ, Г.С. СТАНКЕВИЧ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
E-mail: office@msta.ac.ru

Определены значения площади молекул ПАВ в адсорбционном слое на поверхности шерсти и рассчитана толщина адсорбционного слоя из адсорбционных данных и по результатам измерения электрокинетического потенциала.

Values of the surface active agent (SAA) molecule area in the adsorption layer on the wool surface are defined and the adsorption layer thickness is calculated by adsorption data and by the results of the electrokinetic potential measurement.

Ключевые слова: поверхность волокон шерсти, метилфлороглюцин, адсорбция, величина электрокинетического потенциала, отделка шерстяных и смесовых волокон, первый и второй адсорбционные слои.

Настоящая работа проведена в рамках исследований по конверсии взрывчатого вещества 2,4,6-тринитротолуола (ТНТ), направленных на его использование в качестве многоцелевого химического сырья. Одним из наиболее доступных и перспективных продуктов переработки ТНТ является метилфлороглюцин (МФГ). Результаты исследований показали, что МФГ может быть успешно использован в качестве азосоставляющей компоненты в синтезе азокрасителей в кислой среде (рН от 3 до 6 – для каждой соли диазония существует свое четкое значение рН, при котором она вступает в реакцию) [1...5].

Результаты исследования адсорбции МФГ являются подтверждением его поверхностно-активных свойств на поверхности шерстяных и смесовых волокон из водных растворов. Установ-

лено, что при адсорбции МФГ формируется бимолекулярный слой. Исследовано влияние концентрации метилфлороглюцина на величину электрокинетического потенциала поверхности волокон шерсти. Установлено, что по мере формирования адсорбционного слоя ПАВ на поверхности волокон отрицательный электрокинетический потенциал уменьшается.

Поверхностно-активные вещества используются на различных стадиях отделки шерстяных и смесовых волокон и тканей из них – при промывке для удаления шерстяного жира и пота, загрязнений с поверхности волокон; при пероксидном белении; при крашении и, наконец, в процессах промывки после крашения, где используется моющее действие ПАВ.

В работе использовали ткани из шерстяного волокна арт. 1С148-23-пн и смеси из шерстяного и химического волокна арт. 3С25Р0111. Ткани предварительно очищали от замаслива-телей путем многократной промывки теплой дистиллированной водой. Качество промывки характеризовали по электрической проводимости промывных вод и величине их поверхностного натяжения. Внешние удельные активные поверхности волокон составили $S_{уд} = 0,76 \text{ м}^2/\text{г}$.

Рассмотрены результаты исследования адсорбции МФГ на поверхности шерстяных и смесовых волокон и ее влияние на электрокинетический потенциал, который определяли методом потенциала протекания, на установке, описанной ранее [2].

В работе использовали продукт химической модификации 2,4,6-тринитротолуола (метилфлороглуцин) в технической форме, не подвергаемой дополнительной очистке.

Поверхностное натяжение растворов определяли методом Вильгельми – (уравновешиваний платиновой пластинки (рис.1 – влияние концентрации МФГ на поверхность натяжения раствора).

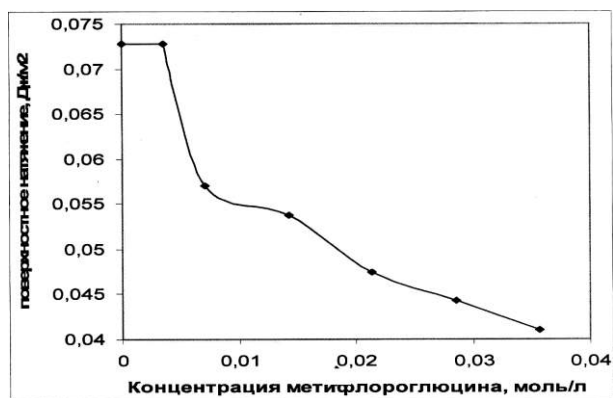


Рис. 1

По результатам измерения поверхностного натяжения определяли величину минимальной площади молекул ПАВ в насыщенном адсорбционном слое на поверхности водного раствора и критическую концентрацию мицеллообразования. С этой целью изотерму поверхностного натяжения обрабатывали

на ПЭВМ по программе "Sigma".

Адсорбцию МФГ на волокне определяли методом измерения равновесной концентрации растворов ПАВ на интерферометре ЛИР-2 после выдерживания волокон в растворах в течение 45 мин при перемешивании на аппарате для встряхивания. Исследования проводили при комнатной температуре без дополнительного термостатирования. Предварительно было установлено, что за этот промежуток времени устанавливается адсорбционное равновесие. На рис.2 приведена изотерма поверхностного натяжения растворов МФГ на волокнах шерсти.

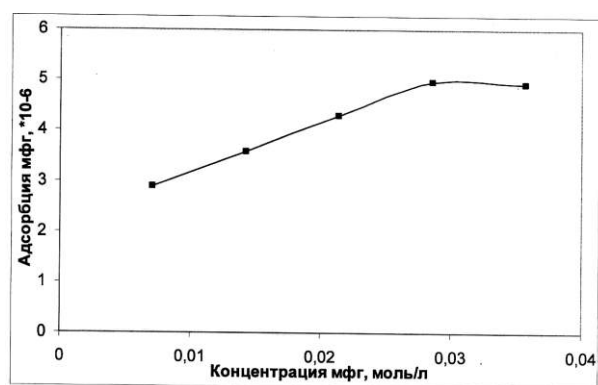


Рис. 2

Адсорбцию (А) рассчитывали по формуле:

$$A = \frac{(C_{0i} - C_{pi})V}{m}, \quad (1)$$

где C_{0i} , C_{pi} – начальная и равновесная концентрации i -го раствора (моль/дм³); V – объем раствора (дм³); m – навеска волокна (г).

Отмечено, что изотерма адсорбции МФГ на поверхности шерстяных волокон имеет вид, характерный для образования бимолекулярного слоя. Начальный участок на изотерме адсорбции соответствует формированию слоя, в котором катионы ПАВ ориентированы к поверхности шерсти положительно заряженными участками с образованием интерполимерного комплекса МФГ–шерсть в результате взаимодействия с отрицательно заряженными группировками поверхности

волокон. Формирование такого слоя вызывает гидрофобизацию поверхности волокон шерсти, поэтому одновременно с формированием первого адсорбционного слоя идет образование второго слоя ПАВ, в котором ионные группировки ориентированы в сторону раствора.

Формирование первого адсорбционного слоя происходит при концентрации, близкой к критической концентрации мицеллообразования МФГ, имеющей значение 5 г/л. Кроме определения ККМ по изотерме поверхностного натяжения она была определена также и по перелому на зависимости показаний кондуктометра от концентрации растворов метилфлороглюцина (рис. 3).

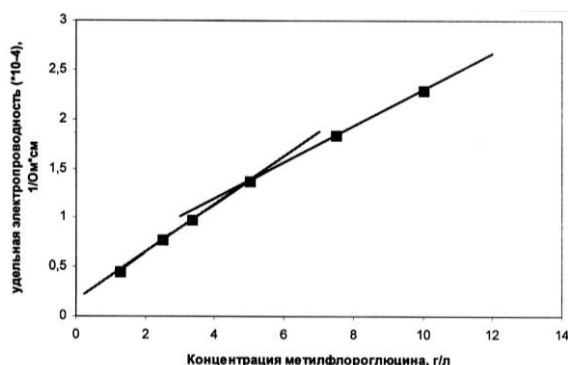


Рис. 3

Площадь молекулы МФГ в адсорбционном слое на поверхности водного раствора, найденная после обработки изотермы поверхностного натяжения на ПЭВМ по программе "Sigma", составляет $S_{0h} = 28,2 \cdot 10^{-20}$ м²/молекула. Предполагая, что во втором адсорбционном слое молекулы ПАВ ориентированы так же, как и на поверхности водного раствора, была рассчитана предельная адсорбция во втором адсорбционном слое. Расчет проводили следующим образом:

$$A_{m2} = S_{уд}/S_{0h}Na. \quad (2)$$

Предельную адсорбцию в первом адсорбционном слое рассчитывали по разности:

$$A_{m1} = A_m - A_{m2}. \quad (3)$$

Площадь молекулы в первом адсорбционном слое находили так:

$$S_{01} = S_{уд}/A_{m1}Na. \quad (4)$$

Полученные результаты расчета составили $S_{01} = 55 \cdot 10^{-20}$ м²/молекула.

Видно, что площадь молекулы в первом адсорбционном слое почти в 2 раза больше, чем в нормально ориентированном адсорбционном слое на поверхности водного раствора. Такие результаты указывают на формирование именно бимолекулярного слоя, но молекулы ПАВ в первом адсорбционном слое не только взаимодействуют с полярными группами шерсти, но также проявляется специфический адсорбционный потенциал, то есть межмолекулярное взаимодействие углеводородных групп ПАВ с гидрофобными участками волокон. Полученные результаты хорошо согласуются с полученными ранее данными по адсорбции фторсодержащих катионоактивных веществ на поверхности полиамидов [3].

Проведенные исследования показали, что особенности строения МФГ: наличие трех гидроксильных групп и двух равноценных положений для электрофильной атаки обуславливают его специфическую реакционную способность. Условия проведения реакции моноазосочетания были отработаны на примере соли диазония, при варьировании значений рН среды было обнаружено, что чистый продукт монозамещения получается в сильно кислой среде, причем для целевого продукта выход составляет 90%. В кислой среде электрокинетический потенциал волокон шерсти отрицательный, что может быть связано с протонированием атомов кислорода функциональных групп на поверхности волокон. Именно при таком значении рН следует определять сродство МФГ к волокнам, так как при других значениях рН на величину химического сродства будет накладываться электрическое взаимодействие.

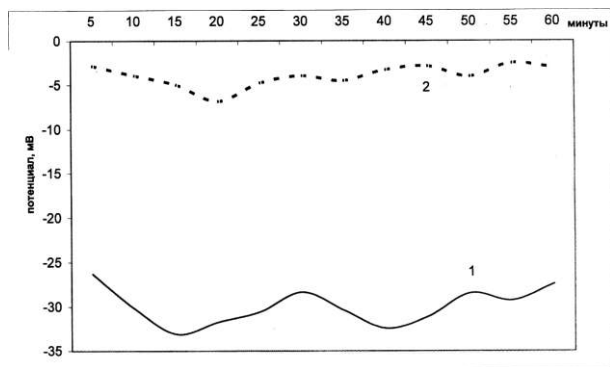


Рис. 4

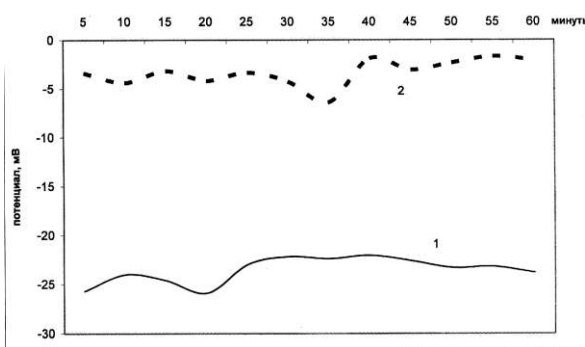


Рис. 5

На рис. 4 и 5 приведена зависимость электрокинетического потенциала поверхности волокон от времени в кислой среде. Рис. 4 — влияние МФГ на электрокинетический потенциал поверхности шерстяных волокон: кривая 1 — шерстяное волокно; кривая 2 — шерстяное волокно, обработанное МФГ. Рис. 5 — влияние МФГ на электрокинетический потенциал поверхности волокон: кривая 1 — смесь шерсти и нитрона; кривая 2 — смесь шерсти и нитрона, обработанная МФГ

Следует отметить, что абсолютный отрицательный электрокинетический потенциал на поверхности волокон снижается в присутствии МФГ, точка нулевого заряда отсутствует. Наиболее выраженное снижение электрокинетического потенциала волокон наблюдается при критической концентрации мицеллообразования МФГ (5 г/л) независимо от природы волокна.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что при адсорбции МФГ формируется бимолекулярный слой. Молекулы ПАВ в первом адсорбционном слое не только взаимодействуют с полярными группами шерсти, образуя интерполимерный комплекс, но также проявляется специфический адсорбционный потенциал. Второй адсорбционный слой формируется исключительно

но в результате взаимодействия первого и второго адсорбционных слоев.

2. Показано, что при критической концентрации мицеллообразования МФГ (5 г/л) уменьшается абсолютное значение отрицательного электрокинетического потенциала волокна и соответственно возрастает адсорбция метилфлороглуцина на волокнах.

3. Установлено, что по мере формирования адсорбционного слоя ПАВ на поверхности волокон отрицательный электрокинетический потенциал уменьшается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность и пористость. — М., 1984.
2. Волков В.А., Жиронкин А.Н. // Коллоидный журнал. — 1992, №4. Т.54. С. 57...63.
3. Волков В.А., Жиронкин А.Н., Гордеев А. С. // Коллоидный журнал. — 1997, Т. 57, Т4. С. 60...66.
4. Агеев А.А., Волков В.А. Поверхностные явления и дисперсные системы в производстве текстильных материалов и химических волокон. — М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2004.
5. Кашаев В.А., Хисамутдинов Г.Х., Шевелев С.Л., Валешный С.И., Шахнес А.Х., Баврина А.П. Получение 2,4,6-триаминотолуола и его солей с неорганическими кислотами из 2,4,6-тринитротолуола. // Химическая технология. — 2007, №8. Т. 8.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 05.11.09.

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХИТОЗАНОВЫХ АППРЕТОВ

Н.А. КОРНИЛОВА, И.М. ЛИПАТОВА

(Институт химии растворов РАН, г. Иваново)

E-mail: adm@ise-ras.ru

Методом ИК-спектроскопии доказано, что повышение степени фиксации на ткани хитозана после предварительной механической активации раствора обусловлено увеличением его реакционной способности в отношении химических реакций, ответственных за потерю растворимости полимера.

By the infrared spectroscopy method it is proved that the decrease of fixation amount on the chitosan fabrics after the prior mechanical solution activation is caused by the increase of its reactionary ability in respect of chemical reactions, responsible for the polymer dissolubility loss.

Ключевые слова: хитозан, аппрет, предварительная механическая активация, динамическая вязкость, промывка, поверхностное натяжение.

Хитозан – один из наиболее распространенных природных полисахаридов с волокно- и пленкообразующими свойствами. Он обладает комплексом весьма ценных в практическом отношении свойств, таких как гидрофильность, растворимость в слабокислых водных средах, хорошая пленкообразующая способность, биосовместимость, нетоксичность, биodeградируемость, высокое сродство к натуральным волокнам. Эти свойства обуславливают все возрастающий интерес исследователей, работающих в области текстильной химии, к хитозану как к перспективному отделочному материалу.

Поисковые работы по получению несмываемых хитозановых аппретов для целлюлозных тканей проводились у нас в стране еще в сороковые годы прошлого столетия [1]. За последние десятилетия активно развивающиеся исследования во всем мире позволили выявить ряд новых уникальных свойств хитозана, которые существенно повышают ценность хитозана в качестве препарата, благоприятно действующего на кожу человека и придающего текстильным изделиям новые гигиениче-

ские и даже лечебные свойства. Благодаря своей биологической активности хитозан придает текстильным материалам фунгицидные, бактерио-статические, противоаллергенные свойства, повышает долговечность изделий [2]. Технологические свойства растворов хитозана, предназначенных для использования в качестве аппрета, в значительной мере определяются их структурой. Одним из способов целенаправленного изменения структурно чувствительных свойств растворов полимеров, а также эффективным способом получения высокоомогенных композиций на их основе является гидроакустическое воздействие, реализуемое в роторно-импульсных аппаратах.

Целью настоящей работы явилось исследование влияния условий предварительной механической активации растворов хитозана в роторно-импульсном аппарате на технологические показатели аппретирования ими хлопчатобумажной ткани.

В работе использовали образцы хитозана отечественного производства (ЗАО "Биопрогресс", г. Щелково) с $M = 4,7 \cdot 10^5$

(ХЗ-470), $1,2 \cdot 10^5$ (ХЗ-120). Степень деацетилирования (СД) использованных хитозанов составляла 0,79 и 0,81 соответственно. Навески хитозанов растворяли в водных растворах 2%-ной уксусной кислоты при перемешивании в течение 20 часов.

Механическую активацию растворов хитозана осуществляли в лабораторном роторно-импульсном аппарате (РИА) в режиме рецикла. Термостатируемая рабочая камера аппарата образована ротором и статором, цилиндрические кольца которых имеют прямоугольные каналы. Средний зазор между вращающимися и неподвижными элементами рабочей камеры 0,3 мм. Продолжительность механической обработки ($\tau_{обр}$) варьировали в диапазоне 4...20 с. Интенсивность механической обработки растворов, которая характеризуется скоростью вращения ротора аппарата (n), варьировали в интервале $2500 \div 5000$ об·мин⁻¹, чему соответствует диапазон градиентов скоростей сдвига от $8,7 \cdot 10^4$ до $17,4 \cdot 10^4$ с⁻¹.

Снятие ИК-спектров продуктов реакции осуществляли на спектрометре Avatar 360 FT-IR ESP в диапазоне волновых чисел $4000 \div 500$ см⁻¹.

Определение динамической вязкости растворов хитозана проводили на ротационном вискозиметре "Реотест 2" с рабочим узлом "цилиндр в цилиндре" при $25 \pm 0,5$ °С в диапазоне скоростей сдвига $0,2 \dots 1,3 \cdot 10^3$ с⁻¹.

Поверхностное натяжение растворов хитозана на границе с воздухом измеряли с помощью прибора Ребиндера [3]. Метод измерения основан на замере разряжения, при котором наступает проскок пузырька воздуха через термостатируемую измеряемую жидкость. Соотношение диаметра ка-

пилляра и стеклянной трубки составляет 0,12.

Общее количество нанесенного (П) на ткань полимера определяли весовым методом. Расчет вели по формуле:

$$П = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100\% ,$$

где m_1 – масса чистого образца ткани, г; m_2 – масса ткани с нанесенным на нее хитозаном, г.

Степень фиксации (СФ) хитозана на ткани определяли весовым методом. Для расчета использовали формулу:

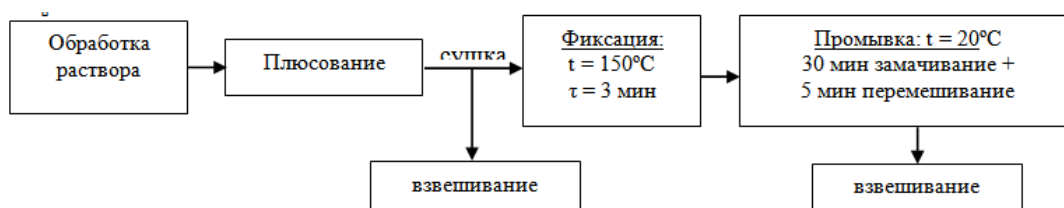
$$СФ = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \cdot 100\% ,$$

где m_1 – масса чистого образца ткани, г; m_2 – масса ткани с нанесенным на нее хитозаном, г; m_3 – масса сухой ткани после промывки, г.

Промывку аппретированных образцов ткани осуществляли в воде (гидромодуль по отношению к ткани 28000), так как щелочные агенты, традиционно используемые при технологических промывках, вызывают потерю растворимости хитозана. Условия промывки ткани с нанесенным хитозаном определяли экспериментально, путем определения времени, необходимого для полного растворения в воде тонкой хитозановой пленки. Метод позволяет определить хитозан, не связанный с тканью.

Операции по нанесению раствора хитозана на хлопчатобумажную ткань представлены на схеме 1:

Схема 1



На первом этапе было изучено влияние механической активации на количество

наносимого на ткань хитозана. Ранее нами было установлено, что механическая акти-

вация растворов полисахаридов может вызывать обратимое увеличение их поверхностного натяжения [4]. На рис. 1 представлены зависимости поверхностного натяжения (δ) 1,5%-ного раствора хитозана (1) и количества нанесенного на ткань полимера (3) от продолжительности (τ) постактивационного периода для образца ХЗ-470 ($\tau_{\text{обр}} = 4$ с; $n = 5000$ об·мин⁻¹).

Пунктиром показано значение поверхностного натяжения для неактивированного раствора (2). Наблюдаемый эффект постсдвигового возрастания поверхностного натяжения растворов, по-видимому, объясняется тем, что при наложении сдвиговых нагрузок происходит изменение конформации макромолекул, их вытягивание в направлении действия касательных напряжений. После прекращения действия сдвиговых нагрузок система стремится вернуться в равновесное состояние, однако некоторая напряженность структуры сохраняется за счет фиксации вынужденных деформаций в момент обработки. В процессе обработки напряженное деформированное состояние макромолекул может быть зафиксировано образованием сетки межмолекулярных зацеплений и ассоциативными контактами.

В связи с тем, что поверхностное натяжение раствора влияет на степень его пенетрации в межволоконные каналы ткани, было исследовано влияние времени выдерживания раствора после активации на количество наносимого на ткань полимера. Как видим из полученных экспериментальных данных представленных на рис. 1 (на рис. 1 – зависимости поверхностного натяжения (δ) 1,5%-ного раствора хитозана (кривая 1) и количества нанесенного на ткань хитозана (3) от продолжительности (τ) постактивационного периода для образца ХЗ-470. Пунктиром показано значение поверхностного натяжения для неактивиро-

ванного раствора (2) ($\tau_{\text{обр}} = 4$ с, $n = 5000$ об/мин⁻¹), сухой привес аппретированной ткани (кривая 3) увеличивается с увеличением времени выдерживания раствора после активации, изменяясь антибатно соответствующей зависимости для поверхностного натяжения. Для образца ХЗ-120 не было обнаружено влияния продолжительности постактивационного периода на количество наносимого на ткань полимера.

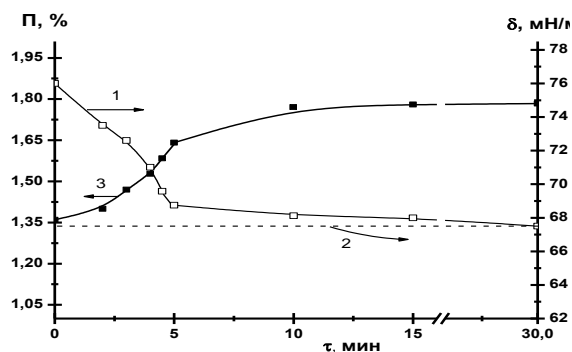
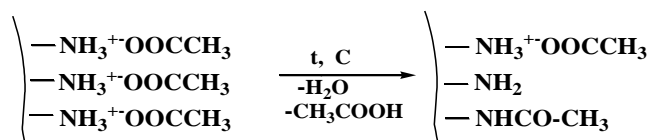
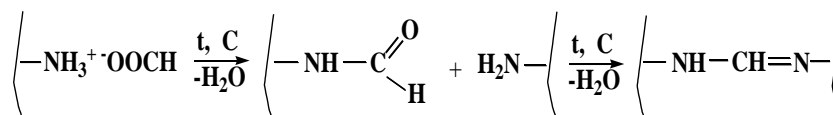


Рис. 1

Пленки хитозана, полученные из слабых кислотных растворов, растворимы в воде, поэтому хитозан, нанесенный на ткань без использования специальных приемов закрепления, частично смывается при водных обработках. Фиксация хитозана на ткани может быть достигнута при термообработке в течение 3...5 мин при температуре 130...150°C. При термообработке в пленке хитозана протекает ряд реакций с участием аминогрупп, приводящих к потере его растворимости. Авторами [5], [6] было установлено, что такими реакциями являются амидирование, обусловленное дегидратацией, а также межмолекулярные сшивки, образующиеся при реакции между аминогруппами и карбонильными группами. Ниже приведены схемы этих реакций.

Схема 2





Кроме того, при термообработке, по-видимому, идет взаимодействие амино-групп хитозана с активными группами поверхности волокон, в частности, с карбонильными группами для целлюлозных тканей.

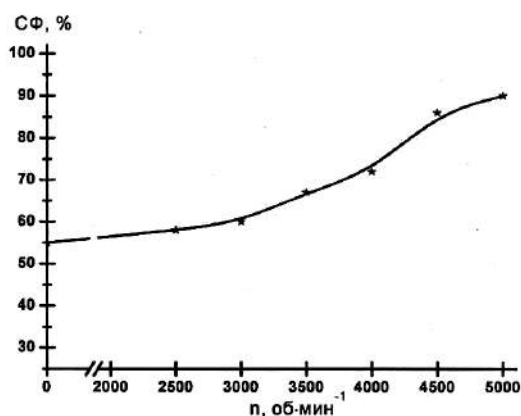


Рис. 2

В настоящей работе было установлено, что предварительная механическая активация раствора хитозана способствует повышению степени его фиксации при термообработке. На рис. 2 представлена экспериментальная зависимость степени фиксации хитозана на ткани от интенсивности механической обработки его раствора (n); время фиксации 3 мин.

Чтобы понять химизм этого эффекта, мы из исходных и механически обработанных растворов получили быстрым высушиванием тонкие пленки, провели их термическую обработку в одинаковых условиях и сняли ИК-спектры. Как правило, химические изменения в хитозане, приводящие к потере его растворимости, выражаются появлением новой полосы в ИК-спектре в районе 1650...1645см⁻¹ [5]. Как свидетельствуют представленные на рис. 3 ИК-спектры хитозановых пленок, полу-

ченных из исходного (1) и механически обработанных растворов (2), (3), с возрастанием интенсивности механической обработки растворов от 3000 об·мин⁻¹ (2) до 5000 об·мин⁻¹ (3) увеличивается и интенсивность полосы поглощения в указанной области.

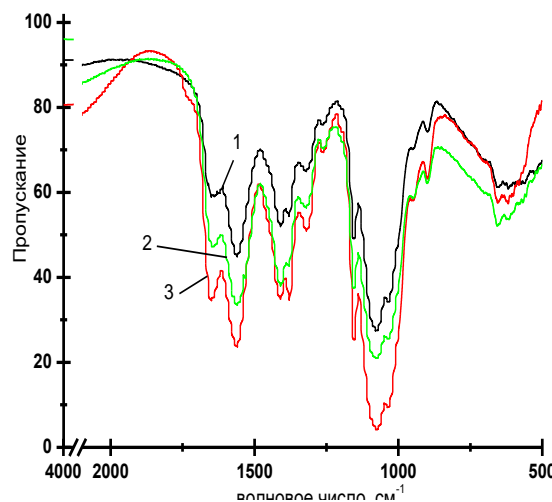


Рис. 3

Таким образом, можно сделать вывод, что активация раствора обеспечивает повышение реакционной способности хитозана, за счет чего достигается увеличение степени его фиксации. Установленный эффект может иметь важное практическое значение, так как за счет повышения реакционной способности хитозана его фиксация на ткани может быть обеспечена при более мягких условиях термообработки. Однако следует учитывать, что реакционная способность полимеров является структурно чувствительным свойством. О структурных изменениях в растворах полимеров в ходе механической обработки можно также судить по изменению их вязкости.

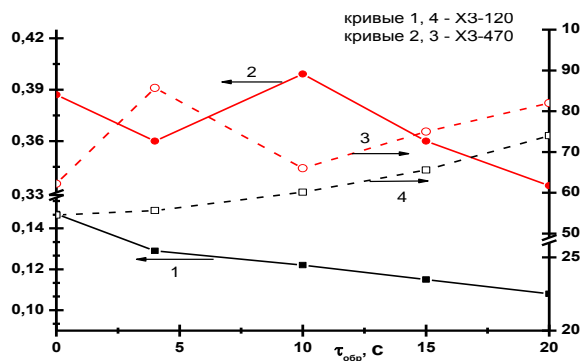


Рис. 4

На рис. 4 представлены зависимости динамической вязкости (η) 1,5%-ных растворов двух образцов хитозана (1), (2) и степени фиксации полимера на хлопчатобумажной ткани (3), (4) от продолжительности ($\tau_{обр}$) их механической обработки в РИА при $n=5000$ об·мин⁻¹. Как видим, для образца с большей молекулярной массой (ХЗ-470) вязкость раствора после снижения в первый момент механического воздействия при увеличении времени обработки снова начинает возрастать. Как было установлено ранее, при использовании в качестве объектов воздействия растворов других полисахаридов [4], при интенсивных механических воздействиях на растворы полимеров целевые процессы диспергирования и дезагрегации могут при определенных условиях сопровождаться побочными процессами реструктурирования, обусловленными действием высоких сдвиговых напряжений. С увеличением степени постсдвиговой структурированности снижается реакционная способность хитозана и соответственно степень фиксации хитозана на ткани. Как показано на рис. 4 (кривая 3), степень фиксации ХЗ-470 на хлопчатобумажной ткани экстремально зависит от продолжительности предварительной активации его раствора в РИА и изменяется антибатно аналогичной зависимости для вязкости раствора. Возможность реструктурирования следует учитывать при оптимизации условий обработки

растворов хитозана, используемых в качестве аппретов. Склонность к сдвиговому реструктурированию снижается с уменьшением молекулярной массы. Для хитозана с меньшей молекулярной массой (ХЗ-120) получено монотонное снижение вязкости с увеличением продолжительности обработки и соответственно монотонное увеличение степени фиксации (рис. 4, кривая 4) хитозана на ткани.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что механическая обработка растворов хитозана в роторно-импульсном аппарате обеспечивает повышение степени фиксации его на хлопчатобумажной ткани.

2. Методом ИК-спектроскопии доказано, что повышение степени фиксации на ткани хитозана после предварительной механической активации раствора обусловлено увеличением его реакционной способности в отношении химических реакций, ответственных за потерю растворимости полимера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Садов Ф.И. // Текстильная промышленность. – 1941, №2. С. 52...54.
2. Lim Hoon, Samuel M. Hudson // J. Macromol. Sci. – V. C43, №. 2. 2003. P. 223...269.
3. Курилова В.А., Волкова Н.В. // Новые полимерные материалы и материаловедение в легкой промышленности. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1978. Т.1. С. 14...17.
4. Лосев Н.В. и др. // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2007. Т.50. Вып.3. С. 44...48.
5. Агеев Е.П. и др. // Высокомолекулярные соединения. – 2004. Т.46, № 12. С. 2035...2041.
6. Зоткин М.А. и др. Свойства растворов и пленок солей хитозана с разными кислотами // Мат. VII Междунар. конф. Новые достижения в исследовании хитина и хитозана. – Москва-Щелково. – М.: Изд-во ВНИРО, 2003, С. 307...311.

Рекомендована научно-техническим семинаром. Поступила 16.12.09.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ ДЛЯ ФИКСАЦИИ АКТИВНЫХ БИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ НА ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛАХ

М.В.УДАЛОВ, О.Г. ЦИРКИНА, А.Л. НИКИФОРОВ

(Ивановский государственный химико-технологический университет

Ивановская государственная текстильная академия)

E-mail: rector@isuct.ru, info@igta.ru

Показано, что использование электромагнитных излучений высокой и сверхвысокой частот для фиксации на целлюлозосодержащих тканях активных бифункциональных красителей позволяет в сравнении с традиционной технологией сократить продолжительность процесса фиксации до 8 секунд при одновременном сохранении или повышении качественных показателей готовой продукции.

It is shown that use of electromagnetic radiations of high and ultrahigh frequencies for fixing on cellulose fabrics of active polyfunctional dyes allows in comparison with traditional technology to reduce duration of process of fixing about 8 seconds at simultaneous preservation or increase of quality indicators of finished goods.

Ключевые слова: активные бифункциональные красители, целлюлозосодержащие ткани, высокочастотный способ закрепления, диэлектрический нагрев, оптимальная концентрация красителей.

Придание текстильным материалам принципиально новых эксплуатационных свойств, получение на них оригинальных колористических эффектов при одновременном снижении энергетических и материальных затрат на производство единицы готовой продукции возможно лишь при использовании высокотехнологичных приемов обработки и перспективных источников энергии, основное воздействие которых распространяется на наноструктуру волокнистого материала и технологической композиции. Примером такого воздействия на текстильный материал являются электромагнитные излучения высокой и сверхвысокой частот. За последний период времени в данной области текстильной науки был достигнут ряд существенных результатов, послуживших основой для внедренческих и научных разработок. Одна из научных разработок, проведенных на кафедре ХТВМ ИГХТУ, была посвящена закреплению винилсульфоно-

вых, моно- и дихлортриазиновых красителей на хлопчатобумажных тканях [1],[2].

Однако получившие в последние годы широкое распространение активные бифункциональные красители не были рассмотрены. Поэтому целью нашего исследования явилась разработка высокочастотного (ВЧ) способа закрепления активных бифункциональных красителей на целлюлозосодержащих тканях. Промышленность также заинтересована в создании универсальных методов и соответствующего оборудования для сушки и фиксации красителей на тканях, которые позволяли бы обрабатывать материалы любой толщины, обеспечивая высокие скорости процесса при сохранении на заданном уровне потребительских характеристик выпускаемой продукции. Поэтому ВЧ/СВЧ-энергию целесообразно использовать в качестве теплового источника для нагрева текстильных материалов, так как на сегодняшний день только диэлектрический нагрев позволяет производить равномерный, высо-

коскоростной нагрев материалов различной толщины и плотности.

При изучении эффективности фиксации бифункциональных активных красителей на текстильных материалах в качестве объектов исследования использова-

лись подготовленные к крашению хлопчатобумажные ткани миткаль арт.43 и бязь арт.276. Основные характеристики использованных в работе материалов приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Ткань	Артикул	Основа		Уток		Ширина ткани, см	Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина ткани, мм
			линейная плотность пряжи, текс	волоконистый состав	линейная плотность пряжи, текс	волоконистый состав			
1	Миткаль	43	18,5	ХВ	18,5	ХВ	92	101	0,24±0,01
2	Бязь	276	29	ХВ	29	ХВ(гр)	165	147	

Для эксперимента нами были выбраны следующие бифункциональные активные красители: синий БФ-К, алый БФ-2Ж, глубоко-черный БФ-К 300%, которые являются наиболее «проблемными» в выбранной группе при традиционных методах колорирования. Выбор данных активных красителей для исследования обусловлен также их высоким теоретическим интересом и технологической перспективностью.

Пропиточные ванны на основе этих красителей, применяемые в любых технологических процессах, отличает высокий электролитный состав, что дает основание судить об их пригодности для реализации ВЧ-процессов.

Хлопчатобумажные ткани пропитывались растворами активных красителей со следующим содержанием различных компонентов: активный краситель – 10 г/л; бикарбонат натрия – 15 г/л; смачиватель ОП-10 – 1 г/л; концентрация мочевины варьировалась от 0 до 100 г/л; электролита – 10 г/л. Оплюсованная ткань отжималась на лабораторной плюсовке до влажности 80%. Привес контролировался с помощью аналитических весов марки WA -31. Пропитка производилась в течение 60 с при температуре 25°.

Фиксация красителей осуществлялась по следующим методам:

– термофиксационному, когда ткань после плюсования высушивалась при 70°С, после чего подвергалась тепловой

обработке горячим воздухом в лабораторном сушильном шкафу при 170°С в течение 30...180 с и промывалась;

– высокочастотному, когда ткань после плюсования, минуя стадию промежуточной сушки, подвергалась тепловой обработке на специально изготовленной лабораторной ВЧ-установке в течение 2...16 с и промывалась по стандартной методике.

Далее производили сравнительную оценку потребительских характеристик и колористических показателей окрашенных тканей.

Сравнение условий фиксации красителей производилось на примере крашения активным синим БФ-К; выбранные на основании этих исследований оптимальные режимы использовались в качестве базовых при фиксации активного алого БФ-2Ж и активного глубоко-черного БФ-К 300% красителей.

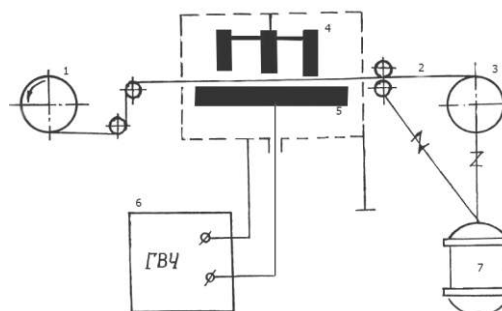


Рис. 1

Фиксация активных красителей в ВЧ-поле проводилась на лабораторной установке, предназначенной для непрерывной обработки расправленных тканей шириной 100 мм, схема которой приведена на рис.1, где 1 – подающий барабан; 2 – обрабатываемая ткань; 3 – приемный барабан; 4 – верхний электрод; 5 – нижний электрод; 6 – ВЧ-генератор; 7 – электропривод.

Мощность использованного ВЧ-генератора составляла 100 Вт; рабочая частота 41,12 МГц; напряжение, подводимое к электродам, 0-750 В.

На первом этапе проведения эксперимента был осуществлен выбор оптимальных параметров фиксации красителей на хлопчатобумажных тканях, а также проведены сравнительные испытания основных эксплуатационных

показателей окрасок готовых тканей в зависимости от условий фиксации красителей. Апробация высокочастотного способа фиксации проводилась на обоих типах тканей с использованием красителя активного синего БФ-К, который в традиционной практике закрепления является наиболее «проблемным». Полученные результаты для термофиксационного способа представлены в табл. 2 (характеристики крашения хлопчатобумажных тканей красителем активным синим БФ-К по термофиксационному способу), а для ВЧ-способа фиксации – в табл. 3 (характеристики крашения хлопчатобумажных тканей красителем активным синим БФ-К с использованием энергии ТВЧ).

Таблица 2

Показатели		Продолжительность обработки, с				
		30	60	90	120	180
Интенсивность окраски; функция к/S	миткаль	15,68	36,47	48,52	48,21	46,94
	бязь	17,03	34,93	48,27	47,98	46,43
Устойчивость к действию мыла	миткаль	5/3/4	5/3/4	5/3/5	5/3/5	5/3/4
	бязь	5/3/3	5/3/4	5/3/5	5/3/5	5/3/5
Устойчивость к мокрому трению	миткаль	2	3	3	3	3
	бязь	2	2	3	3	3

Таблица 3

Показатели		Продолжительность обработки, с				
		2	4	6	8	16
Интенсивность окраски; функция к/S	миткаль	27,88	42,54	46,77	52,91	52,84
	бязь	27,32	43,03	46,64	52,98	41,97
Устойчивость к действию мыла	миткаль	5/3/4	5/3/4	5/4/5	5/4/5	5/3/4
	бязь	5/3/3	5/3/4	5/4/5	5/4/5	5/3/5
Устойчивость к мокрому трению	миткаль	2	3	3	3	3
	бязь	2	3	3	3	3

Из приведенных таблиц видно, что наилучшие результаты фиксации красителя активного синего БФ-К имеют место при использовании токов ВЧ. Оптимальная продолжительность экспозиции ткани в поле ТВЧ составляет 8 с. Поверхностная плотность ткани практически не влияет на результаты крашения. Исходя из полученных данных было принято решение произвести корректировку состава красильной ванны

для случая использования энергии электромагнитных колебаний в качестве источника тепловой энергии с целью достижения тех же технологических эффектов, как при использовании традиционных способов фиксации красителей на целлюлозосодержащих волокнах при одновременном снижении расхода красителей и ТВВ.

Первоначально в исходном пропиточном растворе варьировалась концентрация

мочевины при неизменности содержания остальных ингредиентов красильной ванны. Полученные технологические результаты приведены в табл. 4 (зависимость результатов крашения хлопчатобумажных

тканей красителем активным синим БФ-К с использованием энергии ТВЧ от концентрации мочевины в красильном растворе). Продолжительность ВЧ-обработки во всех случаях составляла 8 с.

Таблица 4

Показатели		Концентрация мочевины, г/л				
		0	10	40	80	100
Интенсивность окраски; функция к/S	миткаль	53,88	53,54	52,91	52,91	44,28
	бязь	52,96	53,11	52,98	52,02	46,97
Устойчивость к действию мыла	миткаль	5/4/5	5/4/5	5/4/5	5/4/5	5/4/4
	бязь	5/4/5	5/4/4	5/4/5	5/4/5	5/4/5
Устойчивость к мокрому трению	миткаль	3	3	3	3	3
	бязь	3	3	3	3	3

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что в случае фиксации красителя активного синего БФ-К с использованием энергии ТВЧ можно полностью отказаться от использования мочевины, так как при этом получены более высокие колористические показатели готовых тканей, чем в прочих рассмотренных случаях.

Следующим шагом нашего исследования явился подбор оптимальной концентрации красителя в красильной ванне, позволяющий получать при ВЧ-

фиксации ту же насыщенность окрасок готовых образцов, что и при традиционных методах тепловых обработок. При этом мочевина в состав красильной ванны не вводилась. Продолжительность экспозиции тканей в ВЧ-поле составляла 8 с. Полученные зависимости приведены в табл. 5 (зависимость результатов крашения хлопчатобумажных тканей красителем активным синим БФ-К с использованием энергии ТВЧ от концентрации красителя в красильном растворе).

Таблица 5

Показатели		Концентрация красителя, г/л				
		5	6	7	8	10
Интенсивность окраски; функция к/S	миткаль	41,72	44,62	46,99	48,98	52,91
	бязь	40,97	43,89	47,12	49,00	52,98
Устойчивость к действию мыла	миткаль	5/4/5	5/4/5	5/4/5	5/4/5	5/4/5
	бязь	5/4/5	5/4/5	5/4/5	5/4/5	5/4/5
Устойчивость к мокрому трению	миткаль	3	3	3	3	3
	бязь	3	3	3	3	3

Следует отметить, что в термофиксационном способе обработки при концентрации активного синего БФ-К 10 г/л интенсивность получаемой окраски сравнима по абсолютному значению с аналогичным показателем для ВЧ-обработанных тканей при концентрации красителя 7...8 г/л, при этом от использования мочевины можно полностью отказаться.

Технические результаты крашения двумя другими «проблемными» бифункциональными активными красителями – алым БФ-2Ж, глубоко-черным БФ-К 300% в соответствии с

традиционными методами тепловых обработок и при ВЧ-фиксации подтверждают выявленную закономерность.

Таким образом, активные бифункциональные красители в большей степени, чем другие типы активных красителей подходят для фиксации на целлюлозосодержащих тканях с использованием электромагнитных излучений высокой и сверхвысокой частот. Это можно объяснить наличием в строении молекулы таких красителей сразу двух реакционноспособных полярных групп и повышенной

активацией последних при наведении внешнего электромагнитного ВЧ-поля.

ВЫВОДЫ

1. Использование электромагнитных излучений высокой и сверхвысокой частот для фиксации на целлюлозосодержащих тканях активных бифункциональных красителей позволяет в сравнении с традиционной технологией сократить продолжительность процесса фиксации до 8 секунд при одновременном сохранении или повышении качественных показателей готовой продукции.

2. Замена традиционных методов нагрева на высокочастотную обработку позволяет отказаться от стадии промежуточной сушки ткани перед фиксацией красителя.

3. Переход к методам ВЧ-электротермии в технологии колорирования целлюлозосодержащих

тканей активными бифункциональными красителями позволяет снизить концентрацию красителя в красильной ванне в среднем на 20% и полностью отказаться от использования мочевины при сохранении высоких колористических и прочностных показателей окрасок готовых тканей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Циркина О.Г., Никифоров А.Л., Блиничева И.Б., Мельников Б.Н. //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1993, №6. С.47...51.

2. Циркина О.Г., Блиничева И.Б., Мельников Б.Н., Никифоров А.Л. //Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 1994, №5. С.43...46.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов ИГХТУ. Поступила 14.01.10.

УДК 677.026.4

**АНАЛИЗ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ
ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ХОЛСТОПРОШИВНЫХ ПОЛОТЕН**

А. П. СЕРГЕЕНКОВ, Т. В. СУХОВА

(Московский государственный текстильный университет им А.Н.Косыгина)
E-mail: office@msta.ac.ru

С использованием бинарной причинно-следственной теории информации исследовано влияние параметров технологического процесса и свойств используемых прошивных нитей на разрывную нагрузку холстопрошивного полотна в продольном направлении с целью установления между этими факторами причинно-следственных связей. Предложенный метод позволяет идентифицировать исследуемые факторы, устранять эффекты сопутствия, автоматизировать трудоемкий метод расчета.

With the help of the binary cause-effect theory of information the influence of technological process and properties of the used broaching threads on the web-knitted canvas breaking load in lengthwise direction was researched for the purpose of setting the cause-effect relations between these factors. The offered method enables to identify the researched factors, to remove accompanying effects, to automatize the calculation laborious method.

Ключевые слова: бинарная причинно-следственная теория информации, холстопрошивное полотно, разрывная нагрузка, свойства прошивных нитей, параметры технологического процесса.

При исследовании технологического процесса в производстве нетканых материалов приходится сталкиваться с большим количеством факторов, воздействующих на процесс, и с многообразием связей между ними. Для управления технологическими процессами производства нетканых материалов, строением и свойствами выпускаемых полотен необходимо определить наиболее значимые факторы, влияющие на выходные параметры. Существующие методы (планирование эксперимента, корреляционный анализ) не всегда дают хорошие результаты, так как в конечном итоге присутствуют так назы-

ваемые "эффекты сопутствия" влияния различных входных параметров.

В ряде работ, проводимых в МГТУ им. А.Н. Косыгина, используется бинарная причинно-следственная теория информации, основанная на предпосылках Шеннона [1]. Задачи исследования предполагают использование метода, который бы позволял идентифицировать исследуемые факторы, устранять эффекты сопутствия, автоматизировать трудоемкий метод расчета.

В причинном анализе следует выделить две основные фундаментальные проблемы: идентификация причин и следствий в исследуемом процессе; количественная

оценка интенсивности прямых и косвенных причинных влияний в процессе. В простейшей постановке проблема идентификации может быть сформулирована следующим образом: рассматриваются две переменные Y и X , между которыми существует причинная связь и имеется статистика значений рассматриваемых переменных X_i и Y_i при $i = 1, 2, \dots, N$. Требуется, не привлекая дополнительных данных и гипотез, на основании анализа статистики определить направление причинной связи и дать ее количественную оценку.

Предлагается использовать следующее соотношение: если $I_{12} H_1 > I_{21} : H_2$, то $2 \rightarrow 1$, где I, H – соответственно информация и энтропия распределения вероятностей случайных величин. Поскольку $I_{12} = I_{21}$, то в случае если $H_1 < H_2$, $2 \rightarrow 1$.

Энтропия является количественной мерой неопределенности (по Шеннону) и связана со случайными явлениями. Величину энтропии распределения вероятностей для одномерной случайной величины можно определить по формуле:

$$H_i = - \sum_1^k P(X_{ki}) \log_2(X_{ki}),$$

где $P(X_{ki})$ – вероятность состояний случайной величины X_{ki} .

Причинная связь представляет собой информационный канал между фактором-причиной и фактором-следствием. Следовательно, при одной и той же статистической неопределенности следствия информация, поступающая от причины, должна быть тем больше, чем больше собственная статистическая неопределенность причины.

Величина информации между j -м и i -м факторами определяется по формуле:

$$I_{ij} = - \sum_1^{k,r} P(X_{ki}, X_{rj}) \log_2 \frac{P(X_{ki}, X_{rj})}{P(X_{ki})P(X_{rj})},$$

где $P(X_{rj})$ – вероятность состояний случайной величины X_{rj} ; $P(X_{ki}, X_{rj})$ – веро-

ятность состояний случайной величины X_{ki} и X_{rj} .

Для функционалов энтропии и информации справедливо следующее равенство:

$$\Gamma_{ij} = I_{ij} / H_{ij},$$

где Γ_{ij} – коэффициент причинного влияния j -го фактора на i -й.

При статистической независимости переменных X_i и X_j парный коэффициент причинного влияния Γ_{ij} равен 0. При $\Gamma_{ij} = 1$ существует строгая детерминированность следствия причиной.

Однако парные коэффициенты Γ_{ij} не могут служить мерой истинной тесноты связи между факторами. В качестве такой меры могут использоваться частные коэффициенты причинного влияния g_{ij} , причем $\sum \Gamma_{ij} \leq \sum g_{ij}$. Разность $\Gamma_{ij} - g_{ij}$ может служить оценкой косвенного причинного влияния X_j на X_i .

Задание причинно-следственного отношения $X_i \rightarrow X_j$ на множестве $\{X\}$ эквивалентно введению операции строгого частичного упорядочивания на множестве переменных, что позволяет представить исследуемую систему в форме некоторого ориентированного графа (оргграфа) G , обладающего свойствами ацикличности и транзитивности. При этом каждой вершине графа соответствует одна из переменных, а дуга (ориентированное ребро), инцидентная двум вершинам, например X_i и X_j , соответствует направленности причинного воздействия.

В данной работе с использованием описанного метода было исследовано влияние параметров технологических процесса и свойств используемых прошивных нитей на разрывную нагрузку холстопршивного полотна в продольном направлении с целью установления между этими факторами причинно-следственных связей. Для анализа были использованы 50 холстопршивных полотен (табл. 1 – характеристика экспериментальных холстопршивных полотен). В качестве исследуемых факторов выбраны:

X_1 – плотность прошива по длине, петель/50 мм; X_2 – поверхностная плотность провязываемого холста, г/м²; X_3 – состав смеси волокон; X_4 – вид и линейная плот-

ность прошивных нитей; X_5 – переплетение; X_6 – разрывная нагрузка холстопрошивного полотна в продольном направлении, даН.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Вид и линейная плотность прошивной нити	Переплетение	Плотность прошива по длине, петель/50 мм	Поверхностная плотность холста, г/м ²	Разрывная нагрузка, даН	
1	полиэфирная комплексная 7,6 текс	трико	83,3	90	16,50	
2				150	16,00	
3				210	18,00	
4			50,0	трико	90	19,00
5					150	19,00
6					210	20,00
7			35,7	трико	90	21,00
8					150	20,50
9					210	22,50
10	х/б пряжа 50 текс	трико-цепочка	25,0	160	18,10	
11	х/б пряжа 50 текс		35,0	140	16,90	
12	х/б пряжа 37 текс		35,0	140	17,10	
13	х/б пряжа 50 текс		40,0	210	31,90	
14	капроновая 29,4 текс		40,0	210	36,30	
15	капроновая 15,6 текс		45,0	210	55,40	
16	капроновая 29,4 текс		45,0	140	65,40	
17	капроновая 6,7 текс		45,0	140	13,00	
18	капроновая 29,4 текс		трико	32,0	210	44,00
19	капроновая 29,4 текс		трико	32,0	210	21,40
20	х/б пряжа 18,5 текс x 2		сукно-цепочка, через иглу	18,0	130	14,60
21					190	18,20
22					300	22,60
23		36,0		130	15,80	
24				190	24,00	
25		300	26,20			
26	х/б 37 текс	трико	20,0	150	18,30	
27			30,0	150	16,80	
28			40,0	150	18,00	
29			50,0	150	17,20	
30		сукно	20,0	150	15,90	
31			30,0	150	20,40	
32			40,0	150	23,30	
33			50,0	150	22,00	
34		трико-цепочка	20,0	150	35,10	
35			30,0	150	33,90	
36			40,0	150	37,50	
37			50,0	150	34,00	
38		трико-трико	20,0	150	33,80	
39			30,0	150	29,90	
40			40,0	150	34,00	
41			50,0	150	34,20	
42		сукно-сукно	30,0	150	34,50	
43			40,0	150	38,70	
44		сукно-цепочка	20,0	150	29,70	
45			30,0	150	33,30	
46			40,0	150	33,20	
47			50,0	150	32,40	
48		капроновая 29,4 текс	трико	40,0	230	53,80
49		капроновая 15,6 текс				30,30
50		капроновая 6,7 текс				15,00

После выполнения расчетов по программе PR-SL, разработанной на кафедре технологии ткачества МГТУ им. А.Н. Косыгина, были получены значения энтропии исследуемых факторов:

$$H_1 = 0,995; H_2 = 0,714; H_3 = 0,658; \\ H_4 = 0,685; H_5 = 0,704; H_6 = 0,640.$$

Расположив энтропии по убыванию:

$$H_1 > H_2 > H_5 > H_4 > H_3 > H_6, \\ 0,995 > 0,714 > 0,704 > 0,685 > 0,658 > 0,640,$$

получим следующую цепочку причинно-следственных связей:

$$X_1 \rightarrow X_2 \rightarrow X_5 \rightarrow X_4 \rightarrow X_3 \rightarrow X_6,$$

Это позволяет построить ориентированный граф причинно-следственных связей для шести факторов, который показан на рис. 1.

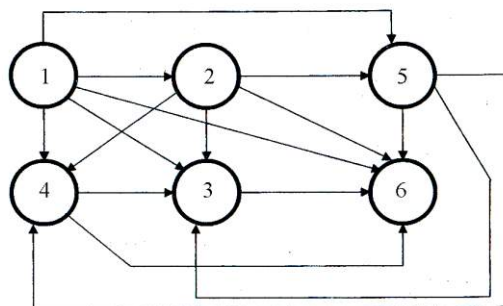


Рис. 1

При помощи той же программы PR-SL были рассчитаны значения информации I_{ij} и коэффициентов причинного влияния j -го фактора на i -й – Γ_{ij} – , представленные в табл. 2 – результаты вычислений I_{ij} , Γ_{ij} и g_{ij} для разрывной нагрузки полотна в продольном направлении.

Таблица 2

Направление связи	Γ_{ij}	I_{ij}	g_{ij}	$\Gamma_{ij} - g_{ij}$
1 → 2	0,439	0,437	0,439	0
1 → 3	0,520	0,517	0,114	0,406
1 → 4	0,477	0,475	0,111	0,366
1 → 5	0,311	0,309	0,140	0,171
1 → 6	0,264	0,263	0,098	0,166
2 → 3	0,705	0,503	0,169	0,536
2 → 4	0,618	0,441	0,446	0,172
2 → 5	0,390	0,278	0,390	0
2 → 6	0,283	0,202	-0,039	0,283
3 → 4	0,807	0,552	0,807	0
3 → 5	0,455	0,321	0,094	0,361
3 → 6	0,332	0,212	0,332	0
4 → 5	0,448	0,307	0,448	0
4 → 6	0,350	0,240	0,082	0,262
5 → 6	0,364	0,257	0,196	0,168

Для нахождения частных коэффициентов причинного влияния воспользуемся методикой, описанной в указанной литературе.

В результате получаем замкнутую систему нелинейных относительно g_{ij} алгебраических уравнений:

$$\Gamma_{63} = g_{63}; \Gamma_{64} = g_{64} + g_{34}g_{63}; \Gamma_{34} = g_{34}; \\ \Gamma_{65} = g_{65} + g_{45}g_{34}g_{63} + g_{45}g_{64} + g_{35}g_{63}; \\ \Gamma_{35} = g_{35} + g_{45}g_{34}; \Gamma_{45} = g_{45}; \Gamma_{52} = g_{52}; \Gamma_{42} = g_{42} + g_{52}g_{45}; \\ \Gamma_{32} = g_{32} + g_{52}g_{45}g_{34} + g_{52}g_{35} + g_{42}g_{34}; \\ \Gamma_{62} = g_{62} + g_{52}g_{65} + g_{42}g_{64} + g_{32}g_{63} + g_{52}g_{45}g_{64} + g_{52}g_{35}g_{63} + g_{42}g_{34}g_{63}; \\ \Gamma_{21} = g_{21}; \Gamma_{51} = g_{51} + g_{21}g_{52}; \Gamma_{41} = g_{41} + g_{21}g_{52}g_{45} + g_{21}g_{42} + g_{51}g_{45}; \\ \Gamma_{31} = g_{31} + g_{21}g_{32} + g_{51}g_{35} + g_{41}g_{34} + g_{21}g_{52}g_{35} + g_{21}g_{42}g_{34} + g_{51}g_{45}g_{34}; \\ \Gamma_{61} = g_{61} + g_{21}g_{62} + g_{51}g_{65} + g_{41}g_{64} + g_{21}g_{52}g_{65} + g_{21}g_{42}g_{64} + g_{51}g_{45}g_{64} + \\ + g_{31}g_{63} + g_{21}g_{32}g_{63} + g_{51}g_{35}g_{63} + g_{41}g_{34}g_{63}.$$

Результаты расчетов приведены ниже и также включены в табл. 2, анализ которой позволяет сделать следующие выводы:

– по уменьшению степени влияния на разрывную нагрузку холстопршивного полотна в продольном направлении исследуемые факторы располагаются в такой последовательности: переплетение, вид и линейная плотность прошивных нитей, состав смеси волокон, поверхностная плотность провязываемого холста, плотность прошива по длине;

– если по общему влиянию на разрывную нагрузку эти факторы различаются ненамного ($\Gamma_{56}=0,364$; $\Gamma_{46}=0,350$; $\Gamma_{36}=0,332$; $\Gamma_{26} = 0,283$; $\Gamma_{16} = 0,264$), то непосредственное влияние каждого фактора уже проявляется в большей степени ($g_{65}=0,196$; $g_{64}=0,082$; $g_{63}=0,332$; $g_{62}=0$; $g_{61}=0,098$).

Полученные выводы подтверждаются имеющимися представлениями о технологическом процессе производства холстопршивных полотен.

ВЫВОДЫ

1. На основе бинарной причинно-следственной теории информации установлены причинно-следственные связи между условиями изготовления и прочностными свойствами холстопршивных полотен.

2. Выполнен количественный анализ интенсивности прямых и косвенных причинных влияний, действующих в процессе производства холстопршивных полотен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев С.Д., Мартынова А.А., Юхин С.С., Власова Н.А. Методы и средства исследования технологических процессов в ткачестве. – М.: Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косынина, 2006.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов. Поступила 02.10.09.

УДК 677.023.56

ФИЛЬТРАЦИЯ ВОЗДУХА ЧЕРЕЗ МНОГОСЛОЙНЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ С УЧЕТОМ МЕХАНИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Г.В. БАШКОВА, А.П. БАШКОВ, Д.А. АЛЕШИНА, И.А. ЖУРАВЛЕВА

(Ивановская государственная текстильная академия)
E-mail: info@igta.ru

Представлен теоретический анализ фильтрации воздуха через многослойный пористый текстильный материал, находящийся в состоянии механического сжатия с привлечением метода конечных элементов. Для этого в качестве конечного элемента рассматривается элементарная пора в виде деформируемого шестизвенного элемента.

Using the method of finite elements an air filtration through the multilayered porous textile material in a mechanical pressing condition is theoretically investigated in this paper. The elementary pore is considered as a final element which represents with deformed six-section element.

Ключевые слова: фильтрация воздуха, многослойный пористый текстильный материал, механическое сжатие, метод конечных элементов.

При долгом пребывании в автомобильном кресле человек испытывает заметный дискомфорт, который связан с повышением влажности кожи в зонах контакта тела с обивкой кресла [1]. Гигиеничность кресла тесно связана с воздухопроницаемостью многослойной структуры опорных поверхностей, которые состоят из пружинного блока, слоя вспененного полиуретана, подстилочного слоя и обивки, в качестве которых используются ткань, нитепрошивное полотно или трикотаж. Для верха обивки нами предлагается основовязаное полотно, содержащее с периодичностью 10 см уточные нити. Эти нити, более упругие, чем петлеобразующие, способны членить опорную поверхность кресел на сегменты-подушечки, улучшая их эргономические характеристики и воздухопроницаемость.

При воздействии нагрузок от веса человеческого тела многослойная структура сжимается (рис. 1), объем пор сокращается, а воздух, фильтруясь через материал, движется и вентилирует зоны контакта тела с опорной поверхностью. При снятии или уменьшении нагрузок при движении тела человека поры за счет упругости материала снова наполняются воздухом. Кроме этого, за счет движения воздуха внутрь пор происходит удаление влаги от тела человека в пределах опорной поверхности.

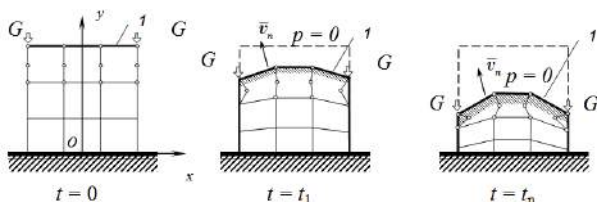


Рис. 1

При сжатии пористого материала с силой G постоянно происходит изменение площади и формы его свободной поверхности 1 (рис. 1 – фильтрационный поток при наличии свободной поверхности 1), а также размера пор. Состояние свободной поверхности определяет параметры фильтрации, то есть скорость и расход воздуха на границе пористого тела. Размер

пор, как функция сжатия, влияет на воздухопроницаемость пористого тела. При этом более сжатыми и менее проницаемыми являются верхние слои, непосредственно воспринимающие нагрузку.

Определить параметры фильтрации можно, связав деформацию пористого тела с размерами пор и воздухопроницаемостью, а его упругую реакцию на сжатие с объемными силами, вызывающими перепад давления в пределах пористого тела и движение воздуха. В данном случае скорости воздуха и сами объемные силы небольшие, поэтому для расчетов можно использовать систему из уравнений Навье-Стокса для несжимаемой жидкости, преобразованных для двумерного случая и стационарного режима течения, поскольку решение задачи целесообразно проводить пошагово в фиксированный момент времени t_k , и уравнения неразрывности:

$$\begin{cases} X - \partial p / \partial x + \mu (\partial^2 v_x / \partial x^2 + \partial^2 v_x / \partial y^2) = 0, \\ Y - \partial p / \partial y + \mu (\partial^2 v_y / \partial x^2 + \partial^2 v_y / \partial y^2) = 0, \\ \partial v_x / \partial x + \partial v_y / \partial y = 0, \end{cases} \quad (1)$$

где p – давление жидкости в порах; X, Y – объемные силы, действующие в единице объема; v_x, v_y – проекции скорости жидкости на координатные оси; μ – коэффициент динамической вязкости жидкости (газа).

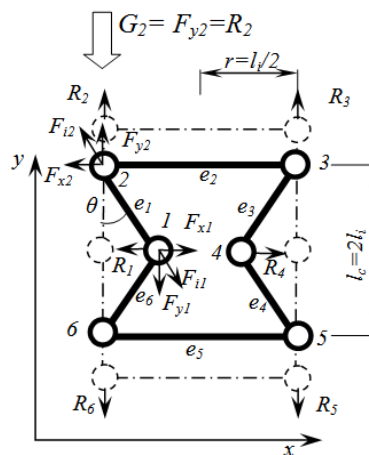


Рис. 2

Поскольку деформация пористого тела неоднородна, данную задачу можно решить, используя метод конечных элементов, разбив весь объем V на конечные шестизвенные элементы (рис. 2), стержневые эквиваленты плоского сечения поры. Тогда, учитывая условия, при которых составлена система уравнений (1), объемные силы можно представить следующей матрицей:

$$\{F\}_p = \left(\int_V [\bar{N}]^T \begin{Bmatrix} \partial/\partial x \\ \partial/\partial y \end{Bmatrix} [N] dV \right) \{p\} = [L] \{p\}, \quad (3)$$

где $[\bar{N}]^T$ – приведенная к глобальной системе координат матрица функции формы (положения узловых элементов), определяющая перемещение упругого тела; $[N]$ – матрица функции формы, характеризующая распределение давления, то есть:

$$p = [N] \{p\}, \quad v_x = [N] \{v_x\}, \quad v_y = [N] \{v_y\}, \quad (4)$$

где v_x, v_y – скорости узловых перемещений, которые приравниваем к соответствующим скоростям воздушного потока внутри поры.

Скорости узловых перемещений для образца пористого материала можно определить экспериментально. Для этого образец сжимается грузом заданного веса (в нашем случае 40 Н) на специальном стенде (рис. 3 – экспериментальная установка для определения скорости деформации пористого образца: а – схема установки, 1 – образец пористого материала; 2 – подвижная грузовая площадка; 3 – шток с распределительной пластиной; 4 – линейка; б – снимок деформации с наложением координатной сетки; в – серия снимков за 2 с).

Динамика сжатия фиксируется скоростной съемкой на цифровую фотокамеру. За время 2 с сделана серия из 9 снимком с шагом $\Delta t = 0,25$ с. Затем в графическом редакторе Photoshop на снимок наносится координатная сетка, и при большом увеличении определяются координаты, а с учетом Δt и скорости узловых перемещений.

$$\begin{Bmatrix} X \\ Y \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \partial p / \partial x \\ \partial p / \partial y \end{Bmatrix}. \quad (2)$$

Если упругую систему описывать с учетом дискретизации всего объема, то объемные силы в соответствии с методом перемещений [2] вызовут узловые силы $\{F\}_p$, определяемые матрицей $[L]$:

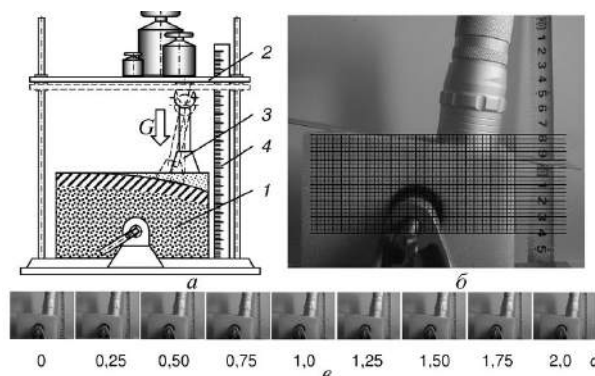


Рис. 3

Далее эти скорости можно связать с перепадом давления, используя закон Дарси [3]:

$$v_x = -\frac{k}{\mu} \frac{dp}{dx}; \quad v_y = -\frac{k}{\mu} \frac{dp}{dy}, \quad (5)$$

где k – коэффициент воздухопроницаемости, $m^2/Па \cdot c$ (для упрощения рассуждений будем считать, что он одинаков во всех направлениях).

Коэффициенты воздухопроницаемости образцов трикотажного полотна определялись экспериментально на приборе ВПТМ2, для пористого наполнителя и подстилочного слоя они рассчитывались в зависимости от пористости материала. Известно, что коэффициент проницаемости связан с пористостью уравнением Козени - Кармана:

$$k = \frac{\varepsilon^3}{K_o S_b^2 (1 - \varepsilon)^2}, \quad (6)$$

где K_0 – константа Козени; S – площадь свободной поверхности; ε – коэффициент пористости $\varepsilon = \frac{V_0}{V}$; V_0 – суммарный объем пор, который можно определить расчетно, используя объемные плотности пористого тела и исходного полимера.

Тогда

$$\begin{cases} \frac{dp}{dx} = v_x \mu K_0 S^2 \frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3}, \\ \frac{dp}{dy} = v_y \mu K_0 S^2 \frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3}. \end{cases} \quad (7)$$

Будем считать, что объем пор при сжатии уменьшается пропорционально общему объему, тогда значение ε остается неизменным. С использованием соотношений (5)...(7) и экспериментальных данных

$$F^{e_1} = \begin{bmatrix} F_{x1} \\ F_{y1} \\ F_{x2} \\ F_{y2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{x1x1} & K_{x1y1} \\ K_{y1x1} & K_{y1y1} \\ K_{x2x2} & K_{x2y2} \\ K_{y2x2} & K_{y2y2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \delta_{x1} \\ \delta_{y1} \\ \delta_{x2} \\ \delta_{y2} \end{bmatrix}, \quad (10)$$

где

$$K_{ij} = \frac{\lambda s}{\ell} \begin{bmatrix} \cos^2 \theta & \sin \theta \cos \theta \\ \sin \theta \cos \theta & -\cos^2 \theta - \sin \theta \cos \theta \end{bmatrix}.$$

Матричное уравнение для всего элемента с учетом узловых смещений δ , произошедших в результате нагрузки, будет иметь вид [4]:

$$R_{xi} = \sum_{i=1}^6 F_{xi}^{e_i}; \quad \text{Ошибка! Ошибка связи.} \quad [R_i] = \begin{bmatrix} R_{xi} \\ R_{yi} \end{bmatrix} = \sum_{i=1}^6 \begin{bmatrix} F_{xi}^{e_i} \\ F_{yi}^{e_i} \end{bmatrix} = \sum_{i=1}^6 [F^e]. \quad (12)$$

Результирующая система уравнений в матричном виде может быть записана следующим образом:

$$[R] = \begin{bmatrix} [R_1] \\ [R_2] \\ \vdots \\ [R_6] \end{bmatrix} = \sum_{i=1}^6 \begin{bmatrix} [F_1^e] \\ [F_2^e] \\ \vdots \\ [F_6^e] \end{bmatrix} = \sum_{i=1}^6 [F^e]. \quad (13)$$

строится матрица $[N]\{\delta\}$ и рассчитывается матрица $[L]\{p\}$.

Деформация стержня (эквивалента стенки поры) ненагруженной длины ℓ определяется величиной (рис. 2):

$$E = \left[(\delta_{x2} - \delta_{x1}) \cos \theta + (\delta_{y2} - \delta_{y1}) \sin \theta \right] / \ell. \quad (8)$$

Тогда продольная сила P , приложенная к стержню, будет определяться выражением:

$$P_i = \frac{\lambda s}{\ell} \left[(\delta_{x2} - \delta_{x1}) \cos \theta + (\delta_{y2} - \delta_{y1}) \sin \theta \right], \quad (9)$$

где s – площадь поперечного сечения стержня (стенки поры); λ – модуль упругости исходного полимера.

Компоненты продольной силы P_i могут быть приравнены к компонентам узловых сил F_i . Тогда для звена e_1 (рис. 2):

$$[F^e] = [K^{e_i}] \{\bar{\delta}\}. \quad (11)$$

Силы реакций R_1, R_i, \dots, R_6 для каждого i -го узла могут быть выражены через векторную сумму их компонентов F_1, F_i, \dots, F_6 в проекциях на оси x и y (рис. 2), то есть:

$[R]$ – матрица, включающая все силы узловых реакций, возникших за счет действия внешней силы G , кроме сил, обусловленных давлением p в порах.

Подставив выражение (11) в (13), получим

$$[R] = \sum_{i=1}^6 K^{ei} \bar{\delta} = [K] \{\bar{\delta}\}, \quad (14)$$

где матрица $[K] = \sum_{i=1}^6 K^{ei}$ есть матрица жесткости системы, полученная за счет поэлементного объединения матричных уравнений элементов e_i .

В результате уравнение дискретизированной задачи для упругой среды можно выразить в виде матричной суммы внутренних сил, то есть сил реакции $[K] \{\delta\}$ и объемных сил $[L] \{p\}$, характеризующей

распределение давления в зависимости от деформации:

$$[K] \{\delta\} + [L] \{p\} = 0. \quad (15)$$

Параметры фильтрации, то есть среднюю скорость \bar{v} и расход Q , можно определить, используя уравнения Гагена-Пуазейля для течения жидкости через капилляр [3]:

$$\bar{v} = \Delta p \frac{r^2}{8\mu \ell_c}; \quad Q = \Delta p \frac{r^2}{8\mu \ell_c}, \quad (16)$$

где r и ℓ_c – радиус и длина капилляра соответственно, если рассматривать пору как капилляр. Эти значения можно связать с длиной ненагруженного стержня, то есть эквивалента стенки поры в соответствии с (8) (рис. 2):

$$r = \frac{\ell_i}{2} = \frac{\ell + [(\delta_{xi} - \delta_{xi}) \cos \theta_i + (\delta_{yi} - \delta_{yi}) \sin \theta_i] / \ell}{2},$$

$$\ell_c = 2\ell_i = 2 \left\{ \ell - [(\delta_{x2} - \delta_{x1}) \cos \theta + (\delta_{y2} - \delta_{y1}) \sin \theta] / \ell \right\}.$$

Тогда расход воздуха через i -й конечный элемент с учетом выражения (7) можно рассчитать для каждого фиксированно-

го момента времени t_k по следующим формулам:

$$\begin{cases} Q_{ix} = v_x \mu K_o S_i^2 \frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3} \frac{\pi \left\{ \ell + [(\delta_{xi} - \delta_{xi}) \cos \theta_i + (\delta_{yi} - \delta_{yi}) \sin \theta_i] / \ell \right\}^4}{32\mu \left\{ \ell - [(\delta_{x2} - \delta_{x1}) \cos \theta + (\delta_{y2} - \delta_{y1}) \sin \theta] / \ell \right\}}, \\ Q_{iy} = v_y \mu K_o S_i^2 \frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3} \frac{\pi \left\{ \ell + [(\delta_{xi} - \delta_{xi}) \cos \theta_i + (\delta_{yi} - \delta_{yi}) \sin \theta_i] / \ell \right\}^4}{32\mu \left\{ \ell - [(\delta_{x2} - \delta_{x1}) \cos \theta + (\delta_{y2} - \delta_{y1}) \sin \theta] / \ell \right\}}. \end{cases} \quad (17)$$

По аналогии с выражениями (10) и (14) можно составить матрицу:

$$[Q] = \sum_{i=1}^6 M^{ei} \bar{\delta} = [M] \{\bar{\delta}\}, \quad (18)$$

где

$$M_{ij} = v_j \mu K_o S_i^2 \frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3} \frac{\pi \left\{ \ell + [(\delta_{ixi} - \delta_{xi}) \cos \theta_i + (\delta_{yi} - \delta_{yi}) \sin \theta_i] / \ell \right\}^4}{32\mu \left\{ \ell - [(\delta_{xi} - \delta_{xi}) \cos \theta + (\delta_{yi} - \delta_{yi}) \sin \theta] / \ell \right\}}.$$

ВЫВОДЫ

Результирующая скорость узловых перемещений определяется по соотношению $v_n = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$, аналогично определяется и результирующий расход воздуха $Q = \sqrt{Q_x^2 + Q_y^2}$. Расчет фильтрации воздуха, то есть параметра Q , ведется пошагово в среде MatLab для заданной свободной поверхности S , симметричной относительно оси Oy , при различных фиксированных значениях внешней силы $G = F_{y2} = R_2$ (рис. 1 и 2). Значения Q , рассчитанные с интервалом времени $\Delta t = 0,25$ с, показаны на рис. 4 – график зависимости параметра фильтрации Q от степени сжатия в зависимости от времени и координаты x .

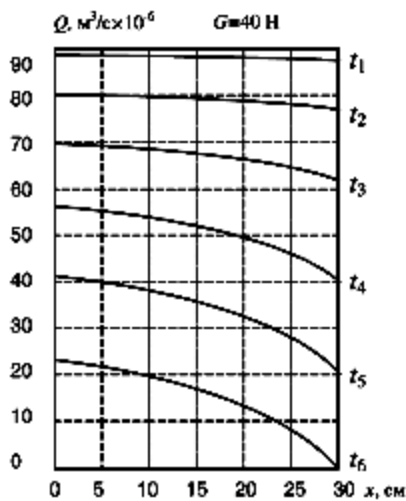


Рис. 4

1. С использованием метода конечных элементов проведен теоретический анализ фильтрации воздуха через пористые структуры и получены зависимости расхода воздуха и воздухопроницаемости от степени их сжатия внешними нагрузками.

2. Разработана методика расчета параметров фильтрации многослойных пористых материалов в зависимости от степени сжатия применительно к автомобильным креслам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Umbach K.M. Parameters for the physiological comfort on car seats //Tessili per impieghi Tecnici. – №4, 1999. P.18...26 (на англ. яз.).

2. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. Пер. с англ. под ред. Б.Е. Победри. – М.: Мир, 1975.

3. Физическая энциклопедия. – Т. 3 / Гл. ред. А.М. Прохоров. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1992.

4. Башкова Г.В., Башков А.П., Алешина Д.А., Натертышев И.Ю. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, № 2. С.77...81.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 04.12.09.

УДК 677.025.54: 677.017.27

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАНЫХ ТРЕБОВАНИЙ
ПО РАСТЯЖИМОСТИ ЧУЛОЧНО-НОСОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ
НА ОСНОВЕ КОНТРОЛЯ СТРУКТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРИКОТАЖА**

И.Г. ЦИТОВИЧ, Ю.Б. СПИРИНА, Н.В. ГАЛУШКИНА, В.В. МАЛЮТА

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,
ОАО "Альметьевская чулочно-носочная фабрика "Алсу")
E-mail: office@msta.ac.ru

На основании теоретических и экспериментальных исследований впервые получен новый научный результат: с увеличением линейной плотности нити растяжимость возрастает при постоянном коэффициенте заполнения, что позволяет в более широком диапазоне изменять структурные параметры трикотажа.

On the basis of theoretical and experimental researches a new scientific result was obtained: the tensility increases with the linear density increase at the constant coefficient of filling in, that enables to change the knitted fabric structural parameters.

Ключевые слова: коэффициент растяжимости, коэффициент заполнения, модуль петли, линейная плотность нити, петельный шаг, количество игл, трикотажное полотно.

Среди основных эксплуатационных свойств чулочно-носочных изделий растяжимость – важнейший показатель качества, определяющий условия их эксплуатации, комфортность, соответствие размеров изделий и тела человека. Следует различать оценку растяжимости при испытаниях продукции и оценку растяжимости в условиях деформации при эксплуатации изделий.

В первом случае – на этапе контроля продукции промышленные методы предусматривают одноосное приложение нагрузки к плоскому образцу или трубчатому участку. Методы испытаний при нагрузках, меньше разрывных, изложены в рабо-

те [1] и предусмотрены ГОСТом 19712–89. Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках, меньше разрывных.

Во втором случае – на этапе проектирования изделий необходимо учитывать двухосное растяжение трикотажа, соответствующее деформационным изменениям при надевании изделия на тело человека (когда меняется состояние структурных параметров переплетения при двухосной деформации трикотажного полотна).

Контроль и нормативы растяжимости предусмотрены ГОСТом 8541–94. Изделия чулочно-носочные, вырабатываемые на круглочулочных автоматах, и методикой

определения растяжимости участков образца под определенной величиной нагрузки.

Несоответствие чулочно-носочных изделий требованиям растяжимости делает изделия во многих случаях не пригодными к эксплуатации, снижает их качество. Несоответствия возникают не только в связи с несовершенством процедуры проектирования и нарушением режимов вязания, но обусловлено статистикой изменений "полноты ног" и индивидуальных отклонений размерных признаков от средних значений.

Традиционно считают, что основным параметром, влияющим на растяжимость трикотажного полотна, изготовленного на машине с определенным количеством игл, является длина нити в петле (ℓ). Вместе с тем, в теории и практике трикотажного производства отсутствуют какие-либо однозначные оценки растяжимости для типичной ситуации, когда изменяется, например, линейная плотность нити (T). Определенные фундаментальные исследования в этом направлении можно найти в работе [2] при анализе кулирной глади, где сделан переход от геометрической модели к ее безразмерному виду введением в расчетные процедуры модуля петли:

$$\sigma = \frac{\ell}{d_y}.$$

Будем исходить из известного положения, что основными показателями качества трикотажных полотен являются структурные характеристики материала. В теории строения трикотажа основной характеристикой является модуль петли σ (линейный, поверхностный, объемный). Они введены в методологию проектирования и анализа трикотажа в исследованиях [2], [3].

В зарубежной практике в качестве структурных характеристик трикотажа также введены структурные коэффициенты, характеризующие геометрические свойства трикотажного материала (размеры и форму петли), показатель "застила" (cover factor - CF) и коэффициент плотности (tightness factor - TF). В частности, в

1962 г. впервые предложена следующая характеристика, имеющая практический смысл [4]:

$$CF = \frac{1}{\ell\sqrt{N}},$$

где N_w – номер пряжи по шерстяной системе прядения.

Позже в 1965 г. введен аналогичный по физической сущности коэффициент плотности [4]:

$$TF = \frac{\sqrt{T}}{\ell}.$$

Важным для практики и теории строения трикотажа является также введение в качестве структурной характеристики материала – структурной ячейки трикотажного полотна – Structural Knitted Cell (SKC) [4] – это наименьшая повторяющаяся структурная единица материала, в общем виде отличающаяся от раппорта переплетения. Многочисленными экспериментальными исследованиями была подтверждена зависимость различных свойств трикотажа от характеристик заполнения структурной единицы SKC (и его простейшей формы – петли).

При проектировании чулочно-носочных изделий и оценки их свойств, так же как и других видов трикотажных полотен, мы исходили из положения, изложенного в [2], считая, что модуль петли $\sigma = \frac{\ell}{d_y}$ является определяющей для качества структурной характеристикой трикотажа.

Вместе с тем, измерение этого показателя и его метрическое определение технически является сложной процедурой, что противоречит принципу единства измерений. Как следствие, этот показатель не применяется в практике трикотажного производства как нормируемая характеристика качества продукции.

Поэтому в качестве основного структурного параметра нами был принят коэффициент заполнения k_ℓ – характеристика,

по физической сущности эквивалентная модулю петли σ . Как известно:

$$\ell = \sigma d_y = \sigma 0,0357 \sqrt{\frac{T}{\gamma}}, \quad (1)$$

где d_y – условный диаметр нити; γ – плотность вещества нити. Если положить

$$\sigma 0,0357 \sqrt{\frac{1}{\gamma}} = k_\ell \quad (2)$$

(что позволяет при необходимости при проведении, например, экспериментальных работ и статистической оценке рекомендуемых значениях модуля σ и γ оценить k_ℓ), то с учетом (1) и (2) k_ℓ будет определен в виде отношения:

$$k_\ell = \frac{\ell}{\sqrt{T}}. \quad (3)$$

При этом k_ℓ приобретает метрическую оценку на основе экспериментальных измерений длины нити в петле и линейной плотности нити. Можно видеть, что эта величина, имеющая физический смысл модуля петли, обратная коэффициенту плотности ТГ и коэффициенту застила СГ, что позволяет использовать для оценки зарубежные данные и сопоставлять результаты.

В качестве характеристик деформационных свойств в чулочно-носочном производстве используют не зависимость деформации от нагрузки, а величину максимальной растяжимости трикотажа, пропорциональной максимальной величине петельного шага A_{\max} [5].

Таким образом, для кулирной глади, на базе которой изготавливают большинство чулочно-носочных изделий, растяжимость будет

$$P = N_n (\ell - 3\pi d_y), \quad (4)$$

где N_n – количество игл в заправке.

Если в формулу (4) ввести коэффициент заполнения k_ℓ , то можно получить

оценку растяжимости для самых различных значений длины нити в петле в виде:

$$P = N_n \sqrt{T} (k_\ell - c_\gamma), \quad (5)$$

где $c_\gamma = 3\pi 0,0357 \sqrt{\gamma^{-1}}$ – коэффициент, зависящий от материала и структуры волокон*. Учитывая, что γ меняется в пределах 1,14...1,52 г/см³, можно оценить изменение c_γ на интервале 0,28...0,32 и в качестве первого приближения для растяжимости принять его значение $c_\gamma = 0,30$ с отклонением не более $\pm 0,02$.

Из уравнения (5) видно, что растяжимость определяется параметрами k_ℓ , N_n и E и может быть представлена уравнением прямой как функция от значения коэффициента заполнения для нитей различной линейной плотности. При этом мы уходим от неопределенной процедуры измерения условного диаметра нити d_y , необходимого для оценки модуля σ .

Для проверки теоретической модели растяжимости и уточнения коэффициента k_ℓ были проведены экспериментальные исследования растяжимости трубчатых образцов, изготовленных из наиболее массовой (типовой) для промышленных условий заправки при вязании чулочно-носочных изделий платированным переплетением из хлопчатобумажной пряжи номинальной линейной плотности 20, 25 и 29 текс в сочетании с комплексными нитями (из эластомерных нитей лайкра 2,2 текс и полиамидной нити 7,8 текс).

В условиях "Альметьевской чулочно-носочной фабрики "Алсу" (Республика Татарстан) были изготовлены 3 группы образцов (по 6 в каждой группе) из пряжи различной линейной плотности на круглочулочных автоматах Hiјесom (Южная Корея) с количеством игл $N_n = 144$ (2 группы) и $N_n = 156$ (1 группа). Испытания образцов проводились на приборе марки ПР-3 со-

* В работе И.И. Шалова [6] коэффициент c_γ приводится как константа K , зависящая от вида сырья (для хлопчатобумажной пряжи $K = 0,21$, для капроновой комплексной нити $K = 0,23$, для капроновой монопнити (волокна) $K = 0,22$).

гласно утвержденной методике при нагрузке 90 Н. С учетом количества игл $N_{и}$ рассчитывалось по растяжимости P значение максимального петельного шага A_{max} и проводилась оценка значения коэффициента заполнения $k_{\ell} = \frac{\ell}{\sqrt{T}}$ по фактическому среднему значению суммарной линейной плотности T . Как видно из рис. 1, полученные зависимости близки к линейной функции.

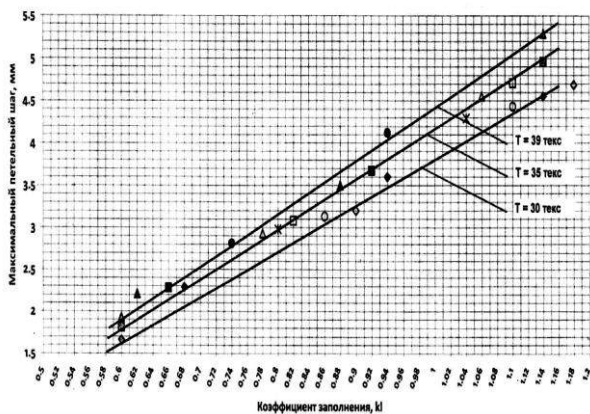


Рис. 1

Уточнение c_{γ} по теоретической модели (5) можно получить по экспериментальным данным из следующего уравнения:

$$c_{\gamma} = \frac{k_{\ell} \sqrt{T} - A_{max}}{\sqrt{T}} = k_{\ell} - \frac{A_{max}}{\sqrt{T}},$$

где k_{ℓ} , T и A_{max} – экспериментальные значения.

При объединении в выборку всех данных опытов проводилась оценка однородности дисперсии, при уровне значимости $p=0,05$ были получены экспериментальные оценки для $c_{\gamma} = 0,29 \pm 0,03$ независимо от коэффициента заполнения k_{ℓ} , что практически совпадает с исходной теоретической оценкой $c_{\gamma} = 0,30 \pm 0,02$.

Таким образом, для наиболее вероятных экспериментальных значений уравнение для растяжимости имеет вид:

$$P = N_{и} \sqrt{T} (k_{\ell} - 0,29). \quad (6)$$

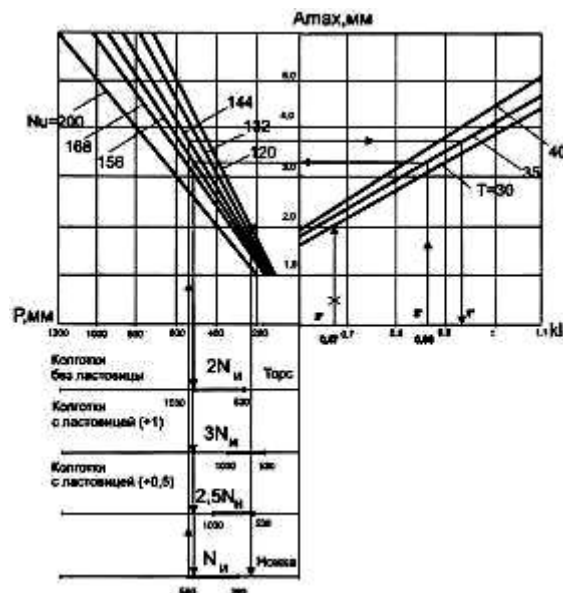


Рис. 2

Полученные модели для растяжимости чулочно-носочных изделий представлены в виде номограммы (рис.2), где одновременно нанесены требуемые значения для растяжимости различных участков чулочно-носочных изделий: ножки (верхняя часть) и торса при различной конструкции изделий.

Применение номограмм или расчетных процедур по формулам (3) и (6) позволяет решить две задачи.

Во-первых, по заданной растяжимости (P) основных участков изделий можно определять минимальный коэффициент заполнения (k_{ℓ}), который обеспечивает выполнение заданных требований при вязании изделия с определенным количеством игл ($N_{и}$). Ход такого решения показан стрелкой 1' на рис. 2.

Во-вторых, проверить по заданной (или измеренной) величине k_{ℓ} условие обеспечения требуемой растяжимости (P) (рис. 2 – стрелка 2'). Если растяжимость при заданном k_{ℓ} меньше требуемой (рис. 2 – стрелка 3') – процесс вязания требует соответствующей корректировки.

Номограмма дает наглядное представление решения задач по проектированию растяжимости участков чулочно-носочных изделий или контролю этого показателя по коэффициенту заполнения трикотажного полотна. По факту нас должны интересовать дискретные значения решений для

конкретных заправочных данных: линейной плотности нити T и количеству игл $N_{и}$ круглочулочного автомата, которые чрезвычайно просто могут быть рассчитаны по формуле (6) в любой программной среде. Это позволяет также получить более точные оценки показателя растяжимости в дискретном поле значений T и $N_{и}$, в том числе при необходимости уточнить значения c_{γ} для других технологических заправочных.

Предполагается также, что на предприятии ведется и поддерживается база данных по характеристикам заполнения и структурным параметрам основных видов переплетений чулочно-носочных изделий, что, кстати, систематически поддерживалось на уровне отраслевой науки еще в 40-х годах.

Нас должен интересовать принципиальный для проектирования чулочно-носочных изделий вопрос: каким образом изменение толщины нити (или линейной плотности) влияет на растяжимость при постоянном модуле петли (или коэффициенте заполнения).

На основании экспериментальных исследований получен важный практический результат: при увеличении линейной плотности пряжи растяжимость трикотажного полотна платированного переплетения на базе кулирной глади увеличивается. В то время как из известной формулы (4) для $A_{\max} = \ell - 3\pi d_y$ следует обратный вывод.

ВЫВОДЫ

1. Получены теоретические и экспериментальные уравнения для оценки и расчета растяжимости чулочно-носочных из-

делий, изготавливаемых на основе платированного переплетения в зависимости от важнейшего структурного параметра трикотажа коэффициента заполнения k_{ζ} . В отличие от модуля петли σ коэффициент заполнения k_{ζ} метрически определен, подлежит контролю и регулированию и сопоставим с применяемыми характеристиками заполнения в зарубежной практике.

2. Установлено, что с увеличением линейной плотности нити растяжимость участков чулочно-носочных изделий возрастает при постоянном коэффициенте заполнения, что позволяет в более широком диапазоне изменять структурные параметры изготавливаемой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Торкунова З.А. Испытания трикотажа. – М.: Легпромбытиздат, 1985.
2. Шалов И.И., Далидович А.С., Кудрявин Л.А. Технология трикотажного производства: Основы теории вязания. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
3. Далидович А.С. Основы теории вязания. – М.: Легкая индустрия, 1970.
4. Gravas E., Kiekens P., and van Langenhove L. Predicting fabric weight per unit area of single- and double-knitted structures using appropriate software // Textile Res. J. –Vol. 6, № 4, 2006/ P. 223...237.
5. Кудрявин Л.А., Шалов И.И. Основы технологии трикотажного производства: Учеб. пособие для вузов. – М.: Легпромбытиздат, 1991.
6. Шалов И.И. Проектирование трикотажного производства. Учебник для студентов вузов. – М.: Легкая индустрия, 1977.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 30.10.09.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИТИ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ ЯЧЕЕК ЗАДАНЫХ РАЗМЕРОВ В СТРУКТУРЕ ТРИКОТАЖА

В.А. ЗАВАРУЕВ, Л.А. КУДРЯВИН, О.Ф. БЕЛЯЕВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

E-mail: office@ msta.ac.ru

Предложен способ оценки эффективности использования нити в структуре трикотажа при получении ячеек с полученным средним размером.

The method of the valuation of the thread efficiency use at the knitted fabric structure is offered, when getting the cells with the given middle size.

Ключевые слова: сетеполотно, ткань полотняного переплетения, квадратные ячейки, площадь рапорта, площадь одной ячейки.

При проектировании структуры сетеполотен, применяемых, например, для отражающей поверхности антенн, в фильтрах и в ряде других изделий, желательно иметь ячейки заданного

размера при минимальном использовании количества нити. С этой точки зрения оптимальной структурой является ткань полотняного переплетения, имеющая квадратные ячейки (рис. 1).

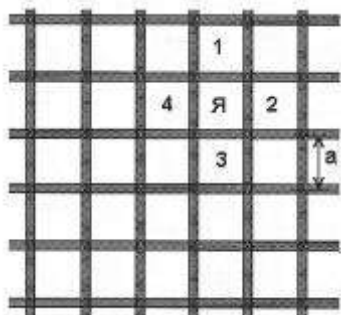


Рис. 1



Рис. 2

В трикотажных сетеполотнах ячейки в рапорте имеют разнообразные формы и размеры (рис. 2). Из рис. 2 видно, что целый ряд нитей используются неэффективно – они близко расположены друг к другу, что приводит к появлению очень малых (незначимых) ячеек. Поэтому возникает задача – оценить, насколько эффективно используются нити в трикотаже. Пусть, например, создан трикотаж с заданным средним размером a ячеек. Для оценки эффективности использования нити в таком трикотаже мы предлагаем, во-первых, определить длину

нити L в рапорте (это можно сделать либо по микрофотографии, либо по уработке), во-вторых, рассчитать какое количество квадратных ячеек с заданным размером стороны a (рис. 2) может быть получено из нити длины L . Отношение количества рассчитанных ячеек к количеству ячеек в рапорте трикотажа и может служить критерием эффективности использования нити в трикотаже.

Можно использовать и другой критерий, например, определить отношение площади рапорта, к площади, занимаемой всеми рассчитанными

ячейками раппорта. Чем больше эти отношения, тем выше эффективность использования нити.

Рассчитать количество квадратных ячеек, которые можно получить из нити длиной L , можно следующим образом.

Периметр квадратной ячейки равен $4a$. При этом участок нити длиной a принадлежит двум граничащим ячейкам, то есть каждой из двух граничащих ячеек, например, $я$ и 1 (рис.1), принадлежит участок нити длиной $a/2$. Так как каждая ячейка граничит с четырьмя соседними ячейками (так, ячейка $я$ граничит с ячейками $1, 2, 3, 4$), то на одну ячейку приходится участок нити длиной $2a$. Отсюда из нити длиной L может быть получено число ячеек N , равное $L/(2a)$. Если в раппорте содержится N_p ячеек, то эффективность по первому способу будет определяться отношением N_p/N .

Площадь одной ячейки равна a . Общая площадь S , занятая этими ячейками, равна

$$Na^2 = La/2.$$

Площадь раппорта $S_p = A \cdot 2B$ (рис.2). Эффективность по второму способу определяется отношением S_p/S .

В качестве примера проведем расчет эффективности использования нити для получения ячеек среднего размера в сетеполотне, раппорт которого приведен на рис. 2.

Измерения показали, что размеры раппорта $A=1,08$ мм; $2B=1,6$ мм; число ячеек 33. Площадь раппорта $S_p=1,08 \cdot 1,6 = 1,728$ мм²; средняя площадь ячейки в раппорте $0,052$ мм². Максимальная площадь ячейки в раппорте $0,238$ мм². Средней площади ячейки в раппорте соответствует квадратная ячейка с размером стороны $a = \sqrt{0,052} = 0,229$ мм. Длина нити в раппорте $16,43$ мм. При такой длине стороны квадратной ячейки из нити длиной $16,43$ мм можно получить $16,43/0,229 \approx 72$ ячейки, то есть примерно в 2 раза больше. Эффективность

использования нити по количеству ячеек составляет $33/72 \approx 0,46$.

Общая площадь, занимаемая 72 квадратными ячейками со стороной $0,229$ мм, составляет $16,5$ мм². Эффективность использования нити по площади составляет $1,728/16,5 \approx 0,104$.

Если по каким-либо причинам считать, что ячейки площадью, меньшей некоторой заданной величины (например, меньшей $0,04$ мм²), являются незначимыми (не учитываемыми), то число значимых ячеек будет равно 15, а их средняя площадь $0,068$ мм², что соответствует квадратной ячейке со стороной $0,26$ мм. Таких ячеек при оптимальном использовании нити можно получить 63, то есть больше примерно в 4 раза. Эффективность использования по числу ячеек составляет примерно $0,24$.

Общая площадь рассчитанных ячеек равна $16,4$ мм, эффективность использования нити по площади равна $0,105$, то есть практически равна предыдущей.

Сопоставляя результаты расчетов, можно сделать вывод, что оценка эффективности по площади дает более воспроизводимый результат. Это связано с тем, что отказ от учета незначимых ячеек практически не сказывается на общей площади ячеек.

Аналогичные расчеты можно провести для других сетеполотен. Сравнивая результаты расчета, можно определить, в какой структуре нить используется более эффективно.

ВЫВОДЫ

Предложен способ оценки эффективности использования нити в структуре трикотажа при получении ячеек с полученным средним размером.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 15.01.10.

УДК 687.023

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЕДИНЕНИЯ
МАТЕРИАЛОВ С РАЗНОРОДНЫМИ СВОЙСТВАМИ***

М.В. СУРИКОВА, О.В. МЕТЁЛЕВА, Е.И. КОВАЛЕНКО

(Ивановская государственная текстильная академия)
E-mail: info@igta.ru

Исследованы различные варианты клеевого герметичного соединения верхней неэластичной части газодымозащитного капюшона из полиимидной пленки с нижней эластичной частью из синтетической каучуковой пленки. Для исследований использована экспериментальная пленка, разработанная в ИвНИИПИК совместно с ИГТА (г. Иваново).

Various variants of glutinous hermetic connection of the upper inelastic part of the gas and smoke protective hood from polyimide layer with the lower elastic part made of a synthetic rubber film are investigated. For the researches the experimental film, developed in the IvNIIPIK together with the ISTA (Ivanovo) is used.

Ключевые слова: газодымозащитный капюшон, полиамидная пленка, герметичное соединение материалов с разнородными свойствами, целостность шва, клеевой способ соединения.

Для обеспечения качественных соединений при конфекционировании материалов внешнего слоя швейных изделий специального назначения целесообразно использовать материалы, близкие по основным технологическим (толщина, эластичность, тангенциальное сопротивление, стойкость к механическим и температурным воздействиям и т. п.) и функциональным свойствам.

Локальные изменения комплекса заданных свойств в швейном изделии могут быть обусловлены областью воздействия эксплуатационных или агрессивных факторов. Требования к эластичности и прочности материалов, составляющих пакет швейного изделия, и соединительных швов

определяются в значительной степени амплитудой и характером деформаций, возникающих при эксплуатации изделия. Существенное локальное изменение этих свойств (в несколько раз) возможно только за счет использования разнородных материалов и специальных соединений.

При изготовлении защитных швейных изделий, таких как средства индивидуальной защиты органов дыхания: (газодымозащитные капюшоны, маски, полумаски), приходится соединять разнородные по свойствам и структуре материалы. При этом формирование поверхности изделия для обеспечения различной по величине проницаемости, а также обтюрации предполагает использование таких материалов,

*Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации молодых кандидатов наук МК-5228.2007.8

как ткани, нетканые материалы, эластичные и неэластичные пленки. При этом способ соединения верхней неэластичной части капюшона из полиимидной пленки с нижней эластичной частью из синтетической каучуковой пленки должен обеспечивать целостность шва при действии поперечных и продольных деформаций растяжения большой амплитуды.

Традиционные способы соединения, используемые при изготовлении подобных герметичных швейных изделий, приводят к явным дефектам и сложностям в технологическом процессе.

Целью работы являлось исследование и выбор рационального способа герметичного соединения материалов с разнородными свойствами.

В настоящее время при изготовлении газодымозащитного капюшона – компактного средства индивидуальной защиты от терактов и пожаров – используют клеевой способ соединения. Для соединения между собой эластичной пленки (обтюлятора) и неэластичной полиимидной пленки (верхней части капюшона) используют скотч на пленочной полиимидной основе.

Объектами исследования являлись действующий клеевой способ соединения разнородных материалов (контрольный), ниточно-клеевой способ и проектируемый клеевой способ. Сравнительная характеристика свойств исследуемых соединений представлена в табл. 1. Ниточно-клеевой и варианты осуществления клеевого способа рассмотрены в качестве альтернативы действующему способу. Клеевой способ соединения материалов с разнородными свойствами может быть выполнен за счет одно- или двусторонней фиксации материалов, расположенных относительно друг друга внахлест, с помощью пленки.

В альтернативных клеевых способах соединительным и одновременно герметизирующим материалом служила самоклеящаяся композиционная пленка марки ГПМ, полученная на основе акрилового латекса. Для исследований использована экспериментальная пленка, разработанная в ИвНИИПИК совместно с ИГТА (г. Иваново) [1].

Поскольку перечень и нормативы показателей качества соединения для рассматриваемого участка изделия отсутствуют, проектируемые швы оценивали в сравнении с качеством существующего (контрольного) шва и, учитывая особенности эксплуатации изделия, контролировали: герметичность (воздухонепроницаемость), механическую и клеевую прочность и эластичность в различных направлениях, жесткость, трудоемкость выполнения соединения.

Качество швов оценивали: герметичность – по показателю воздухопроницаемости на приборе FF-12 (Метримпекс, Венгрия), жесткость методом кольца (ГОСТ 8977–74), способность выдерживать растягивающие нагрузки без нарушения герметичности соединения в поперечном и продольном направлениях – по величине разрывной нагрузки и разрывного удлинения (РТ-250 М-2 "Ивмашприбор"). Адгезионную прочность клеевых соединений исследовали методом расслаивания на приборе СРМ-1.

Из табл. 1 видно, что все полученные соединения – герметичны. Минимальной жесткостью обладают швы, полученные клеевым способом с односторонней фиксацией соединяемых материалов (3,8 сН). Наличие дополнительного фиксирующего слоя пленки повышает жесткость шва в 2,5 раза и приближает ее к жесткости шва, полученного существующим клеевым способом.

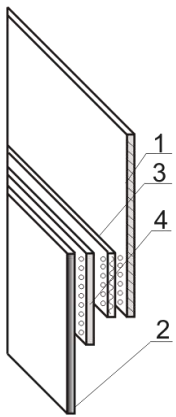
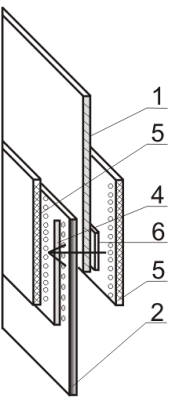
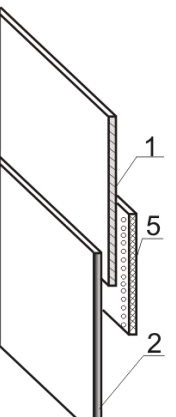
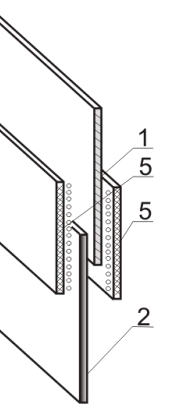
Исследования показали, что минимальной разрывной нагрузкой в поперечном направлении обладает действующий клеевой способ соединения. Причем уже при небольшом относительном удлинении (7,5%) начинается отслаивание полиимидного скотча от эластичной пленки. Ниточно-клеевой способ обеспечивает большую прочность на разрыв в поперечном направлении (в 3,3 раза) по сравнению с контрольным. Однако в этом шве, как и в контрольном, наблюдается отслаивание полиимидного скотча.

Швы, полученные альтернативным клеевым способом, имеют механическую прочность на разрыв в поперечном направлении (2,45...2,94 Н/см), в 5...6 раз

большую по сравнению с контрольным способом (0,49 Н/см). При этом не наблюдается отслаивания клеящей пленки в ре-

зультате растяжения эластичного пленочного материала.

Таблица 1

Показатели	Исследуемые клеевые соединения			
	существующий (контрольный)	альтернативные		
		ниточно-клеевой	с односторонней фиксацией	с двусторонней фиксацией
				
	1 - полиимидная пленка; 2 - эластичная пленка; 3 - двусторонний скотч; 4 - полиимидный скотч; 5 - самоклеящаяся пленка; 6 - нетканый материал			
1. Вид процесса	4 - стадийный последовательный	3 - стадийный последовательный	1 - стадийный параллельный	1 - стадийный параллельный
2. Операции для получения соединения	– приклеивание полиимидного скотча к эластичной пленке; – приклеивание двустороннего скотча к полиимидной пленке; – удаление антиадгезионного носителя; – склеивание полиимидной пленки с эластичной пленкой	– приклеивание полиимидного скотча к эластичной пленке; – стачивание составляющих пакета; – приклеивание самоклеящейся пленки с двух сторон соединения	– приклеивание самоклеящейся пленки с одной стороны пакета с одновременным отслаиванием антиадгезионного носителя	– приклеивание самоклеящейся пленки с двух сторон пакета с одновременным отслаиванием антиадгезионного носителя
3. Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$	0	0,05	0	0
4. Разрывная нагрузка в поперечном направлении, Н/см	0,49	1,64	2,45	2,94
5. Разрывное удлинение, %	50	95	95	95
6. Разрывная нагрузка в продольном направлении, Н/см	19,6	9,8	10,78	6,5
7. Разрывное удлинение, %	6,8	6,8	19,4	7,1
8. Адгезионная прочность при расслаивании, Н/см	0	12,74	12,74	12,74
9. Жесткость, сН	9,77	5,63	3,84	10,5

Кроме того, даже при односторонней фиксации пленкой полного разрушения

(разрыва) клевого соединения не происходит, так как клеящая пленка, обладая

высокой растяжимостью, перераспределяет прочностные и эластичные свойства соединяемых материалов. Относительное разрывное удлинение клеевых швов составляет 95%, тогда как у контрольного – 50%. При проектируемом способе соединения механическая прочность шва с односторонней фиксацией составляет 2,45 Н/см, при этом рвется полиимидная пленка, то есть прочность основного материала меньше прочности шва. При двусторонней фиксации пленкой прочность шва повышается до 2,94 Н/см. Полиимидная пленка в месте шва не разрушается. Полученные результаты объясняются достаточно большой адгезионной прочностью при расслаивании самоклеящейся пленки к склеиваемым материалам (12,74 Н/см) по сравнению с полиимидным скотчем (0 Н/см).

При надевании капюшона на голову и дальнейшем использовании изделие испытывает растяжение и в продольном направлении шва. Исследования показали, что существующий способ соединения обеспечивает наибольшую прочность. Однако, как и в поперечном направлении, при этом наблюдается отслаивание полиимидного скотча от эластичной пленки уже на начальной стадии нагружения соединения, а затем окончательное разрушение шва.

При ниточно-клеевом способе соединения происходит разрыв шва в местах перфорации иглой полиимидной пленки. При этом отслаивания клеящей пленки от полиимидной не происходит.

Трудоемкость выполнения соединений клеевым способом меньше, по сравнению с ниточно-клеевыми, в том числе с кон-

трольным, благодаря необходимости выполнения меньшего количества операций (табл. 1) и получения клеевого соединения в нормальных условиях без дополнительных активирующих воздействий.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что использование клеевого способа для соединения верхней неэластичной части газодымозащитного капюшона из полиимидной пленки с нижней эластичной частью из синтетической каучуковой пленки позволяет повысить его механическую прочность и эластичность в поперечном направлении, эластичность в продольном направлении и адгезионную прочность при сохранении герметичности и жесткости на уровне контрольных параметров.

2. Предложены более эффективные способы клеевого соединения материалов с разнородными технологическими свойствами посредством специальной клеящей пленки марки ГПМ, позволяющие сократить количество соединительных операций с четырех до двух (одной), обеспечив при этом качественные показатели шва.

ЛИТЕРАТУРА

1. Покровская Е.П., Метелёва О.В. Разработка технологии герметизации швов в изделиях из водонепроницаемых материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №4. С.63...65.

Рекомендована кафедрой технологии швейных изделий. Поступила 17.11.09.

СТИЛЬ И МОДА

Е.В. СИДОРЕНКО, В.Ф. СИДОРЕНКО

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

E-mail: office@msta.ac.ru

Рассмотрен вопрос стилеобразования, являющийся одним из самых значимых в современном дизайне. Представлено определение ключевых понятий "мода" и "стиль" и показана неоднозначность их "взаимоотношений" в историческом аспекте.

The question of style formation, being one of the most significant in the contemporary design, is considered. Definition of key concepts "fashion" and "style" is presented, and the ambiguity of their "mutual relations" in a historical aspect is shown.

Ключевые слова: стиль, мода, искусство и дизайн, "взаимоотношения" моды и стиля в истории развития общества.

Сегодня без слова "стиль" не обходится ни одна рекламная кампания или акция. Это слово произносится везде и повсюду, по поводу и без, и в каждом случае употребляющий его убежден, что знает, о чем говорит. Но далеко не всегда можно сказать с уверенностью, что это действительно стиль [1...3].

Когда-то Гёте сказал, что стиль покоится на глубочайших твердых познаниях, на самом существе вещей, а постижение сущностных начал бытия есть высшая задача Мастера-художника, создающего вещь.

Сегодня профессионалы дизайна с тревогой следят за разворачивающимся конфликтом между модой и стилем. Стиль подобен огромному фантастическому дереву, произрастающему корнями вглубь веков, в недра бесконечности своего собственного смысла и в беспредельность внутренней вселенной человеческой души. Каждый из классических стилей был художественным проектом, охватывавшим большое историческое время и пространство, и стремился распространить свое влияние на все доступные для него области жизни общества, включая производство тканей и одежды, технику, графический дизайн и др. Все творческие поиски формы направ-

лены, в конечном итоге, к стилю. Вне этой цели искусство и дизайн не имеют смысла.

Мода похожа на стиль, но не есть стиль. Мода – массово растиражированный симулятор стиля. Это феномен рынка. Автоматизация производства дала возможность осуществлять самые сложные идеи модельеров в миллионах экземпляров. Мода – технология продвижения товара на массовый рынок. Стиль нужен моде для того, чтобы она могла его разрушать и строить затем себя из его материала. Мода не самодостаточна. Стиль самодостаточен и как таковой в моде не нуждается.

Суждение Пьера Кардена об этом предмете столь же недвусмысленно, как и авторитетно. Оглядываясь на свой долгий творческий путь, он утверждал, что всю жизнь работал в одном и том же стиле. Что модели одежды, которые он создал двадцать и тридцать лет назад, можно носить и сегодня, потому что они "... не подвластны влиянию мимолетной моды, потому что они принадлежат одному стилю". По мнению Кардена, единственный способ спасти высокий стиль от профанации – это сделать так, чтобы стиль не находился только во власти людей, которых мы одеваем (то есть во

власти "рейтинга", а не Мастера-художника). Поэтому, утверждал Мастер, стиль нуждается в защите от пошлости. Высокий стиль жизненно необходим цивилизованному обществу. Стиль – это мысль, воплощенная в формах, философия в действии. Следовательно, уцелеет ли стиль, будет ли развиваться дальше – важный показатель здоровья общества.

В эпоху господства больших стилей, строго говоря, моды не было, как не было и нет ее, к примеру, в символике и стиле церковной одежды. Очевидно, что церковный канон не может допустить моду в иконографию культа, частью которого является облачение служителя. В противном случае это стало бы началом разрушения культа.

Моду часто путают со стилем, считая эти слова синонимами. Стиль выполняет интегрирующую функцию в культуре. Мода паразитирует на знаковом материале стилей. Ее функция по отношению к культуре – дезинтегрирующая. Если культура в постклассическую эпоху, несмотря на дезинтегрирующую активность моды, не убывает, значит стиль каким-то образом продолжает интегрировать культуру.

"Стиль – это человек," старое изречение французского просветителя Ж.Бюффона по прошествии двух с половиной столетий вновь открывает свой глубокий, проектный смысл. Это не определение, а задание человеку – опознать, осознать и проектировать себя во стиле. Как проектировал себя человек в символическом пространстве храмов и пирамид времен фараонов, в классическом стиле перикловых Афин, в фресках Дионисия и Джотто, архитектуре итальянского Ренессанса, живописи Рубенса, литературе немецкого романтизма.

Стиль – это не то, что можно "иметь", не утилитарная вещь, это непреходящая метафизическая ценность, которой нельзя обладать, ей можно лишь служить. Тем не менее, истине свойственно возвещать о себе именно через форму. Форму, имеющую несчетное число обликов,

непрерывно меняющую очертания, не равную самой себе в каждое следующее мгновение. Форма – это способ проникновения абсолютного в визуальную трехмерную реальность. Она хранит в себе код замысла о мире и человеке. Стиль – одно из высших проявлений этого бесконечно разгадываемого кода мироздания.

В сущности это и есть чистое проектно-художественное творчество. Все великие или выдающиеся стили были проектами. Именно проектами, а не окончательными разгадками тайны гармонии большого и малого космоса. Если бы человеку не была свойственна эта бескорыстная одержимость разгадыванием как таковым, равноценная творчеству, у нас не было бы искусства, цивилизации, дизайна. Не случайно слово "дизайн", обозначающее и рисунок, и проект, может быть переведено и как разгадывание: "de-sign" – буквально "раз-значивание" или "де-кодирование".

Стиль обитает в мире метафизических откровений и вещей неосязаемых, мире, удерживающем нити психо-эмоциональной связи затерянных поколений глубинной архаики с миром современным, кстати, тоже в чем-то безнадежно потерянным. Эти невидимые связи поколений отдают в нашем сознании едва уловимой тонкой вибрацией: благоговейный трепет перед неким мистическим посланием из древности, сообщаемым посредством символа, восходящего как к элевсинским мистериям, в которых обретал мудрость великий Платон, так и к культам изысканных друидов, как к обрядам инициации у сохранившихся еще племен Янамами, так и к ритуалам истребленного под корень уникального индейского племени Сиу.

ВЫВОДЫ

Стиль – аккумулятивная в художественном языке общность трансцендентного человеческого опыта. Функция стиля в культуре – интегрирующая.

Мода – одна из технологий рынка, паразитирующая на стилевых формах. По отношению к культуре функция моды-дезинтегрирующая: "модность" – это нарушение и разрушение стилевых канонов и форм.

И все же, самый верный и безошибочный признак стиля – субъективно-психологический: это сила его воздействия на нас.

1. *Кравченко А.И.* Культурология: учебное пособие для вузов. – 3-е изд. – М.: Академический проект, 2000.

2. *Сидоренко Е.В.* Мастер и профессионал. Дизайнерское образование. История. Теория. Практика. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2007.

3. *Сидоренко Е.В.* Проблема символа в проектной мифопластике// Проблемы дизайна-4. – М.: Пинакотека, 2007.

Рекомендована кафедрой рисунка и живописи. Поступила 14.01.10.

УДК 677.027.511

СЮЖЕТНЫЙ ТЕКСТИЛЬ РОССИИ И ФРАНЦИИ ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ XX ВЕКА

Н.П.БЕСЧАСТНОВ, Д.Г.ТКАЧ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина)

E-mail: office@msta.ac.ru

Объектом исследования являлись принципы построения, образный строй и иконография сюжетных текстильных рисунков ведущих мастеров и художественных школ России и Франции первой половины XX века.

The research object were construction principles, a figurative system and the iconography of the subject textile drawings of leading masters and art schools of Russia and France of the first half of XXth century.

Ключевые слова: сюжетный текстильный рисунок, техника гравюры, иконография, "эффект массовости".

Сюжетный текстильный рисунок, как никакой другой жанр текстильного искусства, впитал в себя изменения, произошедшие в искусстве первой половины XX века. Поиски новых средств выражения, смена творческих устремлений и жизненных идеалов проявились как в интерьерном текстиле, так и в тканях для одежды. В двадцатом веке на художественный текстиль стали заметно влиять и идеи ведущих модельеров мира. Появляется система заказов крупными домами моды неболь-

ших партий авангардных рисунков, которая помогает созданию направляющих коллекций "высокого шитья", выстраиваются прямые связи изобразительного искусства, текстильного творчества и искусства одежды. Текстильная графика в этих взаимосвязях является очень важным соединительным звеном, остро отражающим актуальные образно-стилевые и художественные тенденции.

Наиболее крупным художником текстиля, создававшим во Франции в первой

половине XX века сюжетные текстильные рисунки, был Рауль Дюфи, известный в России в основном как живописец. В 1910 г. Дюфи согласился на предложение французского кутюрье Поля Пуаре использовать технику гравюры по дереву для создания текстильного рисунка. Вместе с Пуаре он открывает небольшое кустарное производство, где набиваются уникальные рисунки. В 1912 г. Дюфи подписывает контракт с фирмой Бианчини-Ферье, для которой он создает в 1914-1920 гг. ряд серий, получивших широкую известность сюжетных текстильных композиций. Вначале он переводит в раппорт свои графические работы 1907-1911 гг., а затем берет на вооружение принцип "декоративной арабески", позволяющий свободно соединить разнохарактерные и разномасштабные сюжетные мотивы в единое, гармоничное целое. Если в работах "Рыбная ловля", "Танец", "Охота", "Жатва" еще ощущается некоторая скованность, то "Конькобежцы", "Теннис", "Регата", исполненные в 1920 г., можно считать безусловным вкладом в художественный текстиль XX века. Дюфи принадлежит первый осознанный шаг во включении логотипа фирмы производителя (BF Paris) в саму текстильную композицию. В 1923-1924 гг. текстильные рисунки Дюфи становятся более свободными, они утрачивают жесткие контуры и строятся на основе высокой культуры цветового пятна, пришедшей к нему из его поисков в станковой живописи.

В текстильных орнаментах Дюфи впервые в истории художественной ткани произошло идущее от кубизма упрощение форм сюжетных композиций при сохранении развитой сюжетной идеи. Для него, как для мастеров эпохи Возрождения, не существовало деления искусства на высокое и прикладное. Он, совмещая занятия живописью и работу над орнаментом, считал, что одно не может существовать без другого. "Картины художников перешагнули свои рамы, чтобы продолжать жить на платьях и на стенах", – писал Дюфи [1].

Понимание того, что станковое и прикладное искусство имеют единые корни и

развиваются совместно, в Советской России приобрело политическую окраску. Концепция прямой связи прикладного и станкового искусства, принятая на вооружение идеологами Ассоциации художников революционной России в 1920-1930 гг., позволила активно использовать сюжетную тематику в агитации за "идеалы новой жизни". Создавшие текстильные рисунки художники искренне считали, что ткани с изображениями рабочих и крестьян в трудовом процессе, матросов и солдат в революционных схватках – своевременный ответ на запросы времени.

Н.В.Полуэктова, одна из "застрельщиц" агитационного движения в текстильном рисунке, писала в 1932 г. в журнале "За пролетарское искусство", что "...текстильный рисунок по форме и содержанию во все исторические периоды был самым тесным образом связан с изоискусством, является неразрывным целым в общем комплексе "стиля". Мы не противопоставляем текстильный рисунок станковому искусству; все творческие достижения пролетарского изоискусства должны быть использованы в текстильном рисунке" [2]. Масштабы такого использования превзошли все ожидания партийных лидеров. В сельскую глубинку стали привозить из текстильных центров России сотни тысяч метров тканей с сюжетным рисунком – агитатором "за генеральную линию партии". Рисунки были выполнены как в один-два цвета, так и почти живописно – в шесть-семь цветов.

Задания по сюжетному текстильному рисунку вошли как в основной учебный процесс первого советского художественно-технического вуза ВХУТЕМАС/ВХУТЕИН и Московского текстильного института, так и в многочисленные производственные практики того времени. Такие сюжеты, как "На стройке", "На повалке леса", "На демонстрации", "Марш пионеров", "Жатва", "Пашня" и т.п. были вполне обычными. Те же самые "актуальные" сюжеты изображались в живописи, станковой графике, плакате, журнальной иллюстрации и при сравнении их с текстильными рисунками можно найти пря-

мые аналоги. Особенно популярны в советском изобразительном искусстве и художественном текстиле были изображения трактора на пашне и человека с тачкой на стройке. В текстильной графике их можно увидеть во множестве вариантов.

Ударный труд по мысли идеологов коммунистического строительства должен сочетаться с массовыми занятиями спортом. Это послужило основой для развития спортивной тематики в текстильном рисунке и созданию достаточно странных на первый взгляд композиций с названиями "Ударник и физкультурники". Спортивная тематика получила воплощение в композициях "Водный спорт", "Велосипедисты", "Футбол", "Марш физкультурников", "Лыжники", "Конькобежцы". Многократное повторение двух-трех фигур спортсменов в бесконечном движении на раппортной ткани создавало "эффект массовости" действия. При квадратном раппорте в 3...6 сантиметров на одном погонном метре ткани появлялись сотни фигур молодых бегущих или катающихся юношей и девушек. Специфика текстильных изображений действительно позволяла простыми средствами достигать поставленных идеологических задач.

Но "эффект массовости" достигался не только за счет повторения нескольких фигур в небольшом раппорте. В 1920-30 гг. в России были созданы и большераппортные композиции эпического характера со множеством действующих лиц. В декоративном многоцветном ситце В.Маслова "Сельское потребительское общество" мы видим пять многофигурных сюжетов на фоне пейзажа и в интерьере сельской лавки. Сюжетные картинки достаточно профессионально вставлены в абрисы, образованные из изображений колосьев высокой пшеницы и сельских дорог.

Возможности достижения "эффекта массовости" на текстильном изделии были полноценно использованы в те годы и в платочной продукции. Квадратное поле платка, эффектно заполнявшееся изображениями солдат наполеоновской или русской армии в изделиях XIX века, в 1920-1930 гг. стало полем "борьбы за пролета-

риат" или битвой за "освобождение от рабочих цепей угнетенных народов". На платках стали рисоваться массы людей с транспарантами, обрамленные бордюрами из революционных призывов и портретов вождей социальных движений. Было исполнено и несколько композиций, в которых в качестве бордюрного обрамления портрета В.И.Ленина фигурировали сюжеты с рабочими и крестьянами.

Анализируя тиражированную платочную продукцию и эскизы художников и студентов ВХУТЕМАСа/ВХУТЕИНа и Московского текстильного института, следует признать, что в сюжетном платке творческий потенциал того времени не был полноценно реализован. Первые платки с советской сюжетной тематикой были невысокого художественного уровня, а то, что сделано творческой молодежью в конце 1920 – начале 1930 гг., не было доведено до производства из-за особого внимания к цензурированию платочных юбилейных изделий. Множество плодотворных графических идей студентов-художников так и остались нереализованными. Особенно это относится к эскизам с условно-стилизованной трактовкой изображений человека. Формальные приемы упрощения объемов человеческого тела, воспринимавшиеся в художественной среде Западной Европы как естественная часть стилевых изменений в искусстве, в политизированной жизни России стали рассматриваться как отход от "искусства для народа". До выполнения в материале в начале 1930 гг. стали доходить платочные композиции только с натуралистическими изображениями. Эта сугубо реалистическая линия в понимании сюжета просуществовала до 1950 гг.

В Ы В О Д Ы

1. Проведено исследование принципов построения и иконографии сюжетных текстильных рисунков ведущих мастеров России и Франции первой половины XX века.

2. Установлена тесная связь сюжетного текстильного рисунка с формотворчески-

ЛИТЕРАТУРА

ми поисками искусства первой половины XX века.

3. В отличие от Франции, сюжетный текстильный рисунок первых десятилетий советской власти, хотя и развивался в русле передовых общеевропейских стилистических тенденций, испытывал сильное идеологическое давление.

1. *Hardy A.-R. Tissus ART DECO en France.* – P.: 2001. С. 7.

2. *Полуэктова Н.В.* За правильные позиции в текстильном рисунке // *За пролетарское искусство*, 1932, №7-8. С. 24...25.

Рекомендована кафедрой рисунка и живописи.
Поступила 14.01.10.

УДК 677.057.444

**КОНЦЕПЦИЯ ВЫБОРА ТКАНЕТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ
ОТДЕЛОЧНЫХ МАШИН РОЛИКОВОГО ТИПА**

В.С. САМСОНОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
E-mail: office@msta.ac.ru

Рассмотрена концепция выбора структурной схемы управляемой тканетранспортирующей системы на примере роликовых машин для жидкостной обработки тканей.

The concept of the choice of the block diagram operated by the fabric-transporting system on the example of roller machines for the fabrics liquid treatment is considered herein.

Ключевые слова: тканетранспортирующая система, роликовые машины для жидкостной обработки тканей, необходимое натяжение тканей, датчики скорости и ширины ткани.

Основным назначением тканетранспортирующих систем (ТТС) является перемещение ткани в зоне обработки с регулируемым, желателно технологически необходимым натяжением. Структурная схема, элементная база и конструктивное оформление ТТС определяются уровнем требуемой точности поддержания необходимого натяжения, параметрами и особенностями технологического процесса, техническими параметрами оборудования, ассортиментом и свойствами обрабатываемых тканей.

Рассмотрим структурную схему управляемой ТТС (рис. 1) на примере роликовых машин для жидкостной обработки тканей ВЦМ, ВЦП. Такая ТТС включает электропривод, основные транспортирующие органы, они же могут быть отжимными валами 1, определяющими скорость ткани 10, кинематическую передачу 2 к ведущим звеньям 3, например, фрикционным муфтам, сообщающим тканетранспортирующим органам 4 необходимый движущий момент M , а последние воздействуют на ткань движущим усилием P , компенсирующим в какой-либо степени сопротивление движению ее в зоне обработки. Натяжение ткани на входе в зону обработки T_k задается натяжным устройством, чаще всего компенсатором 5, включенным в цепь управления электроприводом.

При выборе тканетранспортирующей системы (прежде всего, привода тканетранспортирующих органов и системы управления) необходимо руководствоваться

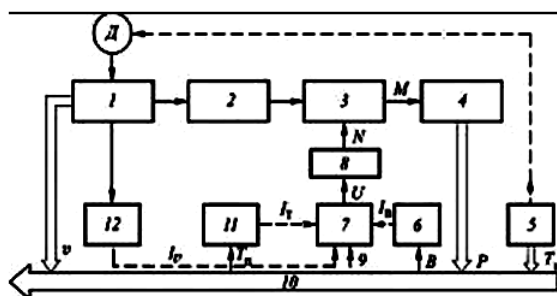


Рис. 1

ся следующими основными требованиями, имеющими решающее значение:

- простота, невысокая стоимость и доступность комплектующих элементов системы;

- высокая конструктивная и функциональная надежность привода, его элементов и системы в целом;

- достаточная в технологическом плане точность поддержания заданного натяжения ткани, параметрическая надежность привода и системы управления;

- простота и удобство в обслуживании;

- хорошая компоновка системы с выпускаемым или проектируемым технологическим оборудованием;

- универсальность и трансформерность системы, позволяющие применять ее в различных по технологическому назначению отделочных машинах основных типов-размеров;

- возможность включения избранной системы в единую автоматическую систему управления технологическим процессом и оборудованием.

Приведенные ниже рекомендации и оценки основываются на результатах аналитических и экспериментальных исследований, а также производственных испытаний, проведенных в МГТУ им. А.Н. Косыгина и на отделочных предприятиях.

В зависимости от требований к точности поддержания необходимого натяжения ткани управляемая ТТС может иметь разный уровень развития.

Применительно к оборудованию, работающему в ограниченном диапазоне небольших скоростей ($v \leq 1$ м/с) тканей с малоподвижной структурой, при низком уровне требований к точности поддержания заданного натяжения, с отклонением до $\pm 0,3 T_k$, это может быть ТТС с ручным или дистанционным управлением исполнительным устройством 8 соответственно пружинного или пневматического типа [1], [2]. Управляющее звено (устройство или система) 7 формирует выходной сигнал U при внешнем входном воздействии 9. При пневматической системе управления таким звеном 7 является регулятор давления воздуха в исполнительном устройстве. Вы-

ходной параметр исполнительного устройства 8 – управляющее воздействие – усилие прижима фрикционных дисков N ведущих звеньев 3. Такая система управления ТТС отличается простотой конструкции и ее составных элементов. При отсутствии средств объективного контроля скорости, ширины и натяжения ткани, правильности настройки исполнительного устройства точность поддержания заданного натяжения будет во многом зависеть от субъективных факторов: квалификации, подготовки и ответственности обслуживающего персонала.

При оснащении оборудования датчиками скорости 12 и ширины ткани 6 (с измерительными устройствами) можно существенно повысить точность поддержания заданного натяжения, поскольку сопротивление движению ткани определяется в основном этими факторами [3]. В этом случае внешнее входное воздействие 9 на управляющее звено 7 осуществляется вручную с единого пульта по настроечной диаграмме, например, $U(p) = f(v; B)$, построенной исходя из условий стабилизации натяжения. Так как скорость и ширина ткани при прохождении ее через группу агрегированных однотипных машин отличаются незначительно, то названные датчики устанавливаются лишь в одной из машин поточной линии. Если отклонение ширины всего ассортимента обрабатываемых тканей не превышает $0,1 \dots 0,15$ м, то достаточно иметь только датчик скорости, а настройку управляющего устройства 7 выполнять в функции этого параметра. Такая ТТС может обеспечить поддержание заданного натяжения с отклонением, не превышающим $\pm 0,2 T_k$ в диапазоне $T_k = 60 \dots 100$ Н и скоростей ткани до $1,5$ м/с.

Более точное поддержание заданного натяжения ткани обеспечивается применением датчиков-преобразователей 12 и 6 с выходным электрическим сигналом при значительной вариации ширины обрабатываемых тканей (более $0,2$ м). При ограниченной, менее $0,15$ м, вариации ширины ткани достаточно лишь датчика-преобразователя скорости ткани 12. Электрические сигналы $I(v)$, $I(B)$ поступают в

программируемую управляющую систему 7, на выходе которой формируется управляющий сигнал $U(p)$. В МГТУ им. А.Н.Косыгина реализованы два варианта программируемой управляющей системы: с нелинейным преобразователем электрического входного сигнала плюс электро-пневматический преобразователь, а также с микропроцессорной техникой на базе микроЭВМ [4]. Применение такой ТТС с системой программного управления позволяет транспортировать ткани с отклонением натяжения не более $\pm 10...20\%$ от заданного значения в диапазоне скоростей до 1,5...2 м/с и вариации ширины полотна 0,1...0,2 м. Меньшие значения отклонения натяжения в данном случае соответствуют ТТС с управлением от двух датчиков – преобразователей 12 и 6, для диапазона скоростей до 1,5 м/с, большие – при увеличении диапазона скоростей ткани до 2,0 м/с, а также при управлении только по скорости в диапазоне изменения ее до 1,5 м/с. Во всех случаях отклонение натяжения оценивается отношением среднего арифметического значения натяжения сбегающих ветвей ткани всех приводных роликов \bar{T}_{1n} к заданному компенсатором T_k при постоянном уровне жидкости в ванне. Методика расчета точности поддержания заданного натяжения при применении пневмофрикционного привода (ПФП) с рассмотренными системами управления изложена в [5]. Она позволяет сделать оценку точности еще на стадии проектирования ТТС.

Рассмотренные системы управления относятся к системам косвенного регулирования натяжения ткани по ее основным параметрам – скорости и ширины, определяющим сопротивление движению ткани в конкретном технологическом объекте. Должная параметрическая надежность и эффективность работы ТТС с такой системой управления возможна только при качественной сборке и хорошем рабочем состоянии подшипниковых опор всех направляющих роликов и компенсатора.

Повышения эффективности управления и точности поддержания заданного натяжения можно достигнуть установкой ста-

ционарного датчика натяжения 11 в каждой машине или применением стационарно-переносного измерителя. Объективный контроль натяжения ткани позволит получать информацию не только о работе привода и системы управления, но и о состоянии подшипниковых опор направляющих роликов. Последнее важно, поскольку некачественная сборка и нарушение нормальной работы подшипниковых опор являются частой причиной неэффективного функционирования ТТС. По общепринятым техническим условиям статический момент сопротивления вращению направляющего ролика в подшипниковых опорах не должен превышать 0,18...0,25 Н·м.

Замкнутая система управления – прямого регулирования по основному параметру (натяжению ткани) – предполагает установку в каждой машине датчика - преобразователя натяжения ткани 11, формирующего непрерывный или дискретный управляющий сигнал I_r , подаваемый в индивидуальное управляющее устройство 7. Для реализации такой системы управления необходимо создать эффективный и надежный в условиях эксплуатации отделочного оборудования датчик - преобразователь натяжения в комплекте с управляющим устройством. Такая система управления ПФП и натяжением ткани в многомашинных поточных линиях может быть достаточно эффективной в технологическом плане, но сложность и стоимость ее будут существенно выше, а надежность – ниже по сравнению с рассмотренными ранее системами косвенного управления.

ВЫВОДЫ

1. На основе проведенных исследований разработана концепция выбора структурной базы тканетранспортирующей системы с учетом назначения, специфики оборудования и уровня требований к точности поддержания необходимого натяжения ткани в зоне обработки.

2. Даны оценки точности поддержания заданного натяжения ткани с учетом параметров машин, технологического процесса и обрабатываемых тканей при применении

ТТС с фрикционным регулируемым приводом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самсонов В.С.// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1981, №1. С. 90...93.
2. Самсонов В.С.// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1994, №1. С. 84...88.
3. Самсонов В.С.// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1980, №6. С. 97...100.

4. Самсонов В.С.// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, №1. С. 69...72.

5. Самсонов В.С.// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1986, №3. С.109...112.

Рекомендована кафедрой проектирования машин для производства химических волокон и красильно-отделочного оборудования. Поступила 06.10.09.

УДК 677.054.823.7

РЕГУЛИРОВАНИЕ НАТЯЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ НИТЕЙ НА МЕТАЛЛОТКАЦКОМ СТАНКЕ СТР-100М-0,25*

Д.А. ПИРОГОВ, В.А. СУРОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

E-mail: info@igta.ru

Рассматривается возможность выравнивания натяжения одиночных разнонатянутых нитей по ширине заправки в требуемом интервале времени – во время приборной уточной нити.

The possibility of tension equalizing of single non-uniformly strained warp ends, on threading width, during the required time interval – at the time of the shot-wire beat-up.

Ключевые слова: контрольные металлосетки с квадратной ячейкой, металлонить, система регулирования натяжения, прижимное устройство, прибор уточной нити, формирование тканого элемента.

При выработке некоторых видов тканых полотен, например, контрольных металлосеток с квадратной ячейкой, особо остро стоит задача выравнивания натяжения основных нитей по ширине заправки. Неравномерность натяжения одиночных металлонитей выше некоторого предела ведет в последующем к такому пороку, как коробление сетки.

Существующие на современных ткацких станках системы регулирования натяжения не могут обеспечить одинакового натяжения каждой нити, если это не выдержанно при сновке, поскольку в их конструкции изначально не заложено такой

функции. В этой связи предлагается установка на станок дополнительного устройства, позволяющего выравнивать натяжение в требуемом интервале времени цикла тканеформирования [1]. Сущность предлагаемого способа заключается в следующем. Нити основы заправляются между пластинками, набранными в пакет на стержень (вал) без возможности вращения вокруг его оси, которые сжимаются осевыми силами, приложенными к торцевым сечениям пакета по требуемой циклограмме. Одновременно пакет перемещается по выбранному закону в плоскости заправки в сторону от опушки ткани. Тем самым дос-

* Работа выполнена по гранту ИГТА для молодых исследователей (№12 ас/2008).

тигается возможность устранения провисания слаботянутых нитей в зоне опушка – натяжное устройство, и если при этом натяжение в зоне устройство – навои будет падать до нуля, то в зоне формирования ткани оно будет определяться только силами трения нитей о пластинки в зажимном устройстве, которые одинаковы для всех нитей, поскольку определяются одним и тем же осевым усилием сжатия пакета. При обратном ходе батана устройство возвращается в исходное состояние. Привод рабочих органов устройства осу-

ществляется от главного вала посредством кулачково-рычажных передач.

Приведем теоретическое обоснование обозначенной возможности. Это удобнее показать на расчетах, выполненных применительно к одиночной нити основы. В качестве базовой примем методику, изложенную в работе [2].

За начало цикла формирования элемента ткани примем момент времени, соответствующий началу движения ремизной рамки. Пусть начало работы прижимного устройства соответствует этому же моменту времени.

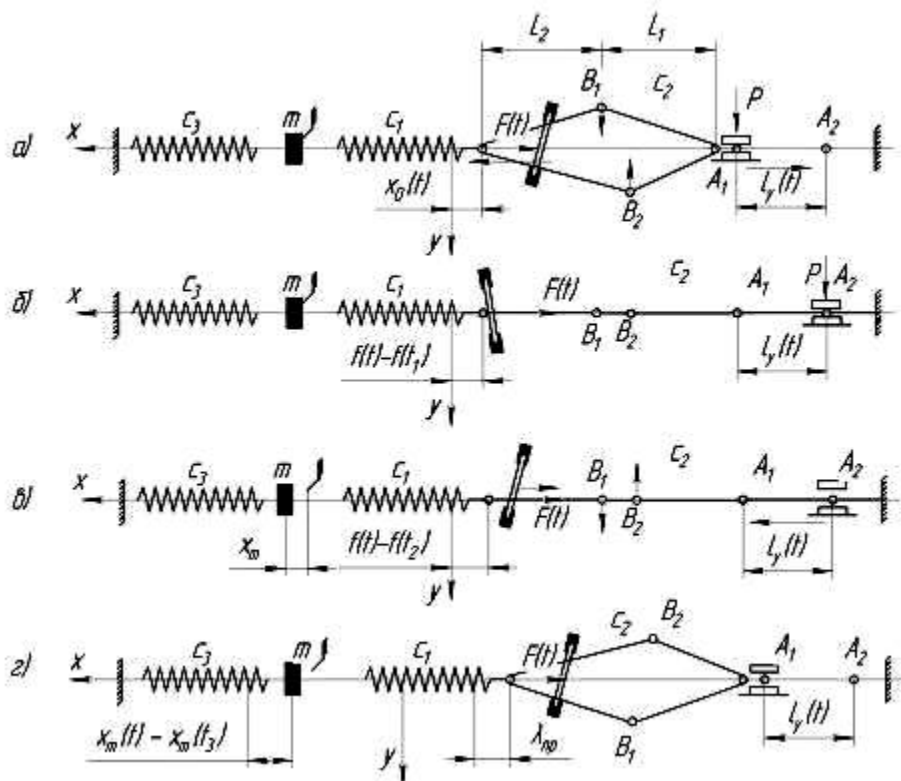


Рис. 1

На рис.1 показаны динамические модели упругой системы заправки станка (УСЗ): а) – до момента касания бердом опушки выработываемой сетки; б) – от момента касания бердом опушки до начала отбора сетки; в) – от начала отбора сетки товарным регулятором до момента отхода берда от опушки; г) – от момента отхода берда до окончания отбора сетки, отличающиеся от принятых в [2], вследствие введения дополнительного устройства.

Обозначим по аналогии с [2]: T_0 – натяжение нити основы в начальный момент времени; T_1 – натяжение нити в момент подхода берда к опушке ткани (сетки); T_2 – натяжение в момент начала отбора ткани; T_3, T_4, T_5 – натяжения в моменты отхода берда от опушки, окончания отвода ткани, окончания движения ремизной рамки соответственно. Через t_i , где $i=0,1,\dots,5$, обозначим значения времени в характерные моменты цикла.

В начальный момент времени перемещение опушки сетки от зевобразования будет равно:

$$X_0(t=0) = c_2 / (c_1 + c_2) \lambda(t=0), \quad (1)$$

натяжение одиночной нити, в этот же момент времени, определится как

$$F(t=0) = F_0 + c_1 X_0(t=0), \quad (2)$$

где F_0 – заправочное натяжение нити основы; c_1 , c_2 – приходящиеся на одиночную нить коэффициенты жесткости ткани и

$$F(t) = F(t=0) + (c_1 c_{21} / (c_1 + c_{21})) (\lambda(t) - \lambda(t=0) + \ell_y(t)), \quad (3)$$

где $\ell_y(t) = \ell_{py} \sin\left(\frac{2\pi t}{f_y}\right)$ – перемещение прижимного устройства; ℓ_{py} – амплитуда перемещения прижимного устройства; f_y – фазовый угол поворота главного вала за время перемещения прижимного устройства; c_{21} – коэффициент жесткости основной нити на участке прижимное устройство – опушка сетки.

Выражение (3) справедливо при $F(t) \leq 2P_y f_t$ (здесь P_y – сила сжатия пакета пластин, f_t – коэффициент трения нити о поверхности тарелочек). В этом случае проскальзывание нити в прижимном устройстве отсутствует, то есть нить из зоны навой – устройство в зону устройство – опушка не поступает. Если натяжение нити в зоне формирования тканого элемента будет больше силы трения в прижимном устройстве, то в формировании тканого элемента будет участвовать и основа зоны навой – устройство вследствие проскальзывания нити в устройстве.

Обозначим через c_y приведенный коэффициент жесткости УСЗ на участке прижимное устройство – товарный валик:

основы; $\lambda(t)$ – продольная деформация основы вследствие зевобразования.

$$\lambda(t) = \ell_1 \left(1 - \cos \left(\arctg \left(\frac{sr}{\ell_1} \right) \right) \right) + \ell_2 \left(1 - \cos \left(\arctg \left(\frac{sr}{\ell_1} \right) \right) \right),$$

где ℓ_2 , ℓ_1 – глубина и вынос зева; sr – перемещение ремизной рамки от положения заступа, определяемое при кинематическом анализе зевобразовательного механизма.

В соответствии с предлагаемой моделью УСЗ (рис.1-а) усилие, действующее на опушку вырабатываемой ткани со стороны нитей основы:

$$c_y = c_1 c_{21} / (c_1 + c_{21}),$$

а через $d\ell_{21}$ и $d\ell_{22}$ – деформацию нити на участках устройство – опушка и устройство – навой соответственно, вследствие зевобразования и работы прижимного устройства.

Очевидно, что:

$$d\ell_{21}(t) + d\ell_{22}(t) = \lambda(t) - \lambda(t=0). \quad (4)$$

Натяжение нити на участке прижимное устройство – навой:

$$F_{22}(t) = F(t=0) + c_{22} d\ell_{22}(t), \quad (5)$$

где c_{22} – коэффициент жесткости основной нити на участке прижимное устройство – навой.

На участке прижимное устройство – опушка

$$F(t) = F(t=0) + d\ell_{21}(t) c_y. \quad (6)$$

Так как вследствие проскальзывания

$$F(t) = F_{22}(t) + 2P_y f_t, \quad (7)$$

то, решая совместно (4) ... (7), найдем

$$d\ell_{22}(t) = (c_y(\lambda(t) - \lambda(t=0)) + 2P_y f_t) / (c_y + c_{22}), \quad (8)$$

$$d\ell_{21}(t) = \lambda(t) - \lambda(t=0) - d\ell_{22}(t),$$

после чего из (5) и (6) определяются искомые натяжения.

Время t_1 , соответствующее моменту подхода берда к опушке ткани, определяется из условия

$$f(t_1) = \lambda_{np} + X_0(t_1), \quad (9)$$

где $f(t)$ – расстояние точки берда по линии заправки от переднего положения, определяемое из кинематического анализа батанного механизма; λ_{np} – расстояние

$$F(t) = F(t_1) + (f(t_1) - f(t) + \lambda(t) - \lambda(t_1) + \ell_y(t) - \ell_y(t_1))c_{21},$$

если

$$F(t) \leq 2P_y f_t.$$

При $F(t) \geq 2P_y f_t$ по аналогии с предыдущим найдем

$$F_{21}(t) = F(t_1) + c_{21}d\ell_{21}(t), \quad (12)$$

$$F_{22}(t) = F(t_1) + c_{22}d\ell_{22}(t), \quad (13)$$

$$d\ell_{22}(t) = (c_{21}\Delta(t) - 2P_y f_t) / (c_{21} + c_{22}),$$

$$d\ell_{21}(t) = \Delta(t) - d\ell_{22}(t),$$

где $\Delta(t) = f(t_1) - f(t) + \lambda(t) - \lambda(t_1)$.

Время t_2 , соответствующее началу движения приведенной массы, то есть началу отбора ткани, находится из условия

$$P(t_2) = P_{max},$$

где P_{max} – приведенная сила предварительной затяжки пружины регулятора.

С момента времени t_2 динамическая модель системы примет вид, изображенный на рис.1-в. Натяжение ткани определяется выражением:

опушки в начальный момент времени от переднего положения; $X_0(t)$ – перемещение опушки от зевобразования и работы прижимного устройства:

$$X_0(t) = c_y(\lambda(t) + \ell_y(t)) / c_1. \quad (10)$$

С момента времени t_1 динамическая модель системы принимает вид, изображенный на рис. 1-б. Действующее на ткань растягивающее усилие:

$$P(t) = F(t_1) - c_1[f(t_1) - f(t)] \quad (11)$$

будет действовать также и на приведенную массу.

Натяжение нити на участке прижимное устройство – навой:

$$P(t) = F(t_1) - c_1[f(t_1) - f(t) + x_m(t)], \quad (14)$$

где

$$x_m(t) = (c_1 / mp) \int_{t_2}^t [f(\tau) - f(t_2)] \sin p(t - t_2 - \tau) d\tau$$

– перемещение приведенной массы, отображающее процесс отбора ткани;

$$p = \sqrt{(c_1 + c_3) / m}.$$

Для определения натяжения основы справедливы выражения (12) и (13).

Время t_3 окончания контакта берда с опушкой находится из условия:

$$F(t_3) - P(t_3) = 0.$$

С момента времени t_3 динамическая модель системы примет вид, изображенный на рис.1-г.

На этом интервале времени натяжения основы и ткани одинаковы:

$$F(t) = F_0 + \frac{c_1 c_2}{c_1 + c_2} (x_m(t) + \lambda(t)). \quad (15)$$

Длина $x_m(t)$ отводимой ткани и скорость $\dot{x}_m(t)$ отвода ткани определяются выражениями:

$$x_m(t) = x_m(t_3) \cos p_1(t - t_3) + \frac{x_m(t_3)}{p_1} \sin p_1(t - t_3) + \frac{1}{m p_1} \int_{t_3}^t F(\tau) \sin p_1(t - \tau) d\tau,$$

$$\dot{x}_m(t) = -x_m(t_3) p_1 \sin p_1(t - t_3) + \dot{x}_m(t_3) \cos p_1(t - t_3) + \frac{1}{m} \int_{t_3}^t F(\tau) \cos p_1(t - \tau) d\tau.$$

Отбор товара заканчивается, когда скорость приведенной массы $\dot{x}_m(t) = 0$, поскольку обратный ход храповика исключается стопорными собачками.

Расчеты по приведенной методике выполнены с помощью ЭВМ на примере металлткацкого станка СТР-100М-0,25 при выработке сетки №24 ТУ3651-028-00279597-2006 [3] по следующим исходным

данным: $\ell_1 = 0,212(\text{м})$; $\ell_2 = 0,283(\text{м})$; $c_1 = 830(\text{Н/м})$; $c_2 = 2,5 \cdot 10^3(\text{Н/м})$; $c_3 = 19,9(\text{Н/м})$; $c_{21} = 12,7 \cdot 10^3(\text{Н/м})$; $c_{22} = 2,09 \cdot 10^3(\text{Н/м})$; $P_{\max} = 7(\text{Н})$; $f_t = 0,2$; $m = 8,4 \cdot 10^{-5}(\text{кг})$; $F_0 = 7(\text{Н})$; $P_{cy} = 1840$ (нитей/м). Жесткости участков упругой системы заправки получены экспериментально, остальные величины – по данным технической документации.

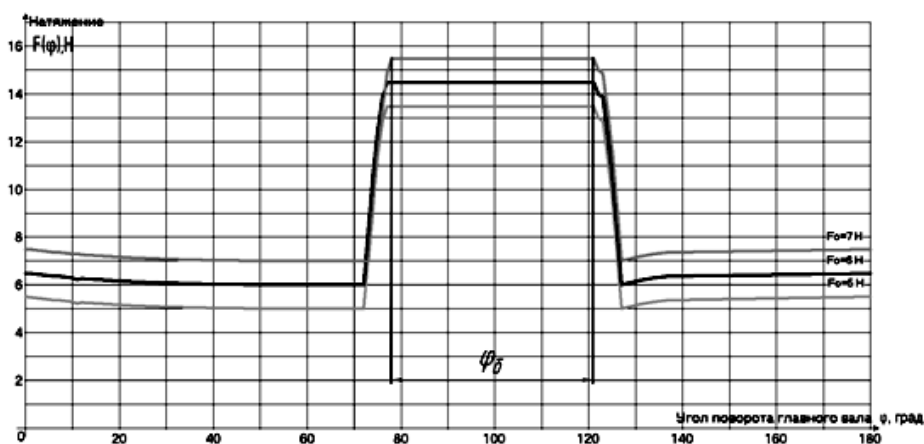


Рис. 2

Рис.2 (зависимость натяжения нити основы от заправочного F_0 на фазе перемещения ремизных рам ($0 \leq \varphi \leq 180^\circ$)) иллюстрирует работу серийной модели станка (без прижимного устройства) с фазой выстоя батана в переднем положении, равном φ_6 : различие в заправочном натяжении нитей основы сохраняется и во время формирования элемента ткани.

Применение прижимного устройства позволяет выровнять натяжения разнонапрянутых нитей в интервале времени, определяемом циклограммой его работы и

обеспечить требуемое натяжение на фазе формирования ткани: это показывают графики рис. 3 (зависимость натяжения нити основы от заправочного F_0 на фазе перемещения ремизных рам ($0 \leq \varphi \leq 180^\circ$) с применением прижимного устройства), согласно которым натяжение нитей основы одинаково на участке зоны выстоя батана в переднем положении вне зависимости от возможной разницы заправочного натяжения нитей по заправочной ширине ($F_0 = 3 \dots 6$ Н). Показанные зависимости на рис.3 получены при усилии сжатия пакета

пластин $P_y=40(N)$, фазовом угле рабочего хода $f_y=105^\circ$ и рабочем ходе $\ell_{py}=0,001(M)$. Усилие P_y определяет максимальное натяжение основы: фазовый угол f_y – продол-

жительность поддержания этого натяжения, а рабочий ход ℓ_{py} – диапазон возможных заправочных натяжений разнонатянутых нитей основы.

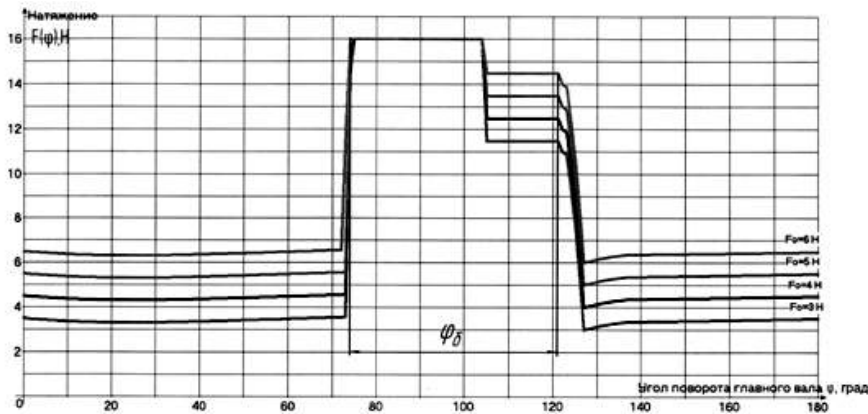


Рис. 3

ВЫВОДЫ

1. Получена математическая модель, отражающая изменение натяжения основных нитей в зависимости от технологических параметров заправки станка СТР-100М-0.25 за цикл его работы с учетом установки предлагаемого устройства.

2. Подтверждена возможность выравнивания натяжения одиночных нитей по ширине заправки в требуемом интервале времени – во время приобоя уточной нити.

ЛИТЕРАТУРА

1. Устройство для регулирования натяжения основных нитей. Патент на полезную модель RU № 68003 D03D 49/12, Бюл. №31, 10.11.2007.

2. Суров В.А., Андриянов В.М., Чумиков В.Г. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1993, №1. С.34...37.

3. Официальный сайт ОАО "Краснокамский завод металлических сеток". [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые, граф. дан.; режим доступа: <http://www.rosset-kzms.ru>

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 24.12.09.

УДК 677:621.383

**ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ПОЛЕВОГО ДАТЧИКА
С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ МЕХАНИЗМА КОНТРОЛЯ ТКАНИ**

Е.Ф. РАЗУМОВА, А.К. РАСТОРГУЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)
E-mail: info@igta.ru

Приведено исследование силового взаимодействия электрического поля датчика с элементом ткани. Разработана методика расчета полевого датчика механизма контроля ткани с параллельными электродами.

Research of the force effect of the gauge electric field with a fabric element is given herein, the design procedure of the field gauge of the fabric control mechanism with the parallel electrodes is developed.

Ключевые слова: силовое взаимодействие ткани с электрическим полем датчика, соединяющий шов, электрод, электрический диполь, параллельные электроды.

В результате силового взаимодействия ткани с электрическим полем датчика изменяется его емкость, что позволяет определить нарушение однородности контролируемой ткани. Наиболее заметным нарушением структуры полотна обрабатываемой ткани является шов, соединяющий куски ткани в полотно.

На шов, находящийся в электрическом поле рабочей области датчика, действует пндемоторная сила [1]:

$$F = - \frac{\partial W_3}{\partial x}, \quad (1)$$

где W_3 – энергия поля датчика.

Для выполнения исследования представим оверлочный шов как электрический

диполь, имеющий форму эллипсоида с полуосями a , b , T (рис.1) и электрическими полюсами $m_1 = m_2 = m$.

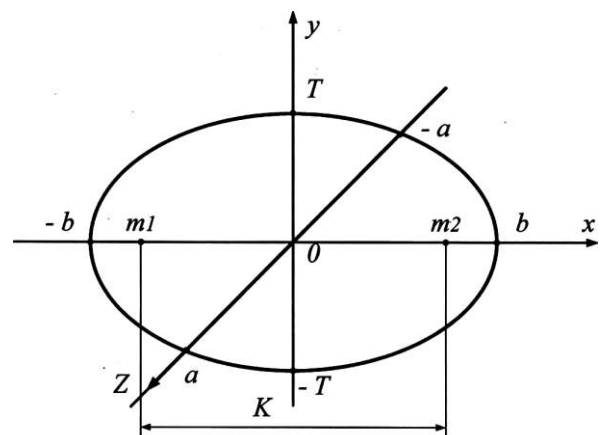


Рис. 1

На электрический диполь действует сила:

$$F_x = -mE_x + m \left(E_x + \frac{\partial E_x}{\partial x} dx \right) = m \frac{\partial E_x}{\partial x} dx. \quad (2)$$

Так как поле является потенциальным, то при $dx = K$ выражение для силы можно представить через электрический момент диполя P_3 :

$$F_x = mK \frac{\partial E_x}{\partial x} = P_3 \frac{\partial E_x}{\partial x}. \quad (3)$$

Электрический момент диполя, представляющего собой шов слабополяризующейся ткани, определяется выражением [2]:

$$P_3 = 4\pi ab T_{ш} \varepsilon_0 \varepsilon E_x, \quad (4)$$

где ε – диэлектрическая проницаемость ткани.

Энергия датчика с параллельными электродами может быть определена через напряжение между ними и емкость в виде:

$$W_3 = \frac{1}{2} CU^2. \quad (5)$$

Подставляя в (1) (5), получаем:

$$F = -\frac{U^2}{2} \frac{dC}{dx}. \quad (6)$$

Принимая во внимание равенство левых частей уравнений (3) и (6), находим:

$$P_3 \frac{\partial E_x}{\partial x} = -\frac{U^2}{2} \frac{dC}{dx}. \quad (7)$$

Отсюда получаем:

$$dC = -\frac{2}{U^2} P_3 dE_x. \quad (8)$$

С учетом (4) имеем:

$$dC = -\frac{8\pi ab T_{ш} \varepsilon_0 \varepsilon}{U^2} E_x dE_x = AE_x dE_x, \quad (9)$$

где

$$A = \frac{8\pi ab T_{ш} \varepsilon_0 \varepsilon}{U^2} \quad (10)$$

– конструктивная постоянная датчика.

Изменение величины емкости датчика, вызванное перемещением шва ткани через рабочую область, найдем интегрированием выражения (9):

$$C_{ш} = -A \int_{E_{x1}}^{E_{x2}} E_x dE_x = -\frac{A}{2} (E_{x2}^2 - E_{x1}^2). \quad (11)$$

Так как с увеличением x (удаление шва от рабочей области) значение E_{x2} стремится к нулю, в пределе найдем:

$$C_{ш} = -\frac{A}{2} (-E_{x1}^2) = \frac{A}{2} E_x^2. \quad (12)$$

С учетом значения конструктивной постоянной имеем:

$$C_{ш} = \frac{4\pi ab T_{ш} \varepsilon_0 \varepsilon}{U^2} E_x^2. \quad (13)$$

Поскольку большая часть электрода датчика по длине совпадает по форме с линией равного потенциала, напряженность поля вдоль оси OX определяется соотношением:

$$E_x = E_0 \frac{1}{e^{\frac{2\pi x}{d}} + 1}, \quad (14)$$

где d – расстояние между электродами датчика; E_0 – напряженность равномерного поля в рабочей области датчика.

Подставим значение напряженности поля, определяемое уравнением (14), в (13) и получим:

$$C_{ш} = \frac{4\pi \varepsilon_0 \varepsilon ab T_{ш}}{d^2 \left(e^{\frac{2\pi x}{d}} + 1 \right)}. \quad (15)$$

Максимальное изменение емкости датчика наблюдается в случае, когда шов находится в глубине рабочей области при $x < -1$:

$$C_{ш_{\max}} = \frac{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_{ш}abT_{ш}}{d^2}, \quad (16)$$

где ε_0 – электрическая постоянная, равная $8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м; $a, b, T_{ш}$ – размеры полуосей эллипсоида (рис. 1), м; d – расстояние между электродами датчика, м.

Выражая геометрические размеры в мм, а емкость датчика – в пФ, получаем расчетное уравнение для определения емкости датчика

$$C_{ш} = \frac{0,111\varepsilon_{ш}abT_{ш}}{d^2 \left(e^{\frac{2\pi}{d}x} + 1 \right)}, \text{ пФ.} \quad (17)$$

Начальная емкость датчика (емкость датчика до введения в рабочую область ткани) определяется по формуле:

$$C_{\text{нач}} = \frac{8,85\varepsilon S}{d} \cdot 10^{-3}, \text{ пФ.} \quad (18)$$

где S – площадь электродов датчика, мм²; d – расстояние между электродами, мм; ε – относительная диэлектрическая проницаемость диэлектрика, находящегося между электродами. В рассматриваемом случае это воздух и $\varepsilon = 1,0061 \approx 1$.

Емкость датчика при наличии в рабочей области датчика ткани определяется по формуле:

$$C_{\text{тк}} = \frac{0,111\varepsilon_{\text{тк}}abT_{\text{тк}}}{d^2}. \quad (19)$$

Относительное изменение емкости датчика при прохождении шва ткани через его рабочую область находится из соотношения выражений (17) и (19):

$$C_{\text{отн}} = \frac{C_{ш}}{C_{\text{тк}}} = \frac{T_{ш}\varepsilon_{ш}}{T_{\text{тк}}\varepsilon_{\text{тк}}}. \quad (20)$$

В случае выполнения равенства $\varepsilon_{ш} = \varepsilon_{\text{тк}}$ выражение (20) принимает вид:

$$C_{\text{отн}} = \frac{T_{ш}}{T_{\text{тк}}}. \quad (21)$$

Таким образом, относительное изменение емкости датчика при прохождении шва ткани через рабочую область в данном случае определяется отношением толщины шва к толщине полотна ткани.

Для проектирования датчика механизма контроля ткани необходимо знать диэлектрическую проницаемость ткани, проходящей обработку на текстильных машинах. В табл.1 приведены экспериментально определенные значения диэлектрической проницаемости некоторых видов хлопчатобумажных тканей.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Артикул ткани	Рисунок, №	Вид ткани	$C_{\text{тк}}$, пФ	C_0 , пФ	$\varepsilon = \frac{C_{\text{тк}}}{C_0}$
1	72317	1256	Олимпия	90,8	66,2	1,372
2	72317	1372	Олимпия	80,7	64,8	1,245
3	72317	1380	Олимпия	90,1	65,7	1,371
4	72345	1286	Лидия	85,3	67,4	1,266
5	72345	1332	Лидия	79,5	66,0	1,205
6	Лира	1399	-	84,9	64,3	1,320
7	72349	1257	Ретро	84,9	62,9	1,350
8	72349	1317	Ретро	77,0	62,1	1,240
9	72349	1538	Ретро	83,4	62,0	1,345

Определим основные параметры датчика при следующих данных: вид контролируемой ткани Ретро: $\epsilon_{\text{тк}} = 1,350$; диэлектрическая проницаемость шва $\epsilon_{\text{ш}} = \epsilon_{\text{тк}}$; длина полуоси $b = 5$ мм; длина полуоси $T_{\text{тк}} = 0,25$ мм; длина полуоси $T_{\text{ш}} =$

$= 0,75$ мм; длина полуоси $a = 50,0$ мм; расстояние между электродами датчика $d = 2$ мм.

Результаты вычислений приведены в табл.2.

Т а б л и ц а 2

Емкость датчика, пФ					
$C_{\text{нач}}$	$C_{\text{тк}}$	$C_{\text{ш}}$	$\Delta C_1 = C_{\text{тк}} - C_{\text{нач}}$	$\Delta C_2 = C_{\text{ш}} - C_{\text{нач}}$	$\Delta C_3 = C_{\text{ш}} - C_{\text{тк}}$
2,21	2,34	7,02	0,13	4,81	4,68

Для принятых параметров шва ткани датчика определим зависимость емкости датчика от положения шва при введении

его в рабочую область $C_{\text{ш}} = \Psi(x)$. Результаты вычислений приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	0
x , мм	0,50	0,25	-0,25	-0,50	-1,0	-1,5	-2,0	-3,0	-4,0	-5,0	-7,0
$C_{\text{д}}$, пФ	1,208	2,198	3,946	4,369	5,132	5,739	6,183	6,887	6,962	6,973	7,014

При выходе шва из рабочей области емкость датчика изменяется в обратном порядке (рис. 2).

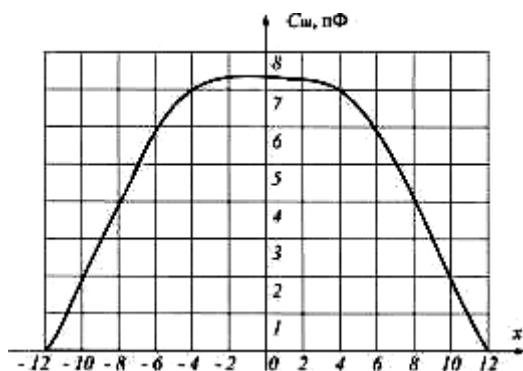


Рис. 2

График рис. 2 построен относительно оси, соответствующей максимальному значению емкости датчика.

ВЫВОДЫ

В результате исследования силового взаимодействия электрического поля датчика с элементом ткани разработана методика расчета полевого датчика с параллельными электродами механизма контроля ткани.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тамм И.Е. Основы теории электричества. – М.: Наука, 1989.
2. Разумова Е.Ф., Расторгуев А.К. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №5. С.93...97

Рекомендована кафедрой автоматизации и радиоэлектроники. Поступила 07.05.09.

УДК 532.62

НАНОМАТЕРИАЛЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Б.С. САЖИН, М.В. ЧУНАЕВ, М.Б. САЖИНА

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина,
Всероссийский заочный институт текстильной и легкой промышленности)
E-mail: office@msta.ac.ru, office@roszitlp.ru

Даны классификация дисперсных материалов по размерам частиц, определение мезотехнологий и нанотехнологий, а также основные свойства наноматериалов и сведения по производству различных наноматериалов в нашей стране и за рубежом.

Classification of disperse materials by the particles size, the definitions of mesotechnologies and nanotechnologies, as well as the basic properties of nanomaterials and the data on manufacture of various nanomaterials in our country and abroad are given herein.

Ключевые слова: нанотехнологии, мезотехнологии, дисмембратор, свойства наночастиц, размеры наночастиц, бионаноматериалы, нанотоксичность.

Резко усиливающийся в последнее время интерес к исследованию микроэффектов (Рэля, Марангони и др.) и проведению процессов с дисперсными системами, содержащими частицы весьма малых размеров, привел к появлению таких направлений, как мезотехнологии (термин авторов статьи) и нанотехнологии. Мезотехнологии – обработка материалов с использованием измельчителей (дисмембраторов, дезинтеграторов), например, сушка комкующихся материалов в вихревом аппарате с дисмембратором [1], [2].

Условно можно дать следующую классификацию дисперсности материалов (по мере уменьшения размеров частиц): макро, мезо, микро (и субмикро), нано.

Примером технологии с изменением макродисперсных частиц является техника

и технология взвешенного слоя. На рис.1 представлен дисковый вихревой аппарат со встроенным дисмембратором для реализации мезотехнологий в производствах продуктов химической и микробиологической промышленности, а также некоторых волоконобразующих полимеров [2].

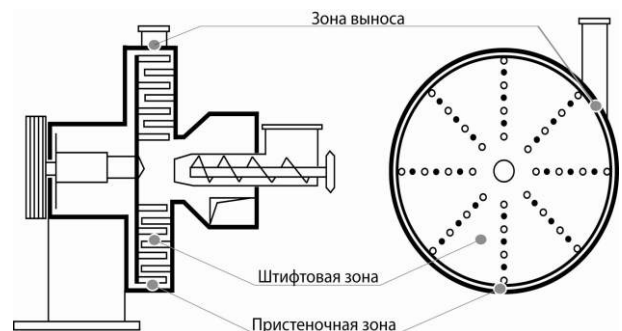


Рис.1

До сих пор нет однозначного определения нанотехнологий. По нашему мнению, наиболее приемлемыми определениями нанотехнологий являются определения академика Ж.И.Алферова [3] и ГК "Роснанотех". Ж.И.Алферов дает следующее определение нанотехнологий: "Если при уменьшении объема какого-либо вещества по одной, двум или трем координатам до размеров нанометрового масштаба возникает новое качество, или это качество возникает в композиции из таких объектов, то эти образования следует отнести к наноматериалам, а технологии их получения и дальнейшую работу с ними – к нанотехнологиям".

По определению ГК "Роснанотех" нанотехнологии – совокупность методов и приемов, применяемых при изучении, проектировании, производстве и использовании структур, устройств и систем, включающих целенаправленный контроль и модификацию формы, размера, интеграции и взаимодействия составляющих их наномасштабных элементов (1-100 нм) для получения объектов с новыми химическими, физическими, биологическими свойствами.

Несмотря на то, что (как и во многих других случаях) первооткрывателями являются исследователи России (акад.П.А. Ребиндер, проф. Хинт и др.), мы отстали в правовой охране и в развитии нанотехнологий от передовых стран. Руководитель "Роспатента" Б.П.Симонов сказал: "На сегодняшний день у нас нет ни одного нанопатента, хотя в мире их зарегистрировано уже около 10000, и 2000 имеют правовую охрану на территории Российской Федерации". Тем не менее, реально нанотехнологии применяются в ряде отраслей промышленности [5], [9], в том числе в текстильной промышленности, например, в отделочных производствах [6], [7].

В настоящее время в мире производится порядка 2000 наноматериалов. Однако за 10 лет использования ни один вид наноматериалов не был изучен в полном объеме на безопасность. При этом прирост инвестиций в данную область продолжается. Только в 2004 г. мировые инвестиции в сферу разработки нанотехнологий достигли \$10 млрд.: на долю частных доноров

(корпорации и фонды) пришлось примерно \$6,6 млрд. инвестиций; на долю государственных структур – около \$3,3 млрд. Мировыми лидерами по общему объему капиталовложений в этой сфере стали Япония и США. При этом в 2007 г. более половины всех средств пришлось на химическую промышленность. Наиболее активно развиваются наномедицина и нанобиология.

По оценкам специалистов объем продаж нанопродукции российского производства к 2015 г. вырастет до 300 миллиардов рублей, а объем платежей от ее экспорта – до 75 миллиардов рублей.

Многие свойства наночастиц, такие как повышенная биологическая и химическая активность, большая удельная поверхность и др., можно использовать для ранней диагностики заболеваний, для борьбы с раковыми опухолями и инфекционными заболеваниями, для адресной доставки лекарства, очистки окружающей среды, улучшения вкусовых и питательных свойств пищи. Степень влияния наночастиц на организм зависит от их размера, массы, химического состава, свойств поверхности и способов агрегирования.

Основной отличительной особенностью наноразмерных объектов является огромное количество числа частиц и суммарная площадь, приходящиеся на единицу их массы. Так, в 1 мг вещества при плотности 1 г/куб.см, в зависимости от размера (от 2 до 20 нм), содержится от 10^{17} до 10^{14} частиц (для справки – число клеток в организме человека $\sim 10^{14}$), а суммарная поверхность частиц диаметром 2 нм в 1г вещества 30 м^2 .

Вместе с тем, наряду с положительными свойствами материалов наноразмерного уровня имеет место и целый ряд негативных качеств, способных поражать живые организмы и приводить к серьезным заболеваниям. Так, высокая химическая активность наночастиц значительно изменяет их растворимость и каталитические свойства, а большая удельная поверхность способствует увеличению производства свободных радикалов и активных форм кислорода, которые могут повреждать биологические структуры, в частности,

ДНК. Крошечные размеры позволяют наночастицам встраиваться в мембраны, проникать в клеточные органеллы, изменяя функции биоструктур. Наночастицы размером 70 нанометров могут проникать в легкие, 50 нанометров – в клетки, 30 нанометров – в кровь и клетки мозга. Кроме того, наночастицы – хорошие адсорбенты, поэтому могут быть носителями большого числа токсинов. Защитные силы организма не всегда способны распознать наночастицы из-за их малого размера и, следовательно, вывести их из организма.

Классическим примером наноматериалов является асбест. Асбестовые волокна внутри пустые: их внутренний диаметр равен 13 нм при внешнем 26 нм. Уже в 1898 г. говорилось о вредном воздействии асбеста. В начале 20 века на ряде предприятий Франции и Англии в результате контакта с асбестом пострадали более 60% рабочих фабрик. И только спустя почти 100 лет по результатам подтвердившихся многочисленных случаев заболеваний легких, в том числе раковых заболеваний, в 2001 г. ВТО совместно с Евросоюзом запретили использование всех форм асбеста [8].

Уже сейчас человечество имеет дело с новыми продуктами на основе нанотехнологий, поэтому оценка возможных рисков при их производстве и использовании приобретает особую важность. Имеющиеся угрозы со стороны наноматериалов на организм человека нуждаются в детальном изучении и разработке соответствующих защитных мер, но не должны быть решающим препятствием для инноваций и технологических революций в многочисленных областях науки и техники, связанных с нанотехнологиями, в том числе в химии, металлургии, биотехнологии, медицине и текстильной промышленности.

Так, например, одним из перспективных направлений в развитии бионаноматериалов является создание набора "белкового конструктора" для построения белков с заданной архитектурой (трехмерной структурой) и "прививка" активного центра одного белка к другому белку.

Значительный интерес представляют белки паутины и их физико-химические

свойства. Установлено, что энергия разрыва каркасной нити паука (наноструктура) в 25 раз больше, чем стали.

Большие перспективы имеет применение нанотехнологий в текстильной промышленности, но здесь из-за контакта человека с текстильными наноматериалами особенно актуальными являются вопросы потенциальной токсичности наноматериалов. Вопросы потенциальной токсичности наноматериалов пока наиболее изучены (хотя и явно недостаточно) применительно к биотехнологиям, медицинской, фармацевтической и отчасти химической промышленности. Полученная информация крайне полезна и для других (в том числе текстильных) производств.

Факторы потенциальной токсичности наночастиц.

Главными факторами потенциальной нанотоксичности являются:

- большая удельная поверхность наноматериалов;
- увеличение химического потенциала веществ на межфазной границе высокой кривизны;
- небольшие размеры и разнообразие форм наночастиц;
- высокая адсорбционная и проникающая активность;
- высокая способность к накоплению в организме.

Очень высокая удельная поверхность наноматериалов увеличивает их адсорбционную емкость, химическую реакционную способность и каталитические свойства. Это может приводить, в частности, к увеличению продукции свободных радикалов и активных форм кислорода и далее к повреждению биологических структур (липиды, белки, нуклеиновые кислоты, в частности, ДНК).

Существенно изменяется растворимость, реакционная и каталитическая способность наночастиц и их компонентов. Эти эффекты могут быть использованы для создания биологически активных препаратов нового поколения, но они же несут и потенциальные риски.

Например, степень влияния размера наночастиц TiO_2 на интенсивность воспа-

лительного процесса пропорциональна не массе, а суммарной активной площади частиц, содержащихся в единице объема аэрозоля.

Из-за высокоразвитой поверхности наночастицы обладают свойствами высокоэффективных адсорбентов. Это делает наноматериалы потенциально полезными для удаления вредных продуктов. Однако возможна и адсорбция на наночастицах различных контаминантов и облегчение их транспорта внутрь клетки, что резко увеличивает токсичность последних. Многие наноматериалы обладают гидрофобными свойствами или являются электрически заряженными, что усиливает как процессы адсорбции на них различных токсикантов, так и их проникающую способность.

Причиной высокой способности к накоплению в организме является малый размер многих наночастиц, которые не распознаются защитными системами организма, не подвергаются биотрансформации и не выводятся из организма.

Макрофаги "не видят" размеры < 70 нм – это ведет к накоплению наноматериалов в растительных, животных организмах, а также микроорганизмах, передаче по пищевой цепи, что, тем самым, увеличивает их поступление в организм человека.

Применение новых типов материалов сопряжено с определенными экологическими трудностями, например, с проблемой аккумуляции наночастиц в окружающей среде и методами ее очистки. Накопление разных типов наночастиц, используемых в различных изделиях [9], происходит в воздухе, поверхностных водах, грунтовых и сточных водах, почвах, в отходах производств. Это относится к производствам красителей и покрытий, агрохимическим препаратам, пищевым упаковкам, фармакологическим препаратам, текстильным материалам, катализаторам и др., где имеются типы наноматериалов: TiO_2 , ZnO , Ag , SiO_2 , полиуретан, наноглины и др.

Пути проникновения наночастиц в организм.

Основные возможные пути попадания наночастиц в человеческий организм – это

желудочно-кишечный тракт, кожа и дыхательные пути.

Проникновение наночастиц через органы дыхания возможно, если их аэродинамический диаметр меньше 10 микрон. Частицы размером 1 нм не могут достигнуть легочных альвеол; они депонируются в верхних областях легких. Частицы размером 5 нм депонируются относительно равномерно в носу и зеве, трахее и бронхиолах и, наконец, в альвеолах. Более 50% наночастиц, имеющих размеры 20 нм, скапливаются в альвеолах.

Для изучения распределения наночастиц в тканях различных частей организма может эффективно применяться флуоресцентная микроскопия. Проводились исследования по введению подопытным образцам наночастиц с флуоресцентным маркером в виде суспензии в дозировке 100 мг/кг (в эксперименте использовались наночастицы Fe_2O_3 , покрытые SiO_2). Установлено, что в наибольшей степени скопление наночастиц наблюдается в головном мозге, почках, печени, сердце и селезенке. Меньшее количество наночастиц накапливается в легких. Продолжительность нахождения наночастиц в органах человека зависит от размера частиц и вида наноматериалов, например, для карбида вольфрама (если судить по экспериментам на животных) она достигает 25 недель [9].

Несмотря на наличие в нашей стране ряда законодательных актов по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения, по качеству и безопасности пищевых продуктов, регистрации новых пищевых продуктов, материалов и изделий [10], до сих пор отсутствует законченная система нанобезопасности и сертификации продукции наноиндустрии, обеспечивающая комплексный подход в изучении и предупреждении возможного негативного воздействия используемых наноматериалов как в отдельных отраслях промышленности, так и в повседневной жизни человека. Некоторые меры в этой области в последнее время уже принимаются на государственном уровне [11], [12].

Для комплексного решения данной проблемы необходимо следующее:

1. Разработка методологии и создание средств идентификации и обнаружения действия техногенных наночастиц на живые организмы.

2. Разработка методологии и создание средств контроля для оценки действия наноматериалов на аппарат наследственности.

3. Разработка нормативно-методического обеспечения и средств контроля содержания наночастиц в пище, питьевой воде, воздухе.

4. Разработка нормативно-методического обеспечения и средств контроля содержания наночастиц в продукции (пища, лекарства, парфюмерия и т.д.).

5. Создание нормативно-правового и методического обеспечения системы безопасности в процессе производства, применения и утилизации наноматериалов в РФ.

6. Создание Центра метрологического обеспечения по направлению нанобиотехнологии.

Необходимо отметить основные преимущества и недостатки широкого применения нанотехнологий на базе наноматериалов.

Ожидаемые выгоды от использования нанотехнологий:

– создание новых материалов (в том числе текстильных) с принципиально новыми свойствами;

– повышение на порядки интенсивности и кардинальное снижение энергоемкости технологических процессов;

– улучшение состояния окружающей среды за счет снижения материалоемкости изделий;

– создание компактных и мощных источников электрической энергии;

– революционные преобразования в компьютерной индустрии;

– расширение возможностей человеческого организма;

– улучшение защищенности граждан от неблагоприятных воздействий;

– новые методы диагностики и лечения заболеваний, новые лекарства.

Ожидаемые риски от использования нанотехнологий:

– проблемы с влиянием наноматериалов на здоровье;

– новые проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды;

– появление искусственной жизни с непонятными последствиями;

– безработица и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Sazhin B.S., Sazhin V.B.* // Scientific Principles of Drying Technology. – New York. Begellhouse.

2. *Сажин Б.С., Сажин В.Б., Отрубянников Е.В., Кочетов Л.М.* Теоретические основы химической технологии. РАН. – 2008, №6. С.638...653.

3. *Алферов Ж.И.* Микросистемная техника. — 2003, №8. С.3...13.

4. Материалы Международной конференции по химической технологии, ХТ'07, РАН. – Т.2. С.7...34.

5. Материалы выездной сессии Научного совета РАН по научным основам химической технологии. – Новосибирск, 2009. С.60...62.

6. Материалы Международной конференции: Нанотехнологии в индустрии текстиля. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006.

7. Материалы Научно-технической конференции: Современные технологии и оборудование текстильной промышленности, Текстиль-2009. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2009. С.171...174,211.

8. Материалы конференций по вопросам нанотехнологий МГУ им. М.В.Ломоносова, 10.02.2009-19.05.2009.

9. Материалы исследований ИМЕТ РАН, 2008-2009.

10. Постановление Правительства Российской Федерации от 21.12.2000 №988 "О государственной регистрации новых пищевых продуктов, материалов и изделий".

11. Федеральный закон от 19.07.2007 №139-ФЗ "О российской корпорации нанотехнологий".

12. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации №54 от 23.07.2007 "О надзоре за продукцией, полученной с использованием нанотехнологий и содержащей наноматериалы"

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 03.02.10.

УДК 677.024.1:51

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
ОРНАМЕНТАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ
С ПОВТОРЯЮЩИМСЯ РАППОРТОМ**

А.В. ФИРСОВ, Л.Б. КАРШАКОВА

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

E-mail: office@msta.ac.ru

Приведен математический анализ одно- и многомотивных раппортных сеток, в результате чего появляется возможность использования информационных средств для синтеза и анализа орнаментов.

The mathematical analysis of one- and polymotivation pattern grids, that enables to use information means for synthesis and analysis of ornaments, is offered.

Ключевые слова: орнамент, раппортная композиция, точка фиксации мотива, координатная сетка, базовая система координат, оси повторов, векторы повторов, рассадка.

Орнамент имеет структурную основу, что дает возможность исследовать графические схемы узора [1]. В настоящей работе рассматривается математическое описание орнаментальных композиций с бесконечно повторяющимся раппортом.

В одной раппортной композиции может быть один или несколько одинаковых или разных мотивов [2]. Мотив, с математической точки зрения, – это множество цветных точек. Возьмем в качестве точки фиксации мотива его геометрический центр. Пронумеруем мотивы от 1 до n . Обозначим точку фиксации мотива i как o_i . При привязке мотива к сетке рисунок подвергается ортогональным преобразованиям. Для их описания необходимо каждому мотиву сопоставить координатную сетку x_i, y_i . Назовем эту систему координат связанной. Мотив можно описать как функцию $S(x, y)$, определяющую цвет точки в

зависимости от местоположения в связанной системе координат.

Для описания рассадок мотива по сетке необходимо ввести систему координат XOY , связанную с тканью. Пусть ось OX задает направление основы, а ось OY – направление утка. Назовем эту систему базовой.

Начнем с простейшего случая: один мотив повторяется один раз. Задача заключается в том, чтобы выразить функцию $S(x, y)$ через координаты, связанные с тканью, то есть найти $S(X, Y)$. При определении места мотива на ткани задается точка фиксации $o(X, Y)$ и угол поворота ϕ связанной системы координат xoy относительно основной XOY . Пусть координаты точки o в XOY будут X_0 и Y_0 . Тогда координаты каждой точки мотива в базовой системе находятся по следующим формулам [3]:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi \\ \sin \varphi & \cos \varphi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}.$$

Рассмотрим рассадку одного мотива, повторяющегося с одинаковой периодичностью по вертикали и горизонтали (рис. 1).

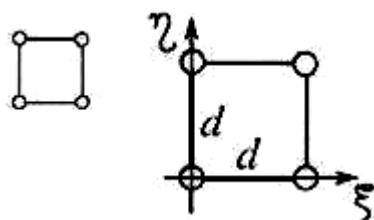


Рис. 1

Введем ось ξ , которая описывает расположение мотивов по горизонтали. На этой оси рисунки повторяются с периодичностью d . Введем вторую ось η , вдоль которой будет задаваться шаг повторения первой оси. В данном случае он также будет равен d . Назовем такие оси осями повторов.

Привяжем оси к системе координат XOY . Пусть ось ξ совпадает с осью OX , а η – с OY . Такая раппортная композиция может быть описана функцией $S(X,Y)$, периодом d , парой осей повторов ξ, η .

Класс расположения мотивов, которые можно описать, используя две оси повторов, назовем регулярными рассадками (рис. 2).

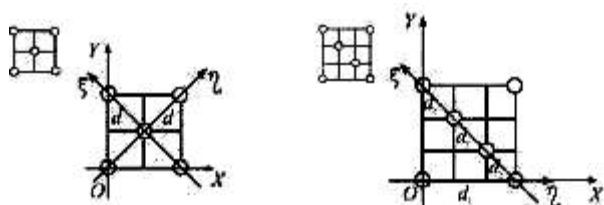


Рис. 2

Для того, чтобы задать направление осей повторов, необходимо задать векторы $\vec{\eta}, \vec{\xi}$ по направлению совпадающие с соответствующей осью, длиной равные периоду. Будем их называть векторами повторов.

Определим координаты векторов повторов в базовой системе координат. За единицу возьмем наибольший общий делитель приращения координат вдоль осей X и Y . Тогда на рис. 2 в первом примере $\vec{\eta} = \{1,1\}$, $\vec{\xi} = \{-1,1\}$, а во втором $\vec{\eta} = \{3,0\}$, $\vec{\xi} = \{-1,1\}$. Во втором примере значение интервалов между центрами фиксации мотивов $d_1=3$, $d_2=\sqrt{2}$, но эта информация уже учтена в соответствующих векторах. Таким образом, векторы повторов задают не только направление оси, но и показывают период. Таким образом, статическая регулярная рассадка одного мотива определяется функцией $S(X,Y)$ и векторами повторов $\vec{\eta}, \vec{\xi}$.

В некоторых случаях двух осей недостаточно для того, чтобы математически описать раппортную сетку. Договоримся, что если для описания требуются две пары осей периодичности, то такие рассадки будут называться дважды регулярными. На рис. 3 приведен пример такого раппорта.

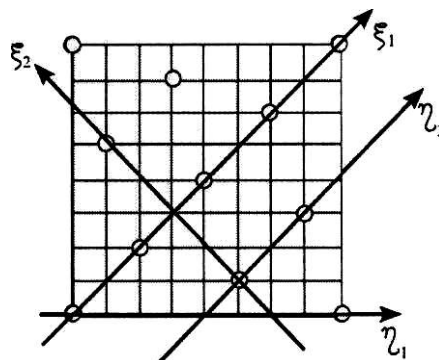


Рис. 3

Для описания такого рода сеток необходимо также знать смещение пар осей относительно друг друга. Введем вектор смещения $\vec{\delta}_{12}$. Это может быть любой вектор между двумя центрами фиксации мотивов, принадлежащих разным группам регулярности. Таким образом, статическая дважды регулярная рассадка одного мотива определяется функцией S , векторами $\vec{\eta}_1, \vec{\xi}_1, \vec{\eta}_2, \vec{\xi}_2$, и вектором смещения одной регулярной сетки относительно другой $\vec{\delta}_{12}$.

Максимальное количество регулярных сеток равно количеству мотивов. Тогда каждый элемент можно описать как статическую рассадку одного мотива (рис. 1). В качестве периода необходимо брать ширину раппорта. Будем называть такую рассадку нерегулярной.

В случае динамической рассадки рисунок может быть повернут на произвольный угол ϕ_i , где i – номер мотива от 1 до n включительно. При построении этой модели надо рассматривать еще и повороты $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n$ осей координат, связанных с каждым рисунком.

Перейдем к рассадке нескольких мотивов по раппортной сетке. Начнем сразу с наиболее общего случая – с нерегулярной динамической рассадки. Кроме параметров, участвующих в формировании орнаментальной композиции на основе одного мотива, следует учитывать последовательность расположения мотивов. Будем считать, что существует база из m различных мотивов: $\{C_1, \dots, C_m\}$. Из нее на любом месте может оказаться любой мотив: C_{ij} , где i_j – от 1 до m включительно. Тогда нерегулярная динамическая рассадка на несколько мотивов описывается следующими параметрами: последовательностью расположения рисунков на оси периодичности $C_{i_1}, C_{i_2}, \dots, C_{i_n}$ где i_j от 1 до m ; последовательностью углов поворота мотива $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n$; векторами повторов $\vec{\eta}_1, \vec{\xi}_1, \vec{\eta}_2, \vec{\xi}_2, \dots, \vec{\eta}_n, \vec{\xi}_n$ и векторами смещения регулярных сеток относительно друг друга $\vec{\delta}_{12}, \vec{\delta}_{13}, \dots, \vec{\delta}_{1n}$. Если раппортная композиция является регулярной или можно выявить

несколько групп в данном раппорте, то приведенная выше схема упрощается. При работе со статической рассадкой просто не надо учитывать углы поворотов.

Художники-орнаменталисты кроме квадратных раппортов используют также сетки, в основании которых лежит прямоугольник, ромб или параллелограмм [1]. Такие схемы описываются аналогично.

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрены с математической точки зрения одно- и многомотивные раппортные сетки. Перечислены наборы параметров для описания статических и динамических схем орнаментальных композиций.

2. Данный подход позволяет осуществить переход от эстетико-смысловой (художественной) информации к абстрактной. Это дает возможность применения компьютерных технологий для синтеза новых орнаментов и анализа семейств орнаментов с одинаковыми параметрами для выявления закономерностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Береснева В.Я., Романова Н.В. Вопросы орнаментации ткани. – М.: Легкая индустрия, 1977.
2. Бесчастнов Н.П. Графика текстильного орнамента. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, Совязь Бево, 2004.
3. Александров П.С. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры. – М.: Наука, 1979.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и компьютерного дизайна. Поступила 04.02.10.

УДК 677:539.4

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ И РАСЧЕТ
ПАРАМЕТРОВ ДОЛГОВЕЧНОСТИ В КРИТЕРИЯХ ПРОЧНОСТИ***В.П. ЩЕРБАКОВ, И.Б. ЦЫГАНОВ, Т.И. ПОЛЯКОВА, А.П. БОЛОТНЫЙ*

(Московский государственный текстильный университет им. А. Н. Косыгина,
Костромской государственный технологический университет)
E-mail: office@msta.ac.ru, info@kstu.edu.ru

Рассмотрены критерии макроскопического разрушения, характеризующие временные свойства нитей: Бейли, В.В. Москвитина, А.А. Ильюшина. Отмечено, что любой критерий прочности предполагает знание параметров долговечности – времени t_ , необходимого для разрушения образца при постоянном напряжении σ_0 .*

Criteria of macroscopic destruction characterising time properties of threads are considered: Bailey, V.V.Moskvitina, A.A.Ilyushina. It is noticed that any criterion of strength assumes knowledge of the durability parameters - the time t_ , necessary for destruction of the sample at the constant pressure σ_0 .*

Ключевые слова: повреждаемость, долговечность материала, параметры долговечности, прочность нитей при напряжениях, критерии прочности.

Известно, что многие материалы, нагруженные статическим напряжением, разрушаются со временем, при этом время разрушения уменьшается с увеличением напряжения. Это явление называют "статической усталостью", "разрушением вследствие ползучести", "задержанным разрушением", "длительной прочностью" и т.д.

Различные теоретические модели, предназначенные для объяснения временных эффектов, строятся в общем на основании совершенно различных исходных посылок; часто при этом используются молекулярные модели. Такие трактовки хотя и различаются в деталях, но сходятся в основной предпосылке, заключающейся

в том, что процесс разрушения характеризуется некоторой энергией активации и что высота энергетического барьера понижается на некоторую величину, зависящую от приложенного напряжения.

Развивающиеся во времени процессы разрушения большого числа материалов, включая полимеры и химические волокна, были тщательно исследованы С.Н. Журковым и его сотрудниками, экспериментальные наблюдения которых послужили основанием для большого числа теоретических работ. На базе исследования длительной прочности различных материалов была разработана флуктуационно-временная теория прочности. Согласно

этой теории разрушение твердого тела представляется как постепенно развивающийся во времени процесс необратимого распада атомных связей вследствие флуктуаций внутренней тепловой энергии колебаний атомов. Вероятность разрыва определяется энергетическим барьером, величина которого зависит от действующего напряжения. Весь процесс делится на три стадии: 1) возбуждение молекулярных связей приложенным напряжением; 2) разрушение молекулярных связей в результате температурных колебаний; 3) концентрация разрушенных связей, ведущая к нестабильности. Как видно из изложенного, и это надо принять во внимание в первую очередь при выборе той или иной теории прочности, это направление связано с молекулярными процессами и вряд ли может быть применено к описанию разрушения комплексных нитей и пряжи, не говоря уже о таких сложных конструкциях, как ткань, трикотаж, нетканые материалы. Попытки приблизить расчетную прочность нитей к действительной прочности с помощью экспериментального структурно-чувствительного коэффициента в сущности дают обычную зависимость Аррениуса

$$t_* = a \frac{b\sigma}{T}, \quad (1)$$

где a , b – эмпирические коэффициенты, характеризующие свойства исследуемого материала.

Рассмотрим критерии макроскопического разрушения, характеризующие временные свойства нитей. Одним из основных понятий развивающегося во времени феноменологического процесса разрушения является долговечность – время, необходимое для разрушения образца при постоянном напряжении. При исследовании долговечности материала испытывают несколько одинаковых образцов при различных напряжениях и устанавливают время, необходимое для разрушения каждого образца. По результатам испытаний строят график зависимости времени до разрушения t_* при постоянном напряжении σ_0 от уровня этого напряжения (рис. 1).

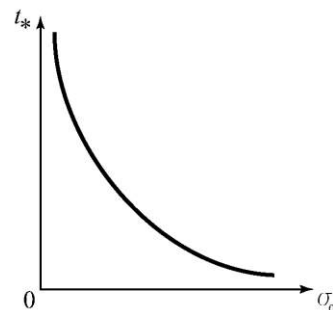


Рис. 1

Конечно, в опытах устанавливается определенная нагрузка, и в ходе эксперимента надо было бы ожидать повышения напряжения, обусловленного уменьшением площади поперечного сечения образца вследствие его растяжения. В известных опытах Эндрейда постоянство напряжения в процессе деформирования достигалось при помощи грузов специальной формы, погружающихся в воду по мере удлинения образца. Что же касается нитей, то опыты на долговечность при постоянной нагрузке дают и практически постоянное напряжение. Элементарные расчеты показывают, что для нитей даже больших линейных плотностей уменьшение площади поперечного сечения волокон, воспринимающих нагрузку, достаточно мало (даже при коэффициенте Пуассона, равном 0,5) и истинное напряжение можно считать постоянным.

При аппроксимации $t_* = t_*(\sigma_0)$ часто используется степенная зависимость:

$$t_* = B\sigma_0^{-b}. \quad (2)$$

В практических приложениях чаще всего приходится оценивать прочность нитей при напряжениях, определенным образом меняющихся во времени. Поэтому необходимо установить закономерности длительной прочности при одноосном напряженном состоянии при переменном нагружении.

Рассмотрим вначале случай, когда напряжения изменяются ступенчато. Располагая этими данными, можно установить, что при действии постоянного напряжения

σ_1 разрушение произойдет по прошествии времени $t_*^{(1)}$, напряжению σ_2 соответствует время до разрушения $t_*^{(2)}$, и т. д., на i -м шаге нагружения значению σ_i соответствует время $t_*^{(i)}$. Если окажется, что время действия напряжения σ_i больше или равно $t_*^{(i)}$, то произойдет разрушение. Если $\Delta t_i < t_*^{(i)}$, то разрушение не наступит, и за время Δt_i исчерпается лишь части несущей способности нити, равной отношению $\frac{\Delta t_i}{t_*^{(i)}}$. Используем для обозначения отно-

шения $\frac{\Delta t_1}{t_*^{(1)}}, \frac{\Delta t_2}{t_*^{(2)}}, \dots, \frac{\Delta t_i}{t_*^{(i)}}$ давно установив-

шийся термин *повреждаемость* на первой, второй, i -й ступенях нагружения.

Экспериментальные исследования длительной прочности, проведенные при переменных режимах нагружения, показали, что во многих случаях разрушение происходит, когда сумма повреждаемостей становится равной единице:

$$\sum_{i=1}^n \frac{\Delta t_i}{t_*^{(i)}(\sigma_i)} = 1. \quad (3)$$

Этот экспериментально установленный факт называют условием (принципом) линейного суммирования повреждаемостей. Впервые этот принцип был сформулирован Бейли, и поэтому его часто называют принципом Бейли.

Если напряжение в исследуемом интервале изменяется непрерывно, то, переходя от суммы к интегралу, получим:

$$\int_0^{t_*} \frac{dt}{t_0 [\sigma(t)]} = 1, \quad (4)$$

где t_0 – время до разрушения при постоянных напряжениях, равных мгновенным значениям $\sigma(t)$.

Формула

$$\frac{B^{1+n}}{1+n} = \int_0^{t_*} (t_* - \tau)^n \sigma^{b(1+n)}(\tau) d\tau \quad (5)$$

получена В.В. Москвитиным [1] и является критерием длительной прочности, определяющим время до разрушения t_* при заданном законе нагружения $\sigma(t)$ и экспериментально определяемой функции долговечности $t_* = t_*(\sigma_0)$.

Теория прочности А.А. Ильюшина [2] в случае одноосного напряженного состояния приводит к предельному соотношению вида:

$$bB^{\frac{1}{b}} = \int_0^{t_*} (t_* - \tau)^{\frac{1}{b}-1} \sigma(\tau) d\tau. \quad (6)$$

Из изложенного следует, что любой критерий прочности предполагает знание параметров долговечности b и B . При исследовании долговечности испытывают образцы материала при статической нагрузке и устанавливают время, необходимое для их разрушения. На кафедре МТВМ МГТУ им. А.Н. Косыгина был разработан способ и создана установка для измерения времени до разрушения нити на основе испытательной машины FP-100/1. Сама установка, способ нагружения нити постоянной нагрузкой, методика измерения времени до разрушения описаны в [3]. Испытанию подвергнута льняная пряжа линейной плотности $T = 86$ текс при трех уровнях нагрузок $P_u : 1,3; 1,4$ и $1,5$ Н. Каждой u -й величине нагрузки соответствуют 30 опытов. Напряжения σ в ГПа определены по формуле

$$\sigma = \frac{P}{T} \rho,$$

где ρ – плотность пряжи, $г/см^3$. Общепринятым при решении задач выравнивания или сглаживания является метод наименьших квадратов:

$$\sum_{i=1}^n (t_{*i} - B\sigma_{0i}^{-b})^2 \rightarrow \min. \quad (7)$$

В дальнейшем показаны два метода вычисления параметров b , B на основе экспериментальных данных. Общие методы парного регрессионного анализа даны в обширной литературе и здесь подробно не рассматриваются. Обычно подбор параметров нелинейной функции сводится к ее линеаризации и в дальнейшем используется хорошо разработанный аппарат линейной регрессии. В частном случае степенная функция линеаризуется ее логарифмированием. В результате решения получены оценки параметров долговечности:

$$B = 1,766 \cdot 10^5; b = 3,233.$$

Отметим требования, которые предъявляются к оценкам для неизвестных параметров по результатам опытов: состоятельность, несмещенность и эффективность. И здесь сталкиваемся с серьезными затруднениями нахождения параметров, когда нелинейная функция линеаризуется, а далее осуществляется подбор параметров линейной функции. В этом случае выбранные оценки не удовлетворяют требованию эффективности. Напомним, что оценка называется эффективной, если она обладает по сравнению с другими наименьшей дисперсией. Тогда следует принять другой метод решения задачи о наименьших квадратах. В теории оптимизации задачи минимизации функций вида (7) занимают особое место. Как правило, именно для задач о наименьших квадратах разработаны специальные алгоритмы. В нашей же задаче с малой размерностью можно использовать универсальные методы безусловной численной оптимизации математических пакетов программ, например, MathCAD. Решение оптимизационной задачи дает

$$B = 9,013 \cdot 10^4; b = 2,97.$$

Разница значений параметров долговечности, вычисленных двумя приведенными способами, существенна, и, конечно, предпочтение следует отдать второму как теоретически более обоснованному.

Опытные данные долговечности характеризуются огромным статистическим разбросом, на порядок превышающим точечные оценки прочности. Но любой рассмотренный нами критерий прочности построен на соотношении, предполагаемом известным из опытов на долговечность. Базовая же зависимость $t_* = t_*(\sigma_0)$ для индивидуального образца неизвестна. Поэтому эту зависимость следует заменить ее математическим ожиданием $E\{t_*\}$.

Б. Колеманом [4] разработана теория разрушения волокон и нитей, названная им "кинетикой разрыва". Эта теория сравнима с теорией наислабейшего звена. Фундаментальное их различие состоит в физической интерпретации гипотез. В классической теории утверждается, что предел прочности волокон или нитей соответствует пределу прочности его наислабейшего поперечного сечения. В теории кинетики разрыва полагается, что волокно или нить, находящиеся под нагрузкой $\sigma(t)$, разрушаются в поперечном сечении, которое имеет наименьшее время "жизни" при $\sigma(t)$. Этой теорией мы и воспользуемся, чтобы решить вопрос о долговечности нитей, лежащей в основе теорий длительной прочности. Вывод основных соотношений теории "кинетики разрыва" приведен в [5]. Среднее время "жизни" волокон определяется формулой:

$$E\{t_*\} = \left(\frac{\ell}{\ell_0}\right)^{\frac{1}{k}} \Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) B \sigma_0^{-b}. \quad (8)$$

Здесь k – положительная константа; ℓ_0 – длина образца, при которой определялась долговечность (в нашем случае $\ell_0 = 500$ мм). Коэффициент вариации:

$$C\{t_*\} = \frac{\sqrt{D\{t_*\}}}{E\{t_*\}} = \left[\frac{\Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right)}{\Gamma^2\left(1 + \frac{1}{k}\right)} - 1 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

не зависит от нагрузки. В соответствии с формулой для $C\{t_0\}$ возможна постанов-

ка эксперимента для определения параметра k : при зажимной длине ℓ_0 и индивидуальных значениях долговечности $\sigma_0 = \text{const}$ вычисляются среднее, дисперсия, коэффициент вариации, и по формуле (9) определяется параметр k .

Получены точечные характеристики случайных величин долговечности: среднее $\bar{t}_* = 53,5$ с; несмещенное среднее квадратическое отклонение $s = 80,4$ с²; коэффициент вариации $C = 1,50$. Решение уравнения (9) относительно k дало $k=0,685$.

С учетом изложенной теории изменится и вид критериев прочности, отражающих процесс накопления повреждений. Функция повреждаемости нити $\omega(t)$, удовлетворяющая условиям $\omega(0) = 0$, $\omega(t_*) = 1$ и построенная на критерии (6), теперь примет вид:

$$\omega(t) = \frac{\left(\frac{\ell}{\ell_0}\right)^{\frac{1}{bk}}}{\left[\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right)\right]^{\frac{1}{b}} bV^{\frac{1}{b}}} \int_0^t (t-\tau)^{\frac{1}{b}-1} \sigma(\tau) d\tau. \quad (10)$$

Величина $\left[\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right)\right]^{\frac{1}{b}} = 1,09$ характери-

зует уменьшение повреждаемости льняной пряжи вследствие статистического разброса долговечности в 1,1 раза. При больших коэффициентах вариации (свыше 1,9) уравнение (9) не имеет действительных корней. В другом гипотетическом случае, когда дисперсия равна нулю,

$\left[\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right)\right]^{\frac{1}{b}} = 1$, то есть повреждаемость

более неравномерной по долговечности нити меньше. Этот неожиданный вывод в

какой-то мере можно объяснить масштабным эффектом в формулах (8) и (10). Среднее время "жизни" участка пряжи длиной ℓ определяется выражением (8), в соответствии с которым $E\{t_*\}$ увеличивается с уменьшением ℓ . Наименьшее время "жизни" при $\sigma(t)$, соответствующее разрыву пряжи, имеют участки с меньшим числом волокон, то есть с пониженной линейной плотностью по сравнению со средней. Такие отрезки пряжи появляются вследствие коротковолновой неровноты, возникающей в вытяжном приборе прядильной машины. Длина ℓ с меньшим числом волокон существенно меньше длины $\ell_0 = 500$ мм, на которой проведены испытания долговечности. Отсюда идет увеличение времени "жизни" короткого участка пряжи и, как следствие, уменьшение повреждаемости. Понятно, что сказанное не служит еще полным доказательством, но прямых физических методов изучения повреждаемости не существует.

ЛИТЕРАТУРА

1. Москвитин В.В. Сопротивление вязкоупругих материалов. – М.: Наука, 1972.
2. Ильюшин А.А., Победра Б.Е. Основы математической теории термовязкоупругости. – М.: Наука, 1970.
3. Щербаков В.П., Скуланова Н.С. Основы теории деформирования и прочности текстильных материалов: Монография. – М., 2008.
4. Coleman B.D. Statistics and Time Dependence of Mechanical Breakdown in Fibres // Journal of applied Physics. – Vol. 29, №6, 1958. P. 968...983.
5. Щербаков В.П. Прикладная механика нити. – М., 2001.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 07.04.10.

УДК 339.187

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ ТКАНЫХ ИЗДЕЛИЙ
НА ОСНОВЕ УЛУЧШЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИХ КАЧЕСТВА***

Н.А. ГРУЗИНЦЕВА, Н.Н. БАРАШКОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

E-mail: info@igta.ru

Предложена методика расчета новой цены ткани с учетом улучшения ее единичных показателей качества.

The design procedure of the new price of a fabric, taking into account the improvement of its quality simple indexes, is offered.

Ключевые слова: качество продукции, ценообразование, параметрический метод, единичные показатели качества.

В современных условиях успешное функционирование текстильного предприятия в решающей степени зависит от качества производимой им продукции, ее соответствия запросам потребителей, заказчиков и уровня цен этой продукции, то есть возможности предприятия предложить покупателям равный по качеству товар по более низкой цене.

В соответствии с [1] все методы ценообразования разделены на три основные группы:

- на основе определения реальных издержек на производство продукции (затратные);
- с учетом ориентации на существующие цены рынка конкретных потребителей и конкурентов, производящих аналогичную продукцию (рыночные);
- на основе использования нормативных затрат на технико-экономические показатели производимой продукции (параметрические).

Проведенный анализ существующих подходов при формировании цен на тканые изделия [2] показал, что в большинстве своем все они основаны на затратном принципе и практически не учитывают возможности изменения их потребительских свойств в направлении улучшения качества продукции.

В качестве объекта исследования были выбраны хлопчатобумажные ткани бельевой группы основных переплетений (бязь, арт. 262), произведенные на текстильных предприятиях Ивановской области. Данный выбор обоснован тем, что в Российской Федерации ткани этой группы являются самыми востребованными и имеют наибольший объем производства.

В качестве методического подхода при определении цены продукции использовали параметрический метод, основанный на следующих условиях:

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Б.Н. Гусева.

– широкий ассортимент однотипной продукции, отличающийся одним или несколькими показателями качества;

– зависимость покупательского спроса от уровня качества продукции, отражаемого количественным значением параметров;

– возможность сравнений цен и параметров покупателями.

На первом этапе исследования на основе обработки данных проведенного опроса специалистов в области материаловедения была выявлена совокупность показателей качества, которая включала следующий перечень показателей из групп: назначения (поверхностная плотность); надежности (разрывная нагрузка, стойкость к истиранию, изменение размеров после мокрой обработки, устойчивость окраски); гигиенические (показатели гигроскопичности и воздухопроницаемости, содержание свободного формальдегида, удельное поверхностное электрическое сопротивление и показатель белизны). В исследовании не учитывались художественно-эстетические показатели готовых тканей, так как они определяются отдельным нормативным документом [3].

Определение весомости каждого из представленных выше единичных показателей осуществлялось с использованием экспертного метода и специально созданной для этого компьютерной программы [4].

В результате исследования было выявлено, что наибольшую весомость представляют собой такие единичные показатели, как разрывная нагрузка, стойкость к истиранию, изменение линейных размеров после мокрой обработки, устойчивость окраски, показатели гигроскопичности и воздухопроницаемости, что указывает на то, что технологический процесс является важным этапом жизненного цикла при изготовлении текстильных изделий, результатом которого являются высокие гигиенические свойства продукции и возможность длительного использования приобретенного товара.

На следующем этапе количественно оценивали показатели качества исходного варианта и формировали новый вид ткани в соответствии с улучшенными значениями единичных показателей качества (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Наименование качественной характеристики	Показатели весомости	Значения единичных показателей качества		
		нормативы для первого сорта ткани	нормативы для второго сорта ткани	нормативы для улучшенного качества ткани
Разрывная нагрузка, Н	0,2	25	22	30
– по основе				
– по утку		18	15	18
Стойкость к истиранию, цикл	0,2	650	600	700
Изменение линейных размеров после мокрой обработки, %:	0,11	-4,5 ±1,8	-5,0 ±2,0	-3,5 ±1,5
– по основе				
– по утку				
Устойчивость окраски	0,1	4	3	5
Показатель гигроскопичности, %	0,09	15,0	15,0	15,0
Показатель воздухопроницаемости, дм /м·с	0,08	150	100	175
Поверхностная плотность, г/м	0,06	105	110±5	115
Содержание свободного формальдегида, мкг/г	0,06	75	75	75
Показатель белизны, %	0,05	82	82	90
Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом	0,05	10 ⁰⁻¹¹	10 ¹²	10 ⁸⁻⁹
Итого	1,00	-	-	-

На дальнейшем этапе производили расчет новой (н) цены ткани относительно базовой (б) по формуле:

$$(Ц_n)_ф = (Ц_б)_ф \frac{[(q_x)_i]_н}{[(q_x)_i]_б} \sum_{i=1}^n \alpha_i,$$

$$Ц_{н(факт)} = 31 \cdot (0,2 \cdot 1,2 + 0,2 \cdot 1 + 0,2 \cdot 1,08 + 0,11 \cdot 0,78 + 0,11 \cdot 0,83 + 0,1 \cdot 1,25 + 0,09 \cdot 1 + 0,08 \cdot 1,17 + 0,06 \cdot 1,09 + 0,06 \cdot 1 + 0,05 \cdot 1,09) = 31 \cdot 1,33 = 41,23 \text{ руб.}$$

Исходя из данных расчетов можно сделать вывод о том, что при значительных улучшениях некоторых единичных показателей качества цена текстильной продукции увеличивается незначительно. В данном случае выгоду получает как производитель, так и потребитель, производя более качественную продукцию при допустимых затратах.

ВЫВОДЫ

Предложена методика расчета новой цены ткани с учетом улучшения ее единичных показателей качества.

где $(Ц_б)_ф$ – фактическая цена ткани, руб. (цена одного погонного метра бязи арт. 262 составляет 31 руб.) [5]; $[(q_x)_i]_н$, $[(q_x)_i]_б$ – единичные показатели качества соответственно нового и базового образцов ткани; α_i – коэффициент весомости единичных показателей качества;

ЛИТЕРАТУРА

1. Салимжанов И.К., Португалова О.В., Морозова Е.А. Ценообразование и налогообложение. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2003.
2. Крючкова О.Н., Попов Е.В. // Маркетинг в России и за рубежом. – 2002, №4.
3. ГОСТ 29298–2005. Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Общие технические условия.
4. Свидетельство об отраслевой регистрации разработки №4509 в ОФАП. Компьютерный метод экспертной оценки показателей качества ткани / Зубко Д.П., Сташева М.А., Грузинцева Н.А. 25.03.2005.
5. Прайс-листы ассоциации ТДЛ ООО "УК "ТДЛ Бизнес" (сентябрь 2009 г.).

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения. Поступила 30.11.09.

УДК 677.494.64

ВЫБОР ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ ТКАНЕЙ

А.Ф. ДАВЫДОВ, М.С. ДОРИОМЕДОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
E-mail: office@msta.ac.ru

Установлен состав определяющих показателей качества на фильтровальные ткани, предназначенные для фильтрации молока.

The structure of determinative quality indexes on the filtering fabrics intended for the milk filtration is stated.

Ключевые слова: фильтровальные материалы, полиэфирные нити, коэффициенты весомости, количественные показатели.

Текстильные фильтровальные материалы относятся к классу технического текстиля и применяются для фильтрования жидкостей, аэрозолей, газов.

На первом этапе с использованием экспертной оценки на основании [1] определен перечень показателей качества для тканей, используемых в качестве фильтровальных перегородок для фильтрации молока.

В соответствии с этими показателями были испытаны фильтровальные ткани. В качестве исследуемых образцов взяты четыре вида фильтровальных тканей, имеющих один и тот же состав из полиэфирных

нитей. Выбор этого состава связан с тем, что полиэфирные нити экологически безопасны, достаточно прочны и упруги.

В итоге получены следующие значения коэффициентов весомости для выбранных свойств: прочность – 0,16; воздухопроницаемость – 0,10; водопроницаемость – 0,15; тонкость фильтрации – 0,17; раздвижка нитей – 0,12; стойкость к осыпанию нитей – 0,12; стойкость к вымыванию волокон – 0,11

Результаты испытаний также приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Количественные показатели	Ткань			
	1	2	3	4
Разрывная нагрузка, Н: основа	1580	1850	1765	1675
уток	1475	1660	1680	1578
Удлинение, %: основа	25,2	32,0	29,2	27,3
уток	26,1	29,1	30,1	28,2
Показатель воздухопроницаемости, $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	44,5	37,5	39,0	42,0
Показатель водопроницаемости, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	0,72	0,42	0,55	0,68
Показатель осыпаемости, Н	24	34	30	26

Результаты испытаний на тонкость фильтрации по показателю коэффициента пропускания приведены на рис. 1.

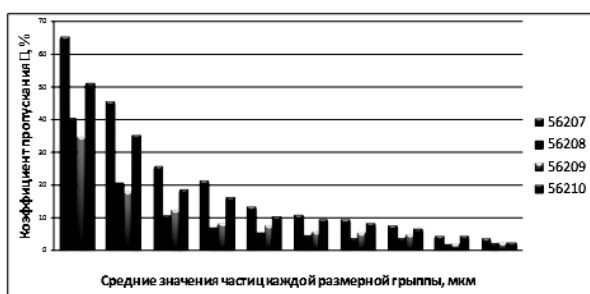


Рис. 1

ВЫВОДЫ

Установлен состав определенных показателей качества на фильтровальные ткани, предназначенные для фильтрации молока.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 4.36–84. СПКП. Ткани фильтровальные. Номенклатура показателей качества.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 04.12.09.

О РОЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ В СТАНОВЛЕНИИ МОЛОДОГО СПЕЦИАЛИСТА

Г.И.ЧИСТОБОРОДОВ, А.А.СТОЛЯРОВ, Е.М.КРАЙНОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)
E-mail: info@igta.ru

Рассмотрен вопрос подготовки высококвалифицированных и компетентных специалистов, способных в кратчайшие сроки адаптироваться после окончания вуза к работе в условиях современного производства.

The question of preparation of the highly skilled, competent and competitive experts ready to adapt to work in the shortest terms after the graduation of a high school in the conditions of the contemporary manufacture, is considered.

Ключевые слова: высококвалифицированный специалист, взаимоотношения учебных заведений и промышленных предприятий, производственная и преддипломная практика.

Важнейшей задачей технического вуза в настоящее время является подготовка высококвалифицированных и конкурентоспособных специалистов, готовых после защиты дипломных проектов быстро адаптироваться к работе в условиях современного производства.

В связи с этим трудно переоценить значение взаимоотношений учебных заведений и промышленных предприятий в организации производственной и преддипломной практик, в проведении практических занятий на современном высокотехнологичном оборудовании. Именно на промышленных предприятиях студенты наиболее успешно закрепляют теоретические знания, полученные в учебных аудиториях, приобретают профессиональную компетентность и навыки, необходимые современному специалисту в решении самых разнообразных вопросов, связанных с организацией производства.

Решая задачу подготовки высококвалифицированных специалистов, педагогический коллектив кафедры технологии текстильных изделий Ивановской государственной текстильной академии проводит активную работу по организации сотрудничества с промышленными предприятиями города Иванова и области. К сожалению,

это не просто, если учесть тот факт, что многие текстильные предприятия в силу различных обстоятельств находятся в сложной экономической ситуации.

И в то же время, возможно, что одной из причин неудовлетворительного экономического положения этих предприятий как раз и является недостаточно продуманная кадровая политика.

Сегодняшнему выпускнику высшего учебного заведения сложно адаптироваться к работе на современных промышленных предприятиях: почти повсеместно на них установлено современное высокотехнологичное оборудование, применяются новейшие информационные технологии, изменились методы организации производства и управления персоналом. Вследствие этого подготовить высококвалифицированных специалистов, способных быстро адаптироваться после окончания вуза к работе в производственных условиях, возможно только в том случае, когда студенты уже со 2-3-го курсов будут сочетать теоретические занятия в учебных аудиториях с практическими занятиями и практикой работы на предприятиях.

Решая эти задачи, кафедра технологии текстильных изделий активно сотрудничает с рядом предприятий в вопросах прове-

дения практики. Не один год связывают нас добрые отношения с прядильно-ткацкой фабрикой №3 ОАО "Шуйские ситцы", г. Фурманов (директор Андрианов С.И.), ООО "Шуйско-Тезинская фабрика", г. Шуя (директор Осипов Е.В., главный инженер Латышев А.А.). С 2006 г. развиваются хорошие взаимоотношения в то время еще кафедры прядения ИГТА и молодого, но успешного прядильно-ткацкого предприятия "Вавилон-С", г. Иваново (директор Коломейцев Ю.А.). Руководство предприятия, понимая роль подготовки молодых специалистов, с желанием откликнулось на предложение о сотрудничестве с нашим вузом. Для студентов регулярно организуются занятия, они проходят производственную и преддипломную практики. Свои знания им передают опытные специалисты – настоящие мастера своего дела: главный технолог В.Л. Шергер, начальник прядильного производства Л.К. Коновалова, главный механик Е.В. Борзов.

Объединение усилий педагогического коллектива кафедры и специалистов-производственников позволяют не только закреплять теоретические знания студентов, но и обучать их применению полу-

ченных знаний в решении практических задач. По мнению членов Государственной аттестационной комиссии, в последние годы наблюдается значительное улучшение качества дипломных работ, при выполнении которых студенты проявляют глубокие теоретические знания, профессионализм и компетентность в организации технологических процессов производства текстильных изделий на базе современного оборудования с использованием новейших информационных технологий.

В Ы В О Д Ы

В целях подготовки высококвалифицированных специалистов вузов, способных в кратчайшие сроки адаптироваться к работе в условиях современного производства, необходимо расширять сотрудничество с промышленными предприятиями, предоставляя возможность студентам уже со 2-3-го курсов сочетать теоретические занятия в учебных аудиториях с практическими занятиями на предприятиях.

Рекомендована кафедрой технологии текстильных изделий. Поступила 30.11.09.

**ПОЗДРАВЛЯЕМ ЮБИЛЯРА !!!
(К 70-летию Н.М. Ашнина)**

7 апреля 2010 г. исполнилось 70 лет Ашнину Николаю Михайловичу – заведующему кафедрой технологии прядения и нетканых материалов Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна, доктору технических наук, профессору, заслуженному деятелю науки Российской Федерации, академику Санкт-Петербургской инженерной академии, почетному профессору Ивановской государственной текстильной академии.

Ашнин Николай Михайлович является заместителем председателя диссертационного совета Д.212.236.01, членом редколлегии журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности".

С 1981 по 1997 гг. – Н.М. Ашнин работал деканом технологического факультета, а с 1997 г. и по настоящее время Н.М. Ашнин является проректором по учебной работе нашего университета.

В 1957 г. Николай Михайлович закончил с медалью среднюю школу в г. Пскове и в том же году поступил на механический факультет Ленинградского текстильного института им. С. М. Кирова. После окончания с отличием института был направлен в аспирантуру. В 1965 г. защитил кандидатскую диссертацию и был зачислен ассистентом кафедры механической технологии волокнистых материалов.

С 1967 по 1971 гг. Н.М. Ашнин находился в заграничной командировке в Алжире, где работал заведующим кафедрой прядения и ткачества Африканского нефтяного и текстильного центра в г. Бумердесе.



С 1971 по 1974 гг. работал доцентом кафедры механической технологии волокнистых материалов Ленинградского текстильного института, а с 1974 по 2003 гг. – заведующим кафедрой прядения натуральных и химических волокон. С 2003 г. и по настоящее время Николай Михайлович – заведующий кафедрой технологии прядения и нетканых материалов.

В 1980 г. Н.М. Ашнин защитил докторскую диссертацию. Обе его диссертации – и кандидатская, и докторская – посвящены исследованию процесса кардочесания волокнистых материалов.

В 1982 г. ему присвоено ученое звание профессора, с 1992 г. он является членом корреспондентом, а с 1994 г. – академиком Санкт-Петербургской инженерной академии.

Возглавляемая им кафедра ведет подготовку инженеров по специализациям "Прядение хлопка и химических волокон", "Прядение шерсти и химических волокон", а также (с 2003 г.) – специалистов по "Технологии нетканых текстильных материалов". Последовавшие перемены в экономическом и промышленном развитии страны диктовали необходимость развивать новые направления. Сейчас большое внимание в обществе и на производстве уделяется вопросам компьютеризации и управления, в связи с чем на кафедре с 1999 г. открыта подготовка по новым перспективным специализациям – "Технология и менеджмент прядильного производства" и "Компьютерное проектирование прядильного производства".

Николай Михайлович Ашнин является автором более 250 научных и научно-

методических трудов, в том числе двух монографий, одного учебника для вузов, он – автор 45 изобретений. Николай Михайлович подготовил более 30 кандидатов технических наук, в том числе для ряда зарубежных стран: Алжира, Туниса, Марокко, Судана, Монголии, Сирии, стран СНГ. Область его научных интересов – разработка новых структур пряжи и нитей

и высокоэффективные технологии их получения.

Поздравляя Николая Михайловича Ашнина со знаменательным юбилеем, мы желаем ему крепкого здоровья, счастья в личной жизни, дальнейших успехов в научной работе и в подготовке высококвалифицированных кадров для текстильной промышленности!

Коллектив кафедры технологии прядения и нетканых материалов Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна.

Редколлегия и редакция журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности".

ВИКТОРУ ПЕТРОВИЧУ ЩЕРБАКОВУ – 70 ЛЕТ!

20 марта 2010 года исполнилось 70 лет видному ученому-текстильщику, заведующему кафедрой механической технологии волокнистых материалов Московского государственного текстильного университета им. А.Н. Косыгина, заслуженному деятелю науки Российской Федерации, Лауреату Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, доктору технических наук, профессору Виктору Петровичу Щербакову.



Виктор Петрович Щербаков родился 20 марта 1940 г. В 1963 г. окончил Московский текстильный институт по специальности "Механическая технология волокнистых материалов".

В Московском текстильном институте Виктор Петрович работает с 1966 г. Сначала ассистентом, затем доцентом, профессором. С 1988 г. он – заведующий кафедрой механической технологии волокнистых материалов. В.П. Щербаков работал деканом вечернего факультета, деканом механико-технологического факультета, проректором по научной работе нашего вуза.

Кандидатскую диссертацию на тему "Факторы, определяющие длину нити в петле в процессе петлеобразования" В.П. Щербаков защитил в 1971 г., а в 1984 г. докторскую – на тему "Научные основы переработки нитей в трикотажном производстве". В 1987 г. ему присвоено ученое звание профессора по кафедре ме-

ханической технологии волокнистых материалов.

Область научных интересов проф. В.П. Щербакова – механика нити, теория вязкоупругости, деформирование, жесткость и прочность текстильных материалов, аналитические методы проектирования нити, пряжи, трикотажа.

В.П. Щербаков провел большой цикл работ по механике текстильной нити и полотна. Им созданы теоретические основы текстильно-металлической нити. Под его руководством и при его личном участии изготовлена и работает машина для производства сверхтонких комбинированных металлических нитей для антенн наземной и космической связи.

Под руководством проф. В.П. Щербакова подготовлены три доктора и семь кандидатов наук.

Виктор Петрович – автор 140 опубликованных работ, включая учебники и патенты.

В.П. Щербаков – не только талантливый педагог и известный ученый, он добрый и отзывчивый друг, готовый прийти на помощь в трудную минуту. Он пользуется заслуженным уважением и авторитетом у коллег, студентов и аспирантов университета.

От всей души желаем Виктору Петровичу Щербакову крепкого здоровья, творческого долголетия, семейного счастья и больших успехов во всем.

Ректорат Московского государственного текстильного университета им. А.Н. Косыгина.

Редколлегия и редакция журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности".

СОДЕРЖАНИЕ

80 лет Московскому государственному университету дизайна и технологии!	3
Экономика и организация производства	
<i>Иванников А.И., Пирогов К.М.</i> Информационные технологии как инструмент управления текстильным производством нового поколения. Концепция функциональной архитектуры	9
<i>Темнова Н.К., Марков К.М., Липинская П.С.</i> Совершенствование организации складской логистики текстильного предприятия	13
Текстильное материаловедение	
<i>Курамышин А.Р., Родионов В.А.</i> Исследование механических свойств электропроводящих нитей ...	20
<i>Матрохин А.Ю., Шаломин О.А., Круглов А.В., Гусев Б.Н.</i> Метрологическая оценка показателя зрелости хлопковых волокон	21
<i>Бойко С.В., Смирнова Н.А., Замышляева В.В., Лапшин В.В.</i> Моделирование процесса восстановления ткани после изгиба	25
<i>Лисиенкова Л.Н., Кирсанова Е.А.</i> Анализ деформационного состояния материалов для одежды в условиях пространственного растяжения	28
<i>Ким А.А., Курденкова А.В., Шустов Ю.С.</i> Исследование механических свойств тканей для изготовления бронежилетов	31
<i>Анисимов Д.И., Кузнецов М.Ю., Кирюхин С.М.</i> Выбор определяющих показателей качества тканей для бронежилетов	33
Первичная обработка. Сырье	
<i>Енин М.С., Разин С.Н., Пашин Е.Л., Маянский С.Е.</i> Оценка влияния параметров обработки и свойств льняной пряжи на условия ее схода с рабочей кромки била в процессе трепания	36
<i>Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Лебедев Д.А.</i> Теоретические предпосылки изучения процесса перемещения (миграции) инородных примесей в волокнистой массе	41
Прядение	
<i>Мовшович П.М., Разумеев К.Э., Павлюченко Е.В.</i> Силовое воздействие на пряжу в зоне КН при способе РКН	45
Ткачество	
<i>Николаев С.Д., Панин И.Н., Цимбалюк Е.П., Бояркина М.А.</i> О структуре диспергирующего слоя пневматических аэраторов "Пантекс"	48
<i>Селиверстов В.Ю., Гречухин А.П., Петров И.Н.</i> Взаимосвязь размеров зева с максимально возможной толщиной слоисто-каркасных тканей	52
<i>Землякова И.В., Сокова Г.Г.</i> Метод формализованного представления процесса проектирования ткани по заданным параметрам, основанный на теоретико-множественных представлениях параметров тканей	55
<i>Малецкая С.В., Шаталина Д.А.</i> Методика определения параметров узора для тканей репсового переплетения	58
<i>Черняева О.Е., Карева Т.Ю.</i> Оптимизация процесса формирования ткани баллистического назначения из арамидных нитей на станке DORNIER с целью повышения ее бронезащитных свойств	60
Отделка	
<i>Тараканова Л.И., Волков В.А., Сафонов В.В., Щукина Е.Л., Ушкаров В.И., Станкевич Г.С.</i> Адсорбция метилфтороглюцина на поверхности шерстяных и смесовых волокон и ее влияние на электрокинетический потенциал	64

<i>Корнилова Н.А., Липатова И.М.</i> Влияние интенсивных механических воздействий на технологические свойства хитозановых аппретов	68
<i>Удалов М.В., Циркина О.Г., Никифоров А.Л.</i> Использование энергии электромагнитных колебаний для фиксации активных бифункциональных красителей на целлюлозосодержащих материалах ...	72

Технология нетканых материалов

<i>Сергеенков А.П., Сухова Т.В.</i> Анализ причинно-следственных связей при изготовлении холсто-прошивных полотен	78
<i>Башкова Г.В., Башков А.П., Алешина Д.А., Журавлева И.А.</i> Фильтрация воздуха через многослойные текстильные структуры с учетом механической нагрузки	82

Трикотажное производство

<i>Цитович И.Г., Спирина Ю.Б., Галушкина Н.В., Малюта В.В.</i> Обеспечение заданных требований по растяжимости чулочно-носочных изделий на основе контроля структурных параметров трикотажа	88
<i>Заваруев В.А., Кудрявин Л.А., Беляев О.Ф.</i> Оценка эффективности использования нити для образования ячеек заданных размеров в структуре трикотажа	93

Швейное производство и дизайн

<i>Сурикова М.В., Метелёва О.В., Коваленко Е.И.</i> Повышение эффективности соединения материалов с разнородными свойствами	95
<i>Сидоренко Е.В., Сидоренко В.Ф.</i> Стиль и мода	99
<i>Бесчастнов Н.П., Ткач Д.Г.</i> Сюжетный текстиль России и Франции первой половины XX века	101

Текстильные машины и агрегаты

<i>Самсонов В.С.</i> Концепция выбора тканетранспортирующей системы отделочных машин роликового типа	105
<i>Пирогов Д.А., Суров В.А.</i> Регулирование натяжения основных нитей на металлотаком станке СТР-100М-0,25	108

Автоматизация технологических процессов

<i>Разумова Е.Ф., Расторгуев А.К.</i> Исследование силового воздействия электрического поля полевого датчика с параллельными электродами механизма контроля ткани	114
---	-----

Экология и промэнергетика

<i>Сажин Б.С., Чунаев М.В., Сажина М.Б.</i> Наноматериалы и их влияние на организм человека	118
---	-----

Информационные технологии

<i>Фирсов А.В., Каршакова Л.Б.</i> Математическое описание орнаментальных композиций с повторяющимся раппортом	123
--	-----

Механика нити и полотен

<i>Щербаков В.П., Цыганов И.Б., Полякова Т.И., Болотный А.П.</i> Экспериментальное определение и расчет параметров долговечности в критериях прочности	126
--	-----

Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

<i>Грузинцева Н.А., Барашкова Н.Н.</i> Совершенствование ценообразования тканых изделий на основе улучшения показателей их качества	131
<i>Давыдов А.Ф., Дориомедов М.С.</i> Выбор определяющих показателей качества фильтровальных тканей	133
<i>Чистобородов Г.И., Столяров А.А., Крайнов Е.М.</i> О роли производственной практики в становлении молодого специалиста	135
<i>Поздравляем юбиляра !!! (К 70-летию Н.М. Ашнина)</i>	137
	139

CONTENTS

Moscow State University of Design and Technology is 80 Years of Age 3

Economics and Production Planning

Ivannikov A.I., Pirogov K.M. Information Technology as the Instrument of Textile Manufacture Management. Functional Architecture Concept 9
Temnova N.K., Markov K.M., Lipinskaya P.S. Modernization of Textile Industry Warehousing Management System 13

Textile Materials

Kuramshin A.R., Rodionov V.A. Research of Electroconductive Threads Mechanical Properties 20
Matrohin A.Y., Shalomin O.A., Kruglov A.V., Gusev B.N. Metrological Value of the Cotton Fibers Maturity Parameter 21
Boyko S.V., Smirnova N.A., Zamyshlyayeva V.V., Lapshin V.V. Modelling of the Fabric Restoration Process After the Bending 25
.....
Lisienkova L.N., Kirsanova E.A. Analysis of the Fabric Deformation State in the Conditions of Dimensional Stretching 28
Kim A.A., Kurdenkova A.V., Shustov Y.S. Research of the Mechanical Properties of the Fabrics for Flak Jackets Manufacture 31
Anisimov D.I., Kuznetsov M.Y., Kiryuhin S.M. Selection of Determinative Quality Characteristics of the Fabric for Flak Jackets 33

Preliminary Treatment. Raw Materials

Yenin M.S., Rasin S.N., Pashin E.L., Mayanskiy S.E. Valuation of the Treatment Parameters and Linen Strand Properties Influence on Conditions of its Overtail from the Bill Working Attacking Edge in the Process of Scutching 36
.....
Korabelnikov R.V., Korabelnikov A.R., Lebedev D.A. Theoretical Prerequisites for Research of the Shifting (Migration) Process of Foreign Admixtures in a Fibrous Mass 41

Spinning

Movshovich P.M., Razumeyev K.E., Pavlyuchenko E.V. Force Effect on the Yarn in the KH Zone by PKH Method 45

Weaving

Nikolaev S.D., Panin M.I., Tsymbalyuk E.P., Boyarkina M.A. On the Structure of the Dispersant Layer of the "Pantex" Pneumatic Aerators 48
.....
Seliverstov V.Yu., Grechuhin A.P., Petrov I.N. Interrelation of the Shed Sizes with the Highest Possible Thickness of the Laminated-Framed Fabrics 52
.....
Zemlyakova I.V., Sokova G.G. Methods of the Formalized Presentation of the Fabrics Design Process by the Given Parameters 55
.....
Maletskaya S.V., Shatalina D.A. Methods of the Determination of the Rep Weave Fibre Patterns 58
.....
Chernyaeva O.E., Kareva T.Y. Optimization of the Process of the Ballistic Function Fibres Made of the Aramide Threads on the DORNIER Machine for the Purpose of Protective Properties Decrease 60

Finishing

Taranova L.I., Volkov V.A., Safonov V.V., Shchukina E.L., Ushkarov V.I., Stankevich G.S. Adsorption of Methylfloroglucinol on the Woollen and Blending Fibres Surface and Its Influence on Electrokinetic Potential 64
.....
Kornilova N.A., Lipatova I.M. Influence of the Intensive Mechanical Effects on the Technological Properties of Chitosan Dressing Solution 68
.....
Udalov M.V., Tsyrkina O.G., Nikiforov A.L. Electromagnetic Oscillations Use for the Active Bifunctional Dyes Fixation on Cellulose Materials 73

Technology of Non-Wovens	78
<i>Sergeenkov A.P., Suhova T.V.</i> Analysis of the Cause-Effect Relations at the Manufacture of the Web-Knitted Canvas	82
<i>Bashkova G.V., Bashkov A.P., Aleshina D.A., Zhuravleva I.A.</i> Air Filtration through the Multilayered Textile Structures Subject to the Mechanical Loading	
Knitting	88
<i>Tsytoovich I.G., Spirina Y.B., Galushkina N.V., Malyuta V.V.</i> Assuring of the Given Requirements of the Hosiery Tensility on the Basis of the Control of the Knitted Fabric Structural Parameters	93
<i>Zavaruev V.A., Kudryavin L.A., Belyaev O.F.</i> Valuation of the Thread Efficiency Use for the Formation of the Cells with the Given Size in the Knitted Fabric Structure	
Sewing and Design	95
<i>Surikova M.V., Metelyova O.V., Kovalenko E.I.</i> Increase of the Connection Efficiency of the Materials with Diverse Properties	99
<i>Sidorenko E.V., Sidorenko V.F.</i> Style and Fashion	101
<i>Beschastnov N.P., Tkach D.G.</i> Russian and French Subject Textile of the First Half of XX-th Century ...	
Textile Machines and Aggregates	105
<i>Samsonov V.S.</i> Conception of the Choice of the Fabric-Transporting System for the Roll Type Finishing Machines	108
<i>Pirogov D.A., Surov V.A.</i> Regulation of the Warp Tension in CTP-100M-0,25 Metal-Weaving Machines	
Automation of Technological Processes	114
<i>Razumova E.F., Rastorguev A.K.</i> Research of the Force Effect of Electric Field of the Field Sensor with the Parallel Electrodes of the Fabric Control Mechanism	
Ecology and Industrial Heat Engineering	118
<i>Sazhin B.S., Chunaev M.V., Sazhina M.B.</i> Nanomaterials and their Influence on a Human Body	
Information Technologies	123
<i>Firsov A.V., Karshakova L.B.</i> Mathematical Description of Ornamental Compositions with a Repeating Pattern	
Mechanics of Threads and Fabrics	126
<i>Scherbakov V.P., Tsyganov I.B., Polyakova T.I., Bolotnyi A.P.</i> Experimental Search and Calculation of the Durability Parameters in the Strength Criteria	
Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items	131
<i>Gruzintseva N.A., Barashkova N.N.</i> Development of Woven Products Pricing on the Basis of Quality Indexes Improvement	133
<i>Davydov A.F., Doriomedov M.S.</i> Selection of the Determinative Quality Indexes of the Filtering Fabrics of Primary Treatment	135
<i>Chistoborodov G.I., Stolyarov A.A., Kraynov E.M.</i> On the Role of Industrial Practice in the Young Expert Development	137
In Commemoration of the 70 Anniversary of Ashnin N.M.	139
Viktor Petrovich Shcherbakov is 70 Years of Age!	

Вниманию авторов!

Редакция принимает статьи и сопроводительные документы к ним, направленные только обычными письмами в адрес редакции журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности": 153000, г. Иваново, просп. Ф.Энгельса, 21, к. Г.352. Редакция журнала, ответственному секретарю.

Статьи и документы к ним должны быть оформлены согласно Правилам для авторов, которые публикуются в конце номера журнала.

Корреспонденция, направленная заказными письмами, не рассматривается.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Редакция просит авторов, направляющих статьи в журнал "Технология текстильной промышленности" серии "Известия вузов", руководствоваться следующими правилами.

1. Редакция принимает только статьи, содержащие оригинальный материал, соответствующий профилю журнала, нигде не опубликованные и не переданные в редакции других изданий. В статье должно быть представлено четкое изложение полученных автором результатов без повторения данных в тексте статьи, таблицах и рисунках.

2. Статьи, написанные от руки, оформленные небрежно и не имеющие необходимых сопроводительных документов (см. п. 7), не рассматриваются.

Вопрос об опубликовании статьи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала и ее решение является окончательным.

3. Объем статей с учетом таблиц не должен превышать 6 страниц машинописного текста, напечатанного через два интервала с соблюдением требований ГОСТа 7.3–77. "Оригиналы текстовые, авторские и издательские". Текст статьи присылать в двух экземплярах, один из которых должен быть первым. С целью ускорения публикации статей редакция принимает статьи и рисунки на электронных носителях, текстовый редактор Word (формат *.doc, *.rtf), редактор формул Microsoft Equation, графический редактор Adobe Photoshop (формат *.psx, *.bmp, *.jpg).

4. В список литературы, помещаемый в конце статьи, включать только опубликованные работы, на которые имеются ссылки в статье. Библиографическое описание составляется в соответствии с ГОСТом 7.1–84. "Библиографическое описание документа".

5. Чертежи, графики, структурные формулы выполнять по правилам ГОСТа "Единая система конструкторской документации" чисто и четко в двух экземплярах (формата не более 13x18 см с учетом последующего полиграфического уменьшения в 2...2,5 раза), надписи и обозначения должны быть четкими и понятными. На обороте рисунка указывать его номер и название; "верх" и "низ" рисунка. Название рисунка и все обозначения должны вноситься в текст статьи. Фотографии (тоновые рисунки) принимаются только на глянцевой бумаге (без глянцева) формата не менее 9x12 см (с учетом последующего уменьшения). Не принимаются рисунки, выполненные от руки, небрежно, карандашом или шариковой ручкой.

Все рисунки помещать в конце статьи на отдельных листах (не вставляя их в текст) и сопровождать описанием с указанием их номеров и названий. Количество рисунков в статье не должно превышать четырех.

6. В начале статьи (над ее названием) проставлять индекс Универсальной десятичной классификации (УДК). Под заголовком указать инициалы, фамилии авторов и полное название института (организации), в котором работают авторы, E-mail. Далее следует расположить аннотацию на русском языке, отражающую основное содержание статьи, не более 10 строк, а после нее – основной текст статьи. Если в статье есть таблицы, то их заголовки следует вносить в текст. Статья должна заканчиваться конкретными выводами.

7. К статье прилагать следующие документы:

а) сопроводительное письмо с перечнем всех документов, направляемых в редакцию, с указанием организации, где проведена описываемая работа, а также места работы, должности, ученой степени и ученого звания, фамилии, имени и отчества автора (авторов), точного домашнего адреса и адреса для переписки, номеров служебного и домашнего телефонов, E-mail;

б) заверенную выписку из протокола заседания кафедры, рассмотревшего направляемую статью. В выписке должны содержаться рекомендации кафедры к публикации в журнале, а также полное (без сокращений) наименование кафедры. К статье должны быть приложены документы, подтверждающие возможность ее открытого опубликования;

в) аннотации статей на русском и английском языках; ключевые слова к статье;

г) название статьи, фамилию и инициалы автора (авторов), место работы и должность на английском языке.

8. Плата с аспирантов (аспирант – дневной формы обучения, выступающий единым автором работы) за публикацию статей не взимается.

9. С целью ускорения публикаций статей переписку, связанную с исправлениями материалов, желательно осуществлять по электронной почте: E-mail: ttp@igta.ru

РЕДАКЦИЯ.