

Федеральное агентство по образованию

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

**ТЕХНОЛОГИЯ
ТЕКСТИЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

**№ 6 (321)
2009**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор *Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ*.

Заместители главного редактора: *Н.М. АШНИН*, *Ф.Ф. БЕЗДУДНЫЙ*, *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, *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. СМЕРНОВА*, *А.П. СОРКИН*, *Ф.Ю. ТЕЛЕГИН*,
В.И. ТЕРЕНТЬЕВ, *Н.Н. ТРУЕВЦЕВ*, *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 03.10.2009.
Подписано в печать 31.10.2009. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. 18,13 усл.-печ. л.;
18,38 усл. кр.-отт. Заказ 1489.

Тираж 450 экз.

ОАО "Ивановская областная типография"

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

E-mail: 091-018@rambler.ru

МОСКОВСКОМУ ТЕКСТИЛЬНОМУ ВУЗУ – 90 ЛЕТ

С.Д. НИКОЛАЕВ

(Ректор Московского государственного текстильного университета им. А.Н. Косыгина,
профессор, доктор технических наук)



Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина – одно из ведущих высших учебных заведений России. Как высшее учебное заведение Московский текстильный институт основан в 1919 году и является старейшим в России высшим учебным заведением в области подготовки специалистов для текстильной промышленности.

Сегодня это ведущий вуз практически по полному перечню специальностей для текстильного производства с высококвалифицированным профессорско-преподавательским составом и хорошей материально-технической базой.

Университет представляет собой единый учебно-научно-производственный

комплекс, включающий факультеты: технологии и производственного менеджмента, химической технологии и экологии, текстильного машиностроения, информационных технологий, автоматизации и энергетики, экономики и менеджмента, прикладного искусства, повышения квалификации и дополнительного профессионального образования, аспирантуру, докторантуру.

Что же собой представляет университет сегодня?

Университет является базовым вузом в области технологии и проектирования текстильных изделий. В университете за последние 5 лет создана инновационная научно-образовательная среда, включающая

7 факультетов, управление по инновационной деятельности, Национальный институт текстиля и одежды, информационно-выставочный центр, лаборатория по исследованию наноматериалов, музей тканей, вычислительный центр, санаторий-профилакторий. По 19 специальностям и 6 направлениям подготовлено более 5800 инженеров, бакалавров и магистров. Созданы три новых кафедры по информационным технологиям и одна по наноматериалам. Открыта подготовка по новой специальности "Информационные технологии в дизайне". Фонд учебной литературы увеличился на 12,5%. Внедрены элементы системы менеджмента качества. Около 90% выпускников нашего вуза трудоустроиваются. Объем финансирования научных исследований увеличился в 2,7 раза, количество зарегистрированных программ для ЭВМ – в 2 раза, количество опубликованных материалов – в 1,5 раза. Издано более 130 учебников и монографий. Лауреатами Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники и образования стали 26 преподавателей. В университете функционируют 5 докторских диссертационных советов, защищены 200 кандидатских и 20 докторских диссертаций. 9000 экспонатов представлялись на 580 выставках, получено более 500 наград. Установлены тесные связи с вузами и фирмами Италии, Германии, Франции, Испании, Бразилии, Японии, Нидерландов, Швейцарии, Чехии, Монголии. В университете 1100 компьютеров, 75 локальных вычислительных сетей, 20 мультимедийных систем визуализации, 600 выходов в Интернет, внедрены элементы электронного документооборота, открыта электронная библиотека. Реализуется программа поддержки молодых преподавателей, заработная плата за 5 лет увеличилась в 3 раза. Создана система студенческого самоуправления, студентами получено более 100 наград в спортивных соревнованиях и смотрах художественной самодеятельности.

В составе университета 43 кафедры, из них 23 выпускающих, 7 – гуманитарного профиля. Контингент студентов дневного,

вечернего и заочного отделений составляет около 6000 человек. В университете функционирует "Московский центр текстильного образования", в котором обучаются лучшие выпускники более 30 профильных техникумов России по сокращенной программе обучения – 4 года. Профессорско-преподавательский состав университета насчитывает 550 человек, в том числе 100 профессоров и докторов наук и 350 кандидатов наук и доцентов. 20 профессоров университета являются заслуженными деятелями науки Российской Федерации, 30 Лауреатов Премий Правительства Российской Федерации в области науки и техники и образования.

МГТУ им. А.Н.Косыгина является ведущим вузом по подготовке научно-педагогических кадров для родственных вузов России и НИИ текстильного профиля. В аспирантуре осуществляется подготовка по 14 специальностям, в докторантуре – по 2 направлениям, контингент аспирантов составляет 160 человек.

Свою историю университет ведет с 1899 года, когда Император Николай II утвердил предложение Государственного Совета об учреждении Московского прядильно-ткацкого училища.

В 1919 году Солдатенковское ремесленное училище было соединено с прядильно-ткацким и преобразовано в 1-й Московский текстильный техникум с правом присвоения квалификации инженера. В 1920 году Московский текстильный техникум был приравнен к высшему учебному заведению и преобразован в Московский практический текстильный институт. В 1923 году институт получил новое название – Московский текстильный институт. В 1981 году вузу было присвоено имя видного политического деятеля нашей страны, инженера-текстильщика Алексея Николаевича Косыгина. В 1991 году вуз получил статус академии, а в 1999 году – статус университета.

Университет располагает прекрасной материальной базой: здания университета (их 21) позволяют эффективно вести учебный процесс в одну смену, успешно решать социальные задачи студентов и со-

трудников. В университете 8 учебно-лабораторных корпусов со 100 аудиториями, 110 учебными лабораториями; 4 общежития для студентов и аспирантов, столовая, актовый зал, клуб, санаторий - профилакторий для студентов и сотрудников университета на 100 стационарных мест.

За все годы существования вуз подготовил более 50 тысяч высококвалифицированных специалистов, которые работают практически на всех текстильных предприятиях России и в других смежных областях. Многие из них являются видными специалистами и занимают высокие руководящие должности.

Являясь базовым вузом учебно-методического объединения высших учебных заведений по образованию в области технологии и проектирования текстильных изделий, университет обеспечивает разработку государственных образовательных стандартов и соответствующих основных образовательных программ.

Совершенствование учебного процесса неразрывно связано с научно-методической работой. РИО университета, имеющий современную базу, позволяет создавать современные учебники, учебные пособия, лабораторные практикумы, учебно-методические пособия.

В университете есть своя текстильная мини-фабрика – учебные технологические лаборатории прядения хлопка, прядения шерсти, переработки химических волокон, ткачества, трикотажного производства, нетканых материалов, участок швейного производства.

Библиотека университета насчитывает около 800 тысяч экземпляров учебной, научной и художественной литературы. Имеются залы на 400 посадочных мест.

Университет достаточно хорошо компьютеризирован. Имеется современный вычислительный центр, в котором есть дисплейный класс на 60 посадочных мест с выходом в глобальную информационную сеть, веб-лаборатория. Практически все подразделения университета имеют выход в Интернет. Успешно функционирует электронная почта. В библиотеке университета работает система автоматизирован-

ного компьютерного поиска литературы. Ежегодно разрабатывается более 200 программ различной сложности. Создано более 30 электронных учебников. Имеется современный сайт университета.

Университет выполняет две основные функции – образовательную и научную. Основные научные направления университета соответствуют профилю подготовки специалистов. Они сформировались в результате многолетних научных исследований целого ряда поколений видных ученых. И сегодня лицо университета определяют видные ученые университета, эффективно работающие по важным научным и научно-техническим проблемам фундаментальной науки, текстильной, легкой и смежных с ними отраслями промышленности. Среди них профессора: Севостьянов А.Г., Кудрявин Л.А., Щербаков В.П., Черников А.Н., Горчакова В.М., Юхин С.С., Капитанов А.Ф., Кирюхин С.М., Шустов Ю.С., Мартынов И.А., Прошков А.Ф., Москалев М.А., Терентьев В.И., Яскин А.П., Палочкин С.В., Кобраков К.И., Павлов Н.Н., Гальбрайт Л.С., Сафонов В.В., Кильдеева Н.Р., Вихорева Г.А., Измайлов Б.А., Волков В.А., Дружинина Т.В., Сажин Б.С., Козлов А.Б., Севостьянов П.А., Поляков А.Е., Фирсов А.В., Козлова Т.В., Бесчастнов Н.П., Сидоренко В.Ф., Бастов Г.А., Шаблыгин М.В., Матвеев Е.М., Никитич Л.А., Антипин Л.Н. и многие другие.

Ежегодно ученые университета участвуют в выполнении важных научных исследований в рамках заданий Министерства образования и науки РФ, Министерства промышленности и торговли, федеральных и межвузовских научных и научно-технических программ, грантов, хозяйственных НИР с промышленными предприятиями и научными организациями.

Преподаватели и студенты ФПИ – постоянные участники и лауреаты различных престижных выставок, конкурсов и показов моделей одежды за рубежом: в Италии, Франции, Англии, Польши, Японии, Швейцарии и в других странах.

За последние 5 лет получено около 100 патентов, продано 3 лицензии.

Университет за разработку новых материалов и технологий их изготовления, подготовку высококвалифицированных специалистов для текстильной и смежных с ней отраслей награжден Премией им. А.Н.Косыгина, учрежденной Российским Союзом товаропроизводителей России.

Совместно с Российским Союзом предпринимателей работников текстильной и легкой промышленности, родственными вузами, отраслевыми НИИ и ведущими предприятиями отрасли на базе МГТУ им. А.Н.Косыгина создан Национальный инновационный центр текстиля и одежды.

Большое внимание в университете уделяется студенческой науке, в которой ежегодно принимают участие более 3 тысяч студентов. Студенты университета – неоднократные участники и победители Всероссийских и международных конкурсов, выставок, конференций и олимпиад. МГТУ им. А.Н.Косыгина совместно с МГТУ им. Н.Э.Баумана ежегодно проводит научную конференцию молодых исследователей (школьников и студентов младших курсов) "Шаг в будущее". В этом году в рамках этой Программы проведена олимпиада, 65 победителей и призеров которой станут без вступительных испытаний студентами нашего университета. Особые успехи в области НИРС имеются у студентов ФПИ, которые ежегодно приносят в копилку университета более 100 наград различного достоинства. Студенты университета ежегодно являются авторами или соавторами более 200 научных работ.

Спортивный комплекс университета имеет 4 зала общей площадью более 2000 кв.м, что позволяет студентам, помимо занятий, совершенствовать свое спортивное мастерство. В университете работают различные секции: по футболу, баскетболу, волейболу, теннису, аэробике, гимнастике, борьбе, боксу и другим видам спорта. Студенты университета активно участвуют в различных внешних спортивных соревнованиях, занимая престижные места. Женская команда университета – призер чемпионата России и Европы по аэробике.

Санаторий-профилакторий университета, располагающийся в одном из общежитий, является одним из лучших в России. 30 медицинских кабинетов оснащены современной техникой и приборами, что позволяет обслуживать в год более 1000 студентов и вести прием практически всех желающих сотрудников университета. Стоимость студенческой путевки в санаторий-профилакторий на 24 дня с трехразовым питанием и медицинским обслуживанием составляет менее 4% от ее общей стоимости.

Центром культурной жизни университета является Дом культуры, в котором работают многочисленные коллективы художественной самодеятельности. Организуются различные концерты, смотрь-конкурсы, КВН и другие мероприятия. Для этих целей используется и актовый зал университета на 750 посадочных мест. В актовом зале на подиуме студентами ФПИ осуществляются показы моделей одежды.

Реформы высшей школы России требуют от коллектива нетрадиционных путей решения многих вопросов образовательной и научной деятельности. В университете разработаны Программа университетизации и реформирования, включающие конкретные мероприятия на пути создания современного Университетского комплекса по подготовке современных инженерных и научных кадров с предприятиями отрасли, отраслевыми научными организациями, другими вузами, техникумами и школами.

Важнейшим направлением деятельности университета является связь с промышленностью. Университет заключил более 80 Договоров о сотрудничестве с предприятиями отрасли. Эти договоры предусматривают вопросы приема в университет на бюджетной и договорной основе, повышения квалификации работников предприятий, проведения научных исследований, предоставления предприятиями баз практик студентов, помощь университету в оснащении приборами, сырьем, в трудоустройстве выпускников.

Более 95% выпускников трудоустраиваются после окончания университета на инженерные должности в различные организации. Из года в год растет процент выпускников, которые трудоустраиваются строго по специальности. В этом году таких студентов более 80%.

Современные требования промышленности и научно-технического прогресса требуют от выпускников повышения их фундаментальной подготовки в области высшей математики, физики, химии, экологии, вычислительной техники. Для этого необходима современная приборная база, технологическое оборудование и огромные финансовые ресурсы. В течение последних 3 лет на эти цели было истрачено более 50 млн. руб.

Университет имеет Договоры с 60 школами Москвы и Московской области. Эти Договоры предусматривают работу в школах и оказание помощи по фундаментальным и гуманитарным наукам, привлечение школьников к участию в различных конкурсах, конференциях, олимпиадах, проводимых в университете, ознакомление со специальностями для более осмысленного выбора школьниками своей будущей специальности. В университете эффективно работают подготовительные курсы, начиная с одномесячных и кончая десятимесячными курсами по очной системе обучения, и двухгодичными для заочной формы подготовки абитуриентов.

Для работающей молодежи имеется вечерняя и заочная формы подготовки специалистов.

Важнейшим звеном создания Университетского Комплекса является неразрывная связь с отраслевой, вузовской и академической наукой. Университет имеет более 30 Договоров о сотрудничестве с НИИ РАН, отраслевыми НИИ и вузами России и стран ближнего зарубежья, направленных на решение важнейших задач научно-технического прогресса отрасли, образования, фундаментального характера подготовки научно-педагогических кадров. На факультете химической технологии и эко-

логии в результате проведения работ по Федеральной целевой программе "Интеграция академической и вузовской науки" создан Научно-учебный центр, включающий три НИИ РАН.

2 апреля 2009 года Аккредитационная коллегия Рособнадзора в четвертый раз подтвердила статус Университета нашему вузу. 15 апреля Университет получил Свидетельство об аккредитации, а 15 июня – Лицензию на ведение образовательной деятельности сроком на 5 лет.

Богата и многогранна более чем вековая история нашего вуза, берущая начало от прядильно-ткацкого училища, созданного Указом Императора Николая II, до современного Университета. Ровно через сто лет Министр образования подписал Приказ о придании вузу статуса Университета. Много лет университету или мало? Вроде бы много, но вуз не стареет с годами: пять лет отучились начинающие текстильщики, и опять пришла молодежь. Так что Университет всегда молод! Неповторимое лицо сегодняшнего Университета создано огромным трудом всего профессорско-преподавательского состава, всех сотрудников, студентов и аспирантов.

Всегда на всех этапах своего развития наш вуз шел в ногу со временем, успешно решая задачи подготовки специалистов для отрасли и развития важных научных исследований. Университет все годы своего существования был учебно-методическим и научным центром.

Славная история университета, накопленный опыт, желание коллектива университета много и эффективно работать позволяют быть уверенными в том, что и в дальнейшем Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина останется российским центром подготовки высококвалифицированных специалистов для текстильной, легкой и смежных с ними отраслей промышленности, центром важнейших научных исследований.

Поступила 25.05.09.

УДК 330.132.2

**КАТЕГОРИЯ ПОЛЕЗНОСТИ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕНЫ
НА ТЕКСТИЛЬНУЮ ПРОДУКЦИЮ***А.В. ГРИБОВ***(Ивановский государственный университет)**

Целью данной статьи является рассмотрение некоторых аспектов ценообразования на потребительском рынке текстильной продукции в Российской Федерации. В настоящее время в текстильной промышленности данный вопрос рассматривается с позиции спроса, что непосредственно связано с субъективной оценкой ценности товара покупателем. В принципиальном плане от того, какую полезность присвоит потребитель текстильной продукции, и будет зависеть величина спроса на нее. Следовательно, в условиях рыночной экономики процесс ценообразования необходимо рассматривать в том числе с учетом такой категории, как полезность, чему на практике, как правило, уделяется наименьшее внимание.

Основными факторами, определяющими спрос на товар, являются: качество и полезность товара, потребности и доход потребителя. Все четыре компонента находятся в близкой взаимосвязи между собой и соответственно их необходимо учитывать в совокупности. В контексте данных задач автором предлагается модель комплексного изучения природы формирования потребительского спроса, которую применим для рассмотрения вопроса ценообразования на рынке текстильных товаров Российской Федерации.

Согласно иерархии потребностей А. Маслоу имеется несколько уровней потребностей, приоритет в удовлетворении которых индивидуум выстраивает сле-

дующим образом: от низших к высшим: 1) сохранение собственной жизни; 2) блага низшего уровня (пища, одежда, кров и т.д.); 3) блага среднего уровня (самоуважение, признание, социальный статус, безопасность); 4) блага высшего уровня (саморазвитие, самореализация, духовная близость, любовь); 5) высшие духовные блага. Способность же товара их удовлетворять в определенной степени характеризуется качеством товара. Качество текстильной продукции в свою очередь – это совокупность свойств, определяющих степень ее пригодности удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Спрос потребителя на текстильные изделия, обусловленный их качеством, можно разделить на две условные составляющие:

– "начальный спрос" (обусловленный модой, внешней привлекательностью продукции, ее стоимостью и рядом других объективных и субъективных факторов). Таким образом, для разных потребителей одного и того же товара данная составляющая качества будет различна;

– "устойчивый спрос" (на традиционные виды текстильной продукции, обусловленной ее функциональными, эргономическими, эстетическими и другими показателями качества) [1].

Таким образом, качество текстильной продукции, характеризующееся понятием "устойчивый спрос", относится ко второму уровню потребностей, в то время как каче-

ство, характеризующееся понятием "начальный спрос", относится к третьему уровню, в меньшей степени – к четвертому и еще меньше – к высшему и низшему уровням. На практике редко какие товары обладают лишь одной из двух составляющих качества, как правило, каждый потребительский товар, в том числе и текстильная продукция, обладает ими одновременно. Это обстоятельство также влияет на характер функциональной зависимости цены и качества. Однако, несмотря на одинаковую субъективную природу, качество, обусловленное "начальным спросом", и полезность близки между собой, но не тождественны.

Обратимся теперь к категории полезности и введем допущение, которое не противоречит основополагающим принципам как экономической теории, так и психологии. Пусть для каждого индивидуума общая сумма потребностей и полезности будет относительно постоянной во времени, то есть эта сумма будет представлять сложение всех потребностей человека (100%), а каждую единицу товара он будет оценивать в X%. Данная сумма у разных потребителей в "абсолютном" значении будет различна (это зависит от психологических особенностей конкретного индивидуума, умственного развития и т.д.), но она будет конечна, либо стремиться к какой-либо величине (допустим к 1, то есть 100%). Но для конкретного индивидуума эта величина будет относительно постоянной, будут меняться только ее структурные части. Стимулом же для удовлетворения потребностей является стремление к определенному равновесию (так называемому "счастью"). Но после приобретения желаемого товара в краткосрочном периоде равновесия потребитель не достигает, хотя субъективная оценка его состояния изменяется. Это объясняет постоянное стремление индивидуума к потреблению; то есть равновесное состояние может быть достигнуто не после потребления экономических благ или изменений в величине дохода, а в результате уменьшения общей величины потребностей (а именно: силы желания их удовлетворить), соответственно и сово-

купной полезности, в результате психологических изменений.

Таким образом, спроецировав данное предположение на пирамиду потребностей, можно утверждать, что индивидуум приписывает полезности уровням (то есть товарам, способным удовлетворить его потребности), определяет их значимость; в соответствии с чем и будет тратить деньги и другие материальные ценности. И рассмотрим абстрактный пример, где структура потребностей индивидуума относительно всей совокупности товаров следующая. Потребности первого уровня – 15%, второго – 50%, третьего – 20%, четвертого – 10%, блага высшего порядка – 5%. Данная структура потребностей и полезности наиболее будет соответствовать бедным слоям населения. С изменением же такого фактора, как доход, будут трансформироваться данные пропорции, меняться приоритеты. Например, во время кризисных процессов значимость для индивидуумов потребностей второго уровня увеличивается, при этом уменьшается приоритетность потребностей высшего уровня. А с увеличением дохода потребителя, наиболее вероятно, большую полезность он будет присваивать высшим уровням, или, другими словами повысится их значимость. Такая трансформация также будет иметь место и при изменяющемся качестве товара.

Данную модель можно использовать и при рассмотрении отдельного товара, группы товаров, всей совокупности товаров для отдельного потребителя или группы потребителей, которые в соответствии с моделью стремятся приобрести товар, наиболее соответствующий данной структуре потребностей с учетом полезности, качества и дохода. На практике установление точных характеристик, которые приведены в абстрактном примере, является выполнимым, но сложным и трудоемким процессом, в том числе в связи с недостаточностью информации по конкретным товарам, группам товаров, доходов потребителей и иррациональности потребителей в целом. Но для решения определенных задач, достаточно косвенных и/или при-

близительных данных, с большой долей уверенности можно утверждать, что такая форма поведения будет свойственна значимому, определяющему большинству.

Применим теперь предполагаемую модель для рассмотрения вопроса ценообразования на рынке текстильных товаров Российской Федерации. В данном случае предложение на рынке характеризуется сильной конкурентной средой, выходящей далеко за рамки России, гибкостью по отношению к спросу при практически полном его удовлетворении. Таким образом, основным фактором в процессе ценообразования в краткосрочном периоде (5...7) лет является преимущественно спрос.

При изучении зависимости средней цены на текстильную продукцию от величины дохода по всем четырем группам (ткань, швейные и трикотажные изделия, чулочно-носочные изделия и обувь) была выявлена обратная линейная зависимость между динамикой роста средней цены и динамикой роста среднедушевых реально располагаемых денежных доходов населения (рис. 1) [2].

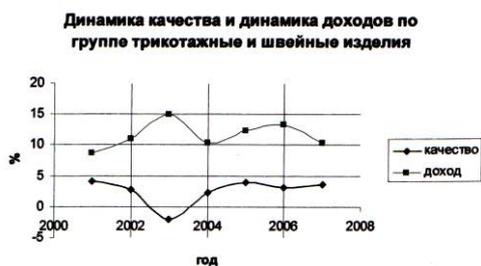


Рис. 1

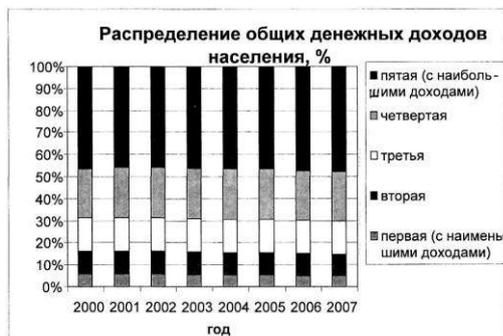


Рис. 2

Теперь рассмотрим структуру распределения доходов населения (рис. 2) и изучим изменения внутри нее (рис. 3). Из

В настоящей статье в целях сопоставимости цены скорректированы на величину инфляции непродовольственных товаров. Выявим причины данного несоответствия, добавив в процесс анализа такие факторы, как полезность и качество.

В данном случае цена рассматривается как средняя величина по группе текстильных товаров, то есть зависит от соотношения высоко- и низкокачественных товаров: чем выше доля товаров с более высокой ценой, тем больше средняя стоимость единицы товара и наоборот.

В результате анализа установлено, что полезность текстильной продукции по всем четырем группам в 2001-2007 гг. постоянно снижается. Например, по группе швейные и текстильные товары полезность в среднем оценивалась в 2001 г. как 65% всех потребностей покупателей, однако к 2006 г. она уже составила около 48%, а по обуви получаем следующее: с 23 до 14% от 2001 г. к 2007 г. [2]. Вследствие занижения величины дохода населения по данным Федеральной службы государственной статистики [3] из-за большого количества неучтенных, неофициальных доходов, мы имеем завышенную величину полезности. Но, несмотря на такое искажение, прослеживается четкая тенденция к неуклонному спаду полезности – что в данной ситуации для нас является наиболее важным.

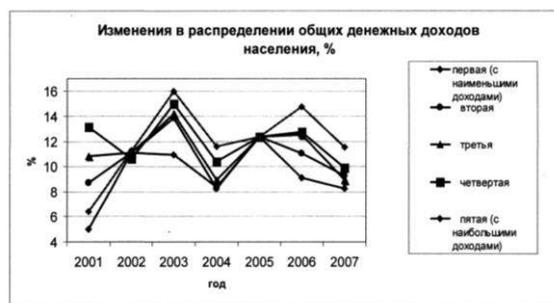


Рис. 3

рис. 2 и 3 видно, что наибольший прирост доходов имеет пятая группа, сконцентрировавшая почти половину всех доходов.

Следовательно, логично предположить, что для этих 20% всех потребителей России полезность текстильной продукции будет при увеличении доходов меняться незначительно, так как, вероятнее всего, второй и третий уровни потребностей достаточно удовлетворены, а удовлетворение потребностей четвертого и пятого уровней с точки зрения приобретения текстильной продукции, то есть переплаты за увеличивающуюся долю качества, характеризующегося "начальным спросом", не так эффективно, как другие виды экономических благ: ювелирные украшения, автомобили, произведения искусства и т.д. Данное предположение также подтверждается снижающейся величиной полезности.

Чем группа ближе к первой, то есть с наименьшими доходами, тем большую часть от прироста дохода они будут тратить на текстильную продукцию, соответственно, более низшую ступень в иерархии потребностей они будут стремиться первостепенно удовлетворить. Например, первая группа при увеличении дохода, скорее всего, не будет переплачивать за начальный спрос вообще, а увеличит количество текстильной продукции или просто обновит ее, не покупая при этом дорогую. Для этой группы текстильная продукция, относящаяся в большей степени ко второй группе потребностей, будет иметь значимо большую полезность, чем для остальных групп. Поведение второй группы потребителей можно описать как во многом схожее с первой, только в отличие от последних, вероятно, незначительно увеличится качество товара. И аналогично – в зависимости от группы будут иметь место отличия.

Следовательно, можно утверждать, что произошло увеличение физического объема потребления, но прирост произошел преимущественно за счет более дешевых товаров, что и повлияло на снижение средней цены. Действительно, наибольшая сумма прироста дохода по первым трем группам совпадает с периодами резких спадов средней цены: начало первого спада – в 2002 г., продолжение – в 2003 г., за-

тем рост в 2004 г. и опять снижение в 2005, 2006 гг. (рис. 3 и рис. 1).

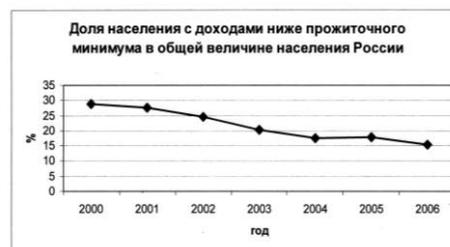


Рис. 4

Данное предположение также подтверждает наличие большой доли населения с доходами ниже прожиточного минимума (рис. 4.) До 2003 г. доля населения с доходами ниже прожиточного минимума была значительна и составляла 30...21% (42,3...29,3 млн. человек). Именно в этот период и наблюдается наибольшая обратная зависимость (рис. 1). Затем данный показатель снижается вплоть до 15% (21,6 млн. человек) от всего населения, вследствие чего все больше потребителей начинают переплачивать за качество "начального спроса", так как данная текстильная продукция для удовлетворения потребностей третьего уровня достаточно приемлема и эффективна. Это также подтверждает снижающаяся кривая полезности по всем группам текстильной продукции. К тому же со снижением доли населения с доходами ниже прожиточного минимума происходит сглаживание кривой средней цены в период 2004-2007 гг. и снижается обратная линейная зависимость (рис. 1). Но пока доля населения, у которой остро стоит вопрос об удовлетворении потребностей второго уровня, значительна, будет иметь место обратная зависимость, степень которой будет определяться долей населения за гранью прожиточного минимума и структурой распределения доходов в целом.

Таким образом, в настоящей статье автором предложена модель комплексного изучения природы формирования потребительского спроса, которая учитывает такой фактор, как полезность, что при анализе позволяет получить более полный и досто-

верный результат. Используя данную методику для рассмотрения вопроса ценообразования на рынке текстильных товаров Российской Федерации, удалось установить, что обратная линейная зависимость между величиной прироста среднедушевых реально располагаемых денежных доходов населения и приростом средней цены на текстильную продукцию объясняется тем, что при увеличении физического объема потребления прирост происходит преимущественно за счет более дешевых и

низкокачественных товаров, что и влияет на снижение средней цены.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кирюхин С.М.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №5.
2. *Грибов А.В.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №1.
3. Сайт Федеральной службы государственной статистики <http://www.gks.ru/>.

Рекомендована кафедрой экономического анализа и бухгалтерского учета. Поступила 01.08.09.

УДК 677.074.1:615.479

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
РАСПОЛОЖЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ
НА ПОВЕРХНОСТИ ТКАНИ***Т.А. ЧЕБУНЬКИНА, И.В. ЗЕМЛЯКОВА***(Костромской государственной технологической академии)**

Технология нанесения покрытий напылением известна с начала XX века. В настоящее время она нашла свое применение не только в металлургии и машиностроении, но и в текстильной промышленности. Нанося на ткань слой металла, а также различные сплавы, оксиды, карбиды, мы придаем ткани комплекс новых свойств, позволяющий расширить спектр ее применения. Металлизированная ткань обладает электропроводностью и из нее можно шить защитную одежду специального назначения. Ткань с металлическим покрытием обладает хорошими экранирующими свойствами, позволяющими использовать ее для защиты человека от электромагнитных излучений, а ткань с нанесенным на ее поверхность слоем серебра обладает бактерицидными и ранозаживляющими свойствами, позволяющими использовать ее в медицине.

В КГТУ на кафедре технологии художественной обработки материалов и технического сервиса под руководством проф., докт. техн. наук Гусева В.А. собрана экспериментальная установка по нанесению металлических покрытий методом электродуговой металлизации на различные конструкционные материалы. В состав установки для нанесения металлических покрытий входит стенд для механизации

процессов напыления, металлизационный аппарат промышленного образца ЭМ-6, комплект для электродуговой металлизации КДМ-2 на базе источника постоянного тока ТИМЕЗ-500. Для создания металлических покрытий способом напыления используется принцип пульверизации расплавленного металла с помощью струи сжатого воздуха. Поток металлических частиц с некоторой скоростью направляется на металлируемую поверхность ткани, в результате чего частицы налипают на нее, образуя покрытие.

Для прогнозирования свойств конечного текстильного продукта в соответствии с его назначением необходимо создать комплекс математических моделей. Обзор литературы по данной проблеме позволил сделать вывод об отсутствии математического описания процесса получения металлизированной ткани методом электродуговой металлизации. Прочность сцепления металлического слоя с тканью зависит, в первую очередь, от того, насколько крепко на ткани закрепились металлические частицы первого напыленного слоя, полученного в результате одного прохода распылителя. В связи с этим необходимо подробно изучить распределение частиц этого слоя по поверхности ткани.

Если производить напыление при неподвижном электрометаллизаторе в течение малого промежутка времени Δt , то на поверхности ткани центры металлических частиц образуют случайное поле точек, для которого выполняются следующие условия: 1) вероятность попадания в элементарный участок плоскости двух или более точек пренебрежимо мала по сравнению с вероятностью попадания одной точки (это обусловлено тем, что время напыления очень мало); 2) вероятность попадания того или иного числа точек в плоскую фигуру не зависит от того, сколько точек попало в любую другую непересекающуюся с ней фигуру. Тогда число точек, попадающих в заданную плоскую фигуру, распределено по закону Пуассона с параметром a :

$$P_m = a^m e^{-a} / m!$$

Для однородного поля $a = \lambda S$, где S – площадь фигуры; λ – среднее число точек, попадающих в единицу площади. Для неоднородного поля λ зависит от координат точки $(x; y)$ на плоскости, а поэтому число точек, попадающих в плоскую фигуру, вычисляется по формуле

$$a = \iint_S \lambda(x; y) dx dy.$$

Выбираем произвольную точку O плоскости. Рассмотрим случайные величины: R_1 – расстояние от точки O до ближайшей к ней частицы; R_2 – расстояние от точки O до следующей по порядку (второй по удаленности) частицы; ... R_n – расстояние от точки O до n -й по удаленности частицы. Необходимо найти закон распределения каждой из этих случайных величин. Найдем функцию распределения $F_1(r)$ величины R_1 . Проведем вокруг точки O окружность радиуса r . Для того, чтобы расстояние R_1 от этой точки до ближайшей к ней соседней частицы было меньше r , надо, чтобы в круг попала хотя бы одна частица. Вероятность этого события не зависит, есть ли уже в центре круга точка или ее нет. Поэтому $F_1(r) = 1 - e^{-\pi r^2 \lambda}$ при $r > 0$. От-

куда $f_1(r) = \begin{cases} 2\pi\lambda r e^{-\pi\lambda r^2}, & r > 0 \\ 0, & r < 0 \end{cases}$. Такой закон распределения называется законом Релея [1]. Числовыми характеристиками случайной величины R_1 будут $m_r = \frac{1}{2\sqrt{\lambda}}$, $D_r = \frac{4 - \pi}{4\pi\lambda}$.

Функция распределения $F_2(r) = P(R_2 < r)$ равна вероятности того, что в круг радиуса r попадет не менее двух частиц: $F_2(r) = 1 - e^{-\pi r^2 \lambda} - \pi r^2 \lambda e^{-\pi r^2 \lambda}$ ($r > 0$). Ана-

логично получаем $F_n(r) = 1 - \sum_{k=0}^{n-1} \frac{a^k}{k!} e^{-a}$ ($r > 0$, $n \geq 1$), где $a = \pi r^2 \lambda$. Плотность распределения $f_n(r) = \frac{a^{n-1}}{(n-1)!} e^{-a} 2\pi\lambda r$ ($r > 0$). Эти результа-

ты могут быть использованы для оценки плотности точек на плоскости путем выбора случайных точек и измерения расстояний до n -й ближайшей частицы. Зная число частиц первого слоя, в дальнейшем можно оценить площадь поверхности ткани, покрываемую ими.

Далее в рамках изучения первого слоя покрытия решена задача о вычислении вероятности попадания частицы на различные участки ткани полотняного переплетения в пределах одного раппорта. Предположим, что частица имеет форму шара d_c . Так как промежуток времени напыления мал, то вероятность попадания частицы на ткань пропорциональна площади фигуры и не зависит от ее расположения. Тогда вероятность попадания частицы между нитями основы и утка, то есть вероятность попадания всей частицы внутрь прямоугольника $ABCD$ (рис. 1 – попадание частицы на различные участки ткани), можно вычислить по формуле:

$$P(A) = (\ell_y - d_y - d_c) (\ell_o - d_o - d_c) / (\ell_y + d_y) (\ell_o + d_o),$$

где ℓ_y, ℓ_o – геометрическая плотность ткани по утку, по основе, мм; d_y, d_o – диаметр нитей основы и утка, мм.

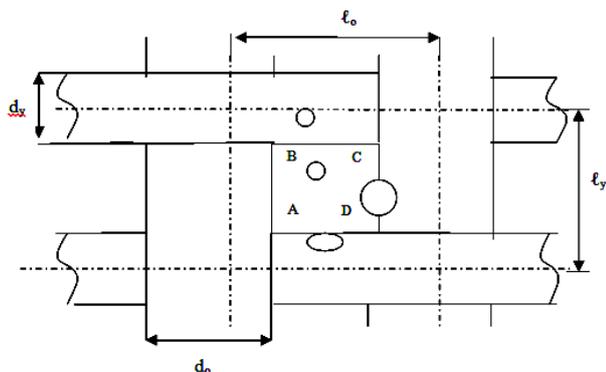


Рис. 1

Полученный результат позволяет оценить часть потерь металла, которая возникает вследствие попадания частицы в промежутки между нитями основы и утка.

ВЫВОДЫ

Предложено математическое описание расположения частиц, образующих первый слой металлического покрытия на ткани. Полученные результаты могут быть использованы для оценки плотности металлических частиц и для прогнозирования потерь металла в процессе получения металлизированной ткани методом электродуговой металлизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Венцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. – М.: Наука, 1988.

Рекомендована кафедрой высшей математики.
Поступила 28.09.09.

УДК 677.082.017

РАЗРАБОТКА КЛАССИФИКАЦИИ ШВЕЙНЫХ НИТОК

Б.А. БУЗОВ, Н.А. СМЕРНОВА, А.П. ЖИХАРЕВ

(Московский государственный университет дизайна и технологий,
Костромской государственный технологический университет)

Классификация швейных ниток, используемых для изделий легкой промышленности, необходима для упорядочения контроля и учета производства, применения и их реализации в сфере снабжения швейных предприятий нитками.

В настоящее время действует ОК 005–93 "Юбщероссийский классификатор продукции" (ОКП с учетной системой классификации). В ОКП для продукции текстильной промышленности (без пряжи, тканей, нетканых материалов и трикотажных изделий) выделен класс 81 и указан в пределах класса подкласс 4: 81 4000 – Нитки и изделия ниточные [1].

Ассортимент хлопчатобумажных швейных ниток представлен нитками классического ассортимента "Экстра" (в 3 сложения), "Прима" (в 3 сложения), прочные (в 6 сложений), прочные (в 4 сложения), особочные (в 9 и 12 сложений), в 3 сложения

и нитками хлопчатобумажными каркасными (армированными) ЛХ и ЛХ-1. Синтетические швейные нитки, имеющие в качестве сердечника комплексную лавсановую нить и оплетку из лавсановых волокон, относятся к ниткам шелковым швейным из синтетических нитей. Разный код по ОКП армированных хлопколавсановых и лавсановых ниток способствует правильному выбору швейных ниток на изделие с учетом технологической однородности материалов.

Технологическая однородность материалов определяется волокнистым составом. В зависимости от волокнистого состава целесообразно выделить в классификации четыре вида ниток: хлопчатобумажные, синтетические, из натурального шелка и льняные (рис. 1). Наибольшая доля выпускаемых ниток приходится на синтетические.

По виду составляющих нитей различают швейные нитки – комплексные, армированные, текстурированные, пряжа (штапельные) и монопилы [2...8]. Армированные нитки вырабатывают с оплеткой из хлопковых и синтетических волокон. Высокопрочным закреплением волокон оплетки в структуре отличаются армированные нитки 45лбк, 65лбк (бикомпонентные) [9].

По направлению окончательной крутки нитки могут быть левой (S) и правой (Z) крутки, однокруточными и двухкруточными. Для большинства современных швейных машин необходимо, чтобы конечная крутка имела направление Z, а начальная – S. Если применяются швейные нитки в одно сложение, то крутка одиночных нитей, являясь поверхностной, должна фиксироваться и иметь направление Z.

Конструктивную структуру ниток характеризует количество сложений:

- хлопчатобумажные нитки выпускают в 3, 4, 6, 9 и 12 сложений;
- нитки из натурального шелка – в 12, 17, 32, 45 сложений из шелка-сырца 3,22 и 4,65 текс;
- льняные – в 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 12 сложений;
- штапельные нитки – в 2, 3, 4 сложения;
- текстурированные нитки в 1, 2 сложения;
- армированные нитки – в 2, 3, 4 сложения;
- комплексные химические нитки – в 2, 3, 4, 5, 6, 8 и 9 сложений.

Армированные, комплексные и штапельные швейные нитки, предназначенные для пошива изделий, вырабатывают в основном в 2 или 3 сложения.

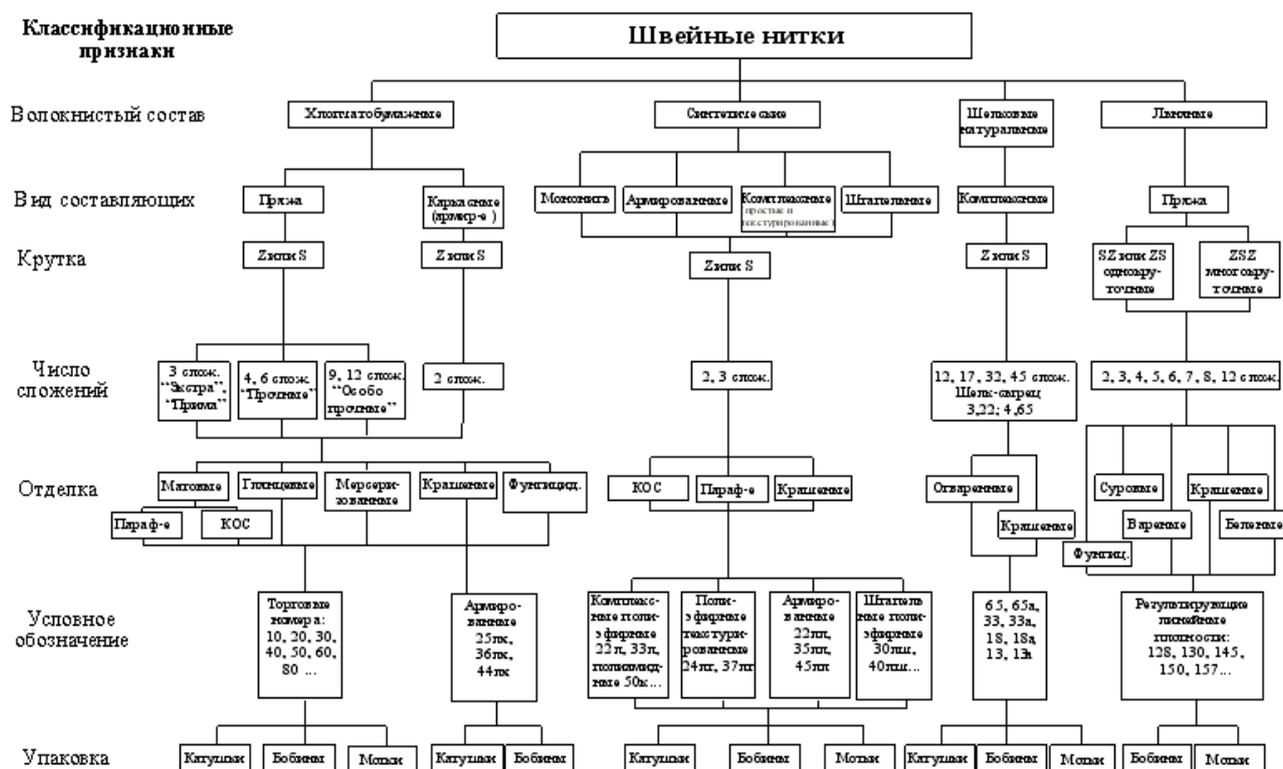


Рис.1

По способу отделки швейные нитки могут быть суровые, матовые, глянцевые, белые, черные, цветные и со специальной отделкой. Для облагораживания хлопчатобумажной пряжи различного назначения, в

том числе и ниток, используется процесс мерсеризации. Мерсеризованные нитки имеют красивый внешний вид, более гладкие, лучше окрашиваются и поэтому большое количество швейных ниток вы-

пускают мерсеризованными. При заключительной отделке матовые хлопчатобумажные нитки и синтетические швейные нитки по заказу потребителей парафинируют (П), обрабатывают составами, включающими кремнийорганические соединения (КОС), и другими составами, улучшающими технологические (пошивочные) свойства. Хлопчатобумажные матовые и гляцевые нитки и армированные с хлопковой оплеткой по заказу потребителя обрабатывают биоцидами (Т₁). Противогнилостная отделка улучшает эксплуатационные свойства хлопчатобумажных ниток и армированных с хлопковой оплеткой. Парафинирование ниток с биостойкой фунгицидной отделкой не допускается.

По виду единицы продукции различают катушки, бобины, мотки.

В настоящее время значительная часть ниток вырабатывается согласно Государственным стандартам (ГОСТ) и разработанным Техническим описаниям (ТО) для конкретных швейных ниток. На новые виды швейных ниток разрабатываются технические условия (ТУ).

Свойства и ассортимент швейных ниток непрерывно совершенствуется и изменяется в зависимости от ассортимента материалов и изделий из них. Создаются швейные нитки со специальными свойствами [10] для изготовления изделий, эксплуатация которых протекает при действии экстремальных факторов окружающей среды. Все вышеизложенное свидетельствует о необходимости дальнейшей работы в области классификации швейных ниток со специальными свойствами.

ВЫВОДЫ

1. Предлагаемая классификация наглядно представляет основные виды швейных ниток отечественного производства во всем их многообразии.

2. Используемые классификационные признаки в полной мере отражают технологию производства ниток и их современный ассортимент.

ЛИТЕРАТУРА

1. ОК 005–93. Общероссийский классификатор продукции. – М.: Изд-во стандартов, 1993–2003.
2. ГОСТ 6309–93. Нитки хлопчатобумажные швейные. Технические условия; Введ. 01.01.96. – М.: Изд-во стандартов, 1995.
3. ГОСТ 22665–83. Нитки швейные из натурального шелка. Технические условия. – Взамен ГОСТ 22665-77; введ. 01.01.84. – М.: Изд-во стандартов, 1983.
4. ТУ 17 РСФСР 63-11564–88. Нитки швейные прозрачные из капроновой мононити. – Введ. 01.06.88.
5. ТУ 8147-024-00319629–2000. Нитки швейные полиэфирные штапельные. – Введ. 30.05.2008.
6. ГОСТ 30226–93. Нитки обувные. Хлопчатобумажные и синтетические. Технические условия; введ. 01.01.96. – М.: Изд-во стандартов, 1995.
7. ГОСТ 14961–85. Нитки льняные технические. Технические условия; введ. 01.07.86. – М.: Изд-во стандартов, 1985.
8. Бузов Б.А., Алыменкова Н.Д. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство). – М.: Академия, 2008.
9. Каневский А.С., Осипов М.И., Чельшев А.М. Бикомпонентные швейные нитки – выбор времени // Швейная промышленность. – 2007, № 1. С. 39.
10. Беденко В.Е., Малышкин А.Л., Стефанская И.В. Твароновые швейные нитки. Разработка нового ассортимента ниток для спецодежды, защищающей от действия повышенных температур и огня // Швейная промышленность. – 2007, № 4. С. 36...38.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства КГТУ. Поступила 22.09.09.

ВЫБОР ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ОДЕЖДЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.Ф. ДАВЫДОВ, В.В. ЛАГУНОВА

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

Риск нанесения вреда при эксплуатации специальной одежды в различных условиях практически никогда не учитывался при выборе и нормировании показателей безопасности, применяемых как в национальных стандартах, так и в стандартах организации. В работе, проводимой на кафедре текстильного материаловедения МГТУ им. А.Н. Косыгина совместно с Лабораторией охраны труда и экологии человека ООО "ВНИИГАЗ", осуществлялись исследования рабочих мест различных специальностей в организациях ОАО "Газпром" и определялся риск нанесения вреда с целью выбора номенклатуры показателей защитных свойств специальной одежды.

Анализ риска состоит из оценки риска, управления риском и информации о риске. Оценка риска включает выявление опасности, оценку экспозиции и характеристику риска.

Управление риском – принятие решений и действия, направленные на обеспечение безопасности и здоровья работников.

Существуют следующие этапы оценки профессионального риска.

Этап 1 – гигиеническая оценка и установление класса условий труда по критериям Р 2.2.755–99. Риск оценивают по категории 2 (подозреваемый). Этап 2 – анализ нормативно-технической документации на оборудование, технологические процессы, материалы и т.п.; анализ литературы по условиям труда данной профгруппы (в том числе международных карт химической безопасности, листов опасности по профессиям, списков репротоксикантов и т.п.), а также привлечение имеющихся материалов – клинико-физиологических, лабораторных, экспериментальных и др.; учет данных экспертиз, исследований, расследований. По этим дан-

ным риск оценивают по категории 1Б (предполагаемый). Этап 3 – анализ профессиональной заболеваемости. Этап 4 – анализ результатов периодических медицинских осмотров. Этап 5 – анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности, инвалидности, смертности и т.п. по специальным программам. Этап 6 – верификация класса условий труда, определенного на этапе 1, с учетом данных, полученных на этапах 2...5. Этап 7 – расчет индекса профзаболеваний. Этап 8 – шкалирование полученных данных по ЗВУТ, инвалидности, смертности, другим показателям. Этап 9 – расчеты величин относительного риска RR, этиологической доли EF, доверительных интервалов 95% CI. Этап 10 – оценивание риска и определение категории доказанности риска. Этап 11 – заключение. Этап 12 – рекомендации.

Для оценки профессионального риска используют следующие критерии (Р 2.2.755–99): гигиенические (предварительные); категорирование риска по классам условий труда; медико-биологические показатели здоровья работников, в том числе репродуктивного и здоровья потомства; тяжесть нарушений здоровья работников; категорирование риска по степени доказанности.

Категория 1А (доказанный профессиональный риск).

Категория 1Б (предполагаемый профессиональный риск).

Категория 2 (подозреваемый профессиональный риск).

Оценка опасностей и рисков включает 3 этапа.

Первый этап – осмотр рабочего места для выявления:

– опасных и вредных факторов производственной среды, которые присутствуют

или могут возникнуть, включая организацию труда;

– видов работ, при которых работники могут подвергаться выявленным опасным факторам, включая обслуживание оборудования, чистку и аварийные работы.

Второй этап:

– сбор информации об опасных и вредных факторах для определения степени риска и возможных мер защиты;

– оценка экспозиции работников по уровню фактора и времени его действия и ее сравнение с нормативами.

Третий этап – оценка возможности устранения опасности или ее снижения до минимально допустимого уровня или до уровня, который в свете современных знаний не приведет к нарушениям здоровья при длительности воздействия в течение всего рабочего стажа.

В оценке экспозиции выделяют две стадии:

– испытание и измерение;

– определение экспозиции (по измерению или расчету) и оценка риска.

Первая стадия требует инженерно-технической компетенции с соответствующим метрологическим обеспечением, а вторая – гигиенической компетенции, поэтому ее должны выполнять специалисты.

Заключительным этапом оценки ПР является его оценивание – установление класса условий труда по Р 2.2.755–99 и категории доказанности риска по п.3.5.

Мерой риска являются классы условий труда, категории профессионального риска и срочность мер профилактики в соответствии с табл. 1. Безопасными считают условия труда, относящиеся к 1 (оптимальному) и 2 (допустимому) классам условий труда, а опасными – 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 или 4.

Т а б л и ц а 1

| Класс условий труда по руководству Р 2.2.755–99 | Индекс профзаболеваний $I_{пз}$ | Категория профессионального риска | Срочность мероприятий по снижению риска |
|---|---------------------------------|---|--|
| Оптимальный – 1 | - | Риск отсутствует | Меры не требуются |
| Допустимый – 2 | <0,05 | Пренебрежимо малый (переносимый) риск | Меры не требуются, но уязвимые лица нуждаются в дополнительной защите* |
| Вредный – 3.1 | 0,05-0,11 | Малый (умеренный) риск | Требуются меры по снижению риска |
| Вредный - 3.2 | 0,12-0,24 | Средний (существенный) риск | Требуются меры по снижению риска в установленные сроки |
| Вредный – 3.3 | 0,25-0,49 | Высокий (непереносимый) риск | Требуются неотложные меры по снижению риска |
| Вредный – 3.4 | 0,5-1,0 | Очень высокий (непереносимый) риск | Работы нельзя начинать или продолжать до снижения риска |
| Опасный (экстремальный) | >1,0 | Сверхвысокий риск и риск для жизни, присущий данной профессии | Работы должны проводиться только по специальным регламентам** |

Одним из принципов управления профессиональным риском является использование средств индивидуальной защиты. При этом определяют необходимость правильного использования и обслуживания средств индивидуальной защиты и учитывают, что средства индивидуальной защиты могут создавать неудобства или быть вредными для здоровья или опасными для работы [1].

Рассмотрим оценку профессионального риска на рабочих местах защитных требований спецодежды для сварщиков, которая включает определение вредных производственных факторов, в том числе метеорологических, а также степень их воздействия на работающего. Разработка базируется на лабораторных, стендовых и полигонных испытаниях защитных свойств спецодежды для сварщиков, основанных на принципе моделирования условий ее экс-

плуатации, следующих профессий: выш-комонтажник-сварщик; электросварщик ручной сварки; газорезчик; газосварщик; электрогазосварщик; машинист контактно-сварочной установки; электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах и др.

В результате экспериментальных исследований установлено, что основными производственными факторами, влияющими на организм работающих и их спецодежду при различных методах сварки, резки и пайки металлов, являются: искры и брызги расплавленного металла с температурой до 2000°C; энергия от сварочной дуги различного спектрального состава и интенсивности; тепловое излучение до 5 кВт/м²; загазованность и запыленность; механические повреждения; производственные загрязнения; метеофакторы при работах на открытых площадках, в зависимости от периода года и климатического региона.

По данным автоматизированной информационной системы обработки материалов комплексной аттестации рабочих мест (АИС АР) ОАО "Газпром" сварщику присваивается класс 3.1 или класс 3.2, в редких случаях присваивается класс 3.3. Зная класс, можно определить соответствующий индекс профессиональных заболеваний (И_{ПЗ}), категорию профессионального риска и срочность мероприятий по снижению риска.

Следовательно, при разработке стандарта организации ОАО "Газпром" для специальной одежды сварщиков следует проводить нормирование показателей безопасности на нескольких уровнях, в зависимости от производственных условий труда, которые могут быть отнесены к классам 1 (оптимальные условия труда), 2 (допустимые условия труда), 3 (вредные условия труда), 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 и 4 (опасные (экстремальные) условия труда).

ВЫВОДЫ

Определение нормативных показателей следует осуществлять в соответствии с классами условий труда на основании риска нанесения вреда. В качестве защитных показателей для специальной одежды сварщиков, работающих в зимних условиях, предлагается использовать: огнестойкость, стойкость к прожиганию, содержание свободного формальдегида, теплозащиту, морозостойкость, устойчивость к выплеску расплавленного металла и защите от механических воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Р 2.2.1766-03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 15.09.09.

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАСОРЕННОСТИ ХЛОПКОВЫХ ВОЛОКОН ПО ИХ ЦИФРОВОМУ ИЗОБРАЖЕНИЮ*

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

(Ивановская государственная текстильная академия, ООО "ТексПро")

Известно, что одним из основных показателей качества хлопковых волокон является доля пороков и сорных примесей. Значение этого показателя необходимо при проектировании пряжи для определения выхода готовой продукции из сырья.

На данный момент отечественные испытательные лаборатории в соответствии с [1] определяют массовую долю пороков и сорных примесей с использованием метода ручного разбора или с помощью анализатора хлопкового волокна. Первый метод характеризуется значительными затратами труда и времени, а второй – очень низкой информативностью получаемых данных.

Вместе с тем, за рубежом используется абсолютно другой подход, заключающийся в анализе изображения поверхности пробы (слоя) волокон, полученного с помощью видеокамеры [2]. Особенностью данного подхода является то, что он позволяет получить данные о доле площади, занимаемой пороками и сорными примесями (Area), а также об их количестве. Рассматриваемый метод реализован в составе высокопроизводительных измерительных комплексов HVI или в виде отдельных измерительных приборов, например, USTER COLOR/TRASH METER 760, обладающих значительной стоимостью. При использовании данного подхода с применением в качестве основных технических средств серийно выпускаемых оптического планшетного сканера и персонального компьютера [3] основные трудности возникают в связи с отсутствием точной информации о применяемых в HVI значениях таких важных параметров процесса измерения, как разрешение при сканировании и нагрузка

на пробу при измерении. Также дополнительные исследования необходимы для определения количества измерений, обеспечивающего заданную погрешность.

На первом этапе исследований определяли оптимальное разрешение при сканировании. Для этого использовали калибровочный эталон системы HVI по засоренности, представляющий собой керамическую пластину с нанесенными на нее темными областями различного размера (рис. 1).

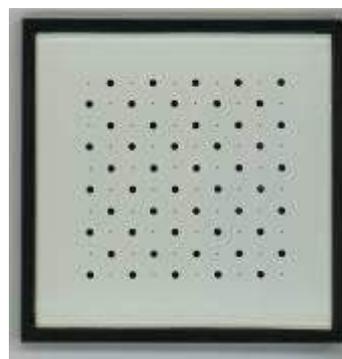
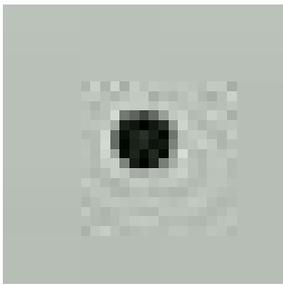
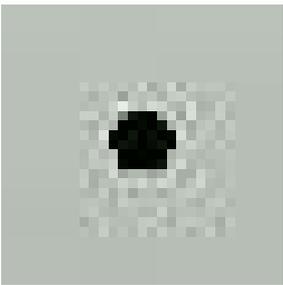
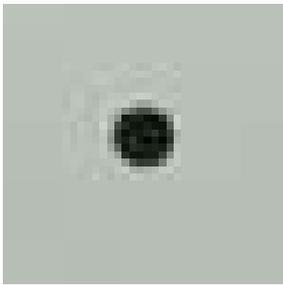
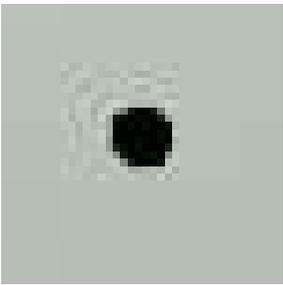
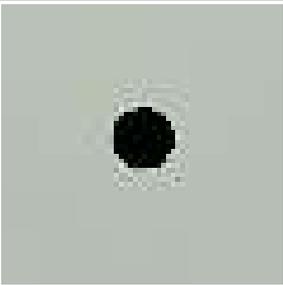
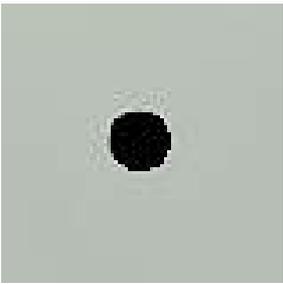


Рис. 1

Применение оригинальной компьютерной программы [4] на калибровочном эталоне показало, что искусственно нанесенные темные области уверенно распознаются компьютерной программой вследствие их резкого контраста с фоном. Для установления степени влияния разрешения сканирования на результат распознавания проведен эксперимент, в котором разрешение сканирования изменялось от 72 до 200 dpi.

Фрагменты исходного изображения и результаты работы программы по отдельной темной области при различных разрешениях сканирования приведены в табл. 1.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (№ госконтракта 5812р/8106).

| Разрешение сканирования, dpi | Исходное изображение | Изображение после программной обработки |
|------------------------------|---|---|
| 72 |  |  |
| 96 |  |  |
| 150 |  |  |
| 200 |  |  |

На приведенных фрагментах изображения заметно, что конкретная конфигурация темной области после программной обработки достаточно сильно зависит от выбранного разрешения сканирования. Минимально подходящее разрешение сканирования для обнаружения и распознавания объектов диаметром не менее 0,25 мм [2] – 100 dpi. Исходя из необходимости не только распознавать, но и измерять сорные примеси устанавливаем значение разрешения 200 dpi.

На следующем этапе исследования осуществляли изучение влияния прижим-

ного усилия при испытании на результаты измерения. Эксперимент включал измерение показателя засоренности Aгеа при последовательном изменении нагрузки на пробу от 0 (нагрузка соответствовала массе крышки сканера) до 7 кгс с шагом 0,5 кгс. При исследованиях использовались по 10 проб от двух образцов хлопковых волокон, имеющих уровень градации качества "4-II-хороший" и "5-II-сорный" в соответствии с [5].

Графическая интерпретация результатов измерения показателя Aгеа хлопкового волокна представлена на рис. 2.

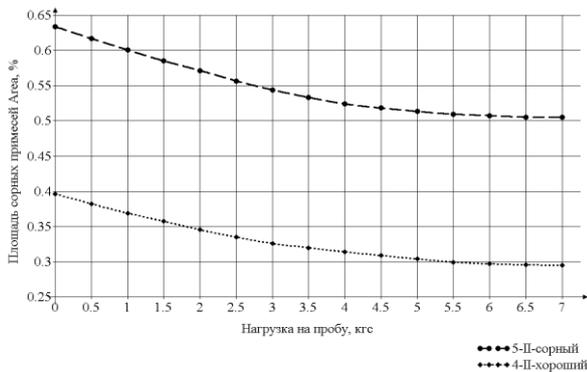


Рис. 2

Дальнейшее исследование заключалось в проведении однофакторного дисперсионного анализа первичных данных с целью определения значимости влияния нагрузки на пробу при сканировании и определения различия между средними значениями показателя Area при различной нагрузке. Дисперсионный анализ, проведенный согласно [6] показал, что влияние нагрузки можно признать значимым, а различия между средними значениями показателя Area можно признать незначимыми при испытании с нагрузкой 3,0 кгс и более.

Таким образом, проведенные исследования позволяют выбрать оптимальное значение усилия прижима на уровне 3,0 кгс ввиду того, что дальнейшее увеличение нагрузки не вызывает существенного изменения значений показателей засоренности.

В дальнейшем определяли минимально необходимое количество измерений n показателя Area. Для этого использовали рекомендации из [7]:

$$n \geq \frac{t^2 C_x^2}{\delta_x^2},$$

где t – квантиль распределения Стьюдента; C_x – коэффициент вариации по выборочным данным; δ_x – заданная относительная погрешность.

Исходные данные выбирали из следующих соображений: предварительное количество испытаний равно 10, а $\delta_x = 10\%$.

Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Таблица 2

| Показатель | Значения показателей для различных образцов хлопкового волокна | | | | |
|-------------------|--|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 4-II-хороший | 057-247 II-сорный | 070-038 III-средний | KRL-049 4-I-средний | Сан-013 4-I-средний |
| Area, абс. % | 0,264 | 0,366 | 0,226 | 0,140 | 0,651 |
| σ , абс. % | 0,076 | 0,109 | 0,068 | 0,038 | 0,165 |
| C_x , % | 28,9 | 29,7 | 29,8 | 27,4 | 25,4 |
| n | 27 | 29 | 29 | 25 | 21 |

Таким образом, по данным табл. 2 можно констатировать, что для обеспечения заданной относительной погрешности при измерении показателей засоренности хлопковых волокон по их цифровому изображению необходимо провести не менее 30 измерений.

ВЫВОДЫ

На основе проведенных экспериментальных исследований осуществлена оптимизация значений параметров процесса

измерения показателей засоренности хлопковых волокон по их цифровому изображению.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 3279–95. Волокно хлопковое. Технические условия.
- ГОСТ Р 53031–2008. Волокно хлопковое. Порядок измерения показателей на системе HVI.
- Шаломин О.А., Матрохин А.Ю. Компьютерное распознавание сорных примесей и определение показателей засоренности хлопковых волокон // Вестник ИГТА. –2006, № 4. С. 130...133.

4. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2008612378. Определение показателей засоренности и цвета текстильных волокон по компьютерному изображению / Шаломин О.А., Матрохин А.Ю., Гусев Б.Н., Коробов Н.А., Павлычев С.Ю.; заявитель и патентообладатель ООО "ТексПро". – № 2008611210; заявл. 26.03.2008; зарегистр. 16.05.2008.

5. O'z Dst 604–2001. Волокно хлопковое. Технические условия.

6. *Львовский Е.Н.* Статистические методы построения эмпирических формул: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1988.

7. *Соловьев А.Н., Кирюхин С.М.* Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения ИГТА. Поступила 29.09.09.

УДК 677. 1/2

**ПОЛУЧЕНИЕ ЛУБОВОЛОКНИСТОГО СЫРЬЯ
ИЗ СТЕБЛЕЙ КОНОПЛИ СЕМЕННЫХ ПОСЕВОВ***С.В. ЖУКОВА, Е.Л. ПАШИН***(Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке лубяных культур,
Костромской государственный технологический университет)**

Предложенная концепция уборки и переработки конопли для получения пеньки предусматривает переработку стеблей в виде отрезков, сформированных после отделения от них вершинных участков [1]. Отделение соцветий и получение семян при обработке этих участков планируется производить в стационарных условиях. Из образовавшихся после этих операций участков стеблей возможно получение луба или (после преобразования стеблей соломы в тресту) волокна. Технологии их получения могут быть различными [2].

Для снижения себестоимости лубоволокнистого материала, получаемого после обескостривания стеблей, предложена упрощенная технология. В ее основе – применение специальной машины, обеспечивающей реализацию процесса трепания в условиях отсутствия фиксации лубоволокнистого материала в зажимном устройстве [3]. Перед обработкой стебли конопли в виде отрезков необходимо проминать на мяльной машине, а после трепания образованную лубоволокнистую массу подвергают дополнительному обескостриванию. В конечном итоге предполагается получение лубоволокнистого материала, пригодного для производства целлюлозы или короткоштапельного волокна.

Для опытной проверки предлагаемого процесса обработки использовали конопляную солому, убранныю в стадию биологической спелости (семенные посевы). Се-

лекционный сорт – ЮСО-31. Анализ качества стеблей по методике ГОСТа 27024–86 позволил установить, что их длина была равной 231 см, диаметр – 8,4 см, выход луба после обработки на ЛКЛ – 33%, изнашиваемость луба – 69%. По совокупности указанных параметров качества стебли конопляной соломы соответствовали второму сорту.

Перед проведением основных опытов были осуществлены предварительные экспериментальные исследования. Используя стандартную лабораторную машину МТЛ, применяемую для контроля показателя обрабатываемости конопли, было изучено влияние влажности, диаметра и зоны расположения участков по длине стеблей на эффективность обескостривания. В качестве критерия эффективности использовали долю удаленной после обработки костры. Исследовали процесс обработки стеблей с разной влажностью: 1...2 и 14...16%. Была выбрана схема двухфакторного дисперсионного анализа. Из стеблей готовили две партии, различающиеся по диаметру стеблей. В каждой партии из вершинных, срединных и комлевых участков стеблей вырезали отрезки, которые обрабатывали на упомянутой машине МТЛ. Результаты опытов приведены в табл. 1 (эффективность обескостривания стеблей конопли в зависимости от их диаметра, влажности и зоны по длине стеблей).

Таблица 1

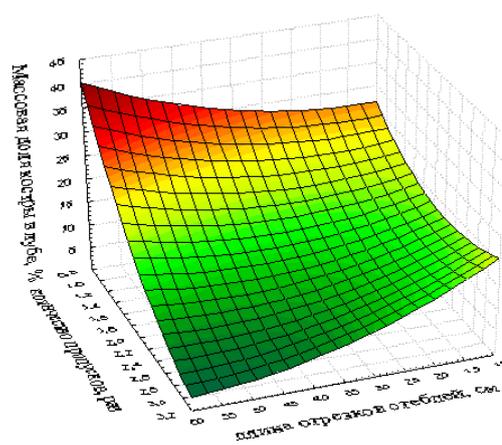
| Факторы и их уровни | Среднее значение доли удаленной костры (%) после обработки при влажности стеблей: | |
|---------------------|---|------------|
| | 15...16% | 1...2% |
| Диаметр стеблей, мм | | |
| 5...6 | 10,82±1,28 | 38,08±1,52 |
| 8...9 | 27,59±3,36 | 47,83±2,12 |
| Зона стебля | | |
| вершина | 15,83±3,56 | 47,98±2,59 |
| середина | 15,57±4,36 | 38,57±0,85 |
| комель | 26,21±5,18 | 42,30±3,76 |

Статистический анализ результатов предварительного эксперимента позволил заключить о значимости влияния всех исследуемых факторов. Установлено, что с понижением влажности и ростом диаметра доля удаляемой костры увеличивается. Комлевые участки стеблей обрабатываются более эффективно. Однако при пониженной влажности стеблей влияние указанных факторов является статистически не доказуемым. Из этого следует, что при обработке стеблей без их подсушки наилучшее обескостривание происходит у стеблей с большим диаметром. Поэтому наиболее выгодным условием обработки, вероятно, будет предварительное обескостривание вершинных участков стеблей с целью обеспечения минимальных различий результатов выделения луба или волокна из комлевых и вершинных участков.

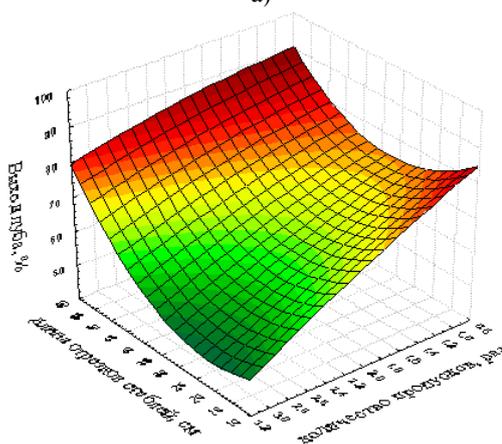
Основные эксперименты были направлены на изучение влияния длины отрезков, полученных в результате резки стеблей. Величина отрезков составляла 15, 25, 35, 45 и 55 см. Одновременно было исследовано влияние количества обработок этих отрезков конопли посредством трепания. Эффективность получения однотипного лубоволокнистого материала характеризовали его выходом и содержанием в нем костры. Опыты проводили при влажности стеблей около 10%. Результаты обработки представлены на рис. 1 (зависимость заостренности (а) и выхода лубоволокнистого продукта (б) от длины отрезков стеблей и количества пропусков через трепальную машину).

Из полученных данных следует целесообразность использования варианта об-

работки стеблей в виде отрезков, имеющих длину 45...55 см.



а)



б)

Рис. 1

Для исключения роста затрат на подсушку конопли перед обескостриванием был апробирован комбинированный вариант обработки. Ее производили при влажности стеблей $\approx 25\%$, но с использованием предварительной обработки вершинных концов стеблей перед их резкой. Установлено, что последующая трехкратная обработка отрез-

ков длиной 45...55 см трепанием обеспечивает получение однотипного лубоволокнистого продукта с заостренностью 12...13% при его выходе из сырца 75...80%. Этот результат является приемлемым для практики с учетом возможного последующего кардочесания однотипного волокнистого продукта на машине ЧГ-150-ПД.

ВЫВОДЫ

1. Эффективность удаления костры из стеблей соломы конопли зависит от диаметра стеблей, их влажности и зоны расположения по длине стебля.

2. При обработке отрезков стеблей с влажностью около 10% наилучшие технологические результаты получаются при обработке отрезков стеблей длиной 45...55 см.

3. Обработку стеблей с влажностью $\approx 25\%$ целесообразно осуществлять с использованием предварительной обработки вершинных участков стеблей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пашин Е.Л. Совершенствование технологии уборки и переработки конопли // Вестник ВНИИЛК, Кострома. – 2007, №3. С. 76...82.
2. Марков В.В., Сулов Н.Н., Трифонов В.Г., Ипатов А.М. Первичная обработка лубяных волокон. Учебник для вузов. – М., 1974.
3. Внуков В.Г. Разработка и исследование технологических параметров дезинтегратора для получения короткого льняного волокна: Дис....канд. техн. наук. – Кострома, 1989.

Рекомендована отделом разработки научных основ техники и технологии льнопереработки ВНИИЛК. Поступила 01.10.08.

УДК 677.021

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ВОЛОКНА ПРИ РАЗРЕЖЕНИИ СЛОЕВ *

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

(Костромской государственной технологической университет)

Волокнистый материал, например, хлопковое или льняное волокно, содержит посторонние органические и минеральные примеси. Для их удаления служат волоконочистительные машины. Эффективность данных машин по соровыделению невысокая. Очистительный эффект большинства очистителей составляет от 30 до 60% [3]. Поэтому для того, чтобы добиться очистительного эффекта 90...95%, устанавливают последовательно в одну поточную линию ряд очистителей.

В любом образце волокна сорные примеси расположены достаточно равномерно по всему объему. Та часть сора, которая

находится внутри объема образца, окружена многослойной волокнистой рубашкой и удерживается ею настолько надежно, что любые динамические и силовые воздействия на объем волокна не смогут привести к выделению этого сора. Путь к решению задачи один – добраться до каждой сорной частицы и удалить ее. Это возможно путем "разукрупнения" – разделения на части исходного объема волокна.

Многообразие в решении задач по удалению сорных примесей из волокнистого материала позволяет выделить из них наиболее интересные с позиции развития теории очистки и с практической стороны. На

* Работа выполнена при поддержке гранта Федерального агентства по образованию Российской Федерации в рамках реализации целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы» (2009 – 2010 гг.) по разделу 2.1.2.

наш взгляд, важнейшей операцией в процессе очистки является процесс разрежения – разукрупнения материала [1...3]. Дальнейшее развитие теории процесса очистки волокна в этом направлении позволит получить новые интересные решения. Важнейшим фактором в очистке волокна является разделение способов очистки на очистку в свободном и в зажатом состоянии [3], [5]. К первому способу следует отнести воздействие рабочих органов на клочки волокна в зоне прохождения волокна вдоль машины (очистители ОН-6-3, линия фирмы Трютцшлер и др.) [3], [5], а также взаимодействие прядей волокон, захваченных пыльчатой гарнитурой, с колосниками (очистители 1ВП, 2ВП) [3], [5], [9]. Очистка волокна в зажатом состоянии [3], [6...8] является одним из эффективных способов и позволяет удалить сор из глубины пучка волокон благодаря нанесению по нему ряда ударов рабочего органа или путем прочесывания иглами гарнитуры.

Если рассматривать какой-то объем волокнистого материала, то основными параметрами, которые могут его характеризовать являются:

– плотность образца γ_0 :

$$\gamma_0 = \frac{m_0}{V_0}, \quad (1)$$

где m_0 – масса образца; V_0 – объем образца; засоренность k ,

$$k = \frac{m_c}{m_a + m_c} = \frac{m_c}{m_0}, \quad (2)$$

где m_c – масса сора в образце; m_a – масса волокна в образце; объемная засоренность [2], [3] k^* (количество сора в единице объема),

$$k^* = \frac{m_c}{V_0}; \quad (3)$$

– площадь поверхности образца или частицы материала S_0 :

$$S_0 = f(q_1, q_2, \dots, q_i), \quad (4)$$

где q_1, q_2, \dots, q_i – геометрические параметры образца, зависящие от формы частицы;

– поверхностный объем [2], [3] S^* :

$$S^* = S_0 \ell = S_0 \cdot 1, \quad (5)$$

где $\ell = 1$ – толщина волокнистого слоя, равная единице длины.

Очевидно, что сорные частицы, расположенные на открытой поверхности образца, имеют меньшее сопротивление для их отделения и могут сравнительно легко удаляться встряхиванием или ударами по колосникам. Возможная вероятность их отделения может быть выражена как отношение поверхностного объема к объему образца или сора, расположенного на поверхности, к общему количеству сора в образце:

$$P = \frac{S_0^*}{V_0} = \frac{k^* S_0^*}{k^* V_0} = \frac{m_c^*}{m_c}, \quad (6)$$

где m_c^* – количество сора, расположенного на открытой поверхности образца.

Очевидно, чем меньше образец волокна (частица), тем меньше при одинаковой объемной засоренности в нем содержится сора, и тем больше вероятность P будет приближаться к единице. В процессе очистки происходит сдвигание слоев и деление исходного образца волокнистого материала на более мелкие. Поэтому если допустить, что общий объем при этом сохраняется, то увеличение открытой поверхности приведет к росту вероятности того, что сорные частицы приобретут способность к легкому выделению из материала. Это можно выразить через коэффициент эффективности разрежения:

$$\eta_i = \frac{\sum_{i=1}^n S_{0i}}{V_0} = \frac{n S_{0i}}{V_0}, \quad (7)$$

где η_i – коэффициент эффективности разрежения после i -го перехода очистки; S_{0i} –

среднее значение открытой поверхности частицы после i -го перехода; V_0 – объем исходного образца; n – число структурных частиц, образовавшихся после перехода очистки.

Ранее нами было показано [2], [3], что в связи с "разукрупнением" частиц волокнистого материала образование новых открытых поверхностей может оцениваться также коэффициентом открытой поверхности:

$$\eta_2 = \frac{S_\Sigma}{S_0}, \quad (8)$$

где S_Σ – суммарное значение новых открытых поверхностей после разрезания.

Так, при образовании от 100 до 1000 новых частиц, коэффициент η_2 вырастет от 4,65 до 10, что значительно улучшит условия для выделения сорных примесей, ранее находившихся внутри образца.

В зависимости от величины открытой поверхности образца можно определить возможный очистительный эффект

$$K_{i\pm} = c \frac{S_\Sigma}{V_0} = c \eta_2 \frac{S_0}{V_0}, \quad (9)$$

где c – коэффициент, учитывающий, что не все сорные частицы выделяются с открытой поверхности при обработке в очистительной секции.

Как отмечалось ранее [2], [3], величина $\tilde{n} = 0,4 \div 0,6$, так как в составе сорных примесей содержится сор и пороки, прочно связанные с волокном, и для их удаления требуется более интенсивная обработка.

Разделение исходного объема образца на более мелкие частицы – это процесс, связанный с разрезанием – сдвиганием слоев волокнистого материала друг относительно друга. При этом на поверхности сдвигаемых слоев окажется столько частиц сора, сколько их должно быть в зависимости от исходной объемной засоренности и величины открывшейся поверхности об-

разца. Так, количество сора на вновь открытой поверхности будет:

$$m_{ci} = k^* \Delta S \ell = k^* \Delta S. \quad (10)$$

Процесс сдвигания слоев, как правило, происходит при значительных динамических явлениях. Если один слой захватывается рабочим органом, движущимся со скоростью, значительно большей, чем исходный образец, то частице волокна, увлекаемой рабочим органом, практически мгновенно сообщается эта скорость, что вызывает возникновение больших ускорений. Такие же ускорения будут действовать и на сорные частицы, расположенные на вновь открытой поверхности, в результате сдвигания слоев. Безусловно, часть частиц сора, у которых связи с волокном окажутся меньше инерционных сил, будут удалены уже при разрезании – сдвигании слоев.

Это условие можно записать следующим образом:

$$m_c a \geq F_{\text{нб}}, \quad (11)$$

где m_c – масса сорной частицы; a – ускорение отделяемого слоя волокна с частицей сора; $F_{\text{сб}}$ – сила сцепления сора с волокном.

Ускорения можно выразить через разность скоростей и время разгона отделяемого слоя:

$$a = \frac{V_1 - V_2}{\tau}, \quad (12)$$

где τ – время разгона отделяемого слоя волокна; это время аналогично времени нарастания нагрузки при ударе рабочего органа по частице волокна [10].

Тогда условие отделения частицы сора от слоя волокна можно записать так:

$$m_c \frac{V_1 - V_2}{\tau} \geq F_{\text{нб}}. \quad (13)$$

Разность скоростей разрезания, необходимая для удаления сорных примесей, определится по формуле:

$$\Delta V = V_1 - V_2 = \frac{F_{\text{по}} \tau}{m_c}. \quad (14)$$

Таким образом, одним из важнейших путей повышения эффективности удаления сорных примесей из волокна является технологическая операция разрезания потока волокнистого материала, создание сдвига слоев в частице волокна, обеспечение уменьшения связей сорных частиц с волокнистой массой и улучшение условий для их выделения. Рассмотрены теоретические аспекты процесса "разукрупнения" обрабатываемого волокнистого материала, являющиеся обоснованием этой технологической операции.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* Об одной проблеме выделения крупных сорных примесей из волокнистого материала // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 3. С. 29...33.
2. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* Повышение способности волокнистого материала к очистке // Вестник КГТУ. – Кострома, 2000, № 2. С. 54...56.

3. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* Теория и практика совершенствования очистителей волокна: Монография. – Кострома: КГТУ, 2001.

4. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* Об одной проблеме выделения сорных примесей из волокна при его разрезании // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 4.

5. *Машиностроение.* Энциклопедия в сорока томах. Том 4 – 13. Машины и агрегаты текстильной и легкой промышленности. – М.: Машиностроение, 1997.

6. *Корабельников А.Р.* Развитие теории и технологии получения короткоштапельного льняного волокна: Монография. – Кострома: КГТУ, 2005.

7. *Вихарев С.Н., Корабельников А.Р., Щербинин С.А., Корабельников Р.В.* Особенности нагружения волокна рабочими органами котонизатора с учетом их упругих свойств // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 3. С.28...31.

8. *Корабельников Р.В., Ширяев А.В., Корабельников А.Р.* Моделирование процесса взаимодействия рабочего органа с прядкой волокна в процессе очистки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, № 3. С. 19...23.

9. *Корабельников А.Р., Лебедев Д.А., Громова Е.И.* Процесс взаимодействия волокна с колосником // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 4С. С. 41..45.

10. *Махкамов Р.Г.* Повышение технологической надежности хлопкоочистительных машин, работающих в ударном режиме. – Ташкент. Изд-во "ФАН", 1989.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 24.06.09.

УДК 677.11.051

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТДЕЛЯЕМОСТИ И ВЛАЖНОСТИ ТРЕСТЫ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА МЯТЬЯ

В.Г. ДРОЗДОВ, Л.В. МОЧАЛОВ

(Костромской государственный технологический университет)

На технологическую эффективность процесса мятья оказывает влияние целый ряд факторов. Существенное влияние оказывает глубина захождения рифлей. Регулирование этого фактора способствует улучшению процесса механической обработки тресты [1].

Свое влияние глубина захождения рифлей вальцов оказывает прежде всего на

величину угла излома, который зависит от различных параметров стеблей. Так, угол излома для различных стеблей колеблется от 80 до 100 градусов [2].

Было установлено, что увеличение глубины захождения в мьяльных парах повышает эффективность промина сырца, однако прочность волокна при этом может снижаться, что связано с возрастанием

сил, действующих на слой материала. Причем на вальцах с увеличением шага рифлей и радиусом закруглений вершин увеличение глубины захождения оказывает меньшее влияние [2].

Известно, что шаг рифлей изламывающих вальцов, обеспечивающий наибольшую эффективность нарушения связи, должен выбираться в зависимости от критической длины участков излома [2]. Однако практическое осуществление для управления процессом крайне затруднено.

Согласно исследованиям [2] шаг рифлей должен быть для мятья комлевой части стеблей в пределах 22...38 мм, вершинной – 12...24 мм.

В [2] было установлено влияние величины шага рифлей мяльной пары на эффективность процесса мятья, и определена рациональная величина шага рифлей. При обработке толстостебельной тресты величина шага должна быть в пределах 15 мм, тонкостебельной – в пределах 10 мм.

Для оптимизации глубины захождения рифлей, в зависимости от свойств тресты, было проведено исследование с целью нахождения степени влияния ряда факторов на умин льняной тресты в процессе мятья: глубины захождения рифлей, влажности и ее отделяемости. Факторы варьировались на двух уровнях.

В процессе исследований использовали мяльную машину М-100Л, которая была сагрегирована в МГА. При проведении опытов были использованы вальцы диаметром от 117 до 122 мм (число пар вальцов 13, из них первые 6 пар прямого рифления, 4 пары винтового рифления, следующие пары прямого мелкого рифления, последняя пара гладкая с двумя ремнями.) Эксперименты проводили с максимальной и минимальной глубиной захождения рифлей при постоянном наборе вальцов с различной влажностью тресты (диапазон изменения влажности от 12 до 19 %).

В опытах использовали 2 вида льнотресты: 1) треста тип 1, номер 0,75, показатель цвета 2, отделяемость 9, содержание волокна 33%, прочность 2,17 кгс, горстевая длина 64 мм; 2) треста тип 2, номер 1, показатель цвета 1, отделяемость 4,4, выход

длинного волокна 36%, горстевая длина 54 мм, прочность 12 кгс. Номер тресты определяли в соответствии с ГОСТом 24383–89. Треста льняная. Требования при заготовках; влажность тресты измеряли в сушильном шкафу.

Перед увлажнением рассчитывали массу воды в соответствии с необходимой влажностью тресты. После увлажнения навески помещали в пакеты и герметично упаковывали.

В результате экспериментальных исследований была получена регрессионная модель, позволяющая сформировать алгоритм управления процессом для достижения его максимальной технологической эффективности. Полученная модель показана на рис. 1 (изменение умина в зависимости от глубины захождения и влажности тресты) и рис. 2 (изменение умина в зависимости от глубины захождения и отделяемости тресты).

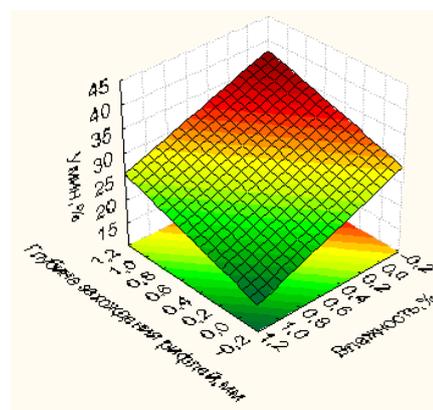


Рис. 1

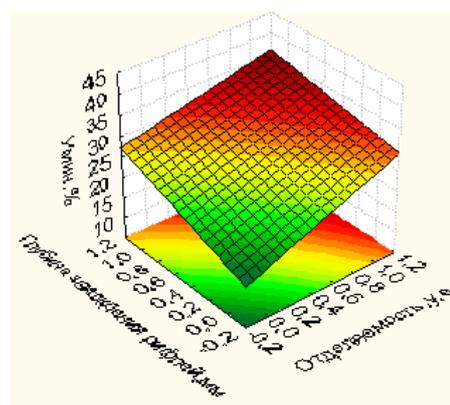


Рис. 2

После исследований с целью определения значимости таких факторов, как влажность, отделяемость, глубина захождения рифлей на умин было проведено исследование по изучению этих факторов на прочность волокна; при этом после определения умина взвешенные навески довели до технологической влажности, а затем определяли прочность волокна на разрывной машине. Результаты показали, что у тресты с высокой отделяемостью при максимальной глубине захождения рифлей ухудшается прочность волокна, в результате такой обработки уменьшается выход волокна. С целью повышения выхода волокна при высокой отделяемости рекомендуется приподнять мяльные вальцы, что не повлечет ухудшения прочности волокна, а умин не будет меньше среднего значения. При обработке тресты с низкой отделяемостью при максимальной глубине захождения рифлей прочность волокна оставалась на одном уровне с трестой, полученной лабораторным путем перед проведением экспериментов. В связи с этим можно рекомендовать для тресты с низкой отделяемостью увеличить глубину захождения рифлей.

В ходе обработки результатов эксперимента была получена регрессионная модель, адекватно описывающая технологический процесс:

$$Y = 23,67 + 8,53X_1 + 8,24X_2 - 10,18X_3 - 2,89X_1 \cdot X_2 + 2,40X_1 \cdot X_3,$$

где X_1 – отделяемость с интервалом варьирования 2,3 у.е.; X_2 – глубина захождения с интервалом варьирования 2,5 мм; X_3 – влажность с интервалом варьирования 4%.

В Ы В О Д Ы

Полученная модель может быть использована для обучения нейронной сети, которая обеспечит поиск оптимума и автоматическое регулирование процесса мятья.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Сорокин Н.К., Харитонов А.А., Полторацких А.Н.* О степени влияния некоторых факторов мятья и трепания на результат механической обработки льняной стланцевой тресты // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1977, №1. С.29...32.
2. *Румянцев С.Н.* Разработка и обоснование параметров мяльно-трепального станка для обработки льняной тресты: Дис....канд. техн. наук. – Кострома, 1994.

Рекомендована кафедрой автоматизации и микропроцессорной техники. Поступила 01.10.09.

УДК 677.022

**СИМУЛИНК-МОДЕЛЬ ПОДБОРА ДИАМЕТРА ШКИВА
ДЛЯ ПРИВЕДЕНИЯ В ДВИЖЕНИЕ
ДИСКРЕТИЗИРУЮЩЕГО БАРАБАНЧИКА**

С.А.НОСКОВА, О.Ю. ДМИТРИЕВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

Научно-технический прогресс в текстильной промышленности связан с количественным и качественным развитием ее техники и технологии, только при этом условии возможно получить высококачественную пряжу, отвечающую требованиям мировых стандартов. Для эффективного управления технологическими процессами необходимо использование современных информационных технологий, в частности, одним из перспективных направлений является нечеткая логика [1].

Среди технологических задач, решаемых с помощью нечеткой логики, можно выделить группу по выбору технологических параметров заправки на пневмомеханических прядильных машинах. К этой группе относится задача выбора диаметра шкива для обеспечения определенной частоты вращения дискретизирующего барабанчика.

чика в движение в симулинок формате.

В модели, кроме основного ее назначения, определяется общая вытяжка на пневмомеханической прядильной машине и скорость выпуска пряжи. Кроме того, для выбора частоты вращения дискретизирующего барабанчика модель учитывает линейную плотность питающей ленты, что ранее возможно было сделать только с помощью номограммы [2].

Таким образом, модель состоит из следующих блоков:

- генераторов входных параметров;
- блоков для выполнения математических операций;
- нечеткого контроллера системы выбора, который анализирует данные входных параметров, определяет количественную характеристику входной величины и выдает результат, то есть численное значение диаметра сменного шкива;
- подпрограммы для коррекции полученных результатов;
- дисплеев для вывода рекомендуемого диаметра шкива, частоты вращения дискретизирующего барабанчика при этом диаметре и др.

В табл. 1 представлены результаты теоретического расчета частоты вращения дискретизирующего барабанчика в зависимости от линейной плотности и крутки пряжи, а также значений, полученных с использованием разработанной программы. Частота вращения прядильной камеры для пряжи 25 и 29 текс была выбрана 55000 мин⁻¹, а для пряжи 36 текс – 50000 мин⁻¹.

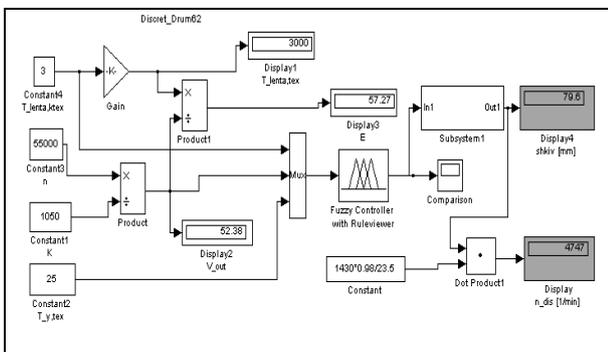


Рис. 1

На рис.1 представлена модель выбора диаметра шкива на валу электродвигателя для привода дискретизирующего барабан-

Таблица 1

| Линейная плотность пряжи, текс | Крутка пряжи в соответствии с рекомендациями [3], кр./м | Теоретические результаты | | С использованием разработанной программы | |
|--------------------------------|---|---|-------------------|--|---|
| | | частота вращения дискретизирующего барабанчика, мин ⁻¹ | диаметр шкива, мм | диаметр шкива, мм | частота вращения дискретизирующего барабанчика, мин ⁻¹ |
| 25 | 1030 | 4994 | 79,6 | 79,6 | 4747 |
| | 1040 | 4946 | 79,6 | 79,6 | 4747 |
| | 1050 | 4899 | 79,6 | 79,6 | 4747 |
| | 1060 | 4853 | 79,6 | 79,6 | 4747 |
| | 1070 | 4808 | 79,6 | 79,6 | 4747 |
| 29 | 940 | 5822 | 98,5 | 98,5 | 5874 |
| | 950 | 5753 | 98,5 | 98,5 | 5874 |
| | 960 | 5698 | 98,5 | 98,5 | 5874 |
| | 970 | 5643 | 98,5 | 98,5 | 5874 |
| | 980 | 5579 | 98,5 | 98,5 | 5874 |
| 36 | 830 | 8181 | 129,4 | 129,4 | 7716 |
| | 850 | 7989 | 129,4 | 129,4 | 7716 |
| | 870 | 7805 | 129,4 | 129,4 | 7716 |

Проанализировав представленные в табл. 1 результаты теоретических расчетов, можно заметить, что с изменением крутки пряжи необходимо изменять частоту

вращения дискретизирующего барабанчика. Однако, если изменения крутки пряжи соответствуют рекомендациям, диаметр шкива не изменяется (табл.2).

Таблица 2

| | | | | | | | | |
|--|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Диаметр сменного блока, мм | 79,6 | 89,6 | 98,5 | 109,5 | 115,5 | 129,4 | 139,4 | 149,3 |
| Частота вращения дискретизирующего барабанчика по кинематической схеме | 4747 | 5343 | 5874 | 6529 | 6887 | 7716 | 8312 | 8903 |

Сравнив расчетные значения сменного шкива с теоретическими, можно сделать вывод, что теоретические расчеты подтверждают правильность выбора диаметра сменного шкива, полученного при использовании разработанной симулинк-модели.

В разработанной программе (рис. 1) первоначально определяется диаметр шкива на валу электродвигателя, а затем в соответствии с кинематической схемой рассчитывается частота вращения дискретизирующего барабанчика. Результаты экспериментов с использованием разработанной программы представлены во второй части табл. 1.

ВЫВОДЫ

1. Разработанная симулинк-модель подбора диаметра сменного шкива для привода в движение дискретизирующего

барабанчика позволяет учитывать линейную плотность питающей ленты.

2. Теоретические расчеты подтверждают правильность выбора диаметра сменного шкива, полученного с использованием разработанной симулинк-модели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – М.: Горячая линия–Телеком, 2007.
2. Борзунов И.Г., Бадалов К.И. и др. Прядение хлопка и химических волокон: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
3. Широков В.П. и др. Справочник по хлопкопрядению. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1985.

Рекомендована кафедрой прядения хлопка. Поступила 28.09.09.

ВЛИЯНИЕ ПРОЧНОСТИ ЛЬНЯНОЙ РОВНИЦЫ НА ОБРЫВНОСТЬ В МОКРОМ ПРЯДЕНИИ ЛЬНА

Е.А. ПЕСТОВСКАЯ

(Костромской государственной технологической университет,
Научно-внедренческий центр "Блеск" (г. Кострома))

Прочность льняной ровницы является одним из важнейших факторов, влияющих на обрывность в мокром прядении льна. Этот показатель качества льняной ровницы используется в технологическом контроле прядильного производства льнокомбинатов для регулирования технологических процессов прядения.

В предыдущей публикации [1] льняная ровница была рассмотрена как однонаправленный волокнистый композит, состоящий из технических комплексов волокон, помещенных в пластичную матрицу из нецеллюлозных компонентов. На основании полученных экспериментальных данных были определены напряжение в матрице в момент разрыва волокон при сдвиге σ_1 и предел прочности волокон при растяжении $\sigma_{\text{ат}\varepsilon}$ в процессе вытягивания ровницы, которые в сумме определяют разрывное напряжение мокрой льняной ровницы при продольном растяжении.

На основе молекулярно-кинетических представлений о деформации льняной ровницы и экспериментального исследовании релаксации деформации и напряжения в процессе вытягивания в вытяжном приборе прядильной машины [1...4] в данной работе уточнены и более четко сформулированы наши представления о физической природе обрывности в мокром прядении льна, которые позволили исследовать механизм влияния прочностных характеристик льняной ровницы на этот процесс.

Причиной обрывов в вытяжном приборе являются напряжения, возникающие в вытягиваемом продукте при развитии деформации вязкого течения полимерного вещества срединных пластинок технических комплексов льняных волокон (матрицы). В работе [2] показано, что уровень

обрывности в процессе вытягивания мокрой льняной ровницы определяется скоростью релаксации напряжения, возникающего в начальный момент деформации σ_0 у вытяжной пары. Чем быстрее релаксирует система, тем меньше обрывность. Обрывность не возникает (равна 0) тогда, когда за время действия силы в вытяжном приборе возникающее напряжение релаксирует полностью.

Релаксация напряжения в растягиваемом продукте при деформации на заданную величину ($\varepsilon_{\text{выт}}$) определяется уравнением Максвелла (1) [5]:

$$\sigma = \sigma_0 e^{-t/\tau}, \quad (1)$$

$$\ln \sigma = \ln \sigma_0 - t/\tau, \quad (2)$$

$$\ln \sigma_0/\sigma = t/\tau. \quad (3)$$

Обрывность приближается к нулю при $t/\tau = 2,31$; при этом $\sigma/\sigma_0 = 0,10$. В этом случае 90% возникающего напряжения релаксирует за время действия растягивающей нагрузки, что соответствует полной релаксации напряжения, вызываемого деформацией вязкого течения полимерного вещества срединных пластинок (матрицы) в процессе вытягивания ровницы [2].

Скорость релаксации τ/t напряжений в твердых телах называют критерием Деборы (D). Нами экспериментально установлено, что у льняной ровницы в мокром виде этот параметр связан линейной зависимостью с прочностью матрицы σ_1 , которая зависит от содержания в ней лигнина (степени одревеснения срединных пластинок льняных волокон) [3]:

$$1/D = t/\tau = f \left(\frac{1}{\sigma_1} \right). \quad (4)$$

На обрывность в процессе вытягивания ровницы также оказывает влияние устойчивость комплексов волокон к разрыву при растяжении за время действия силы в вытяжном приборе. Процесс вытягивания ровницы проходит стабильно при долговечности комплексов, превышающей время действия силы в вытяжном приборе. Чем больше долговечность комплексов при вытягивании τ_R , тем меньше вероятность возникновения обрыва в вытяжном приборе прядильной машины.

Долговечность твердых полимерных материалов при растяжении описывается известным уравнением Журкова [6]. Применяя этот подход к льняной ровнице при вытягивании, выражаем зависимость долговечности технических комплексов волокон до разрыва при сдвиге τ_R от величины предела прочности волокон при растяжении $\sigma_{\text{áië}}$ и напряжений, возникающих в волокнах в процессе вытягивания $\sigma_{\text{áüò}$, уравнением:

$$\tau_R = \text{Be}^{\frac{\sigma_{\text{áië}} - \gamma \sigma_{\text{áüò}}}{E_0}}, \quad (5)$$

где γ – коэффициент концентрации напряжений в волокнах в очагах разрушения; $\sigma_{\text{áüò}$ – напряжение, возникающее в волокнах ровницы в начальный момент действия растягивающей силы у выпускной пары цилиндров вытяжного прибора; $\sigma_{\text{áüò}$ зависит от величины деформации ровницы (вытяжки).

Используя уравнения (4) и (5), получаем выражение функциональной зависимости обрывности от релаксационных свойств льняной ровницы, которые, в свою очередь, зависят от прочности матрицы и прочности волокон технических комплексов:

$$n_{\text{íáð}} = f\left(\frac{\tau}{t\tau_R}\right) = f\left(\frac{\sigma_1}{e^{\frac{\sigma_{\text{áië}} - \gamma \sigma_{\text{áüò}}}{KT}}}\right), \quad (6)$$

где $n_{\text{обр}}$ – число обрывов на 100 веретен в час.

Уравнение (6) показывает, что при уменьшении прочности льняной ровницы за счет снижения прочности матрицы и прочности волокон изменение обрывности должно носить экстремальный характер, достигая минимума при определенном соотношении релаксационных свойств матрицы и волокна в ровнице.

Для исследования влияния прочности льняной ровницы на обрывность в мокром прядении льна были использованы экспериментальные данные, представленные в предыдущей публикации [1], об изменении прочности ровницы, напряжения в матрице в момент разрыва волокон при сдвиге σ_1 и предела прочности волокон при растяжении $\sigma_{\text{áië}}$ в процессе вытягивания ровницы, параметров структурной неровноты пряжи ($T_{\text{комп}}$, $\ell_{\text{éííí}}$, параметра неровноты \tilde{N}_V^2) и релаксационного параметра процесса вытягивания t/τ в зависимости от продолжительности сульфитной варки ровницы (первая серия экспериментов). В процессе сульфитной варки ровницы уменьшается прочность матрицы σ_1 в результате удаления лигнина из срединных пластинок комплексов волокон, при этом клеточные стенки льняных волокон практически не затрагиваются, поэтому предел прочности волокон при растяжении $\sigma_{\text{áië}}$ не изменяется.

Во второй серии экспериментов в [1] были исследованы в прядении четыре партии льняной ровницы с практически одинаковой степенью одревеснения срединных пластинок волокон $S=33-35\%$, но с разной прочностью. При постоянном режиме сульфитной варки с продолжительностью 90 мин степень одревеснения была снижена до оптимального значения – 15%. В результате этого партии отваренной ровницы характеризуются практически одинаковой прочностью матрицы σ_1 и отличаются по величине $\sigma_{\text{áië}}$. При одинаковой величине деформации вытягивания ровницы (вытяжке) напряжение $\sigma_{\text{áüò}$, возникающее в волокнах в начальный момент

действия силы, имеет постоянное значение.

Используя полученные в работе [1] данные двух серий эксперимента, была построена зависимость обрывности в мокром прядении льна от удельной разрывной нагрузки мокрой льняной ровницы после ее химической обработки, представленная на рис. 1 (зависимость обрывности в мокром прядении льна от удельной разрывной нагрузки мокрой льняной ровницы после ее химической обработки: 1 – изменение степени одревеснения (S , %) ровницы от 30 до 10 % в процессе варки, $P_{\text{суп. ров}} = \text{const}$; 2 – изменение прочности ровницы при $S = \text{const} = 15\%$).

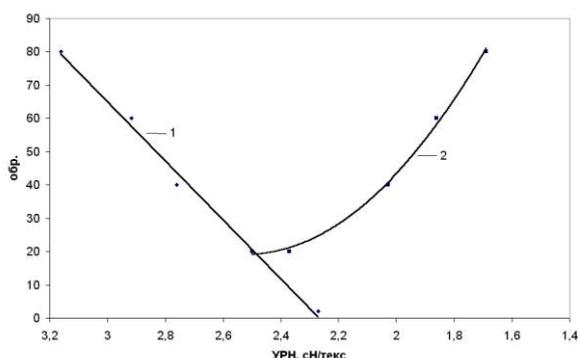


Рис. 1

Как следует из рис.1, зависимость обрывности от УРН мокрой отваренной ровницы имеет сложный экстремальный характер с минимумом при $УРН=2,3-2,5$ сН/текс. В левой части графика от экстремума эта зависимость имеет линейный характер и соответствует первой серии экспериментов, где проявляется влияние уменьшения прочности матрицы σ_1 в процессе сульфитной варки ровницы при постоянной $\sigma_{\text{аиэ}}=1,825$ сН/текс. На этом участке обрывность снижается при уменьшении прочности ровницы.

В правой части графика от экстремума зависимость обрывности от УРН мокрой отваренной ровницы носит экспоненциальный характер и соответствует второй серии экспериментов, где проявляется влияние уменьшения прочности волокон при растяжении $\sigma_{\text{аиэ}}$ при постоянной

прочности матрицы $\sigma_1=0,545$ сН/текс. Логарифмическая анаморфоза этого участка кривой в координатах $\lg n_{\text{обр}} - УРН$ ровницы имеет линейный характер.

Таким образом, проведенное экспериментальное исследование зависимости обрывности в мокром прядении льна от УРН ровницы подтверждает достоверность теоретически обоснованного уравнения (6), выражающего функциональную зависимость обрывности от прочностных и релаксационных свойств льняной ровницы в процессе вытягивания.

Для получения чистольняных пряж средней линейной плотности 56...33 текс были найдены условия, при которых минимум обрывности в прядении (20 обрывов на 100 веретен в час) соответствует минимальной структурной неровноте получаемой льняной пряжи (параметр неровноты $\tilde{N}_v^2=850$):

- удельная разрывная нагрузка мокрой льняной ровницы после химической обработки $УРН=2,30-2,50$ сН/текс;
- УРН нецеллюлозной матрицы ровницы $\sigma_1=0,60$ сН/текс;
- УРН целлюлозных волокон ровницы $\sigma_{\text{аиэ}}=1,80$ сН/текс.

В производственных условиях, как правило, очень трудно одновременно соблюдать эти условия при подготовке льняной ровницы к прядению. Об этом говорит большой опыт работы научно-внедренческого центра "Блеск" (г. Кострома), который в течение многих лет (с 1992 по 2006 годы) проводил наладку и постоянный технологический контроль прядильного производства на всех крупных льнокомбинатах страны. Только на основе применения спектральных методов анализа с помощью автоматизированного комплекса КЛА-2 и компаратора цвета КЦ-3 можно точно определять параметры структурной неровноты ровницы и пряжи и степень одревеснения льняных волокон и правильно подбирать смеси волокон и режимы химической обработки льняной ровницы перед прядением. Используя параметры структурной неровноты и прочностные характеристики ровницы и пряжи,

по разработанной нами методике рассчитываются релаксационные характеристики процесса вытягивания льняной ровницы в прядении и определяются оптимальные режимы работы вытяжного прибора прядильной машины, обеспечивающие низкий уровень обрывности в прядении и низкую структурную неровноту вырабатываемой чистольняной пряжи. Разработанная нами система технологического контроля прядильного льняного производства на основе спектральных методов анализа представлена ранее в [7].

ВЫВОДЫ

1. На основе молекулярно-кинетических представлений о деформации льняной ровницы и экспериментальных исследований релаксации деформации и напряжения в процессе вытягивания в вытяжном приборе прядильной машины сформулированы представления о физической природе обрывности в мокром прядении льна, и обоснована функциональная зависимость обрывности от скорости релаксации напряжений и долговечности комплексов волокон в процессе вытягивания ровницы.

2. Исследован механизм влияния изменения прочности льняной ровницы на обрывность в мокром прядении льна. Рассматривая льняную ровницу как однонаправленный волокнистый композит, состоящий из технических комплексов волокон, помещенных в пластичную матрицу из нецеллюлозных компонентов, на основе проведенных экспериментов показан сложный экстремальный характер зависимости обрывности в мокром прядении льна от изменения напряжения в матрице в момент разрыва волокон при сдвиге σ_1 и предела прочности волокон при растяжении $\sigma_{\text{атв}}$ в процессе вытягивания ровницы, который подтверждает теоретически обос-

нованную функциональную зависимость обрывности от релаксационных свойств ровницы.

3. Определены оптимальные значения удельной разрывной нагрузки мокрой льняной ровницы σ_1 и $\sigma_{\text{атв}}$, при которых достигается низкий уровень обрывности в прядении и низкая структурная неровнота льняной пряжи средней линейной плотности 56...33 текс, которая в настоящее время в основном производится на льнокомбинатах страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пестовская Е.А. Влияние прочности льняной ровницы на структурную неровноту чистольняной пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №5. С. 35...40.

2. Пестовская Е.А., Иванов А.Н. Влияние релаксационных свойств льняных волокон на обрывность в мокром прядении льна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №2С. С. 28...30.

3. Пестовская Е.А., Иванов А.Н. Релаксационный характер процесса вытягивания льняной ровницы в мокром прядении льна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №3. С. 23...28.

4. Пестовская Е.А. Влияние скоростных режимов работы однозонного вытяжного прибора прядильной машины ПМ-88-Л15 на релаксационные свойства и характер дробления льняных волокон в процессе мокрого прядения льна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №4. С. 39...44.

5. Аскадский А.А. Деформации полимеров. – М.: Химия, 1973.

6. Регель В.В., Слуцкер А.И., Томашевский Э.И. Кинетическая природа прочности твердых тел. – М.: Наука, 1974.

7. Пестовская Е.А., Иванов А.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №2. С. 43...46.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов КГТУ. Поступила 25.05.09.

РАЗВИТИЕ СПОСОБА РАЗДЕЛЬНОГО КРУЧЕНИЯ И НАМАТЫВАНИЯ

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

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

В недавнем прошлом (20-30 лет назад) приоритетным направлением развития прядильных машин считались разработки, направленные на создание так называемых "новых" способов прядения, которые, по сравнению с обычными (традиционными) способами прядения, использовали другие принципы формирования, закрепления пряжи и ее намотку. Эти новые способы обеспечивали значительный рост производительности труда и оборудования. К их недостаткам относится другая структура пряжи и ограничение ассортимента вырабатываемых из нее изделий.

В последние годы все большее значение приобретает именно качество получаемой пряжи и ее ассортиментные возможности.

Это обстоятельство и предопределило направление технического прогресса в данной области техники – техническое совершенствование веретенных крутильно-мотальных устройств за счет оптимизации технологической линии, применения новых материалов, повышения уровня автоматизации и компьютеризации.

Для современных кольцепрядильных машин характерны следующие особенности:

- предельная отработка технологической линии, материалов, конструкции существующих машин;

- автоматизация вспомогательных операций (автоматическая присучка, авто-съемные устройства, транспортировка паковок и т.п.), управление технологически параметрами и их контроль;

- широкое применение компьютерной техники различного уровня.

По-видимому, данная тенденция сохранится на ближайшие годы. Однако технические возможности кольцевого способа ограничены (в связи с применением пары кольцо–бегунок) как по производительности,

так и, что, на наш взгляд, наиболее важно, по качеству и ассортиментным возможностям вырабатываемой пряжи.

Поэтому мы считаем, что актуально продолжать работы в области поиска принципиально новых подходов к веретенным крутильно-мотальным устройствам (КМУ) в следующих направлениях:

- высокое качество получаемой пряжи;
- расширение ассортиментных возможностей, в том числе за счет уменьшения линейной плотности пряжи;

- высокая производительность, потенциально превышающая производительность существующего кольцевого прядильного оборудования;

- достаточные размеры получаемой паковки (початка);

- удобство автоматизации технологического процесса и вспомогательных операций;

- невысокая обрывность и минимальные отходы сырья.

Такой подход может быть, по нашему мнению, реализован с применением одной из модификаций колпачного прядения. Известно, что в прошлом такой способ нашел себе ограниченное применение – в льнопрядильном производстве. Подобный принцип был реализован также в экспериментальных машинах "серифил".

Особенности применявшихся конструкций, в частности прямое использование колпака вместо пары кольцо–бегунок, не давало возможности получить достаточное качество и производительность, что и послужило причиной их вытеснения.

В то же время следует отметить, что использование КМУ колпачного типа на новых принципах, по нашему мнению, – одна из серьезных возможностей радикально усовершенствовать веретенные крутильно-мотальные устройства, что позволит поднять технический уровень пря-

дильных машин при сохранении, а в некоторых случаях и улучшении потребительских свойств пряжи, которые присущи кольцевому прядению.

Главной особенностью рассматриваемого направления является разделение во времени и пространстве процессов кручения и наматывания, в связи с чем данный способ прядения может быть назван «способом раздельного кручения и наматывания» (РКН). Эта особенность позволяет добиться существенного снижения вероятности обрыва и повышения качества пряжи, что создает предпосылки для расширения ассортимента выпускаемой пряжи, в том числе в области весьма малой линейной плотности, сопоставимой с пряжей, получавшейся в свое время лишь на сельфакторах.

На рис. 1 показана упрощенная технологическая схема способа РКН.

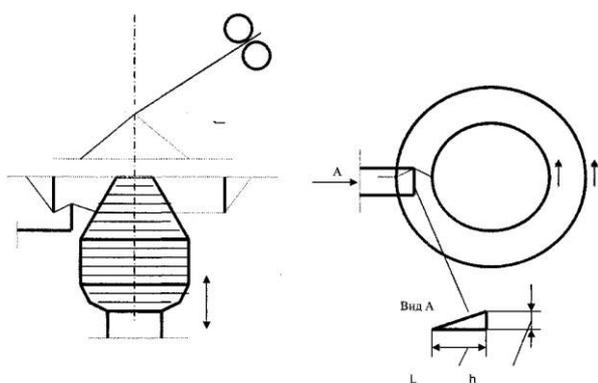


Рис. 1.

Процесс формирования пряжи происходит следующим образом. Мычку, выходящую из вытяжного прибора, вращают в баллоне за счет совместного воздействия на нее веретена с приемным патроном и колпака, которые синхронно вращаются с одинаковой частотой. Пряжу наматывают на приемную паковку с разделением во времени процессов кручения и наматывания за счет периодического тормозящего воздействия на нее тормозного устройства между нижним торцом колпака и приемной паковкой. Это торможение происходит за счет периодического контакта пряжи с регулируемой по высоте и длине склона тормозной горкой. Процессы кру-

чения и наматывания разделены во времени с чередованием друг с другом в течение одного или нескольких оборотов веретена.

Процессы кручения и наматывания делятся на 2 полуцикла.

В течение первого полуцикла натяжение в зоне намотки не превышает критического уровня, то есть наматываемая нить тормозится горкой. При этом происходит процесс намотки.

В течение второго полуцикла натяжение в зоне намотки превышает критический уровень, происходит перескакивание нити через тормозную горку, то есть пряжа получает определенную дозу крутки.

Анализ состояния нити в зоне кручения-наматывания и в зоне баллона состоит в рассмотрении состояния двух видов деформаций нити.

Во-первых, это – линейные деформации, которые характеризуют чередование упомянутых полуциклов.

Во-вторых, это – деформации сдвига (сообщение нити крутки).

Допустим, что линейные деформации нити – чисто упругие. Тогда уравнение баланса линейных деформаций в зоне наматывания описывается следующим уравнением:

$$\ell \frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{v}{(1+\varepsilon)} - \frac{v_0}{(1+\varepsilon_0)}, \quad (1)$$

где ℓ – длина зоны наматывания нити; v , v_0 – скорости соответственно пряжи в зоне намотки и пряжи на входе в зону намотки; ε , ε_0 – относительные деформации пряжи соответственно в зоне намотки и при поступлении в эту зону.

Решение этого уравнения представляет собой экспоненту.

Рассмотрим уравнения, характеризующие изменения деформаций сдвига.

В течение 1-го полуцикла (полуцикл намотки) кручение отсутствует, в зону баллона поступает некрученая мычка ($K_1=0$) и отводится крученая пряжа. При этом скорости ввода мычки v_m и отвода пряжи (v_n) несопоставимы по величине ($v_m \ll v_n$). Из условия баланса числа круче-

ний в зоне баллона в течение 1-го полуцикла можно записать следующее уравнение:

$$\ell \frac{d\hat{E}_1(t)}{dt} + \hat{E}_1(t)v_n = 0, \quad (2)$$

где ℓ – длина пряжи в баллоне.

Решение этого уравнения дает экспоненту.

Рассмотрим теперь 2-й полуцикл (полуцикл кручения). В этот период $v_n = 0$. Это означает, что отвода крутки из зоны баллона в этот период не будет, и все приобретенные кручения остаются в зоне баллона. Из условий баланса числа кручений запишем следующее уравнение:

$$\ell \frac{d\hat{E}_1(t)}{dt} = n(t), \quad (3)$$

где $n(t)$ – частота вращения баллона, которая совпадает с частотой кручения пряжи.

УДК 677.052.71

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА НАМАТЫВАНИЯ ПРЯЖИ НА ПАКОВКУ ПРИ ВЫРАБОТКЕ ЕЕ НА КОЛЬЦЕВОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЕ

А.А. СТОЛЯРОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Известно, что при выработке пряжи на кольцевой прядильной машине нить, направляясь к паковке, на участке между нитепроводником и бегунком все время находится во вращательном движении вокруг оси веретена, испытывая влияние различных сил. Масса нити на этом участке при вращении находится под действием центробежных сил, с одной стороны, и под действием сопротивления воздуха и кориолисовых сил – с другой. Центробежная сила стремится отбросить участок нити между нитепроводником и бегунком в сторону. Вследствие этого нить принимает вид выпуклой кривой и описывает в про-

Решение уравнения (4) дает линейную зависимость.

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрены общие принципы способа РКН (раздельного кручения и намотки), который характеризуется двумя полуциклами.

2. Линейная модель полуцикла намотки дает экспоненциальную зависимость относительной линейной деформации во времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент Швейцарии № 152209 кл. D 01 H 1/06 оп. 1932.

2. Патент Швейцарии № 681630 кл. D01H 1/06, 7/68, опуб. 1993.

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

странстве так называемый баллон. Форма баллона в значительной степени определяет величину натяжения нити, как в самом баллоне, так и на участке бегунок-паковка. А так как натяжение нити в различных ее точках обуславливает обрывность в слабых местах нити, то определение степени натяжения и факторов, влияющих на натяжение, имеет очень большое значение и вызывает большой интерес у исследователей.

В ходе аналитического исследования операции наматывания пряжи на паковку на кольцевой прядильной машине, выполненного нами на основе работ [1...3], а

также экспериментальных исследованиях [4...6], получены результаты, дающие основания считать, что ее крутильно-мотальное устройство кроме свойственных ему функций, выполняет функцию сглаживания амплитуды колебания натяжения пряжи в точке наматывания в процессе увеличения диаметра намотки. Проанализируем процесс наматывания пряжи на паковку в переходных режимах, то есть при изменении радиуса и скорости наматывания.

Рассмотрим зону наматывания кольцевой прядильной машины, то есть участок, ограниченный выпускным цилиндром вытяжного прибора и паковкой. Уравнение движения нити в этой зоне запишем в следующем виде:

$$V_{\text{АОИ}} - V_f / (1 + \varepsilon) = d[L / (1 + \varepsilon)] / dt, \quad (1)$$

где $V_{\text{вып}}$ – скорость выпуска пряжи из вытяжного прибора; V_n – скорость наматывания пряжи на паковку; L – величина исследуемой зоны (от выпускного цилиндра до точки наматывания); ε – относительная деформация пряжи в зоне наматывания.

Скорость наматывания пряжи на паковку при постоянной частоте вращения веретен зависит от радиуса наматывания. В свою очередь изменение радиуса наматывания определяется натяжением пряжи в точке наматывания. Тогда скорость из-

$$\frac{V_f (1 - \alpha \dot{T})}{2\pi R} = \frac{\delta V_n (1 - \alpha T_0)}{2\pi R_0} - \frac{\delta V_n \alpha}{2\pi R_0} \Delta T - \frac{\delta V_n (1 - \alpha T_0)}{2\pi (R_0)^2} \Delta R + \frac{\delta V_n \alpha}{2\pi (R_0)^2} \Delta T \Delta R. \quad (5)$$

Учитывая малую величину произведения $\Delta T \Delta R$, считаем, что в выражении (5) ее можно не учитывать. Тогда запишем выражение (4) в приращениях:

$$\frac{dR_0}{dt} + \frac{d\Delta R}{dt} = \frac{\delta V_n (1 - \alpha T_0)}{2\pi R_0} - C \Delta R - D \Delta T, \quad (6)$$

где

$$\tilde{N} = \frac{\delta V_n (1 - \alpha T_0)}{2\pi (R_0)^2}, \quad D = \frac{\delta V_n \alpha}{2\pi R_0}. \quad (7)$$

менения радиуса наматывания можно записать в виде:

$$dR / dt = \delta V_f (1 - \alpha T_f) / 2\pi R, \quad (2)$$

где R – радиус наматывания пряжи на паковку; T_n – натяжение пряжи в точке наматывания; δ – толщина пряжи до воздействия на нее бегунка; α – коэффициент, учитывающий деформацию пряжи от воздействия бегунка.

Преобразуем выражение (2), считая что

$$\begin{aligned} R &= R_0(t) + \Delta R(t), \\ T &= T_0 + \Delta T, \end{aligned} \quad (3)$$

где $R_0(t)$ – основной уровень радиуса, являющийся постоянным только в пределах данного слоя намотки, в общем случае является функцией времени (t); $\Delta R(t)$ – приращение радиуса наматывания; T_0 – основной уровень натяжения; ΔT – приращение натяжения.

Тогда левая часть выражения (2) будет иметь вид:

$$dR / dt = dR_0(t) / dt + d\Delta R(t) / dt. \quad (4)$$

Для упрощения записи опустим обозначение (t), тогда правая часть выражения (2) с учетом малой величины ΔR будет иметь вид:

Тогда для основного уровня радиуса наматывания R_0 и номинального натяжения T_0 выражение (6) принимает вид:

$$\frac{dR_0}{dt} = \frac{\delta V_n (1 - \alpha T_0)}{2\pi R_0}. \quad (8)$$

После преобразования из (6) получаем:

$$\Omega \frac{d\Delta R}{dt} + \Delta R = -K_1 \Delta T, \quad (9)$$

где $\Omega = \frac{2\pi(R_0)^2}{\delta V_H(1-\alpha T_0)}$ – постоянная величина на времени изменения радиуса наматывания, с; $K_1 = \frac{\alpha R_0}{1-\alpha T_0}$ – коэффициент, учитывающий изменение натяжения при увеличении радиуса наматывания, м/Н.

Выражение (9) представляет дифференциальное уравнение, связывающее изменение радиуса паковки от его величины при невозмущенном состоянии с изменением натяжения от ее номинальной величины.

С учетом малости ε выражение (1) имеет вид:

$$V_H - V_{\dot{A}U\dot{I}} = V_H \varepsilon + L \frac{d\varepsilon}{dt}. \quad (10)$$

Для случая упругой деформации пряжи при наматывании на паковку ее относительная деформация будет определяться:

$$\varepsilon = T / EF, \quad (11)$$

где EF – жесткость пряжи на растяжение, Н.

После линеаризации и преобразований из (10) находим

$$\Omega_1 \frac{d\Delta T}{dt} + \Delta T = K_2 \Delta V_H, \quad (12)$$

где $\Omega_1 = \frac{L}{V_0}$ – постоянная величина времени зоны наматывания, с;

$K_2 = \frac{(1-\varepsilon_0)EF}{V_{H_0}}$ – коэффициент, учитывающий изменение натяжения от скорости наматывания, Н·с/м;

$\varepsilon_0 = \frac{\dot{O}_0}{EF}$ – относительная деформация пряжи в установившемся режиме.

Приращение скорости наматывания:

$$\Delta V_H = \beta \Delta R, \quad (13)$$

где β – коэффициент пропорциональности, 1/с.

Система уравнений (9), (12), (13) при соответствующих начальных условиях описывает процесс наматывания пряжи на паковку. Исключив из этой системы уравнений ΔT , получим дифференциальное уравнение относительно приращения радиуса ΔR :

$$\Omega_1 \Omega \frac{d^2 \Delta R}{dt^2} + (\Omega_1 + \Omega) \frac{d\Delta R}{dt} + (1 + K_1 K_3) \Delta R = 0, \quad (14)$$

где $K_3 = \beta K_2$.

Аналогично для изменения натяжения пряжи уравнение будет иметь вид:

$$\Omega_1 \Omega \frac{d^2 \Delta T}{dt^2} + (\Omega_1 + \Omega) \frac{d\Delta T}{dt} + (1 + K_1 K_3) \Delta T = 0. \quad (15)$$

Таким образом, переходные процессы для радиуса наматывания и натяжения пряжи описываются дифференциальными уравнениями второго порядка, которые показывают, что возникающие в процессе наматывания пряжи на паковку случайные отклонения ΔR и ΔT с течением времени (по мере увеличения диаметра паковки) исчезают, то есть наблюдается эффект самовыравнивания. Из уравнения (15) можно определить длительность и характер переходных процессов:

$$\Delta T(t) = \Delta T(0)[C_1 \exp(\gamma_1 t) + C_2 \exp(\gamma_2 t)], \quad (16)$$

где

$$\gamma_{1,2} = [-(\Omega_1 + \Omega) \pm \sqrt{(\Omega_1 + \Omega)^2 - 4\Omega_1 \Omega (1 + K_1 K_3)}] / 2\Omega_1 \Omega, \quad (17)$$

$$\tilde{N}_1 = \gamma_2 / (\gamma_2 - \gamma_1),$$

$$\tilde{N}_2 = \gamma_1 / (\gamma_1 - \gamma_2).$$

Анализ реальных величин Ω_1 , Ω_2 , K_1 и K_3 показывает, что корни характеристического уравнения могут быть действительными и отрицательными, то есть переходный процесс является устойчивым и аperiodическим.

С помощью специального измерительного стенда [4] проводились исследования работы крутильно-мотального устройства

кольцевой прядильной машины П-76-5М4 при выработке пряжи различной линейной плотности при различных параметрах технологического процесса. В результате исследований получены осциллограммы, которые характеризовали переходный процесс при наматывании пряжи на паковку. Анализ осциллограмм показал, что максимальное натяжение в точке наматывания пряжи испытывает в начальной стадии, то есть при минимальном диаметре намотки, равно диаметру патрона (момент заработка гнезда початка). В дальнейшем, при наматывании каждого последующего слоя, уровень натяжения снижается, а амплитуда колебания натяжения при переходе от слоя к слою сглаживается. Однако на стадии завершения формирования паковки, при верхнем положении кольцевой планки и малом диаметре намотки (баллон становится более спрямленным, а угол между касательными к баллону у нитепроводника и у бегунка увеличивается) – натяжение возрастает.

ВЫВОДЫ

Результаты аналитического и экспериментального исследований подтвердили, что при формировании тела початка кру-

тильно-мотальное устройство кольцевой прядильной машины, кроме свойственных ему функций, выполняет функцию частичного самовыравнивания натяжения пряжи, которое она испытывает в процессе наматывания на паковку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов Н.Т. Прядение хлопка. – М.: Легкая промышленность, 1951.
2. Щербаков В.П. Прикладная механика нити. – М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2001.
3. Щербаков В.П., Болотный А.П. Баллонирование и натяжение нити на кольцевых прядильных машинах // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №1. С.116...121.
4. Столяров А.А. Способ определения натяжения нити на кольцевой прядильной машине в зоне бегунок-паковка / Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, №5. С.28...31.
5. Столяров А.А. О натяжении нити в точке наматывания при выработке пряжи на кольцевой прядильной машине. – Иваново.:ВИНИТИ, 2006, №388.
6. Столяров А.А. Построение и анализ диаграммы натяжения нити на кольцевой прядильной машине // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №2. С.28...31.

Рекомендована кафедрой технологии текстильных изделий. Поступила 02.10.09.

УДК 677.024

**НЕКОТОРЫЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ СООТНОШЕНИЯ
ТЕОРИИ СТРОЕНИЯ ТКАНИ***

О.С. СТЕПАНОВ, В.Н. ГРАЧЕВ

(Ивановский государственный университет,
Ивановская государственная текстильная академия)

При исследовании строения ткани часто используется известное равенство:

$$d_o + d_y = h_o + h_y, \quad (1)$$

где d_o и d_y – диаметры нитей основы и утка; h_o и h_y – высоты волн изгиба основной и уточной нитей в ткани.

Равенству (1) можно придать другой вид:

$$d_o \eta_o + d_y \eta_y = h_o + h_y, \quad (2)$$

где η_o и η_y – коэффициенты смятия нитей основы и утка по вертикали.

Впервые равенство (1) опубликовано в [1] и [2], но его математическое доказательство не приводится. Восполним этот пробел.

На рис. 1 представлена схема расположения нитей основы и утка в ткани полотняного переплетения. Приняты следующие обозначения: OO и O_1O_1 – расстояния между осевой линией основной нити и цен-

трами сечений уточных нитей; A и A_1 – точки, которые получены в результате пересечения осевых линий утка; h_o и h_y – высоты волн изгиба нитей основы и утка в ткани.

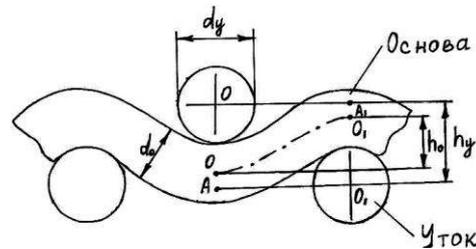


Рис. 1

Из рисунка следует:

$$OA + O_1 A_1 + h_o = h_y, \quad (3)$$

$$OA = \frac{1}{2} (d_o + d_y) - h_o, \quad (4)$$

$$O_1 A_1 = \frac{1}{2} (d_o + d_y) - h_o. \quad (5)$$

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Степанова Г.В.

Подставим (4) и (5) в (3) и получим:

$$\frac{d_o + d_y}{2} - h_o + \frac{d_o + d_y}{2} - h_o + h_o = h_y. \quad (6)$$

Выполнив преобразования, получим равенство (1).

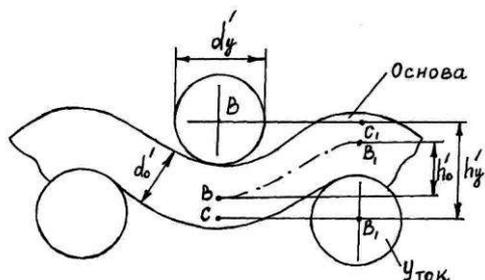


Рис. 2

Рассмотрим случай, когда одна из нитей имеет больший или меньший диаметр, рис. 2. Здесь уточная нить больше, чем основная. Приняты следующие обозначения: BB_1 и B_1C_1 – расстояния между осевой линией основной нити и центрами сечений уточных нитей; CC_1 – точки, которые получены в результате пересечения осевых линий утка; h'_o и h'_y – высоты волн изгиба нитей основы и утка в ткани.

Используя те же преобразования, которые применялись при выводе формулы (1), получим:

$$BC + B_1C_1 + h'_o = h'_y, \quad (7)$$

$$BC = \frac{1}{2}(d'_o + d'_y) - h'_o, \quad (8)$$

$$B_1C_1 = \frac{1}{2}(d'_o + d'_y) - h'_o. \quad (9)$$

Подставив (8) и (9) в (7), имеем:

$$\frac{d'_o + d'_y}{2} - h'_o + \frac{d'_o + d'_y}{2} - h'_o + h'_o = h'_y. \quad (10)$$

Таким образом, равенство (1) справедливо и для случаев, когда в ткань заработаны нити разных диаметров. Кроме этого, нами были рассмотрены переплетения, отличные от полотняного. Оказалось, что равенство (1) справедливо и для других однослойных тканей.

Равенство (1) содержит два неизвестных h_o и h_y . Для нахождения этих величин в [1] приводятся следующие формулы:

$$h_o = \sqrt{(d_o + d_y)^2 - \ell_o^2}, \quad (11)$$

$$h_y = \sqrt{(d_o + d_y)^2 - \ell_y^2}, \quad (12)$$

где ℓ_o и ℓ_y – геометрические плотности основной и уточной нитей.

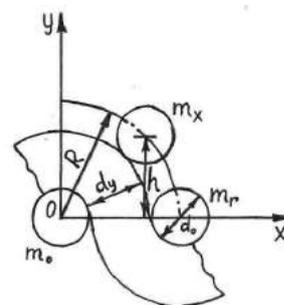


Рис. 3

Формулы (11) и (12) справедливы при условии, что при любой фазе строения ткани (рис. 3) имеет место:

$$d_o + d_y = R = \text{const}. \quad (13)$$

Одновременно необходимо записать еще следующие соотношения:

$$d_o \leq \ell_o \leq (d_o + d_y), \quad (14)$$

$$d_y \leq \ell_y \leq (d_o + d_y). \quad (15)$$

Вернемся к рис. 3. Условие (13) соответствует тому, что как бы не располагалась нить в элементе ткани, ее центр сечения (m_r, m_x) должен отстоять от центра сечения нити m_o на одну и ту же величину, не превосходящую по своему значению R [1]. Если же принять $(d_o + d_y) > R$, что иногда делают при определении высоты волны нити, формулы (11) и (12) дают неверный результат.

Определенные ограничения на формулы (11) и (12) накладываются и соотношения (14) и (15). Пусть $\ell_o > (d_o + d_y)$, тогда под радикалом в формуле (11) при вычислении h_o появится отрицательная величина, и определение высоты волны изгиба нити будет затруднено.

Покажем это на следующем примере: пусть дана бязь арт. 115, имеющая технические характеристики: $T_o=25$ текс, $T_y=25$ текс, $P_o =246$ н/дм, $P_y =224$ н/дм. Диаметры нитей основы и утка найдем по формуле: $d = c \sqrt{\delta}$.

$$d_o = d_y = 0,0395 \sqrt{25} = 0,197 \approx 0,2 \text{ мм.} \quad (16)$$

Найдем геометрические плотности: $\ell_i = \frac{1}{P_i}$.

$$\ell_o = \frac{1}{P_o} = \frac{1}{2,46} = 0,406 \text{ мм,} \quad (17)$$

$$\ell_y = \frac{1}{P_y} = \frac{1}{2,24} = 0,446 \text{ мм.} \quad (18)$$

Подставим полученные данные в формулы (11) и (12) и получим:

$$h_o = \sqrt{(0,2+0,2)^2 - 0,406^2} = \sqrt{-0,0048}, \quad (19)$$

$$h_y = \sqrt{(0,2+0,2)^2 - 0,446^2} = \sqrt{-0,0389}. \quad (20)$$

Таким образом, видно, что под знаком радикала имеется отрицательная величина и определение высоты волны изгиба нити в ткани затруднено. Чтобы выйти из данного положения, сделаем следующее. Возведем (19) и (20) в квадрат и разделим их.

Тогда $\frac{h_o^2}{h_y^2} = \frac{-0,0048^2}{-0,0389^2} = 0,0152$, откуда:

$$h_o = \sqrt{0,0152 h_y^2} = 0,123 h_y. \quad (21)$$

Решая совместно (1) и (17), получим:

$$\int_0^{\ell_o} [A_o V^4(x) - F_o V^2(x)] \Delta(x) dx - \int_0^{\ell} q_o(x) \Delta(x) dx = 0, \quad (24)$$

$$\int_0^{\ell_y} [A_y U^4(y) - F_y U^2(y)] \Delta(y) dy - \int_0^{\ell} q_y(y) \Delta(y) dy = 0, \quad (25)$$

$$d_o + d_y - (h_o + h_y) = 0,$$

где $\Delta V(x)$ и $\Delta U(y)$ – обобщенные функции перемещения точек осевых линий нитей основы и утка; $V(x)$ и $U(y)$ – уравнения осевых линий основных и уточных нитей;

$$0,2+0,2=0,123 h_y + h_y \rightarrow h_y=0,356.$$

Зная h_y , найдем h_o :

$$h_o = 0,123 \cdot 0,356 = 0,044.$$

Однако полученные показатели h_o и h_y не соответствуют действительности. Согласно фазовой теории строения ткани большой изгиб нити имеет более плотная система, то есть в нашем случае большой прогиб должна иметь основная нить. Следовательно, данный прием определения h_o и h_y применять не следует. Если же имеет место положительное значение для одной из этих величин, то для нахождения высоты изгиба нити в ткани используется (1) и положительная величина h_o или h_y .

Приведенные выше выкладки не учитывают жесткостных характеристик нитей, что может существенно исказить истинное значение h_o или h_y .

Приведем формулы [3], которые позволяют вычислить высоту волны нити при любой геометрической плотности и различных диаметрах нитей основы и утка:

$$h_o = \frac{P_o^3 A_o (d_o + d_y)}{P_y^3 A_y + P_y^3 A_o}, \quad (22)$$

$$h_y = \frac{P_y^3 A_o (d_o + d_y)}{P_o^3 A_y + P_y^3 A_o}, \quad (23)$$

где P_o и P_y – плотности ткани по основе и утку; A_o и A_y – жесткости нити основы и утка на изгиб.

Формулы (17) и (18) получены из условия решения следующей системы уравнений:

$q(x)$ и $q(y)$ – натяжение нитей основы и утка в ткани, снятой со станка; $0-\ell_o$ и $0-\ell_y$ – пределы интегрирования.

Если в (19) и (20) жесткости нитей на изгиб равны или близки по своим значениям, то (19) и (20) примут вид:

$$h_o = \frac{P_o^3(d_o + d_y)}{P_i^3 + P_y^3}, \quad (26)$$

$$h_o = \frac{P_o^3(d_o + d_y)}{P_i^3 + P_y^3}. \quad (27)$$

Формулы (26) и (27) позволяют определить высоты волн изгиба без учета жесткостных характеристик нитей на изгиб.

$$h_o = \frac{2,46^3(0,2 + 0,2)}{2,46^3 + 2,24^3} = 0,228,$$

$$h_o = \frac{2,24^3(0,2 + 0,2)}{2,46^3 + 2,24^3} = 0,172.$$

ВЫВОДЫ

УДК 677.023

ДЕФЕКТЫ НАМОТКИ МОТАЛЬНЫХ ПАКОВОК И ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

М.И. ПАНИН, И.В. СИНЯЧКИНА, С.Д. НИКОЛАЕВ, Н.А. НИКОЛАЕВА

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,
Ульяновский государственный университет)

Качество намотки мотальных паковок всех существующих видов, определяется совокупностью потребительских свойств, предъявляемых к ним на последующих стадиях их использования или процессах переработки нити. В соответствии с назначениями мотальных паковок и требованиями технологических процессов при их дальнейшем использовании следует выделить те качественные показатели, которые должны определять пригодность или дефектность паковки.

Для оценки качественных показателей намотки по степени их дефектности прежде всего все мотальные паковки следует

1. Дано математическое доказательство справедливости формулы: "сумма диаметров нитей основы и утка равна сумме высот изгиба нитей в ткани".

2. Данное равенство справедливо для тканей главных видов переплетений и отдельных мелкоузорчатых.

3. Приводятся формулы для расчета высоты изгиба нитей в ткани и пример их применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. // Текстильная промышленность. – 1946, №2, №4, №5.

2. Розанов Ф.М., Кутепов О.С., Жуликова Д.М., Молчанов С.В. Строение и проектирование тканей. – М.: Гизлегпром, 1953. С.471.

3. Степанов Г.В., Степанов С.Г. Теория строения ткани. – Иваново: ИГТА, 2004.

Рекомендована кафедрой технологии текстильных материалов ИГТА. Поступила 20.04.09.

в) – мотальные паковки специального назначения, используемые в качестве композиционных материалов, фильтры патронные, трубчатые азраторы, обмотки полых тел вращения (трубопроводов, электрокабелей, дорнов и т.д.). Структура намотки таких паковок должна отвечать заданным параметрам (пористости, проницаемости, плотности, направлению смещения пор и их геометрическим характеристикам), но они не подлежат разматыванию с них нити при эксплуатации.

Все мотальные паковки, формируемые для дальнейшего их использования в текстильном производстве с целью повышения производительности труда рабочих и снижения объема угаров (отходов) пряжи, а это – бобины, сновальные валики, ткацкие навои, уточные шпули, трубчатые початки, прядильные початки, шпули, катушки и т.д., должны иметь максимально возможную длину нити при заданных размерах паковки и обеспечивать высокоскоростное сматывание с них нити при минимальной обрывности и стабильном ее натяжении.

Так, например, мотальные паковки, предназначенные для использования их в качестве уточных бобин для бесчелночного ткачества, должны иметь: 1) – максимальную длину нити при заданном объеме; 2) – структуру намотки, обеспечивающую равномерное расположение витков нити в намотке (без уплотнений на отдельных участках), а следовательно, постоянное натяжение нити при разматывании; 3) – форма паковки должна обеспечивать равновесное расположение витков нитей на поверхности намотки, исключать образование слетов витков при высоких скоростях сматывания нити.

Уточные мотальные паковки для челночных ткацких станков (трубчатые початки, уточные шпули) также должны иметь максимальную длину нити, но при условиях ограничения их размеров и формы, лимитированных внутренними размерами челнока и его формой. Структура намотки (внутреннее расположение витков нитей) также должна обеспечивать посто-

янство и стабильность натяжения в течение всего процесса сматывания нити.

Идеально подходящими всем указанным выше требованиям для уточных паковок отвечают бобины и трубчатые початки сомкнутой структуры намотки. Следовательно, их и следует брать за эталон или базу для сравнения качественных показателей уточных паковок всех видов, формируемых на уточно-мотальном оборудовании различного вида. Отклонения фактических характеристик данных паковок от эталонных показателей следует считать дефектами (пороками) намотки. Естественно, намотка не должна ухудшать физико-механические свойства перематываемых нитей и изменять их линейную плотность, внешний вид, крутку и т.д.

Способность к высокоскоростному разматыванию нити с паковки, без высокой обрывности, должна являться определяющим показателем качества намотки мотальных паковок.

Дефекты структуры намотки данных паковок чаще всего связаны с проблемами, возникающими при разматывании нити, приводящими к ее обрыву, это:

- дефекты структуры намотки мотальных паковок в виде жгутов – наложения отдельных витков намотки друг на друга без смещения, что приводит к врезанию верхних витков в толщу намотки, их заклиниванию и обрыву при разматывании;

- образование рыхлой, не устойчивой к механическим воздействиям структуры, вследствие слабого натяжения нити и степени прессования намотки;

- образование слетов витков, под которым следует понимать групповой срыв одного или нескольких слоев намотки с поверхности сматывания (наружной или внутренней) паковки;

- образование хорд – сброс одиночных витков на торцы паковки крестовой намотки;

- самопроизвольное осыпание витков с поверхности намотки вследствие неравномерного расположения их на поверхности намотки и при слабом сцеплении друг с другом;

– образование уплотненных участков на торцах паковки, приводящих к врезанию верхних витков в толщу паковки и, следовательно, неравномерному распределению плотности намотки в осевом и радиальном ее направлениях;

– большие узлы, образующиеся при ликвидации обрыва нити из-за низкой квалификации работниц (или несовершенства узковязальных механизмов);

– истирание перематываемой нити (мотальным барабанчиком), приводящее к снижению ее прочностных характеристик или "наведению глянца" (на синтетических нитях), ухудшающих внешний вид изделий, вырабатываемых из данных нитей.

Причины, вызывающие образование дефектов намотки, в основном обусловлены:

– несовершенством конструкций мотальных механизмов или их разладкой в процессе работы;

– нарушением технологических режимов процесса перематывания пряжи и ошибками мотальщиц.

Дефекты структуры намотки паковок, формируемых на мотальных машинах фрикционного типа, где вращательное движение паковки и раскладка нити вдоль ее образующей осуществляется одним мотальным барабанчиком с прорезной канавкой, образуются из-за того, что конструктивные особенности всех этих машин (М-2, Аутосук, Шляфгорст и т.д.) не позволяют создавать постоянный угол сдвига между витками различных пар слоев намотки, что способствует формированию хаотичной (застилистой) намотки без упорядоченного расположения нити. Работа электропрерывателей и других механизмов, предназначенных для рассеивания витков и исключения образования жгутовой намотки, приводит к дополнительному хаотическому расположению витков и, как следствие, снижает качество и приводит к образованию дефектов намотки (снижает длину нити на паковках, приводит к образованию хорд и т.д.). В этом случае на паковке могут периодически формироваться все виды структур намотки, описанные в их классификации [1].

Формирование уплотненных участков на торцах паковки в этих машинах обусловлено замедлением переносного движения нити на участках реверсного перемещения. Образование этого дефекта является неизбежным, так как увеличение скорости раскладки нити на торцевых участках паковки может привести к выбросу нити из канавки мотального барабанчика. Ввиду длительного выстоя нити (длительного времени реверса) у торцов паковки уменьшается угол скрещивания витков, что приводит, в свою очередь, или к врезанию нити в толщу намотки, или к сбросу ее на торец и образованию хорд.

Большое влияние на расположение нити на этих участках паковки оказывает величина свободного отрезка нити – расстояние от точки отрыва нити от мотального барабанчика до точки входа нити в паковку. Чем больше этот отрезок нити, тем меньше угол скрещивания витков и выше вероятность образования хорд. Величина свободного отрезка нити влияет и на размеры мотальной паковки: чем больше данный отрезок нити, тем меньше величина раскладки нити, а следовательно, и полезный объем паковки. Для устранения данного недостатка следует максимально приближать точку наматывания к точке раскладки нити.

К дефектам намотки этого же вида приводит и работа механизма сокращения хода нитеводителя на машинах с раздельным действием механизмов намотки и раскладки нити (БП-340-О, Поликон и т.д.), так как они изначально нацелены на постепенное сокращение размаха нитеводителя с целью избежания слетов витков (при перематывании синтетических нитей и шелка) и улучшение условий разматывания нити. Однако при этом полезный объем паковки, а следовательно, и длина нити на ней снижается до 8...12%.

Фрикционный привод паковки от мотального барабанчика приводит к истиранию нити, а следовательно, к снижению ее качественных показателей (прочностных характеристик и наведению глянца).

Дефекты намотки мотальных паковок специального назначения (не подлежащих разматыванию с них нити) обусловлены, главным образом, нарушением структуры намотки возникающей из-за разладки, неправильной настройки или обслуживания мотальных механизмов. Данные паковки формируются, как правило, на прецизионных мотальных механизмах с отдельным действием механизмов намотки и разладки нити. Конструкция мотального оборудования данного вида должна обеспечивать создание на паковке строго определенного угла сдвига витков, который обеспечивал бы формирование требуемых размеров пор, их расположения в намотке или исключения (при сомкнутой структуре на-

мотки), взаимного расположения нитей (лент) на поверхности намотки.

В табл. 1 приведены основные виды дефектов намотки мотальных паковок и указаны причины их возникновения.

Условия формирования мотальных паковок заданной структуры подробно описаны в работе [1], однако кроме обеспечения технических условий исключения дефектов намотки путем создания новых конструкций мотального оборудования не следует исключать и человеческий фактор (то есть для снижения дефектности намотки необходимо повышать квалификацию мотальщиц и помощников мастеров, обслуживающих мотальное оборудование).

Т а б л и ц а 1

| № п/п | Назначение мотальных паковок | Вид паковки и структура ее намотки | Дефекты намотки мотальных паковок | Причины возникновения дефектов намотки | Эталон структуры намотки и его характеристики |
|-------|---|--|--|--|--|
| 1 | Паковки, подлежащие разматыванию с них нити | Прядильные початки с кольцепрядильных машин | 1) Слеты нити и обрывы при сматывании с гнезда початка; 2) низкая удельная плотность намотки, малая длина нити на початке | а) Слабая намотка нити на початок (рыхлая намотка); б) неверно подобрана масса бегунка и скорость вращения веретена; в) крутой конус початка; г) одноволновый баллон и неверная настройка машины (выбор скоростного режима) | Початки с максимальной плотностью намотки, при соотношении длины образующей намотки к диаметру початка 1,2:1 |
| | | Цилиндрические и конические бобины крестовой намотки, формируемые на мотальных машинах и автоматах фрикционного типа | 1) Низкая и неравномерная как в осевом, так и в радиальном направлении удельная плотность намотки нити; 2) переуплотненные торцы, рыхлая средняя часть бобин; 3) малая длина нити на паковке; 4) жгуты и слеты витков, хорды; 5) трехконусная форма намотки бобин, снижающая длину нити на паковке | а) Несовершенная структура намотки вследствие конструктивных недостатков мотального механизма; б) неравновесная намотка нити на паковку вследствие большой конусности и низкого натяжения ее при формировании паковки; в) нарушена работа электропрерывателя или механизмов рассеивания витков | Сомкнутая структура намотки при максимальных габаритах паковки |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|--|---|---|---|--|
| | | Сновальные валики и ткацкие навои | 1) Бугристая намотка паковок и, как следствие, разнотянутость нитей при их дальнейшей переработке; 2) рыхлая намотка и малая длина нити на паковке | а) Несовершенство натяжных приборов используемых в сновальных рамках; б) слабая степень прессования намотки укатывающим валиком | Паковки увеличенных габаритов строго цилиндрической формы при наличии угла скрещивания витков от 2 до 8° |
| | | Трубчатые початки для челночных ткацких станков | 1) Малая длина нити на паковке; 2) рыхлая намотка початков при малой удельной плотности; 3) слеты витков; 4) несоответствие размеров початка внутренним размерам челнока | а) Несовершенство конструкции мотального механизма; б) слабая степень прессования намотки; в) разладка мотального механизма | Трубчатые початки сомкнутой структуры намотки |
| 2 | Мотальные паковки мягкой намотки, применяемые при крашении, отбеливании и запаривании пряжи в, паковках подлежащие разматыванию нити | Бобины цилиндрические, сновальные валики и ткацкие навои | 1) Малая длина нити на паковке; 2) неупорядоченная структура намотки с уплотнениями на торцах и различной удельной плотностью в осевом и радиальном направлениях паковки. 3) врезание крайних витков в толщу намотки и образование слетов витков при разматывании нитей | а) Несовершенство механизмов намотки и раскладки нити, приводящее к хаотичному расположению витков в структуре намотке; б) неверно выбранные технологические параметры намотки паковок (натяжение нити и скорость наматывания) | Замкнутая структура намотки паковок с требуемыми размерами пор и их послойным расположением в радиальном расположении паковки |
| 3 | Мотальные паковки специального назначения, не подлежащие разматыванию с них нитевидного материала | Патронные фильтры, аэраторы, электроизоляторы, оправки и т.д. | 1) Нарушенная структура взаимного расположения витков намотки в различных слоях (сбой рисунка намотки); 2) бугристая намотка; 3) рыхлая намотка | а) Разладка прецизионных мотальных механизмов; б) неверно рассчитана и установлена величина передаточного отношения от нитераскладчика к приводу паковки; в) большое расстояние от нитераскладчика до точки входа нити в паковку; г) ошибка мотальщицы | Заданная структура сомкнутой, слоисто-каркасной (переменной по плотности намотки), или замкнутой намотки с расчетной степенью замыкания; спиралевидные намотки с заданными размерами пор |

ВЫВОДЫ

1. Дефектами намотки мотальных паковок следует считать отклонения их качественных показателей от эталонных, максимально отвечающих требованиям их использования на последующих технологи-

ческих переходах, при разматывании с них нити.

2. Дефекты намотки мотальных паковок, применяемых в текстильном производстве, возникают чаще всего вследствие несовершенства существующих конструкций мотального оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панин И.Н. Разработка и исследование текстильных паковок специального назначения: дис... докт. техн. наук. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 1996. С.140.

УДК 667.024.+667.053

РАСЧЕТ НАТЯЖЕНИЯ НИТИ В ГРЕБЕНЧАТОМ НИТЕНАТЯЖИТЕЛЕ

Э.А. ОНИКОВ

(Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности)

Во всех учебниках натяжение нити, создаваемое гребенчатыми нитенатяжителями, в которых нить огибает неподвижные и подвижные гребенки с пальцами, предлагается определять по известной формуле Эйлера:

$$\dot{O}_e = \dot{O}_i a^{\phi(\dot{\alpha}_1 + \dot{\alpha}_2 + \dots + \dot{\alpha}_n)},$$

где T_n ; T_k – натяжение нити соответственно на входе и выходе из нитенатяжителя; ϕ – коэффициент трения нити о пальцы нитенатяжителя; α_i – угол охвата нитью i -го пальца нитенатяжителя.

Формула имеет практическую ценность только в том случае, если угол охвата нитью пальцев нитенатяжителя постоянен и известен. Но в гребенчатых нитенатяжителях угол охвата нитью пальцев неподвижной и подвижной гребенки переменный и зависит от усилия, приложенного к подвижным пальцам.

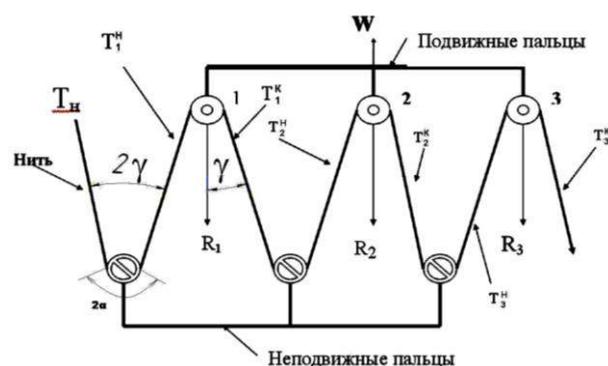


Рис. 1

Ниже приведен расчет натяжения нити на выходе гребенчатого нитенатяжителя (\dot{O}_i^e) как функция начального натяжения нити (T_n) и усилия, приложенного к подвижной гребенке (W).

Условные обозначения (рис. 1 – расчетная схема нитенатяжителя): T_n – начальное натяжение нити на входе нитенатяжителя, сН; T_1^i – натяжение нити перед первым подвижным пальцем; T_1^e – натяжение нити после первого подвижного пальца; T_2^i – натяжение нити перед вторым подвижным пальцем; T_2^e – натяжение нити после второго подвижного пальца; i – порядковый номер подвижного пальца; n – количество подвижных пальцев; R_i – равнодействующая сила, действующая на i -й подвижный палец; 2α – угол охвата нитью пальцев, рад (одинаковый для всех пальцев: подвижных и неподвижных); γ – угол наклона нити к равнодействующей R_i ; ϕ – коэффициент трения нити о пальцы нитенатяжителя; W – усилие, приложенное к подвижным пальцам, (подвижные пальцы жестко связаны друг с другом); $\beta=2\phi\alpha$ – (замена переменных).

В соответствии с известной формулой Эйлера (рис. 1):

$$\begin{aligned} T_1^i &= \dot{O}_i e^{\beta}, \\ T_1^e &= \dot{O}_1^i e^{\beta} = \dot{O}_i e^{\beta} e^{\beta} = \dot{O}_i e^{2\beta}, \\ T_2^i &= \dot{O}_1^e e^{\beta} = \dot{O}_i e^{2\beta} e^{\beta} = \dot{O}_i e^{3\beta}, \\ T_2^e &= \dot{O}_2^i e^{\beta} = \dot{O}_i e^{3\beta} e^{\beta} = \dot{O}_i e^{4\beta}. \end{aligned}$$

Таким образом, натяжение перед i -м подвижным пальцем равно:

$$T_i^f = \dot{O}_i e^{(2i-1)2\phi\alpha}.$$

После i -го подвижного пальца:

$$T_i^e = \dot{O}_i e^{2i \cdot 2\phi\alpha}.$$

После n -го (последнего) подвижного пальца:

$$T_n^e = \dot{O}_n e^{4n\phi\alpha}. \quad (1)$$

По уравнению (1), решив его относительно α , можно определить угол α , который при заданном количестве подвижных пальцев (n), коэффициенте трения нити о

$$\begin{aligned} R_1 &= \dot{O}_1^f \sin \alpha + \dot{O}_1^e \sin \alpha = \sin \alpha (\dot{O}_1^f + \dot{O}_1^e) = \sin \alpha (\dot{O}_1 \dot{a}^\beta + \dot{O}_1 \dot{a}^{2\beta}) = \dot{O}_1 \sin \alpha (\dot{a}^\beta + \dot{a}^{2\beta}), \\ R_2 &= \dot{O}_2^f \sin \alpha + \dot{O}_2^e \sin \alpha = \sin \alpha (\dot{O}_2^f + \dot{O}_2^e) = \sin \alpha (\dot{O}_1 \dot{a}^{3\beta} + \dot{O}_1 \dot{a}^{4\beta}) = \dot{O}_1 \sin \alpha (\dot{a}^{3\beta} + \dot{a}^{4\beta}), \\ R_i &= \dot{O}_i \sin \alpha (\dot{a}^{(2i-1)\beta} + \dot{a}^{2i\beta}). \end{aligned}$$

Исходя из этого усилие W , приложен-

пальцы (ϕ) и начальном натяжении нити (\dot{O}_i) позволит получить конечное натяжение (T_n^e):

$$\alpha = \frac{1}{4i\phi} \ln \frac{T_n^e}{\dot{O}_i}. \quad (2)$$

Однако в гребенчатом нитенатяжителе нельзя задать угол α , он задается усилием (W), прилагаемым к подвижным пальцам. Оно определяется из равновесия сил, приложенных к подвижным пальцам.

Необходимо при этом учесть, что

$$\gamma = 90^\circ - \alpha, \quad \cos \gamma = \cos(90^\circ - \alpha) = \sin \alpha.$$

Равнодействующие от натяжения ветвей нити R_i на подвижные пальцы равны

ное к подвижным пальцам, равно:

$$W = \sum_{i=1}^{i=n} (R_1 + R_2 + \dots + R_n) = \dot{O}_1 \sin \alpha \sum_{i=1}^n (\dot{a}^{(2i-1)\beta} + \dot{a}^{2i\beta}).$$

Учитывая, что

$$\dot{a}^{(2i-1)\beta} + \dot{a}^{2i\beta} = \frac{\dot{a}^{2i\beta}}{\dot{a}^\beta} + \dot{a}^{2i\beta} = \dot{a}^{2i\beta} \left(\frac{1}{\dot{a}^\beta} + 1 \right),$$

а также, что $\beta = 2\phi\alpha$, уравнение по определению W принимает вид:

$$W = \dot{O}_1 \sin \alpha \left(\frac{1}{e^{2\phi\alpha}} + 1 \right) \sum_{i=1}^i \dot{a}^{2i \cdot 2\phi\alpha}. \quad (3)$$

Уравнение (3) позволяет найти усилие, которое нужно приложить к подвижным пальцам нитенатяжителя (W), чтобы получить угол изгиба нити в пальцах нитенатяжителя (α) при заданном количестве подвижных пальцев (n), натяжении нити на входе в (T_n) и коэффициенте трения нити о пальцы нитенатяжителя (ϕ).

Расчет ведется следующим образом.

По уравнению (2) при известных характеристиках нитенатяжителя (n) и (ϕ) и начальном натяжении (T_n), а также конечном натяжении T_i^e , которое нужно получить на выходе нитенатяжителя, определяется угол α , подставляется в уравнение (3) и определяется W .

Например. Заданы параметры нитенатяжителя: $n = 3$, $\phi = 0,2$. Начальное (входное) натяжение нити $T_i = 5$ сН. Следует определить угол α , при котором конечное натяжение T_n^e будет 13 сН и усилие (W), которое обеспечит такой угол α .

Чтобы получить конечное натяжение T_n^e равное 13 сН, по уравнению (2) определяется необходимый угол:

$$\alpha = \frac{1}{4i\phi} \ln \frac{\dot{O}_n^e}{\dot{O}_i} = \frac{1}{4 \cdot 3 \cdot 0,2} \ln \frac{13}{5} = 0,40 \text{ рад}.$$

Значение угла α подставляется в уравнение (3) и определяется необходимое усилие (W):

$$W = \dot{O}_i \sin \alpha \left(\frac{1}{e^{2\phi\alpha}} + 1 \right) \sum_1^n e^{2i-2\phi\alpha} = 5 \cdot 0,389 \left(\frac{1}{a^{0,16}} + 1 \right) (a^{0,32} + a^{0,64} + a^{0,96}) = 21,2 \text{ нН}.$$

Таким образом, в нитенатяжителе с заданными параметрами необходимо к подвижным пальцам приложить усилие 21,2 сН. Учитывая конструкцию гребенчатых нитенатяжителей, угол α может меняться в пределах от 0 до 1,5 рад.

ВЫВОДЫ

Уравнения (2) и (3) позволяют определить усилие, которое нужно приложить к подвижным пальцам, чтобы получить заданное натяжение на выходе нитенатяжителя.

Рекомендована кафедрой технологии тканей и трикотажа. Поступила 29.09.09.

УДК 677.8; 842.3/502.757

**РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ КРАШЕНИЯ
ПОЛИЭФИРНЫХ ТКАНЕЙ В СРЕДЕ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО
ДИОКСИДА УГЛЕРОДА**

Г.Р. ЧЕСНОКОВ, В.В. САФОНОВ, А.А. ФОМКИН, А.Е. ТРЕТЬЯКОВА

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,
Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина)

Полиэфирное волокно сохраняет позицию лидера среди всех известных волокон, является единственным с растущей долей потребления, оказывая тем самым наибольшее влияние на развитие и потенциал смежных отраслей [1]. С увеличением объема отделки химических волокон растет нагрузка на окружающую среду, в первую очередь, на гидросферу и атмосферу.

В последнее время ужесточается экологический контроль выбросов в сточные воды технологических отходов, а также проведения технологических операций.

Одним из методов разработки экологически чистой технологии крашения химических волокон является модификация их путем обработки функциональными добавками из растворов в сверхкритических средах. Крашение полимеров в сверхкритических средах – классический процесс "зеленой химии", который в отличие от применяемого в промышленности водного крашения, создающего большие объемы загрязненных сточных вод, практически не приводит к образованию отходов.

В связи с этим представляет интерес

проблема разработки экологичной технологии крашения гидрофобных полиэфирных материалов в среде сверхкритического диоксида углерода (СК- CO_2), фазовая диаграмма которого представлена на рис. 1 (фазовая диаграмма чистого вещества).

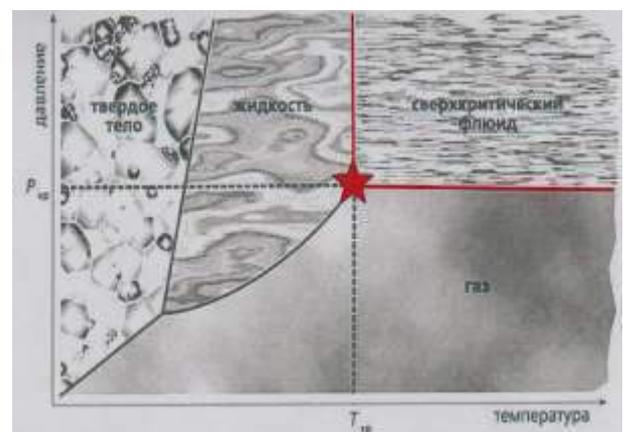


Рис. 1

Низкая вязкость таких систем обеспечивает большую скорость диффузии и меньшее сопротивление массопереносу, чем в жидких системах, ускоряя проникновение красителя и уменьшая время кра-

шения. Нет необходимости в операции сушки, что значительно экономит энергию.

Использовать реагенты и CO₂ можно повторно. Наконец, преимуществом данной технологии является отсутствие гидролиза из-за того, что в системе нет воды.

В литературе рассмотрено влияние СК-СО₂ на морфологию полиэфирного волокна [2], а также крашение натуральных волокон

различными классами красителей [3].

Поэтому представляло интерес исследовать влияние внешних факторов на процесс крашения полиэфирных волокон в СК-СО₂.

В работе использовалась подготовленная полиэфирная ткань (100%), ГОСТ 29298–92, основные технические характеристики которой приведены в табл. 1.

Таблица 1

| Наименование ткани | Арт. | Ширина, см | Поверхностная плотность, г/м ² | Число нитей на 10 см | |
|--------------------|--------|------------|---|----------------------|------|
| | | | | основа | уток |
| Полиэфир | 389-14 | 140 | 36 | 352 | 350 |

Диоксид углерода технический с чистотой 99,5% (1 сорт, ГОСТ 8050–85) и дисперсные красители, основные технические характеристики которых приведены в табл. 2.

Работа выполнена на экспериментальной установке, схема которой приведена на рис. 2 (1 – баллон с диоксидом углерода; 2 – иридиевый капилляр; 3 – вентиль сильфонный; 4 – автоклав; 5 – емкость для охлаждения и нагрева).

Образец ткани помещается в автоклав (4), туда же насыпается краситель (в сухом состоянии), газ диоксид углерода из баллона (1) проходит по капиллярам (2) через вентиль (3) и поступает в автоклав (4), в

емкости (5) производится охлаждение/нагревание автоклава (4) до заданных температур.

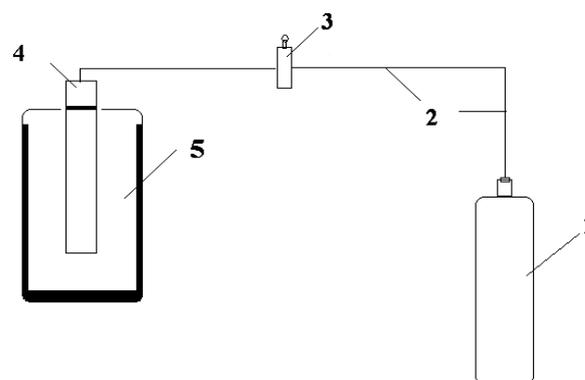


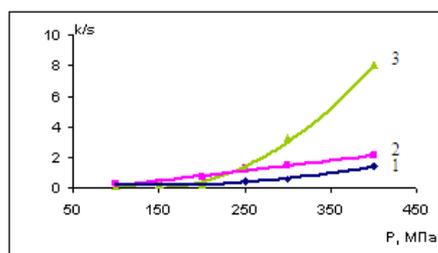
Рис. 2

Таблица 2

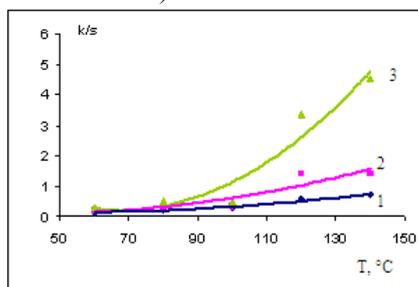
| Название | Формула | Молекулярная масса, г/моль |
|---------------------|--|----------------------------|
| Диоксид углерода | CO ₂ | 44 |
| Дисперсный желтый 3 | <chem>CC(=O)Nc1ccc(cc1)/N=N/c2ccc(O)c(C)c2</chem> | 269 |
| Дисперсный синий К | <chem>CNc1ccc2c(c1)c(=O)c3ccccc3c2=O</chem> <chem>NCCO</chem> | 295 |
| Дисперсный бордо С | <chem>CCN(CC)C1=CC=C(C=C1)/N=N/C2=CC=C(C=C2)C(=O)N</chem> | 348,5 |

Было изучено влияние нескольких факторов на окрашиваемость образцов из полиэфирных волокон.

Исследование влияния давления на окрашиваемость полиэфирной ткани в среде СК-СО₂ проводилось в следующих условиях, с постоянными параметрами: t – температура (°C), $t = 120^{\circ}\text{C}$; τ – время (мин), $\tau = 45$ мин; C – концентрация красителя (% от массы волокна); $C = 1\%$ от массы волокна.

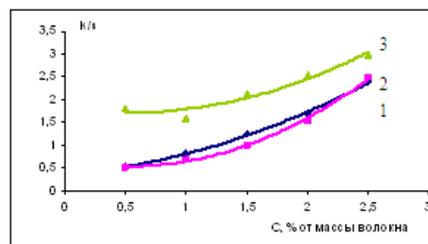


а)

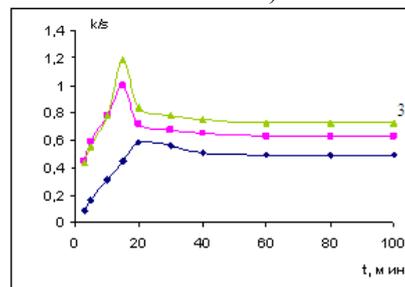


в)

Результаты окрашиваемости полиэфирной ткани различными дисперсными красителями от давления представлены на рис. 3-а. (рис. 3 – влияние параметров и условий крашения на окрашиваемость полиэфирной ткани дисперсными красителями: 1 – дисперсный синий К; 2 – дисперсный желтый З; 3 – дисперсный бордо С; а) – влияние давления, б) – влияние содержания красителя, в) – влияние температуры, г) – кинетическая зависимость).



б)



г)

Рис. 3

Из рис. 3-а видно, что с ростом давления наблюдается увеличение окрашиваемости полиэфирной ткани. В случае дисперсного бордо С в интервале от 30 до 40 МПа темп подъема окрашиваемости возрастает более интенсивно относительно других красителей.

В связи с вышеизложенным и исходя из экономических соображений оптимальным рабочим давлением принято давление, равное 350 атм.

При исследовании влияния температуры на окрашиваемость полиэфирной ткани в среде СК-СО₂ эксперименты проводились в следующих условиях с постоянными параметрами: $P=350$ атм, $\tau = 45$ мин, $C = 1\%$ от массы волокна.

Результаты окрашиваемости полиэфирной ткани от температуры представлены на рис. 3-б.

Из рис. 3-б следует, что с ростом температуры также возрастает интенсивность окраски, причем такая зависимость наиболее ярко выражена в случае дисперсного бордо С. Это свидетельствует о том, что процесс крашения полиэфирного волокна дисперсными красителями в СК-СО₂ экзотермичен так же, как и при крашении в водной среде.

В связи с вышеизложенным и исходя из экономических соображений оптимальной рабочей температурой принята температура, равная 120°C .

При исследовании влияния концентрации дисперсных красителей на окрашиваемость полиэфирной ткани в среде СК-СО₂ эксперименты проводили при следующих параметрах, $t=120^{\circ}\text{C}$, $P=350$ атм, $\tau=45$ мин.

Результаты эксперимента представлены

на рис. 3-в.

Из рис. 3-в видно, что с увеличением концентрации красителя происходит увеличение окрашиваемости полиэфирной ткани, причем прямо пропорционально увеличению концентрации красителя, кроме случая с дисперсным бордо С.

Кинетика процесса схожа с Ленгмюровской зависимостью, однако до достижения насыщенности наблюдается экстремум в виде максимальной окрашиваемости при продолжительности крашения 15...20 мин. Наиболее это явление выражено в случае дисперсных бордо С и желтого З, как показано на рис. 3-г. Затем, после 40 минут крашения, наблюдается стабилизация сорбционных процессов, то есть происходит выравнивание и достижение равновесного состояния в виде насыщения волокна. Выдвинуто предположение, что экстремум связан с процессами десорбции, поскольку в среде СК-СО₂ происходит модифицирование полиэфирного волокна, причем в зависимости от продолжительности обработки.

Для оценки глубины проникновения красителей в полиэфирное волокно, а также состояния полиэфирного волокна, окрашенного дисперсными красителями в среде СК-СО₂, исследовались образцы ме-

тодом сканирующей микроскопии.

Препарированные образцы были наклеены на металлические столики. Для создания электропроводного слоя в ионно-напылительной установке Eiko IB-3 препараты опылялись сплавом, состоящим из сплава золота и платины в атмосфере аргона. Затем изучаемые образцы были исследованы под сканирующим микроскопом HITACHI S - 405A с возможностью получения цифровых фотографий.

Результаты представлены на рис. 4 (определение состояния полиэфирного волокна, окрашенного дисперсными красителями в среде сверхкритического СО₂, методом сканирующей микроскопии: полиэфирное волокно до обработки в среде сверхкритического диоксида углерода – а) – цифровая фотография, увеличение 20*3NM; б) – цифровая фотография, увеличение 30*3NM; в) – цифровая фотография, увеличение 15*3NM; полиэфирное волокно после крашения дисперсными красителями в среде сверхкритического диоксида углерода – г) – цифровая фотография, увеличение 3*30NM; д) – цифровая фотография, увеличение 3*15NM; е) – цифровая фотография, увеличение 3*20NM).

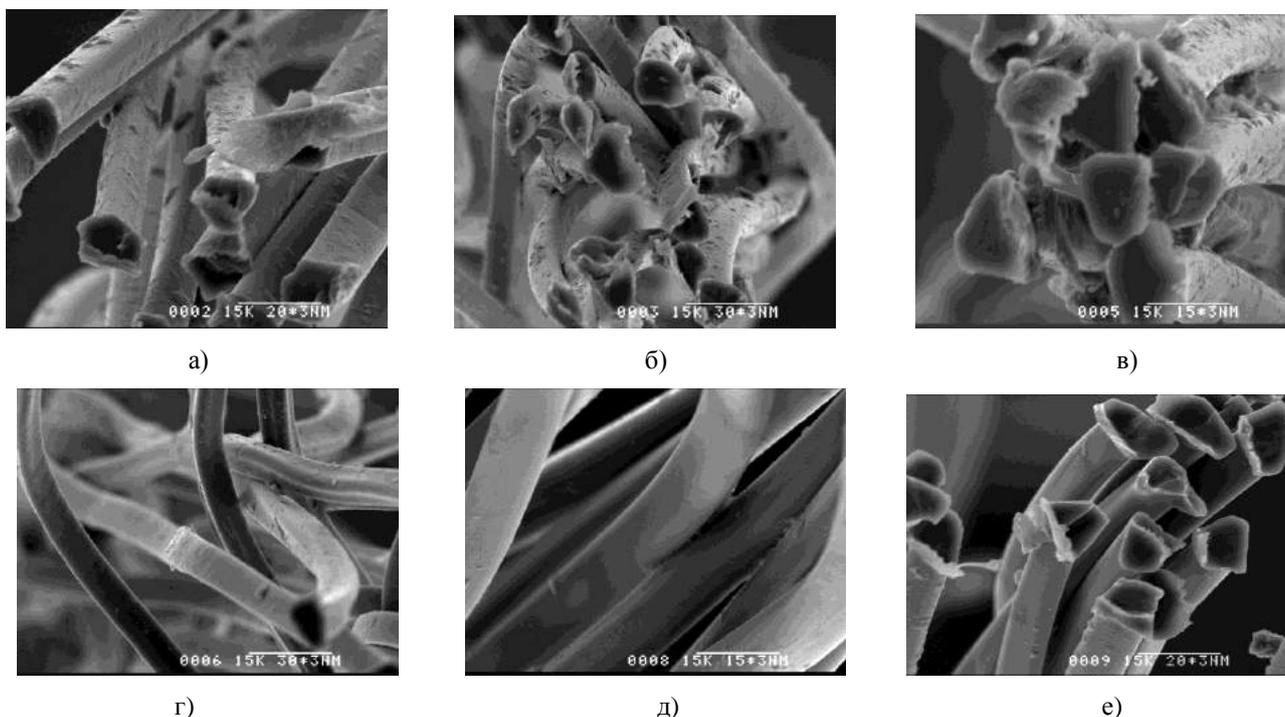


Рис. 4

Из анализа микрофотографий можно сделать вывод о хорошем прокрашивании волокон и СК-СО₂ практически не оказывает на полиэфирное волокна деструктурирующие воздействия, что подтверждается данными об устойчивости окраски к трению и стирке, по разрывной нагрузке и удлинению, приведенными в табл. 3 (устойчивость окрасок дисперсных красителей на

полиэфирном волокне, окрашенном в среде сверхкритического диоксида углерода, к различным физико-химическим воздействиям) и табл. 4 (влияние условий крашения на разрывную нагрузку полиэфирной ткани, окрашенной дисперсными красителями в среде сверхкритического диоксида углерода).

Таблица 3

| Наименование красителя | Способ крашения* | Устойчивость окраски | | |
|------------------------|---------------------|----------------------|---------|----------|
| | | к трению | | к стирке |
| | | сухому | мокрому | |
| Дисперсный бордо С | Стандартный** | 4/5 | 3/4 | 4/2/3 |
| | 1 | 3/4 | 2/3 | 4/4/4 |
| | 2 | 3/4 | 3/4 | 4/4/4 |
| | 3 | 3/4 | 3/4 | 5/4/4 |
| | 4 | 4/5 | 4/5 | 5/5/4 |
| | 5 | 4/5 | 4/5 | 5/5/4 |
| | 6 | 3/4 | 3/4 | 4/3/4 |
| | 7 | 4/4 | 3/5 | 5/4/4 |
| | 8 | 4/5 | 4/4 | 4/4/4 |
| | 9 | 4/5 | 4/5 | 5/5/4 |
| | 10 | 4/5 | 4/5 | 5/5/4 |
| | Стандартный** | 4/5 | 4/5 | 4/3/4 |
| Дисперсный синий К | 1 | 4/5 | 4/5 | 4/5/5 |
| | 2 | 4/5 | 4/5 | 5/5/5 |
| | 3 | 4/5 | 4/5 | 5/5/5 |
| | 4 | 5/5 | 5/5 | 5/5/5 |
| | 5 | 5/5 | 5/5 | 5/5/5 |
| | 6 | 4/5 | 4/5 | 5/5/4 |
| | 7 | 4/5 | 4/5 | 5/5/5 |
| | 8 | 4/5 | 4/5 | 5/5/5 |
| | 9 | 5/5 | 5/5 | 5/5/5 |
| | 10 | 5/5 | 4/5 | 5/5/5 |
| | Стандартный** | 4/5 | 4/5 | 4/3/4 |
| | Дисперсный желтый З | 1 | 4/5 | 3/4 |
| 2 | | 4/5 | 4/4 | 5/5/5 |
| 3 | | 4/5 | 4/5 | 5/5/5 |
| 4 | | 5/5 | 5/5 | 5/5/5 |
| 5 | | 5/5 | 5/5 | 5/5/5 |
| 6 | | 3/4 | 3/4 | 5/5/4 |
| 7 | | 4/5 | 4/5 | 5/5/4 |
| 8 | | 5/5 | 4/5 | 5/5/4 |
| 9 | | 5/5 | 5/5 | 5/5/5 |
| 1 | | 4/5 | 3/4 | 5/5/4 |

П р и м е ч а н и е: * 1 – P=350 атм, t=60°C; 2 – P=350 атм, t=80°C; 3–P = 350 атм, t=100°C; 4 – P=350 атм, t= 120°C; 5 – P= 350 атм, t= 140°C; 6 – P= 100 атм, t= 120°C; 7 – P= 140 атм, t= 120°C; 8 – P= 200 атм, t=120°C; 9 – P= 250 атм, t= 120°C; 10 – P= 400 атм, t= 120°C; ** стандартный – по методике НИИОПиК.

| Наименование красителя | Способ крашения* | Разрывная нагрузка, Н |
|------------------------|------------------|-----------------------|
| Дисперсный бордо С | 1 | 528**/525 |
| | 2 | 528**/523 |
| | 3 | 528**/524 |
| | 4 | 528**/526 |
| | 5 | 528**/532 |
| Дисперсный синий К | 1 | 528**/522 |
| | 2 | 528**/524 |
| | 3 | 528**/527 |
| | 4 | 528**/529 |
| | 5 | 528**/533 |
| Дисперсный желтый З | 1 | 528**/523 |
| | 2 | 528**/523 |
| | 3 | 528**/529 |
| | 4 | 528**/530 |
| | 5 | 528**/534 |

П р и м е ч а н и е: * 1 – P=100 атм, t=120°C; 2 – P=140 атм, t= 120°C; 3 – P=200 атм, t= 120°C; 4 – P=250 атм, t= 120°C; 5 – P= 350 атм, t= 120 °C; ** 528 Н – разрывная нагрузка необработанной (неокрашенной) полиэфирной ткани.

ВЫВОДЫ

1. Показано, что с увеличением давления (плотности) СК-СО₂ интенсивность окраски полиэфирных волокон возрастает, до максимального значения при 30...40 МПа.

2. Установлено, что с ростом температуры крашения окрашиваемость полиэфирного волокон возрастает. Определены оптимальные интервалы значения температуры: 100...150°C.

3. При исследовании концентрационного влияния различных дисперсных красителей на интенсивность окраски показана симбатная зависимость между содержанием красителя в красильной среде и содержанием красителя в волокне. При этом наблюдается тенденция к максимально эффективному достижению окрашиваемости в случае красителей, имеющих азогруппы.

4. Установлено, что кинетическая зависимость при крашении полиэфирных волокон дисперсными красителями в СК-

СО₂ в целом соответствует уравнению Ленгмюра, но с образованием максимума. Найдено оптимальное значение времени с момента достижения соответствующей температуры: 20...30 мин.

5. Показано, что устойчивости окраски образцов, полученных в среде СК-СО₂, не уступает стандартным, полученным в водной среде, при сохранении механической прочности образцов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айзенштейн Э.М. Полиэфир – проблемы и основные тенденции / Химические волокна. – 2005, №1. С. 62...68.
2. Drews M.J., Jordan C. // Text. Chemist and Colorist. – 1998, 30, №6. P.13...20.
3. Gebbert B., Sans W., Kuttel D., Buschinann H.S and Schollmeyer E. // Text. Res. J. – 1994, 64, №7. P.371...374.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 01.07.09.

ГИДРОЛИТИЧЕСКАЯ СОПОЛИКОНДЕНСАЦИЯ ВЫСШИХ АЛКИЛОКСИМЕТИЛЕНТРИЭТОКСИСИЛАНОВ С НИЗШИМИ ОРГАНОХЛОРСИЛАНАМИ

Б.А. ИЗМАЙЛОВ, А.В. НЕДЕЛЬКИН, Б.А. АСТАПОВ, О.В. ЯМБУЛАТОВА

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина)

Гидролитической поликонденсацией органохлорсиланов получают большинство кремнийорганических полимеров для различных отраслей промышленности. При этом строение углеводородного радикала в полиорганосилоксанах оказывает определяющее влияние не только на поликонденсацию, но и на свойства образующихся полимеров. Так, при гидролитической поликонденсации метилтрихлорсилана или фенилтрихлорсилана образуются хрупкие твердые полимеры, а при поликонденсации пропил- или бутилтрихлорсиланов – вязкие жидкости, переходящие при дальнейшем нагревании в неплавкие и нерастворимые полимеры [1]. В зависимости от условий проведения гидролитической поликонденсации трехфункциональных органохлорсиланов могут быть получены не только сшитые трехмерные структуры но и лестничные растворимые полимеры силсесквиоксановой структуры [2].

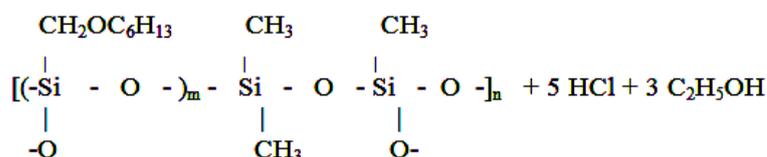
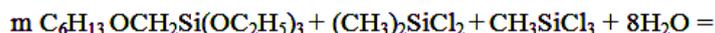
Продукты первичной гидролитической поликонденсации высших алкилтрихлорсиланов, содержащих от 6 до 10 атомов углерода в органическом радикале, представляют собой олигомеры с высоким содержанием гидроксильных групп общей формулы $[RSiO(OH)]_n$, где R = 6-9. При нагревании за счет дальнейшей поликонденсации они переходят в соответствующие олигоалкилсилсесквиоксаны общей формулы $[RSiO_{1,5}]_n$ (где n = 6 или 8), которые являются вязкими жидкостями, хорошо растворимыми в эфире, ароматических углеводородах [3].

Благодаря наличию длинноцепочечных алкильных радикалов, такого рода кремнийорганические олигомеры весьма пер-

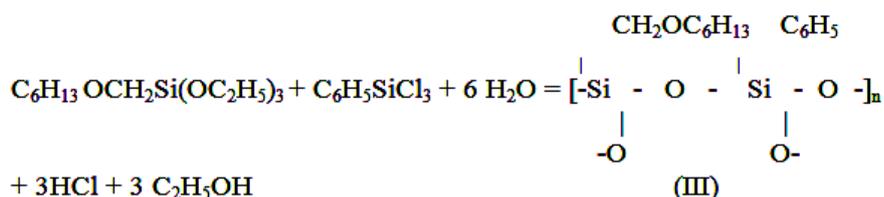
спективны для разработки на их основе гидрофобизирующих композиций для текстильной и легкой промышленности. Ранее нами была исследована гидролитическая поликонденсация высших алкилоксиметилентриэтоксисиланов и установлено, что она приводит к образованию жидких олиго(алкилоксиметиленсилсесквиоксан)ов, которые не отверждаются в присутствии каталитических количеств КОН [4].

Известно, что состав и строение мономеров, из которых синтезируют полиорганосилоксаны, определяют их характерные свойства. Реакция гидролитической сополиконденсации различных органохлорсиланов и –алкоксисиланов позволяет выбирать различные соотношения между радикалами, обрамляющими атомы кремния в полимере, и дает возможность получать продукты гидролитической сополиконденсации с большой градацией свойств. Используя этот подход, мы считали целесообразным ввести в структуру полимера за счет сополиконденсации такие звенья, которые существенно улучшили бы способность к структурированию и пленкообразованию получаемых полигексилоксиметиленсилсесквиоксанов.

С этой целью представляло интерес изучить реакцию гидролитической сополиконденсации высших алкилоксиметилентриэтоксисиланов с низшими органохлорсиланами и исследовать свойства образующихся продуктов. Для этого нами было проведено несколько реакций гидролитической сополиконденсации гексилоксиметилентриэтоксисилана с метилтрихлорсиланом, диметилдихлорсиланом и фенилтрихлорсиланом (схема I) :



(I, II), где m = 6 или 2 соответственно



Соотношения сомономеров и некоторые свойства полученных продуктов приведены в табл. 1. Сополиконденсация указанных мономеров протекает при температуре 60...62°C. При более низких температурах

в случае смесей сомономеров (I) и (II) имеет место, вероятно, отдельная поликонденсация взятых органохлорсиланов, так как из продуктов реакции нами был выделен октаметилциклотетрасилоксан.

Таблица 1

| Продукт | Исходные сомомеры | Соотношение, моль | Строение продукта | Выход, % | Молекулярная масса, найдено/вычислено | Степень полимеризации, n | Приведенная вязкость, дл/г | Содержание ОН-групп, % |
|---------|---|-------------------|--|----------|---------------------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------|
| I | $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{OCH}_2\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ $(\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_2$ CH_3SiCl_3 | 6 1 1 | $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OC}_6\text{H}_{13} \quad \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ [(-\text{Si} - \text{O} -)_6 - \text{Si} - \text{O} - \text{Si} - \text{O} -]_n \\ \quad \quad \\ -\text{O} \quad \text{CH}_3 \quad \text{O}- \end{array}$ | 94,8 | 4800/ 4572 | 4 | 0,035 | 3,10 |
| II | $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{OCH}_2\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ $(\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_2$ CH_3SiCl_3 | 2 1 1 | $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OC}_6\text{H}_{13} \quad \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ [(-\text{Si} - \text{O} -)_2 - \text{Si} - \text{O} - \text{Si} - \text{O} -]_n \\ \quad \quad \\ -\text{O} \quad \text{CH}_3 \quad \text{O}- \end{array}$ | 95,0 | 6900/ 6650 | 14 | 0,045 | 2,62 |
| III | $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{OCH}_2\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ $\text{C}_6\text{H}_5\text{SiCl}_3$ | 1 1 | $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OC}_6\text{H}_{13} \quad \text{C}_6\text{H}_5 \\ \quad \\ [-\text{Si} - \text{O} - \text{Si} - \text{O} -]_n \\ \quad \\ -\text{O} \quad \text{O}- \end{array}$ | 95,2 | 3100/ 2368 | 8 | 0,060 | 3,38 |

Примечание. *Эбулиоскопия в толуоле.

Все продукты сополиконденсации представляют собой вязкие прозрачные жидкости, хорошо растворимые в бензоле, толуоле, эфире, они не перегоняются в вакууме и, в отличие от гомополимеров алкилоксиметилтриэтоксисиланов, легко подвергаются дальнейшему структурированию с образованием твердых продуктов при нагревании или длительном экспонировании на воздухе. Процесс структуриро-

вания полученных сополимеров значительно ускоряется в присутствии каталитических количеств гидроокиси калия, вероятно, за счет полимеризации сесквиоксановых циклов в сополимерах. Исключение составляет продукт поликонденсации смеси (I), табл. 1, который не удалось заполимеризовать в данных условиях. Это, вероятно, связано со стерическими препятствиями объемистыми гексилосиме-

тиленовыми заместителями у атома кремния, препятствующими межмолекулярному взаимодействию и соответственно полимеризации. При снижении относительного содержания гексилосиметиленовых заместителей в сополимерах (II) и (III) их способность к отверждению и пленкообразованию существенно возрастает.

Как следует из табл. 1, все продукты сополиконденсации содержат некоторое количество гидроксильных групп, что указывает на то, что при сополиконденсации органоэтокси- и органохлорсиланов с длинными и короткими углеводородными радикалами у атома кремния процесс гидrolитической поликонденсации гидроксильных групп протекает более глубоко по сравнению с гомополиконденсацией отдельно взятых высших алкилоксиметилентриэтоксисиланов. При этом молекулярная масса полученных нами продуктов сополиконденсации в несколько раз больше молекулярной массы продуктов поликонденсации гексилосиметилентриэтокси-силана [3].

Результаты элементного анализа продуктов сополиконденсации указывают на полный гидролиз атомов хлора и этокси-групп в исходных мономере и конверсию образовавшихся силанольных групп на 92%. На 8 атомов кремния в продуктах сополиконденсации количество остаточных гидроксильных групп равно 2. В случае, когда в исходной смеси гексилосиметилентриэтоксисилана и органохлорсиланов на два атома кремния с гексилосиметиленовыми заместителями приходится два атома кремния с метильными радикалами (продукт 2, табл. 1), молекулярная масса продуктов поликонденсации наибольшая и конверсия гидроксильных групп также наибольшая. У этого продукта на 8 атомов кремния приходится только одна гидроксильная группа, что свидетельствует о более полном протекании поликонденсации. Эти данные свидетельствуют о влиянии размера углеводородного радикала у атома кремния в исходных мономере на реакционную способность гидроксильных групп при поликонденсации. При этом относительная доля внутримолекулярной

конденсации гидроксильных групп при совместной поликонденсации указанных мономеров занимает промежуточное значение между внутримолекулярной конденсацией ОН-групп в процессе гомополиконденсации высших алкилоксиметилентриэтоксисиланов и указанных органохлорсиланов.

Гидрофобизирующие свойства продуктов (I-III) проверялись на хлопкополиэфирной ткани (плащевой, арт. 82188). Гидрофобные свойства определяли по высоте поднятия водяного столба на пенетрометре (ГОСТ 3816-81). Образцы хлопкополиэфирной ткани пропитывались растворами или водными эмульсиями (60 г/л) продуктов (I-III) на двухвальной плюсовке, отжимались, сушились при 100°C и термообрабатывались при 150°C в течение 5 мин.

Установлено, что при отделке хлопкополиэфирной ткани по разработанной технологии водоупорность и водопоглощение образцов ткани составляли после пропитки продуктом (I) в виде водной эмульсии или раствора в толуоле 17,6...19,6 кПа (180...200 мм вод. ст.), а водопоглощение 25...35% (у исходной необработанной ткани 80...90%); после пропитки продуктом (II) в виде водной эмульсии или раствора в толуоле 17,6...18,6 кПа (180...190 мм вод. ст.), а водопоглощение 25...30%; после пропитки продуктом (III) также в виде водной эмульсии или раствора в толуоле 19,7...21,8 кПа (200...220 мм вод. ст.), а водопоглощение 25...30%.

Проведенные исследования показали, что полигексилосиметиленорганосилесквиоксаны с метильными и фенильными радикалами у атома кремния легко структурируются с образованием покрытий и пленок, обладают высокими гидрофобизирующими свойствами и могут быть использованы в виде растворов в органических растворителях или в виде водных эмульсий в качестве отделочных препаратов в текстильной промышленности.

В ходе исследований в экспериментальной части для синтеза использовали свежеперегранные: гексилосиметилентриэтоксисилан (т. кип. 190...195°C), диме-

тилдихлорсилан (т. кип. 70...71°C), метилтрихлорсилан (т. кип. 67,5°C) и фенилтрихлорсилан (т. кип. 201,5°C).

Сополиконденсацию смесей мономеров проводили по следующей общей методике. В колбу, снабженную мешалкой, обратным холодильником и капельной воронкой, сливная трубка которой доходит до дна колбы, наливали дистиллированную воду (объем воды в два раза больше объема смеси мономеров) и толуол (объем толуола равен 0,5 объема мономеров). Смесь гексилоксиметилен-триэтоксисилана с органохлорсиланами в виде раствора в толуоле вводили в колбу при перемешивании при 60...62°C. После добавления смеси мономеров в толуоле реакционную массу перемешивали еще 30 мин при этой же температуре и после охлаждения до комнатной температуры переливали в делительную воронку. Нижний слой (раствор HCl в воде) сливали, а верхний слой (раствор продуктов реакции в толуоле) промывали дистиллированной водой до нейтральной реакции. Отсутствие ионов хлора в продукте контролировали с помощью азотно-кислого серебра. Отмытый раствор сополимера в толуоле сушили над прокаленным Na_2SO_4 и отфильтровывали. Толуол отгоняли в вакууме до постоянного веса продукта.

Сополимер (I): из 33,36 г (0,12 моля) гексилоксиметилен-триэтоксисилана, 2,58 г (0,02 моля) диметилдихлорсилана и 2,98 г (0,02 моля) метилтрихлорсилана в 60 мл толуола было получено 23,54 г продукта сополиконденсации; $n_D = 1,4551$. Найдено, %: С 47,92; Н 8,69; Si 19,90; Звено $\text{C}_{45}\text{H}_{99}\text{Si}_8\text{O}_{17,5}$. Вычислено, %: С 47,24; Н 8,66; Si 19,60.

Сополимер (II): из 33,36 г (0,12 моля) гексилоксиметилен-триэтоксисилана, 7,74 г (0,06 моля) диметилдихлорсилана и 8,97 г (0,06 моля) метилтрихлорсилана в 150 мл толуола было получено 26,6 г сополимера с $n_D = 1,4454$. Найдено, %: С 42,69; Н 8,17; Si 23,40. Звено $\text{C}_{17}\text{H}_{39}\text{Si}_4\text{O}_{7,5}$. Вычислено, %: С 42,95; Н 8,21; Si 23,58.

Сополимер (III): из 33,36 г (0,12 моля) гексилоксиметилен-триэтоксисилана и 25,38 г (0,12 моля) фенилтрихлорсилана в 70 мл толуола получено 32,5 г сополимера с $n_D = 1,4598$. Найдено, %: С 53,01; Н 7,02; Si 19,11. Звено $\text{C}_{13}\text{H}_{20}\text{Si}_2\text{O}_4$. Вычислено, %: С 52,70; Н 6,76; Si 18,92.

В Ы В О Д Ы

1. Исследована совместная гидролитическая сополиконденсация высших алкилоксиметилентриэтоксисиланов с низшими алкил(арил)хлорсиланами и установлено, что реакция гидролитической сополиконденсации указанных продуктов протекает при 60...62°C. Получен ряд новых полиорганосилоксанов с различной длиной углеводородных заместителей у атома кремния.

2. Показано, что при сополиконденсации указанных мономеров степень внутримолекулярной конденсации промежуточно образующихся силанольных групп занимает среднее положение между соответствующими величинами при гомополимеризации отдельно взятых органохлорсиланов и высших алкилоксиметилентриэтоксисиланов.

3. Установлено, что полигексилоксиметиленорганосилесквикоаны с метильными и фенильными радикалами у атомов кремния обладают высокими гидрофобизирующими свойствами.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Андрианов К.А. // Кремнийорганические соединения. – М., ГХИ, 1955.
2. Vogt L.H., Brown I.F. // Inorgan. Chem. – 1969, V.2. P.189.
3. Андрианов К.А., Измайлов Б.А. // ЖОХ. – 1966, т.36. С.341.
4. Измайлов Б.А., Неделькин А.В., Астапов Б.А., Родловская Е.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №3С. С.71...74.

Рекомендована кафедрой аналитической, физической и коллоидной химии. Поступила 01.07.09.

СВОЙСТВА РАСТВОРОВ КРАСИТЕЛЕЙ ДЛЯ СТРУЙНОЙ ПЕЧАТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.Ю. КУРАЕВ, А.М. КИСЕЛЕВ, Н.А. ТИХОМИРОВА, Л.П. ЗАЙЧЕНКО

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна,
Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет))

В последние годы прямая струйная печать текстильных материалов получает все более широкое распространение, благодаря тем преимуществам, которые заключаются в большом разнообразии и более высоком качестве рисунков [1]. При этом способе текстильной печати повышенное внимание уделяется свойствам специальных растворов красителей (чернил), которые определяют колористические и прочностные показатели окрашенных печатных изображений. К этим свойствам следует отнести низкую вязкость (близкую к вязкости воды), агрегативную устойчивость в присутствии поверхностно-активных веществ, определенную величину поверхностного натяжения, термическую стабиль-

ность и оптимальный размер частиц красящего вещества [2], [3].

Для обеспечения необходимой интенсивности окрасок концентрация красителя в растворах для струйной печати, как правило, высокая (до 120 г/л), что служит причиной агрегации даже хорошо растворимых красителей. О степени агрегации можно судить по размерам частиц красителя в растворе.

С использованием прибора NANOTRAC методом динамического рассеивания были определены размеры частиц кислотного красителя (кислотный синий 2К, Acid blue 82), имеющего показатель растворимости на уровне 60...62 г/л [4], [5].

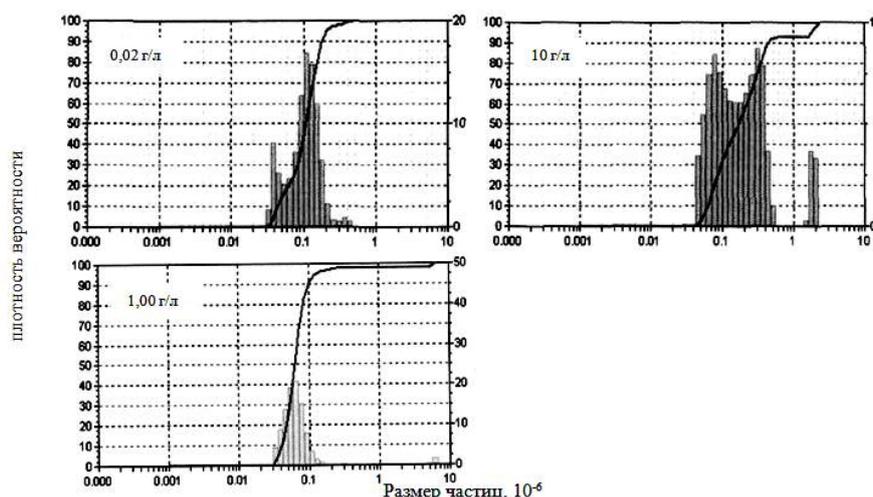


Рис. 1

Анализ результатов, полученных для растворов с различной концентрацией красителя (рис. 1 – размер частиц красителя кислотного синего 2К различной концентрации в растворах для струйной печати), показывает, что даже при низкой концентрации (0,02 г/л) при 20°C в них присутствуют частицы размером более $0,02 \times 10^{-6}$ м, что свидетельствует о протекании процес-

са агрегации. В то же время необходимо отметить, что такой размер агрегированных частиц красителя не является препятствием для нормальной работы исполнительных устройств принтеров при формировании печатных рисунков.

Растворы для струйной печати должны иметь достаточно высокую смачивающую и, напротив, низкую пенообразующую спо-

способность, что обеспечивает получение отпечатков с хорошей резкостью контуров и ровной окраской [6]. С использованием метода погружения Дрейвза и Клаксона [7] установлено, что максимальной смачиваю-

щей способностью из изученных препаратов обладает феноксол 9/10 БВ (табл. 1 – смачивающая способность поверхностно-активных препаратов).

Таблица 1

| Наименование ПАВ | Продолжительность погружения образца t, с | | | | | |
|------------------|---|------|-------|------|------|------|
| | Концентрация ПАВ, г/л | | | | | |
| | 0 | 0,1 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| Феноксол 9/10 БВ | >7200 | 833 | 128,9 | 38,1 | 13,3 | 11,8 |
| Ивалон ХП | >7200 | 2564 | 1163 | 134 | 114 | 105 |
| Метекс | >7200 | 2326 | 373 | 327 | 205 | 162 |
| Имидаль К | >7200 | 7143 | 3571 | 1724 | 671 | 532 |

Определение влияния красителя на величину поверхностного натяжения показало, что дополнительное снижение величины σ достигается при использовании феноксола 9/10 БВ и метекса. Подобное влияние оказывает сам краситель, содер-

жащий поверхностно-активные вещества в составе выпускной формы (табл. 2 – поверхностные натяжения растворов красителя кислотного синего 2К в присутствии ПАВ).

Таблица 2

| Наименование ПАВ | Поверхностное натяжение ПАВ (1 г/л), Дж/м ² | Поверхностное натяжение растворов ПАВ(конц 1 г/л) с красителем кислотным синим 2К, Дж/м ² |
|------------------|--|--|
| | | кислотный синий 2К |
| Без ПАВ | 72,8 | 24,6 |
| Феноксол 9/10 БВ | 27,6 | 24,8 |
| Метекс | 40,9 | 28,1 |
| Имидаль К | 24,8 | 41,0 |
| Ивалон ХП | 33,6 | 56,9 |

При оценке пенообразующей способности детергентов (метод выливания Росс – Майлса) [8] установлено, что в интервале концентраций ПАВ, близких к диапазону применения (0,25...0,5 г/л), они имеют не-

высокий уровень пенообразования. Одновременно разрушение пен на основе феноксола 9/10 БВ протекает медленнее, что свидетельствует о повышенной степени их монодисперсности [9].

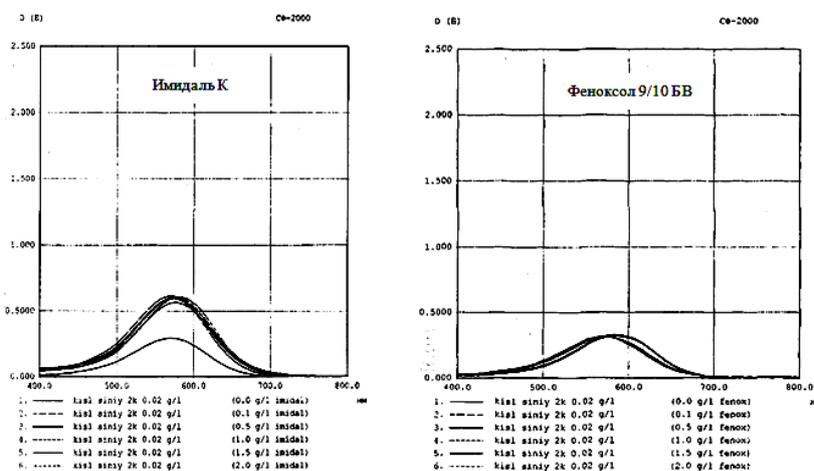


Рис. 2

Анализ спектральных кривых поглощения (спектрофотометр СФ-2000) показал (рис. 2 – спектральные кривые поглощения водных растворов кислотного синего 2К в присутствии ПАВ), что введение в раствор кислотного синего 2К имидаля К приводит к гипсохромному, феноксоло 9/10 БВ – к батохромному смещению максимумов в спектрах поглощения.

С ростом концентрации ПАВ отмечен гиперхромный эффект для изученных препаратов, который в меньшей степени выражен для феноксоло 9/10 БВ.

Наибольший практический интерес представляет установление характера влияния исследуемых ПАВ на размер частиц красителя (кислотного синего 2К) в водном растворе. Показано, что введение феноксоло 9/10 БВ обеспечивает перевод красителя в мономолекулярное состояние, в то время как использование ивалона ХП приводит к увеличению размера частиц, который превышает 100 нм (рис. 3 – зависимость размера частиц красителя (кислотный синий 2К) от вида ПАВ).

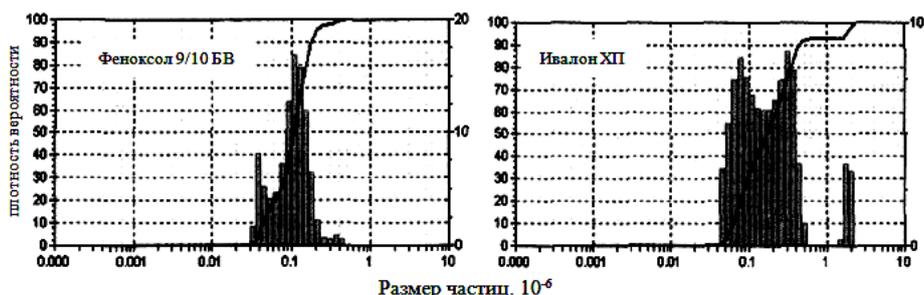


Рис. 3

Проверка работы чернил, содержащих ивалон ХП, показала быстрое забивание сопел печатающей головки струйного принтера. При применении феноксоло 9/10 БВ такого эффекта не было.

ВЫВОДЫ

1. На основе проведенных исследований установлено влияние природы и концентрации вспомогательных веществ с поверхностно-активными свойствами на состояние красителя в растворах для струйной печати. Показаны пути управления размером их частиц и рекомендовано использовать этот показатель в качестве основного критерия оценки качества чернил для струйных текстильных принтеров.

2. Показано, что наиболее эффективным препаратом среди исследованных веществ в составе растворов для струйной печати является феноксоло 9/10 БВ (0,5...1,0 г/л).

ЛИТЕРАТУРА

1. Dawson T.L. Ink-jet printing under the microscope // JSDC. – V. 116. P. 52.
2. L'industrie textile 1339 mars 2002, Comparai-son technico-economique entre le numerique et le traditionnel. P. 53.
3. Fryberg M. Dyes for ink-jet printing // Rev.Prog.Color. – 2005. Vol. 35. P.1...30.
4. Кислотные красители /Прспект-каталог. Составитель: Е.Л.Симановская / Отделение НИИЕЭХИМа. – Черкассы, 1975.
5. Красители для текстильной печати. Справочник / Под ред. А.А.Бяльского и В.В. Карпова. – М.: 1971.
6. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов: Учебник для вузов. – Т. 2. – М., 2000.
7. Абрамзон А.А. и др. Справочник: Поверхностно-активные вещества. – Л.: Химия, 1979.
8. Тихомиров В.Б. Пены. Теория их получения и практика применения. – Л.: Химия. 1975.
9. Manegod I. // Chemie-Technology. – 1946. V.12, № 3. P. 84...93.

Рекомендована кафедрой химической технологии и дизайна текстиля СПГУТД. Поступила 01.04.09.

ИННОВАЦИОННЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТДЕЛКИ ЛЬНЯНЫХ И ЛЬНОСОДЕРЖАЩИХ ТКАНЕЙ

А.В. ЧЕШКОВА, О.А. БОРИСОВА

(Ивановский государственный химико-технологический университет)

В настоящее время в условиях инновационной экономики развитие эко-технологий весьма перспективно и экономически выгодно. Свою нишу на мировых рынках экологически чистых и ультра-модных товаров занимают текстильные материалы из льна и, особенно, содержащие природно-окрашенное льняное волокно, обладающие исключительными природными свойствами (высокая прочность, гигиеничность, природная бактерицидность, экологичность, натуральность).

Впервые создание теоретических основ и разработка бесхлорных технологий отделки текстильных льносодержащих материалов позволили доказать возможность выпуска гладкокрашеных, узорчатых жаккардовых

тканей, а также полульняных и льняных тканей с цветными нитями, соответствующих требованиям ГОСТов и современным экологическим стандартам [1], [2].

В табл. 1 представлены технологические режимы подготовки льняных тканей под крашение. Выявлено, что синергетический эффект от действия амилаз, пектиназ, гемицеллюлаз и целлюлаз на первой стадии подготовки благоприятствует увеличению сорбционной восприимчивости и реакционной способности целлюлозы по отношению к белящим реагентам.

Табл. 2 иллюстрирует влияние способа подготовки тканей на результаты крашения активным красителем (ремазол крас-ный LL).

Т а б л и ц а 1

| | | | |
|---|---|---|---|
| Расшлихтовка амилазой в присутствии щавелевой кислоты, рН=5,5, 30...50°C, 30...60 мин | Обработка пектиназой в сочетании с гемицеллюл., рН=7-8, пропитка 60°C, выдерживание при термостатировании 60...80°C в течение 20...60 мин | Пероксидное белиение, 85...95°C в течение 20...60 мин, промывка с каталазой | Крашение активными и кубовыми красителями в светлые и темные тона |
| Ферментативная обработка биофлексом, 50...60°C в течение 20...60 мин, промывка щавелевой кислотой | Пероксидное белиение (2 стадии), 85...95°C, 60...90 мин Пероксидное белиение, 85...95°C, 60...90 мин | Кисловка, промывка | |
| Биообработка композиционным составом, пропитка при 50...60°C, выдержка 60 мин | Пероксидное белиение, 85...95°C, 60...90 мин, промывка с каталазой | Крашение активными и кубовыми красителями в темные тона | |

В процессе полного цикла ферментативно-пероксидного белиения достигается желаемый результат модификации целлюлозы волокна, обеспечивающий качественное крашение активными красителями в условиях регламентированных режимов. Несмотря на то, что белизна тканей, отбеленных по сокращенной ферментативно-пероксидной технологии, не превышает 74...80% для льняных тканей и 78...82% – для полульняных тканей, значения показате-

телей интенсивности окрасок (K/S) находятся на высоком уровне (табл. 2).

В табл. 3 представлены цветовые характеристики окрасок (L – светлота, S – насыщенность, T – цветовой тон и ΔE – в сравнении с суровой тканью).

Как показала практика отделки тканей, отбеленных по ферментативно-пероксидной технологии, в процессе крашения исключаются некоторые виды брака (белесые пятна и полосы). Эти эффекты дости-

гаются в результате специфической модификации во внешних слоях волокна на участках с наименьшей упорядоченностью молекул, сопровождающейся повышением капиллярных свойств за счет микроэрозии,

расщепления комплексного льняного волокна, удаления гидрофобных примесей без повреждения целлюлозы моноволокон льна [3].

Т а б л и ц а 2

| Арт. ткани /способ подготовки | K/S, ед. | Прочность окраски, баллы | | | |
|--|----------|--------------------------|---------|-------|---------|
| | | трению | | мылу | поту |
| | | сухому | мокрому | | |
| Арт. 576, ремазоль красный LL (0,5 % выкраска) | | | | | |
| Ферментативно-пероксидное беле- ние, 2 стадии | 0,98 | 5/5 | 5/4-5 | 5/4/3 | 3-4/4/3 |
| Гипохлоритно-пероксидное беле- ние, 5 стадий | 0,90 | 5/5 | 4/3 | 5/3/3 | 3/4/3 |
| Арт. 471, ремазоль красный LL (1 % выкраска) | | | | | |
| Ферментативно-пероксидное беле- ние, в 3 стадии | 2,7 | 3-4/4-5 | 4-5/3-4 | 5/5/4 | 3/4/4 |
| Гипохлоритно-пероксидное беле- ние в 3 стадии | 2,2 | 3-4/4-5 | 3-4/3-4 | 4/4/4 | 3-4/4/4 |
| Арт. 292, ремазоль красный LL (1 % выкраска) | | | | | |
| Ферментативно-пероксидное беле- ние, в 3стадии | 3,2 | 5/4-5 | 5/4-5 | 5/5/4 | 3/3/4 |
| Гипохлоритно-пероксидное беле- ние в 3 стадии | 3,0 | 3-4/4-5 | 4-5/4-5 | 4/4/4 | 3-4/4/4 |

Т а б л и ц а 3

| Способ подготовки | ΔE | Светлота, % | Насыщенность, % | Цветовой тон |
|---|------|-------------|-----------------|--------------|
| Ферментативно- пероксидный, 2 стадии | 6,67 | 63,70 | 24,03 | 255,82 |
| Гипохлоритно- пероксидный, 3 стадии | 7,09 | 62,90 | 20,01 | 241,45 |

Производственными испытаниями в условиях ОАО "Гаврилов-Ямский льнокомбинат" практически подтверждена возможность сокращения расхода активного красителя на 10...15% при получении окрасок с интенсивностью, соответствующей эталону. Практически доказано, что использование ферментативно-пероксидного беле-ния позволяет исключить браки, проявляющиеся при последующем крашении, например, образование светлых или темных пятен, или так называемых "належек". Длительность полного цикла беле-ния сокращается с 7,5...8 часов до 4...6 часов, что позволяет значительно увеличить производительность оборудования.

Особую трудность в процессах отделки льносодержащих текстильных материалов составляет подготовка жаккардовых полубельяных и льняных тканей, имеющих в составе цветную окрашенную пряжу. Результатами проведенной оптимизации па-

раметров ферментативной обработки с использованием препарата "Биофлекс" показано, что при концентрации биопрепарата 2 г/л в течение 60 мин достигается капиллярность ткани более 120 мм при степени удаления шлихты на уровне 80...90%. Качественная и селективная расшлихтовка при суммарной степени очистки хлопковых и льняных волокон от примесей на уровне 59...65% способствует более эффективному проникновению белящих реагентов в структуру как окрашенных, так и не окрашенных нитей. Экспериментально и практически подтверждена возможность подготовки по двухстадийному режиму пестротканей (поверхностной плотностью 150...200 г/м²), включающего ферментативную обработку и пероксидное беле-ние (табл. 1).

При использовании концентраций пероксида водорода (100%-ного) от 4,8 до 6,5 г/л и метасиликата натрия от 10 до

6,5 г/л в условиях одностадийного беления ферментативно обработанных льняных и полульняных тканей с цветными нитями достигается белизна более 77% при капиллярности 140 мм и сохранении разрывной нагрузки до 400 Н. Это является приемлемым при белении тканей с высоким содержанием окрашенных нитей (более 70%), например, тканей костюмно-плательного ассортимента. Проведение процесса беления при более высоких концентрациях пероксида водорода (6,5 до 8 г/л) при общей щелочности 4,8...5,5 г/л обеспечивает получение тканей с белизной 78...80% и капиллярностью 175 мм. Потеря прочностных свойств в данном случае составляет не более 8...9%, показатель разрывной нагрузки снижается до 380 Н, прочность к истиранию – до 6...7 тыс. циклов, что допустимо для тканей скатертного ассортимента и хозяйственных холстов. Необходимо отметить, что цветовые характеристики окрашенных нитей, контролируемые показателем K/S до и после процесса подготовки, изменяются незначительно (табл. 3).

Специфическая делигнификация льняного волокна на стадии ферментативно-механического мягчения определяет особенности цветовых характеристик льняных и полульняных тканей, выработанных на основе отваренной ровницы [3], [4]. Частичное удаление лигнина, содержащего хромофорные группировки в структурных элементах, приводит к отбеливанию целлюлозы льна. Мягкий гриф льносодержащим и чистольняным материалам придается ферментативной обработкой мультиэнзимными препаратами, содержащими целлюлазы, например Целлюсофт (или его аналогами, например, Целловиридин). Такую обработку можно проводить на аппаратах типа КТ-100, а также линиях непрерывного действия, обеспечивающих турбулентность водных потоков и механическое абразивное воздействие. Обработка может также осуществляться на джиггерах с последующей механической обработкой на машинах типа Airo-1000s. Установлено, что при длительности процесса ферментативной обработки 60...90 мин и после-

дующей механической обработке на Airo-1000s в течение 30 мин обеспечивается повышение белизны природно-окрашенной льняной ткани на 8 ед., мягкости более чем на 40...60%, капиллярности на 60 мм при незначительном снижении прочностных свойств ткани (вязкости медно-аммиачных растворов целлюлозы). Степень расщиповки достигает 98...99%, а суммарная степень удаления примесей превосходит результаты постадийной технологии обработки природно-окрашенных тканей путем щелочной отварки, обработки щавелевой кислотой и последующего механохимического мягчения на 8...10%. Совмещенный процесс ферментативной обработки и мягчения способствует снижению разнооттеночности полотен природно-окрашенной льняной ткани. Такая обработка пригодна для отделки тканей широкого ассортимента от костюмно-плательных жаккардовых тканей (без последующей обработки мягчителями [4]) до скатертных жаккардовых тканей, для костюмных или декоративных тканей, предназначенных под печатание пигментами, активными и кубовыми красителями, а также для крашения активными красителями и кубозолями в темные тона.

Ферментативные технологии позволяют сохранить в льняном волокне лигнин и природные красители, что открывает широкие возможности для художественно-колористического оформления таких материалов. Лигнин, обуславливающий серебристо-серую окраску льна, способен разрушаться под действием окислителей. Это позволяет использовать естественный серый фон ткани для создания рисунка методом цветной вытравной печати [5...8]. Нетрадиционность технологических решений заключается в определении условий и подборе окислительных систем, позволяющих обеспечить эффективное разрушение хромофорной системы природного красителя и устойчивость хромофорной структуры синтетического красителя в условиях высокой щелочности среды.

В результате обширных теоретических и практических исследований была предложена технология цветной вытравной пе-

ВЫВОДЫ

части на основе пероксида водорода и прямых или активных красителей [6], [7], дающая возможность получения устойчивых расцветок, особенно в случае прямых красителей на 0,5-1 балла (за счет образования с лигнином водородных и Ван-дер-Ваальсовских связей), чистых и разнообразных по цветовой гамме узоров и вместе с тем обеспечить сохранение прочностных показателей природного льна. Технология колорирования методом цветной вытравной печати природно-окрашенных льняных и льносодержащих тканей предусматривает следующую последовательность операций: нанесение печатного состава (пероксид водорода 10...30 г/кг, силикат натрия 30...90 г/кг, краситель 0,5...5 г/кг), сушка ткани в интервале температур от 60 до 80°C, запаривание в среде насыщенного пара в течение 3...7 мин и промывка.

Оригинальность разработанной технологии заключается в создании своеобразного колористического эффекта в контуре печатного рисунка, который достигается за счет цветового контраста между природной окраской льняного волокна и расцветкой различной интенсивности – от мягких пастельных до темных тонов, чего невозможно достичь классическими методами печати по серому льну. Варьирование последовательности операций крашения и твердофазного беления серых льняных тканей позволяет получать новые дизайнерские эффекты – цветовой муар, деграде, "жировая печать", "масляное пятно" и т.п.

Таким образом, внедрение новых экологических разработок в производство позволит повысить конкурентоспособность льняных изделий на мировом и отечественном рынках и наиболее полно использовать льняное сырье.

1. Выявлено, что при ферментативно-пероксидном белении синергетический эффект от действия пектиназ, амилаз, гемицеллюлаз и целлюлаз на первой стадии подготовки благоприятствует увеличению сорбционной восприимчивости и реакционной способности целлюлозы по отношению к белящим реагентам, красителям.

2. Приведены сведения о перспективных методах художественно-колористического оформления льняных тканей способами крашения и печати, охватывающих широкий ассортимент выпускаемой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Шибашова С.Ю.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, № 4. С. 50...52.
2. *Чешкова А.В.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, № 3. С. 60...64.
3. *Чешкова А.В.* // Текстильная химия. – 1998. Спец. выпуск. С. 23-25.
4. *Чешкова А.В.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №4. С. 65...68.
5. *Шарнина Л.В.* // Физика волокнистых материалов (SmarTex-2005): Материалы VIII Межд. конф. – Иваново, 2005. С. 186...191.
6. *Лещева О.А.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, №1. С. 48...51.
7. *Лещева О.А.* // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2003, Т. 46. Вып. 7. С. 23...26.
8. *Лещева О.А.* // Малые производства №1 (5). – 2006, С. 36...38.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 24.06.09.

О СОГЛАСОВАНИИ СИСТЕМЫ ИСТОЧНИК ВЧ/СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ – НАГРУЗКА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАГРЕВА ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

(Ивановская государственная текстильная академия
Ивановский государственный химико-технологический университет)

Правильная оценка изменения энергетике системы генератор – нагрузка позволяет осуществлять оперативную корректировку процесса диэлектрического нагрева полимерного материала и достигать наиболее рационального и полного протекания всего комплекса физико-химических и механических изменений в обрабатываемой системе. Как отмечалось нами ранее [1], удельная мощность является универсальным энергетическим критерием подобия процессов диэлектрического нагрева, так как однозначно определяет кинетику нагрева. Зависимость температуры обрабатываемого полимерного материала (T) от удельной мощности ($P_{уд}$) для модельных диэлектриков, соответствующих по своим диэлектрическим свойствам целлюлозосодержащим тканям с различным влагосодержанием, имеет прямолинейный характер.

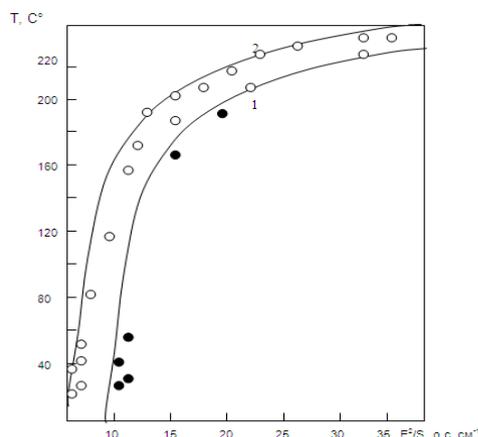


Рис. 1

Для процессов, протекающих с изменением геометрических размеров пакета и имеющих место при ВЧ-сварке ПВХ-пленок, данная зависимость приобретает более сложный вид (рис.1, где 1 – зависи-

мость T - $P_{уд}$ для хорошо согласованной системы; 2 – для несогласованной системы). Перегиб на кривых вызван тем, что при достижении температуры 180...220°C происходит размягчение и плавление материала, ведущие к его деформации, что в сильной мере сказывается на степени согласования системы генератор – нагрузка.

Степень согласования представляет собой соотношение между сопротивлением нагрузки (R_n) и выходным сопротивлением генератора ($R_{вг}$). Чем ближе это соотношение к единице, тем выше КПД передачи мощности. В процессе нагрева полимера в поле ТВЧ происходит изменение диэлектрических параметров рабочего конденсатора, поэтому коэффициент передачи мощности не является постоянным во времени.

Зная изменение степени согласования можно, не прибегая к опытам, оптимизировать процесс, то есть определить наиболее выгодные соотношения между толщиной и площадью обрабатываемого материала, в том числе и при реализации химических процессов отделочного производства. Реально используемая нагрузка представляет собой электрический конденсатор, в котором в качестве диэлектрика служит нагреваемый полимер. Ее параметры могут быть рассчитаны по формуле:

$$C = \epsilon_0 \epsilon S/d,$$

где C – теплоемкость материала (Дж/кг·°C); ϵ_0 – диэлектрическая постоянная ($8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м); ϵ – диэлектрическая проницаемость материала, служащего диэлектриком; S – площадь электрода (м²); d – толщина нагреваемого материала (м).

Сопrotивление емкостной нагрузки:

$$R_i = \tilde{O}_n = \frac{1}{2\pi f \tilde{N}},$$

где f – частота работы генератора (Гц).

В процессе нагрева полимеров в ТВЧ-поле целый ряд величин неизменен – это ϵ_0 , S , f . В большинстве случаев ВЧ-обработки текстильных материалов неизменной остается и толщина пакета, но такие процессы, как сварка, тиснение рисунка на термопластичных полимерах, желирование пластизолей, приводят к изменению величины d .

Наиболее простыми процессами, с точки зрения изменения согласования, являются технологические операции, производимые с целью облагораживания тек-

стильных материалов: подготовка, колорирование и заключительная отделка тканей. В данном случае происходит изменение лишь величины ϵ под действием температуры. Более сложными представляются процессы ТВЧ-сварки и тиснения. Нами были проведены измерения емкостного сопротивления нагрузки в процессе ТВЧ-нагрева модельных полимеров на основе ПВХ при различных соотношениях d/S . Характерные результаты расчетов, отображающие изменение сопротивления нагрузки при увеличении температуры текстильного материала приведены на рис.2. Наиболее подходящим для проведения процесса является соотношение между толщиной материала (в мм) и его площадью (в см^2) – $1/30$.

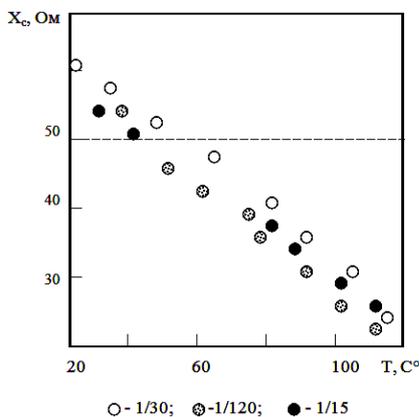


Рис. 2

На рис. 3 приведена зависимость мощности, поглощаемой нагрузкой от температуры при различных соотношениях d/S , где 1 – зависимость для хорошо согласованной системы; 2 – для удовлетворительного согласования; 3 – для несогласованной системы. Расчеты изменения емкостного сопротивления нагрузки необходимы для оптимизации технологических параметров процессов обработки полимеров в ВЧ-поле с целью сушки, сварки, желирования пластизолей, термофиксации красителей. Для этого необходимо знать лишь связь диэлектрических характеристик материала (ϵ , $\text{tg}\delta$) с частотой и температурой. Зная частотную зависимость $\text{tg}\delta$ и ϵ можно выбрать наиболее подходящую рабочую

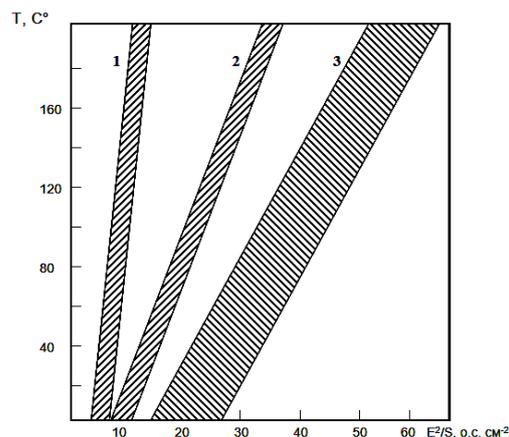


Рис. 3

частоту генератора. При этом произведение фактора потерь ($k = \text{tg}\delta \cdot \epsilon$) на частоту должно быть максимальным, что, при прочих равных условиях, соответствует максимальной мощности, выделяющейся в материале.

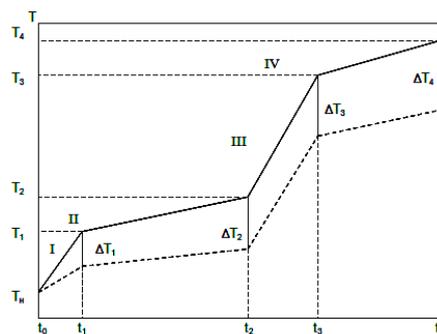


Рис. 4

ВЫВОДЫ

Характерное изменение температуры материала во времени для процессов ТВЧ-нагрева полимерных материалов, исходя из расчетных данных, может быть представлено в виде сложной кривой, состоящей из 4-х участков (рис.4: сплошной линией показано изменение температуры на оси нагреваемого пакета, пунктиром – на его поверхности). Участок I соответствует лимитирующей стадии процесса и его временной показатель зависит от приближенности соотношения между X_c и $R_{вг}$ к единице, при этом $X_c/R_{вг} > 1$; в начальный момент времени при $X_c/R_{вг}=1$ этот участок отсутствует. На участке II происходит скоротечное изменение X_c до величины, равной $R_{вг}$. Участок III соответствует падению температуры в результате рассогласования ($X_c/R_{вг} < 1$). При этом происходит увеличение ε . Участок IV соответствует стабилизации процесса. После увеличения ε на участке III X_c незначительно возрастает, что приводит к улучшению согласования и повышению температуры. В целом полученные расчетным путем данные хорошо согласуются с результатами эксперимента.

1. Проведены измерения емкостного сопротивления нагрузки в процессе диэлектрического нагрева модельных полимеров на основе ПВХ при различных соотношениях диаметра и площади (d/S) обрабатываемого материала.

2. Получена зависимость мощности, поглощаемой нагрузкой, от температуры при различных соотношениях d/S для согласованной и несогласованной системы.

3. Показано изменение температуры материала во времени для процессов ТВЧ-нагрева полимерных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулыгин Ю.Н., Циркина О.Г., Никифоров А.Л., Мельников Б.Н. // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 2. С.57...60.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов ИГХТУ. Поступила 01.07.09.

УДК 678.046:620.179.4

**ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ, НАНЕСЕННЫХ
НА МЕЖФАЗНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ,
НА ПРОЧНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ
НЕСОВМЕСТИМЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПАР***В.М. ГОРЧАКОВА, Ю.К. КОЧНЕВ, В.Я. КИСЕЛЁВ, С.В. ВЛАСОВ***(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,
Московская государственная академия тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова)**

Нетканые материалы (НМ), содержащие порошкообразные наполнители, находят все большее применение в качестве сорбционных, защитных, изоляционных и других материалов. Для таких композиционных материалов большое значение имеют процессы, протекающие на межфазной поверхности контакта адгезив–субстрат. Согласно [1] адгезионные свойства определяются термодинамической природой полимерных пар: чем дальше по параметрам совместимости (β) и растворимости (δ) отстоят друг от друга контактирующие полимеры, тем меньше прочность связи, а в жидкой среде может наблюдаться самопроизвольное их разрушение [2]. Рассматриваемое в настоящее время анионно-катионное взаимодействие согласно адсорбционной теории [3] все же не дает возможности предположить или рассчитать адгезионные характеристики несовместимых полимеров.

Модификация поверхности контактирующих несовместимых полимерных пар органическими промоторами адгезии приводит к значительному увеличению прочности сцепления, а при смешении их мо-

дифицирующие агенты в основном распределяются в одном из полимеров композиции в результате термодинамической совместимости. Наилучшим усиливающим агентом признаны высокодисперсные частицы наполнителя, обладающие высокой энергией поверхности, а наличие дисперсионных и ассоциативных адсорбционных сил взаимодействия способствует росту прочности между несовместимыми полимерными парами.

Совместимость некоторых полимеров является, скорее, исключением, чем правилом. Целью работы явилось исследование влияния наполнителей различной природы, нанесенных на межфазную поверхность, на прочность и долговечность адгезионных соединений несовместимых пар полимеров на воздухе и в жидких средах.

Объектами исследования были взяты типичные наполнители различной природы, формы и размера частиц, широко применяющиеся в промышленности: печная сажа (ПМ-50), белая сажа (БС-50), оксид цинка (ZnO), фторопласт (Ф4), пудра алюминевая (Al), характеристика которых дана в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

| № п/п | Наполнитель | Объемная доля, % | Плотность, ρ_v , кг/м ³ | $\sigma_{из}$, МПа | σ_p , МПа | ϵ_p , % | E, МПа | Водопоглощение за 24 часа, % | Усадка, % | Ударная вязкость по Деннета, % | ПТР, г/10 мин |
|-------|----------------|------------------|---|---------------------|------------------|------------------|--------|------------------------------|-----------|--------------------------------|---------------|
| 1 | 50%ПА+50% ПП | - | 1019 | 18,7 | 22,4 | 12,2 | 19 | 3,8 | 1,21 | 11,2 | 32,0 |
| 2 | ПМ-50 | 5,5 | 1136 | 30,1 | 42,1 | 1,8 | 133 | 1,4 | 1,06 | 14,7 | 21,17 |
| 3 | БС-50 | 4,9 | 1078 | 20,6 | 27,0 | 2,1 | 130 | 5,0 | 1,10 | 12,2 | 25,1 |
| 4 | ZnO | 1,9 | 1692 | 19,7 | 26,1 | 7,4 | 36 | 1,6 | 1,12 | 11,8 | 42,6 |
| 5 | Фторопласт Ф-4 | 4,6 | 1154 | 21,6 | 25,5 | 5,0 | 45 | 12,0 | 0,82 | 11,5 | 44,9 |
| 6 | Al-пудра | 7,2 | 1068 | 20,0 | 21,0 | 13,3 | 17 | 3,4 | 0,83 | 9,9 | 55,4 |

Полимерные соединения состояли из несовместимых пар – пропилена (ПП) (плотность энергии когезии (ПЭК) = 279,6 МДж/м³) и полиамида 6 (ПА) (ПЭК = 344,5 МДж/м³), параметр термодинамической совместимости – $\beta = 0,5$ МДж/м³ [4].

Адгезионные соединения изготавливали и испытывали по стандартным методикам: шайбу ПА толщиной $0,5 \cdot 10^{-3}$ м помещали на 30 с в муравьиную кислоту, а затем макали в наполнитель. Не связанные с поверхностью ПА частицы наполнителя удаляли с помощью щетки. В качестве объектов исследования использовали образцы со степенью заполнения поверхности более 80%, о чем судили с помощью отражательного микроскопа.

Образцы модифицированного наполнителем ПА приклеивали с помощью специального клея к металлическим "грибкам" и приводили в контакт с аналогичной шайбой из полипропилена. Контакт осуществляли в специальных струбцинах на прессе при температуре 250°C в течение 10 мин под давлением 20 МПа. После охлаждения сдублированные соединения разрушали методом отрыва на машине "Шоплер" при скорости раздвижении зажимов $3 \cdot 10^{-3}$ м/с. За величину адгезионной прочности принимали среднее из испытаний пяти образцов. Ошибка эксперимента не превышала 10,7%, а коэффициент вариации 6,1%.

Для изучения прочности и долговечности адгезионных соединений несовместимых полимеров в жидких средах образцы изготавливали следующим образом: пленку ПА толщиной 70 мкм модифицировали частицами наполнителя и дублировали под прессом в тех же условиях с пленкой ПП толщиной 120 мкм, что и в первом

случае. Расслаивание производили при постоянной скорости $4,1 \cdot 10^{-4}$ м/с на специально сконструированном динамометре, подключенном к тензометрическому датчику и записывающему устройству. За величину адгезионной прочности и скорости расслаивания (долговечности) при постоянной нагрузке 0,1 Н брали среднее из показаний пяти образцов. Ошибка эксперимента в этом случае составила 5,3%, а коэффициент вариации 4,0%. Характер разрушения контролировали с помощью оптической и электронной микроскопии.

Для определения физико-механических свойств образцов готовили смеси ПП+ПА в соотношении 1:1 с содержанием 10 масс. частей различных наполнителей на дисковом экструдере.

Определение прочностных и деформационных характеристик при растяжении образцов проводили на универсальной разрывной машине при скорости перемещения подвижного зажима $50 \cdot 10^{-3}$ м/с.

Физико-механические свойства смесовых образцов представлены в табл. 1. Показано, что введение частиц наполнителя в объем смеси увеличивает физико-механические характеристики образцов.

Прочность на разрыв и модуль смесовых образцов увеличивается значительно при введении высокодисперсных усиливающих наполнителей: ПМ-50 и БС-50.

На основании экспериментальных данных установлено, что нанесение наполнителя на границу раздела ПП–ПА значительно увеличивает прочность связи между несовместимыми полимерами. Наибольшее увеличение адгезионной прочности наблюдается при модификации поверхности ПА окисью цинка, имеющем

значительную ассоциативную составляющую в поверхностной энергии. Крупные частицы металлического порошка также увеличивают прочность связи между несовместимыми полимерами. Это связано с тем, что поверхностная энергия металлов велика и наличие окисной пленки, возможно, способствует возникновению перекисной химической связи между контактирующими поверхностями.

Печная ПМ-50 и белая БС-50 сажи практически одинаково увеличивают адгезию между несовместимыми полимерами, несмотря на значительную разницу в природе. Это может быть связано с тем, что неполярная печная сажа ПМ-50 лучше взаимодействует с поверхностью ПП за счет дисперсионных сил, а двуокись крем-

ния БС-50, наоборот, с полярной поверхностью ПА за счет ассоциативных сил (водородной и полярной энергии связи).

Следовательно, природа связи полимер – наполнитель является первостепенной для создания прочного адгезионного соединения, составленного из несовместимых полимерных пар. Количество и качество функциональных групп на поверхности твердых частиц, дисперсность и возможность образовывать не только физические, но и химические связи способствует росту прочности адгезионного соединения.

Для оценки влияния наполнителя на долговечность адгезионного соединения образцы испытывали в различных жидких средах методом расслаивания. Экспериментальные данные представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

| № п/п | Наполнитель | Температура испытаний, °С | ρ_0 наполнителя, кг/м ³ | Размер частиц г, мкм | $S_{уд}$, м ² /кг | Адгезионная прочность | | Скорость разрушения, м/с | | | |
|-------|-----------------|---------------------------|---|-----------------------|-------------------------------|--|------------------------|---|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | | | | | | σ_p (отрыв), МДж/м ² | Ad (расслаивание), н/м | среда разрушения при расслаивании (σ , м/л) | | | |
| | | | | | | | | олеат Na (3,2·10 ⁻⁵ м/л) | HCl (3,2·10 ⁻⁴ м/л) | NaOH (3·10 ⁻⁴ /л) | KCl (2,9·10 ⁻⁴ м/л) |
| 1 | Без наполнителя | 25 | - | - | - | 0,37 | 13 | Расслаиваются самопроизвольно | | | |
| 2 | ПМ-50 | 25 | 1,16 | 38·10 ⁻³ | 43,6 | 31,7 | 210 | 0,4·10 ⁻⁴ | 2,4·10 ⁻⁶ | 1,7·10 ⁻⁵ | 1,8·10 ⁻⁵ |
| | | 80 | | | | | | - | - | 1,3·10 ⁻⁴ | 1,8·10 ⁻⁵ |
| 3 | БС-50 | 25 | 2,97 | 40,3·10 ⁻³ | 48,4 | 450 | 325 | 3,1·10 ⁻⁴ | 6,8·10 ⁻⁵ | 2,5·10 ⁻⁶ | 3,2·10 ⁻⁵ |
| | | 80 | | | | | | - | - | 5,1·10 ⁻³ | 4,3·10 ⁻³ |
| 4 | ZnO | 25 | 3,11 | 0,14 | 2,7 | 390 | 520 | 2,2·10 ⁻⁵ | 9,2·10 ⁻³ | 5,7·10 ⁻⁷ | 1,0·10 ⁻⁶ |
| | | 80 | | | | | | - | - | 1,4·10 ⁻⁴ | 3,9·10 ⁻³ |
| 5 | Фторопласт Ф-4 | 25 | 1,14 | 180·10 ⁻³ | 0,9 | 18,6 | 64 | Расслаивается самопроизвольно | | | |
| 6 | Al-пудра | 25 | 6,41 | 23,4 | 1,8 | 260 | 380 | 1,7·10 ⁻³ | 0,3·10 ⁻⁴ | 1,2·10 ⁻⁴ | 2,2·10 ⁻⁵ |
| | | 80 | | | | | | - | - | Расслаиваются самопроизвольно | 0,8·10 ⁻² |

Несовместимые пары полимеров самопроизвольно разрушаются при помещении

их в жидкую среду за счет "расклинивающего давления" [5], возникающего в ре-

зультате адсорбции подвижных молекул среды на границе раздела фаз контактирующих полимеров. Нанесение на межфазную поверхность твердых частиц значительно увеличивает устойчивость адгезионных соединений в жидких средах. Диффузия молекул жидкости на границу полимер – наполнитель и плохое смачивание, приводящее к "стягивающему" усилию вызывает значительный рост адгезии между несовместимыми полимерами.

Как и следовало ожидать, увеличение температуры жидкой среды способствует значительному уменьшению прочности адгезионных соединений независимо от природы наполнителя, нанесенного на границу раздела ПП–ПА. При этом скорость расслаивания (долговечность) адгезионного соединения также уменьшается в значительной степени.

Аналогично ведут себя полимерные соединения в водных растворах поверхностно-активных веществ (ПАВ) – олеата натрия, чем выше концентрация неполярных молекул ПАВ в растворе, тем быстрее происходит разрушение адгезионного соединения, тем меньше прочность связи неполярный полимер – наполнитель – полярный полимер. Увеличение количества полярных молекул ПАВ в водном растворе способствует уменьшению прочности связи полимер – наполнитель в ряде случаев в несколько раз, что, по нашему мнению, связано со специфической адсорбцией молекул мыла наполнителем и возникновению значительного "расклинивающего давления" энтропийной природы.

Как показывают экспериментальные данные скорости разрушения композиции, введение на межфазную границу высокодисперсных частиц в большинстве случаев способствует увеличению долговечности сдублированных соединений. Хотя в некоторых случаях (при использовании частиц фторопласта Ф-4, например) увеличения долговечности не наблюдается, и расслаивание по-прежнему происходит самопроизвольно, без действия внешней нагрузки. Фторопласт практически не имеет адгезии к другим полимерам, и, следовательно, не вызывает улучшения прочностных харак-

теристик. Алюминиевая пудра, хотя и имеет большую адгезию к исследованным полимерам, также не вызывает значительно улучшения долговечности. Наибольшее увеличение долговечности дает печная сажа ПМ-50, белая сажа БС-50 и оксид цинка (II) ZnO.

Нами были получены микрофотографии ультратонких срезов образцов, на которых можно было видеть, что высокодисперсные частицы ПМ-50 и БС-50 распределяются на поверхности полипропилена, практически не смешиваясь с полиамидом. В случае введения крупных частиц металлического порошка возможно образование "дыр" на поверхности адгезивов, то есть участков, вообще не занятых наполнителем.

Таким образом, можно сделать вывод, что нахождение на межфазной границе двух полимеров высокодисперсных частиц не только способствует увеличению адгезионной прочности, но и улучшает механические характеристики и долговечность таких систем в различных жидких средах, в том числе агрессивных органических.

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрено влияние высокодисперсных частиц наполнителя на адгезионную прочность и физико-механические свойства термодинамически несовместимых полимерных пар.

2. Показано, что присутствие твердых частиц наполнителя на межфазной поверхности несовместимых полимеров (ПП–ПА) на несколько порядков увеличивает адгезионную прочность и устойчивость к воздействию агрессивной среды (воды, кислот, оснований, ПАВ, солей).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Купцов Ю.С.* Влияние свойств полимеров на адгезию системы эластомер – жесткоцепной полимер: Дис... канд. хим. наук. – М.: МИТХТ им. М.В. Ломоносова, 1971.
2. *Горчакова В.М., Киселев В.Я.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1997, №1. С.62...65.
3. *Корягин С.И.* // Пластические массы. – 1997, №3. С.17...22.

4. *Басин В.Е.* Адгезионная прочность. – М.: Химия, 1981. С.208.

5. *Яминский В.В., Пчелин В.А., Амелина Е.А., Щужин Е.Д.* Коагуляционные контакты в дисперсных системах. – М.: Химия, 1982.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 02.10.09.

УДК 677.025

**РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМ МАШИНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРИКОТАЖА
ОСНОВОВЯЗАННЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ**

Л.А. КУДРЯВИН, С.И. ПИВКИНА, В.А. ЗАВАРУЕВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

С учетом найденных возможных систем трансформации каркасов прямоугольных раппортов узора, образуемых каждой из гребенок при выработке основовязаного трикотажа на машинах с селекторно-индивидуальным способом отбора рабочих органов узоробразования, можно предполагать, что генеральное множество параметров, которые формируют узор внутри раппорта, обозначим как P , а элементы множества как P_i . Все параметры являются элементами множества P , то есть $P_i \in P$ [1]. Каждый элемент имеет ряд характеристик, таких как варианты снования m_i нитей разных цветов внутри раппорта проборки гребенок $R_{гр}$, которые может принимать параметр P_i :

$$P_i = f_i (\{P\}_{axf}), \quad (1)$$

где f_i – вариант снования m_i нитей ($f_i \in F$); F – общее множество вариантов снования; $\{P\}_{axf}$ – множество вариантов модулей сдвига гребенок за иглами внутри одного раппорта узора по высоте R_h :

$$f_i (\{P\}_{axf} \in P). \quad (2)$$

Общее множество вариантов снования m_i нитей разных цветов внутри одного раппорта снования $R_{гр}$ можно описать как размещение:

$$F_n^m = \frac{n!}{(n-m)!}, \quad (3)$$

например для $R_{гр}=6$; $m_i=3$, F_n^m составит $\frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6}{1 \cdot 2 \cdot 3} = 120$ вариантов.

Множество вариантов модулей сдвигов гребенок для однофонтурной основовязальной машины при четырех их целочисленных вариантах, $3C_{ri}=\pm 1,2,3,4$ внутри одного раппорта узора R_h также моделируется размещениями.

$$\{P\}_{axf n}^{3C_{ri}}; \text{ например для } R_h=8;$$

$\{P\}_{axf 8}^4 - 1680$ вариантов для каждой из проборок гребенок.

Нетрудно видеть, что общее множество различных вариантов узоров составит более 200 тысяч.

Для проектирования основовязанных полотен на кафедре технология трикотажного производства Московского государственного текстильного университета им. А.Н.Косыгина по предложенным алгоритмам был разработан пакет прикладных программ – директория $j os4$ – "Художественно-технологическое проектирование трикотажа основовязанных переплетений", которая реализована на языке программирования СИ.

Исходными данными, необходимыми для работы программы, являются: множества раппортов снования (селекции) гребен-

нок цветными нитями $R_{гр}$; высота раппорта узора R_h , а также величины и направления сдвигов гребенок за спинками игл $\pm \overline{CN}$, которые могут задаваться случайным образом.

На основе введенных данных программа на первом этапе осуществляет построение патрона-матрицы узора. При изменении величины или направления сдвигов гребенок за спинками игл $\pm \overline{CN}$ программа аналогично изменяет патрон-матрицу узора, отображая деформацию цветных участков пробранных нитей, также происходит автоматическое изменение графиче-

ской и аналитической записей гребенок, в результате чего изменяется структура проектируемого образца трикотажа. При изменении структуры переплетения меняется и орнамент полотна, что отображается при построении визуализации компьютерной модели трикотажа. Данные возможности программы позволяют проследить изменение рисунка и вывести на дисплей все многообразие получаемых сочетаний, подобрать на трикотаже наиболее гармоничное сочетание цвета и оттенков. На рис. 1 представлены компьютерные варианты визуализации основвязального трикотажа.

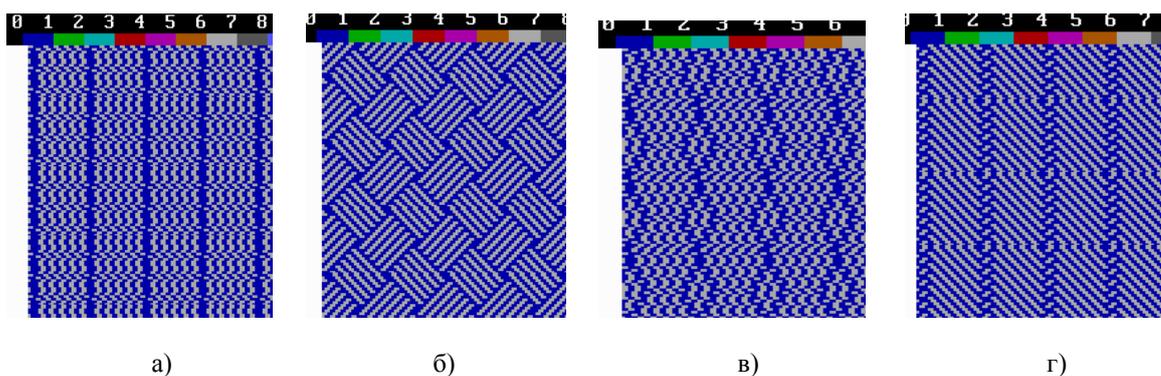


Рис. 1

Визуализация лицевой стороны представляет собой изображение рисунка и структуры трикотажа на патронах, квантованных с учетом реальных плотностей вязания трикотажа, причем размеры клеток трикотажа по направлению петельных рядов и петельных столбиков соответствуют петельному шагу и высоте петельного ряда. Визуализация лицевой стороны трикотажа, позволяет увидеть проектируемый узор из-

деля, цветовые эффекты, получаемые при сочетании нитей различных цветов.

Визуализация изнаночной стороны трикотажа позволяет увидеть структуру переплетения. Кроме того, рисунчатые эффекты, получаемые на изнаночной стороне, бывают настолько интересными и выразительными, что изнаночная сторона в изделии используется в качестве лицевой.

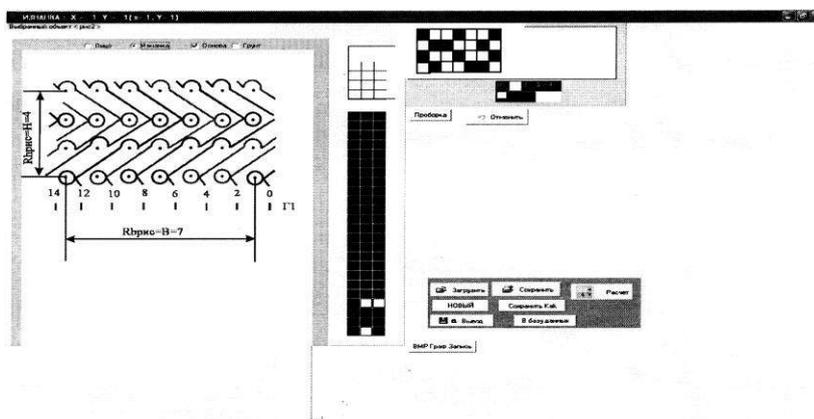


Рис. 2

Ценность разработанного программного продукта заключается в том, что наряду с визуальной информацией о выбранном рисунке выводится цифровая и графическая запись гребенок (рис. 2), что дает информацию о наборе рисунчатой цепи основовязальной машины, а также позволяет автоматически определить количество структурных элементов. Используя эти данные, можно построить алгоритм для определения материалоемкости [2], для чего вводятся данные рода и толщин используемых нитей.

ВЫВОДЫ

Разработан пакет прикладных программ, позволяющий снизить время на проектирование рисунков, осуществлять подборку цвета нитей до получения определенного узорного эффекта (эффект объемности) проектируемого полотна, что обеспечит более быструю смену ассортимента в соответствии с потребностями

рынка. Применение данного пакета программ позволяет довести до минимума ошибки при проектировании технологических параметров трикотажа и спроектировать полотно с необходимой поверхностной плотностью; при этом возможно проектирование основных заправочных и технологических данных полотен без предварительной их реализации на основовязальной машине.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Фирсов А.В.* Теоретические и прикладные аспекты разработки автоматизированных систем управления проектированием тканых полотен: Дис...докт. техн. наук. – М., 2007.
2. *Кудрявин Л.А.* Автоматизированное проектирование основных параметров трикотажа (с использованием ЭВМ): Учебное пособие для вузов. – М.: Легпромбытиздат, 1992.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 30.09.09.

УДК 746

**ТВОРЧЕСТВО В.М. ЗАЙЦЕВА И РУССКИЙ МОДЕРН:
СОВПАДЕНИЯ ИДЕЙ И ПРИОРИТЕТОВ***Н.Г. МИЗОНОВА***(Ивановская государственная текстильная академия)**

В истории русского искусства модерн занимает особое место. Пожалуй, не было в русском искусстве стиля, так органично соединившего идеи свободы и красоты, принципы народного искусства и интерес к искусству, истории и культурам других народов. Никогда художники не были окружены таким вниманием. И никогда русское искусство не знало такого триумфального международного признания.

Известно, что через 100 лет все, созданное в искусстве, потомкам кажется прекрасным. Сегодня на примере модерна эта истина подтверждается: модерн любим, моден и привлекает множество художников в мир своих образов. Он активно используется в интерьере, дизайне и рекламе, его архитектурными цитатами и ремиксами заполнены сегодняшние российские города. Однако термин "используется", к сожалению, в данном случае применен точно. Модерн чаще всего именно "используется". Цитируются его иконография, линии, детали, цветовые решения и приемы, созданные художниками, ставшими популярными в период расцвета стиля и сохранившими свою популярность сегодня. Термины "используется" и "популярные" в этом смысле являются знаковыми.

Нынешнее общество, по сравнению с обществом серебряного века, еще дальше сместилось в сторону прагматизма. Дуализм, родившийся в искусстве модерна, вместе с прагматизмом, прочно обосновался в искусстве наших дней.

Многие авторы, изучавшие принципы модерна, отмечают, что большинство его лучших художников были романтиками и утопистами, наделявшими "...искусство необычайно широкими полномочиями...", видели в нем "...панацею от всех бед..." [1]. Но утопическая идея глобальной роли художественного творчества имела и обратную сторону: обращение к широкой публике обернулось проблемами массовой культуры. "В модерне уникальное и массовое не совпадали, в результате чего индивидуальное сразу же становилось достоянием всеобщего. Контакт с широким потребителем того времени обязательно чреват "прелестями" мещанского вкуса" [2].

Ориентация на массовый стиль и сомнение в осуществлении утопий заставляли художников модерна иронично относиться к жизни и творчеству. Это обстоятельство стало причиной появления в качестве творческого метода самоиронии и гротеска, ставших типичными чертами стиля. "Соревнование открывателя и потребителя, которое характерно для модерна, как бы начинает проблематику массовой культуры, ставшей одной из главных проблем искусства XX века" [2].

Сегодня образы и цитаты модерна редко используются для продолжения и развития его креативной сущности. Воспроизводя стилистические частности стиля, цитируя и компилируя его линии или сюжеты, дизайнеры стремятся не развивать, а консервировать стиль, приближая объекты, скорее, к муляжу или антикварному

аналогу, а не к живому арт-объекту. Причина такого подхода понятна. Современный художник работает в обстановке бушующего рынка во всех его ипостасях. Некогда входило в многомерный и индивидуальный мир искусства модерна.

Но существует круг интеллектуалов, у которых ностальгия по утопиям и эстетизму модерна держится на глубоком уважении к открытым им формулам красоты. Интерес к русскому модерну усиливается еще и потому, что он не успел окончательно осмыслить себя, растаяв в смуте революций, хотя можно спорить с этим утверждением, говоря о его переходах в ар деко, конструктивизм и т.д.

Можно найти отблески модерна в творчестве многих современных русских и западных художников, особенно связанных с прикладным искусством и дизайном. Но, пожалуй, никто не сумел так достойно и убедительно развивать принципы этого искусства в своем творчестве, как российский модельер В. Зайцев. (рис. 1 – параллели с модерном – рис. В.М. Зайцева).

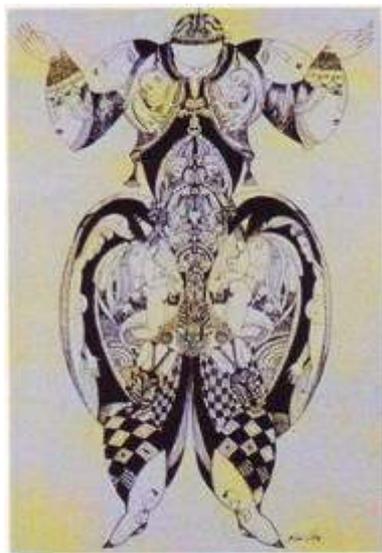


Рис. 1

Совпадение творческого почерка В. Зайцева с принципами модерна естественно. Особенности творческого пути этого художника сложились так, что он практически повторил историю его развития. В. Зайцев и модерн совпадают. Даже в те годы, когда об этом стиле почти не вспоминали, когда далеко не все специалисты

считали его стилем вообще, в творчестве молодого художника уже присутствовали черты модерна.

Образ Незнакомки

Образ блоковской Незнакомки, где "...шляпа с траурными перьями, и в кольцах узкая рука...", постоянно повторяется у В. Зайцева, начиная с его первых шагов в профессии. Он постоянно стремился вернуть женщине ту женственность, какой ее понимала образованная и просвещенная Россия XIX века. Во времена, когда модельеры, особенно советские, забыли о перчатках, чулках и колготках, он о них помнил. Женщины В. Зайцева всегда романтичны. Медленно идя по подиуму, они (если это только не фольклорная или молодежная тема) безупречны и загадочны, лицо окутано тенью шляпы или тонет в цветах. Их прообраз – почти всегда Прекрасная Дама.

Линия и пропорции. Живая связь всего земного.

Одним из основных принципов модерна является формула "искусство ради красоты". Ни рынок, ни политические соображения так не влияли на творчество его знаковых художников, как добровольно принятый ими обет служения красоте. Их интересовали неисследованные темы и проблемы жизни и искусства. Они повернулись лицом к этнографии и глубинам человеческих страстей. Они одухотворили природу и вернули в нее человека как ее естественную составляющую. Они создали и довели до совершенства новые, чуть уходящие от природы пропорции. Служа красоте, создали совершенно новую, знаковую, ни на какую другую не похожую, линию модерна.

Интерес к тем же проблемам и аналогичные способы их решения обнаруживаются при анализе творчества В. Зайцева. В его моделях всегда присутствуют идеальные пропорции и чистая, узнаваемая линия. Она повторяется в безупречных очертаниях силуэта, в тонкой и чистой линии плеч, пройм и окатов рукавов, в безупречных формах юбок, линиях низа, срезов воротников, точнейших ритмах и игре складок, орнаментах вышивок и аппликаций –

словом, повсюду. Органично связанный с шейей воротник создает то самое, присущее искусству модерна, соединение разных материй и сущностей. Шея "вырастает" из воротника как живой побег из живой природной формы. Типичное для модерна соединение растений и зверей, цветов и женщин, переход одного существа в другое присутствуют в моделях В. Зайцева. Как в плакатах А. Мухи женское лицо выплывает из цветов, сливаясь с ними, так и в моделях В. Зайцева лица женщин часто окружают цветы, а порой и формы их одежды повторяют то бутоны, то экзотические цветы.

Романтизм

Романтизм, присущий модерну, уход из реальной жизни, доведенный позднее Марком Шагалом до полета влюбленных, у В. Зайцева появляется уже на стадии эскиза. Его почти оторванные от земли фигурки невесомы. Такой эффект создает авторская манера изображения ног, создающая ощущение начала полета, отрыва от земли; изящные дамские ножки на высоких каблуках не стоят на земле, а мягко "свисают" с фигуры, чуть отстав от нее. Все остальное в эскизах – реально. Четко обозначен силуэт и пропорции, ясны принципы образования формы, конкретна схема решения головного убора или прически, обозначены акценты и даже рисунок ткани. Но легкие, оттолкнувшиеся от земли ножки, смешивая реальность и фантазию, дают ощущение хрупкой женственности (рис. 2 – рисунки В.М. Зайцева 80-х годов: "Полет").



Рис. 2

Цвет

Цвет русского модерна может быть изысканно сложным, серебристо-пепельным или, напротив, напряженно декоративным и ярким. Цветовые решения В. Зайцева соответствуют обоим принципам. Он легко переходит от сложной нюансной или, напротив, контрастной графики к открытым, новым, звенящим и мощным цветам. Художник обращается с цветом не просто смело, а азартно, создавая ощущение праздника и упоения цветом. Это качество появилось у В. Зайцева уже в студенческих работах, и цвет с годами нарастал, как бы втягивая в палитру все те дополнительные возможности, которые давали художникам новые технологии и материалы. Красный цвет он смело соединяет с зеленым, синим, голубым, находя оттенки, которые поддерживают и усиливают друг друга, создавая мощные цветовые звучания. Он часто использует кислотные цвета, обращая их ярмарочную крикливость в благородную карнавальную насыщенную гамму.

Орнаментальность

Модерн – один из самых орнаментальных стилей. А художники XX века часто неохотно использовали текстильный рисунок, предпочитая работать с гладкокрашеными тканями или с полосой и клеткой. Эта тенденция не характерна для В. Зайцева. Напротив, используя ткани с рисунками, окунаясь в богатство ивановских сатинов и ситцев, павловских платков, в цветное буйство узбекских вышивок, в роскошь итальянских или французских жаккардов, он постоянно использует орнамент. Гладкие ткани дополняются богатой вышивкой, аппликацией и т.д. Модели В. Зайцева нисколько не уступают модерну в количестве разнообразного, многоязычного, порой, обильного орнамента. Орнамент так же органично вплетается в композицию костюмов В. Зайцева, как естественно присутствовал он у лучших художников модерна в любом создаваемом ими арт-объекте.

Театральность и стилизация

Модерн предоставил широкое поле деятельности театральным художникам, создавшим неповторимую по своей красоте и художественной выразительности сценографию. Модерн театрален как в смысле активности сотрудничества художников с театром, так и в смысле решения образов художниками, работавшими в графике, живописи, плакате, книжной графике, прикладном искусстве. Модерн за это часто упрекали и продолжают упрекать. И В. Зайцеву также часто ставят в вину его театральность.

Да, он – театральный художник. Прежде всего потому, что много работал с костюмами в театре и кино. Но он театрален и в том смысле, который имеют в виду, говоря о театральности модерна. Его модели требуют артистизма, умения войти в образ, они слегка "картинны". В. Зайцев, как и художники модерна, не переносит обыденности. Можно это обозначить как стремление к законченности образа, можно говорить о том, что он создает не столько моду, сколько стиль, что немислимо без выхода из привычной обстановки в некое чистое вневременное и внемодное пространство. Именно этим занимались художники модерна, создававшие не столько новое искусство, сколько новый, эстетный стиль жизни.

Национальные традиции и фольклор

В книге "Поэзия народного костюма" М.Н. Мерцаловой глава о творчестве В. Зайцева названа "Из страны ивановского ситца". В 70-е годы, времени написания этой книги, тема обращения к народному творчеству была актуальной. Интерес общественности, прессы и руководства к модельерам в эти годы значительно возрос, их работу стали рассматривать не только как деятельность, сопутствующую работе предприятий легкой промышленности, но и как творчество. Появилось множество примеров успешной работы с темой народного искусства, но эти работы делались несколько сумбурно, как бы наугад. Система творческого анализа и использования фольклора еще не была отработана, она только складывалась в практике и в тео-

рии. Для поколения молодых художников эта тема практически открывалась заново, от чего она стала еще более привлекательной, и они вздохнули использовали все: костюм, архитектуру, народные промыслы. Многие работы того времени выполнялись по мотивам искусства Гжели, Хохломы, Вологды. Цитировались в costume, порой, совершенно не органичные для текстиля техники и, как правило, основное внимание уделялось орнаменту. Этот подход, к сожалению, до сих пор сохраняется в работах многих самодеятельных авторов. Тема народного искусства оказалась тестом на наличие вкуса и профессионализма. В этой связи важно, что только деятельность В. Зайцева выделена известным искусствоведом в отдельную главу книги, в которой автор "...стремился выявить в русском народном costume его скрытую поэтическую сущность, его зависимость от душевного строя русской женщины, его связь с современностью в разнообразных областях творчества молодых художников..." [3].

Интерес к народному искусству возник у В. Зайцева отдельно от декларируемой в стране программы повышения роли народного искусства в воспитании молодежи и развития многонационального народного творчества. Он появился, как верно отметила М.Н. Мерцалова, еще во времена его жизни и учебы в "стране ивановского ситца". Ивановская манера оформления текстиля с начала его зарождения до наших дней насквозь пронизана народными мотивами. Местные мастера любили мотивы – от пышного барочного до изящной розы рококо слегка изменяли в сторону "аленьких цветочков" и деревенских розочек, отвечающих пониманию красоты русских крестьянок, фабричных работниц и горничных. Стилистическая манера текстильного рисунка ивановского региона испытала много влияний других школ. Важно, что основной расцвет ивановских ситцев и сатинов приходится на время модерна. Именно за такие рисунки получали ивановские фабриканты золотые медали престижных международных выставок. Художники охотно копировали иностранные

образцы, и сами создавали рисунки с сюжетами в этом стиле. После 17-го года XX века производство тканей с текстильным рисунком резко сократилось, и ткани с рисунками появились после восстановления производства, то есть во времена конструктивизма.

Этот стиль способствовал тому, что рисунки ивановских тканей почти утратили черты местного колорита и соответствовали общепринятым европейским приемам. Качество тканей и рисунков начала XX века осталось непревзойденным во все последующие времена. В 70-х годах прошлого столетия к ним вернулись в смысле продолжения и развития традиций, в основном используя их народную составляющую. Манеру выполнения рисунков тканей с приоритетом розы и восточного огурца периода модерна стали называть ивановской традицией. Следовательно, можно говорить о том, что традиционная ивановская манера – это соединение стилистики модерна и русского фольклора.

Во время учебы на колористическом отделении Химико-технологического техникума В. Зайцев хорошо изучил и усвоил школу традиционных рисунков, копируя их и имея возможность видеть их подлинные образцы. "Ивановский" синтез модерна и фольклора не мог не сказаться на особенностях его будущих работ.

Приверженность В. Зайцева к народному искусству проходит сквозь все этапы его творчества. Он считает, что "...Впечатления, шок от увиденного были так велики, что тема традиции русского и других национальных костюмов в преломлении современности, поиски новой эстетики на базе фольклора – стали доминантами в моем творчестве на всю жизнь. Понимание величия и мощи народных и национальных традиций России и Союзных республик пришло изначально в первые годы обучения благодаря посещению музеев русского народного творчества в Москве, Подмосковье, знакомству с фондами исторического музея, копированию костюмов Рязанской, Костромской, Архангельской губерний, всех этих вышивок,

аппликаций, украшений, головных уборов, завораживающих разнообразием формы, деталей, буйством цвета, изобретательностью декора и роскошью" [4].

Стремясь сохранить традиционные русские текстильные техники, он периодически обращается к использованию в своих моделях работ мастеров народных художественных промыслов. Несколько знаковых коллекций разных лет выполнено им из платков Павлов-Посадской фабрики. Он неоднократно демонстрировал, что этот сувенирный национальный бренд, может быть хитом, уместным в практике сегодняшней моды и жизни. Зная механизм моды и чувствуя ее тенденции, В. Зайцев периодически точно, вовремя "вспоминает" в своих коллекциях то о валенках, то о русских мехах или кружевах, то о шитье золотом. Каждая выбранная им тема смотрится как открытие, точно так же, как было это в начале века, когда великие художники вспоминали о благородстве формы и цвета объектов народной материальной культуры.

Нужно отметить, что В. Зайцев хорошо знает народное искусство мира, в том числе искусство бывших Советских республик. Когда в начале XX века стало актуальным искусство Востока, он моментально "вспомнил" и заново открыл для поколений, уже мало знающих народное искусство братских республик, пылающую яркими красками вышивку Узбекистана, щедро разбросав ее огромные куски по коллекции мужских и женских моделей. Можно называть это попаданием в моду, можно – театральностью, можно – эффектной подачей их своеобразного рукотворного шика, можно – глубоким знанием и умелым использованием народных традиций. В любом случае следует отметить, что именно этот симбиоз качеств постоянно присутствует в моделях этого художника, и в последнее время становится все более выразительным. Константная система узнаваемых, характерных для авторской манеры В. Зайцева качеств, почти точно укладывается в матрицу принципов модерна.

Синтез искусств

Есть еще одна сторона творческой личности В. Зайцева, объединяющая его с художниками модерна: он постоянно расширяет свои творческие возможности, осваивая новые жанры. Практика "...синестезии (хоть этот термин и приобрел хождение в более позднее время) была широко распространена в эпоху модерна – особенно среди поэтов, музыкантов и живописцев..." [2]. Как Ван де Вельде занимался музыкой, книжным искусством, прикладным творчеством (мебель, ковры, посуда и т.д.), архитектурой, плакатом, костюмом, оформительским искусством, теорией; как Михаил Врубель, который из этого списка убрал бы стихи и музыку, но добавил бы сценографию и скульптуру, так и В. Зайцев работает в самых разных жанрах искусства. Костюм, сценография, поэзия, графика, живопись, фотографика, инсталляции, режиссура – объекты приложения его творческих усилий.

В. Зайцев является известным графиком. Его акварели и пастели – пожалуй, являются единственной областью, далеко ушедшей от типичных для модерна трактовок сюжетов и цветовых решений. У предельно конкретного модельера в станковой живописи и графике нет сюжетов, он уходит в этот жанр как в мир собственного, улетающего во времени вперед подсознания. В графике он совершенно иной, но в то же время парадоксально тождественный и верный себе. В обрывках сюжетов и оболочек, в скрученной плотности сюжетов и тел, в постоянном ощущении снятия масок и стремления остаться собой проступают боль и смятение художника, прошедшего не только все стадии познания и развития модерна, но и всю историю XX века.

Конечно, В. Зайцев не может, живя в XXI веке, остаться в стилистике модерна. Он только принял его эстетику, созвучную своему времени и своей индивидуальности. Временной промежуток в 100 лет, разумеется, вносит множественные коррективы в творчество любого автора, как бы он не был близок к какому-либо стилю. Даже если не учитывать глобальные сти-

листические изменения в искусстве, технический прогресс изменил материалы, техники и технологии, инструменты и т.д.

Изменилось все. Например, техника фотографии. В последние годы фотографика все больше интересует В. Зайцева, постепенно создающего в этой технике нечто принципиально новое. Это можно назвать инсталляцией, где на равных участвует костюм, человеческое тело, ткани и пространство. Пройдя все стадии своего творческого пути, во многом повторив модерн, В.Зайцев как бы ставит в этом стиле точку. То, что модерн не мог сделать чисто технически, в начале XXI века стало возможным. Пользуясь возможностями новой техники, создав свою эстетику мужских и женских моделей, В.Зайцев представляет в фотографике новый, рафинированный, и прошедший через все соблазны и течения XX века модерн. Нужно было пройти большой творческий путь, чтобы суметь это проанализировать, и иметь смелость все это создавать заново. Нужно было получить и проштудировать все уроки Возрождения, уроки мастерства профессии Общесоюзного дома моделей, уроки работы в театре и практику создания своего Театра моды, чтобы так убедительно войти в этот уходящий и не отпускающий нас и сегодня стиль и выстроить для него достойный, торжественный финал.

Итак, Вячеслав Зайцев – первый среди национальных модельеров – является последним рыцарем русского модерна. Художником, достойно завершившим этот стиль в его национальном выражении.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мурина Е.Б.* Проблема синтеза пространственных искусств. – М.: Искусство, 1989.
2. *Сарабьянов Д.В.* Стиль модерн. – М.: Искусство, 1989.
3. *Мерцалова М.Н.* Поэзия народного костюма. – М.: Молодая гвардия, 1975.
4. *Слава Зайцев.* Тайны соблазна. – М.: Искусство – XXI век, 2006.

Рекомендована кафедрой текстильного дизайна. Поступила 01.07.09.

УДК 677.054

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ СИНТЕЗА ЦИКЛОВЫХ ДИАГРАММ РАБОТЫ ТКАЦКИХ МАШИН*В.С. АНТОНОВ, В.В. АНТОНОВ***(Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева,
Чебоксарское научно-производственное предприятие "Карат")**

При проектировании новой и модернизации существующей конструкции ткацкой машины (ТМ) особое значение приобретает задача разработки оптимальной последовательности рабочих операций, выполняемых рабочими органами отдельных функциональных механизмов, и их комплексная (системная) увязка в общую цикловую диаграмму ТМ, которая, в конечном счете, определяет ее производительность [1...3].

Цикловая диаграмма связывает осуществляемый в ткацких машинах технологический процесс с последовательно-параллельной работой всех рабочих органов функциональных механизмов. Она значительно упрощает и улучшает процесс изучения и анализа работы отдельных функциональных механизмов и всей ТМ в целом [3], [5...8].

Технологический процесс в ТМ складывается из целого ряда рабочих операций, выполняемых в определенной последовательности рабочими органами функциональных механизмов.

Расчленение операций технологического процесса на элементарные составляющие позволяет свести технологическую задачу к задаче кинематической. Решение же кинематической задачи сводится к выбору оптимальных кинематических схем функциональных механизмов и их цикловых диаграмм из полученного множества

вариантов. При этом задача оптимального циклограммирования, в свою очередь, сводится к задаче подбора оптимальных законов движения рабочих органов отдельных функциональных механизмов.

При синтезе новой цикловой диаграммы работы ТМ, в связи с синтезом цикловых диаграмм основных механизмов практически всех функциональных групп, возникает также задача синтеза цикловых диаграмм механизмов вспомогательных функциональных групп и их строгой системной взаимной увязки в общую цикловую диаграмму работы ТМ. При этом иногда случается так, что именно вспомогательные функциональные группы механизмов являются основными и определяющими (сдерживающими) при синтезе цикловых диаграмм всех главных (основных) функциональных групп механизмов, определяющих весь технологический процесс.

В связи с этим возникает задача комплексного оптимального циклограммирования работы рабочих органов как основных, так и вспомогательных функциональных механизмов модернизируемой или вновь проектируемой ТМ, решение которой позволит существенно улучшить ее кинематические, динамические и технологические параметры в процессе работы, а также даст возможность повысить ее производительность.

Оптимальное циклограммирование представляет собой процесс оптимального распределения времени (или угла) кинематического цикла ТМ между функциональными механизмами так, чтобы обеспечить равномерное распределение динамических и силовых нагрузок на рабочих органах механизмов за весь цикл, не нарушая технологический процесс.

В ТМ должны быть обеспечены:

- определенные перемещения рабочих органов функциональных механизмов;
- определенные законы изменения перемещений, скоростей и ускорений рабочих органов;
- вполне определенные, заранее заданные положения и относительные перемещения рабочих органов внутри цикла движения;
- возможность изменения конфигураций рабочих органов (при необходимости).

При этом необходимо, чтобы в течение всех интервалов времени работы ТМ обеспечивалось:

- правильное выполнение технологического процесса;
- исключение соударений рабочих органов функциональных механизмов;
- минимальные значения динамических нагрузок в звеньях механизмов;
- равномерный износ рабочих профилей контактирующих поверхностей элементов конструкций механизмов;
- максимальный срок службы всех функциональных механизмов и всей ТМ;
- бесшумность ее работы в процессе эксплуатации;
- экологическая безопасность ее эксплуатации.

Синтез цикловой диаграммы ТМ необходимо проводить по отдельным участкам кинематического цикла. При этом в состав участков должны включаться тесно связанные между собой функциональные группы механизмов. Для синтеза следует обязательно выявить механизмы, ограничивающие производительность ТМ по перемещениям, ускорениям и силовым нагрузкам рабочих органов.

Циклограммирование на всех стадиях проектирования ТМ должно проводиться с

учетом возможности сокращения длительности цикла:

- упрощение (или полное исключение) некоторых рабочих операций (переходов), не влияющих на качество вырабатываемой продукции;
- сокращение длительности элементарных составляющих в каждом отдельно взятом периоде движения рабочих органов (операций), определяемом по развернутой формуле [5], [6], [8]:

$$T_{i_6} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 \pm t_{\epsilon} \quad (1)$$

или

$$T_{i_6} = \sum_{j=1}^6 t_j \pm t_{\epsilon} \quad (2)$$

или

$$T_{i_6} = t_{\hat{1}} + t_{\hat{a}}, \quad (3)$$

где t_1 – время непосредственного технологического воздействия рабочего органа ТМ на объект обработки, что соответствует основному времени периода, то есть $t_1 = t_{\hat{1}}$; t_2 – время подхода рабочего органа к объекту обработки и времени отхода от него; t_3 – время перемещения обрабатываемого объекта между рабочими позициями; t_4 – страховые интервалы времени; t_5 – время перекрытия в графиках исполнения данной операции, взятой со своим знаком; t_6 – интервалы в действии данной системы, вызванные характером взаимосвязей с другими системами в данной ТМ; t_{ϵ} – интервалы или перекрытия в графиках исполнительных периодов смежных рабочих циклов; $t_{\hat{a}}$ – вспомогательное время периода, не совмещенное с основным временем, соответствует сумме времен t_2, t_3, t_4, t_5, t_6 и t_{ϵ} , то есть:

$$t_{\hat{a}} = \sum_{j=2}^6 t_j \pm t_{\epsilon}; \quad (4)$$

- сокращение (устранение) межоперационных перерывов (выстоев) в работе

рабочих органов функциональных механизмов ТМ;

– совмещение максимального количества элементарных операций во времени (в цикле).

Для выявления возможности сокращения составляющих периодов времени цикла необходимо провести тщательные кинематический, динамический и технологический анализы каждой функциональной группы механизмов. И только после этого следует приступить к синтезу новой цикловой диаграммы для каждого функционального механизма с подбором оптимальных законов движения рабочих органов с последующим анализом полученных результатов.

Оптимальный для данной операции закон движения рабочего органа должен обеспечить при минимальном фазовом угле циклограммы (или минимальном элементарном периоде времени) выполнение всех кинематических, динамических и технологических требований протекаемого рабочего процесса.

В целях максимального уплотнения цикловой диаграммы и согласования в рабочих и вспомогательных действиях функциональных механизмов ТМ исключительно важным становится метод построения синхронных диаграмм перемещений их рабочих органов [2], [8].

При синтезе цикловых диаграмм отдельных функциональных групп механизмов ТМ должны быть учтены возможные погрешности в реализации циклограммы, связанные с точностью изготовления звеньев механизма, их сборки, настройки, характера работы и так далее. В некоторых случаях суммарные значения погрешностей в цикловых углах и, как следствие, рассогласование циклограмм работы отдельных механизмов могут привести к нарушению функциональных возможностей ТМ [4].

Обобщая и анализируя приведенный материал, приходим к выводу о том, что синтез циклограммы ТМ должен быть проведен на принципе поэтапного синтеза – в два этапа [6].

На первом, предварительном, этапе циклограммирования должен быть осуществлен тщательный анализ всех функциональных механизмов ТМ и:

1) выявлены все лимитирующие движения (перемещения) рабочих органов;

2) ориентировочно определены абсолютные и относительные периоды выделенных элементарных операций;

3) определены возможности полного или частичного совмещения операций;

4) определены длительности межоперационных выстоев.

На основании полученных данных строят предварительную цикловую диаграмму и определяют ориентировочно длительность технологического цикла:

$$T_T = \sum t_i + \sum q_{ij} - \sum p_{ij}, \quad (5)$$

где t – длительность движений рабочих органов; q – длительность межоперационных выстоев; p – длительность совмещенных движений; i, j – порядковые номера движений рабочих органов по циклу.

На втором, заключительном, этапе циклограммирования ТМ должны решаться задачи:

1) выбора оптимальных законов движения рабочих органов функциональных механизмов;

2) построения синхронной диаграммы перемещений рабочих органов с целью максимального уплотнения цикловой диаграммы;

3) определения величин возможных погрешностей в реализации цикловой диаграммы.

После всего этого можно окончательно определить длительность участков движения, совмещенных движений и межоперационных выстоев рабочих органов функциональных механизмов и уточнить длительность технологического цикла по формуле (5).

При модернизации существующей модели ТМ первый, предварительный, этап циклограммирования частично отпадает.

ВЫВОДЫ

Сформулированы и поставлены общие задачи синтеза, а также разработаны рекомендации по вопросам синтеза цикловых диаграмм работы ткацких машин, внедренные в производство при разработке ткацких станков типа СТБ нового поколения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонов В.С. Оптимизация цикловой диаграммы работы механизмов кромкообразования ткацких станков типа СТБ с целью повышения их производительности: Дис.... канд. техн. наук. – М.: МТИ им. А. Н. Косыгина, 1985.
2. Антонов В.С. Составление цикловых диаграмм работы механизмов станка // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1991, №4. С.100...102.
3. Артоболевский И.И., Ильинский Д.Я. Основы синтеза систем машин автоматического действия. – М.: Наука, 1983.

4. Клусов И.А. Исследование рассогласования цикловых диаграмм шестипозиционного контрольно-сортировочного автомата // В сб.: Теория машин автоматического действия. – Труды II Совещания по основным проблемам теории машин и механизмов. – М.: Машгиз, 1960. С.80...87.

5. Мордовин Б.М. Проектирование полиграфических машин. – М.: Книга, 1964.

6. Петрокас Л.В., Рубин М.Б. Вопросы теории циклограммирования технологических автоматов // – Труды III Совещания по основным проблемам ТММ. – М.: Машгиз, 1962. С.223...227.

7. Плахтин В.Д., Бороздина Е.И. Теория механизмов и машин. Системы управления движением исполнительных органов в машинах-автоматах: Учебное пособие. – М.: МГОУ, 2005.

8. Сиприя Г.И. Исследование цикличности наборных строкоотливных машин и автоматов типажного ряда: Дис....канд. техн. наук. – М.: МПИ, 1968.

Рекомендована заседанием научно-технического Совета Чебоксарского научно-производственного предприятия "Карат". Поступила 20.11.09.

УДК 621.317.39

**СИНХРОДИННЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ СИГНАЛА ДАТЧИКА
МЕХАНИЗМА КОНТРОЛЯ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОДУКТА**

Е.Ф. РАЗУМОВА, А.К. РАСТОРГУЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

В системах автоматического контроля текстильного продукта с учетом его свойств применяются датчики слабой энергии взаимодействия с продуктом [1]. Необходимыми свойствами обладают полевые (емкостные) датчики [2], что позволяет использовать их в системах автоматического контроля на всех переходах текстильного производства. При этом для уменьшения области взаимодействия с продуктом (например, тканью) датчики проектируются с возможно малыми размерами рабочих электродов. Уменьшение площади электродов приводит к уменьшению выходного сигнала датчика [2]. С целью получения необходимого уровня полезного сигнала измерительная система с датчиком подключается к источнику напряжения повышенной частоты [3]. Для управления исполнительным механизмом системы контроля высокочастотный сигнал датчика должен быть усилен до необходимого уровня и преобразован в однополярный сигнал управления. Таким образом, обобщенная структура преобразователя сигнала (ПС) может быть представлена на схеме, изображенной на рис. 1 и состоящей: усилитель высокой частоты 1, детектор 2 и фильтр нижних частот 3.

Для обеспечения работы детектора в линейном режиме напряжение, подаваемое на его вход, должно быть не менее одного вольта. При напряжении сигнала датчика

$U_c = 0,5 \dots 1,0$ мВ усиление высокочастотного усилителя должно быть порядка $K_0 = 1000 \dots 2000$.

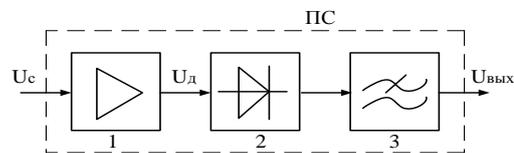


Рис. 1

Коэффициент устойчивого усиления каскада усилителя при коэффициенте устойчивости $K_y = 0,876$ определяется выражением:

$$\hat{E}_{0\text{офнб}} = 6,3 \sqrt{\frac{Y_{21y}}{f_{0\text{max}} C_{12y}}}, \quad (1)$$

где Y_{21y} , мА/В; $f_{0\text{max}}$, МГц; C_{12y} , пФ. У транзистора КТ315А $Y_{21y} = 25$ мСм, $C_{12y} = 3,5$ пФ. При $f_{0\text{max}} = 2$ МГц по (1) находим $K_{0\text{уст}} = 11,9$. В этом случае для получения необходимого усиления усилитель должен состоять из трех резонансных каскадов, что существенно усложняет конструкцию, наладку и настройку преобразователя сигнала.

Значительно упростить конструкцию устройства можно путем использования в качестве преобразователя синхродина, который при одном активном элементе (рис.2) имеет усиление $10^3 \dots 10^4$.

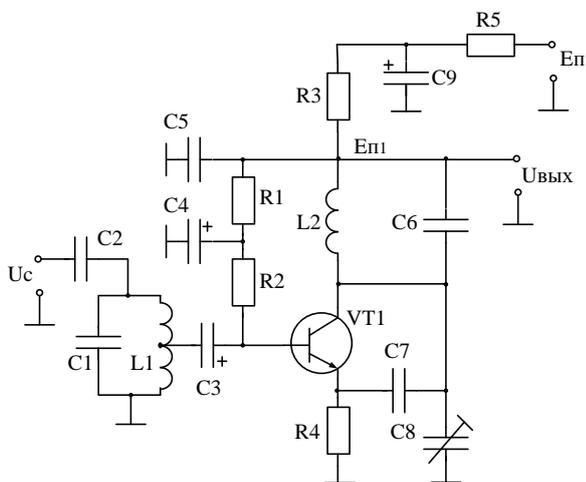


Рис. 2

Синхродин по схеме рис. 2 осуществляет преобразование частоты, генерирование колебаний, усиление и фильтрацию сигнала. Функцию преобразователя частоты выполняет транзистор VT1, включенный по схеме с общим эмиттером и нагруженный цепью R3C5. В схеме гетеродина транзистор VT1 включен с общей базой, частота колебаний определяется параметром контура L2C6C8. Самовозбуждение гетеродина обеспечивается положительной обратной связью через конденсатор C7.

Гетеродин синхронизируется прямым захватом на второй гармонике, так как ток коллектора транзистора содержит составляющую с частотой сигнала. Таким образом, в синхродине реализуется и функция ФАПЧ.

Коллекторный и эмиттерный переходы транзистора выполняют функции ключевых элементов синхронного детектора, выходное напряжение которого выделяется на резисторе R4. Относительно него транзистор является усилителем постоянного тока и сигнала моделирующей частоты. Фильтр нижних частот образует внутреннее сопротивление транзистора в рабочем режиме и конденсатор C5.

Для определения основных параметров синхродина допустим, что напряжение сигнала и гетеродина соответственно равны:

$$U_c(t) = U_{\text{нм}}(t) \cos \omega_c t, \quad (2)$$

$$U_{\text{а}}(t) = U_{\text{ам}}(t) \cos \omega_{\text{а}} t.$$

Тогда в результате нелинейного преобразования в выходной цепи активного элемента формируется ток:

$$i = S_0 U_c(t) \cos \omega_c t + \frac{1}{2} K_S U_{\text{ам}} U_c(t) \cos(\omega_{\text{а}} - \omega_c)t + \frac{1}{2} K_S U_{\text{а}} U_c(t) \cos(\omega_{\text{а}} + \omega_c)t. \quad (3)$$

Здесь S_0 – постоянная составляющая крутизны АЭ; K_S – чувствительность крутизны АЭ к изменению амплитуды $U_{\text{ам}}$, в мА/В².

В случае захвата сигналом колебаний гетеродина:

$$\omega_{\text{а}} = \omega_{\text{н}} \quad (4)$$

и выражение (3) принимает вид:

$$i = S_0 U_c(t) \cos \omega_c t + \frac{1}{2} K_S U_{\text{ам}} U_c(t) + \frac{1}{2} K_S U_{\text{а}} U_c(t) \cos 2\omega_{\text{н}} t. \quad (5)$$

Фильтр нижних частот подавляет высокочастотные составляющие с частотами $\omega_{\text{н}}$ и $2\omega_{\text{н}}$. В результате с учетом (2) получаем

$$i(t) = \frac{1}{2} K_S U_{\text{ам}} U_{\text{нм}}(t) \cos \omega_{\text{н}} t. \quad (6)$$

При равенстве фаз сигнала и гетеродина величина тока достигает максимального значения, а амплитуда суммарного напряжения колебаний U_c и $U_{\text{г}}$ при $U_{\text{нм}} \ll U_{\text{ам}}$ равна:

$$U_{m\Sigma} = \sqrt{U_{\dot{n}m}^2 + U_{\dot{a}m}^2} \approx U_{\dot{a}m}. \quad (7)$$

Коэффициент усиления синхродина:

$$\hat{E}_{\dot{n}\dot{a}} = \frac{U_{m\Sigma}}{U_{\dot{n}m}} \approx \frac{U_{\dot{a}m}}{U_{\dot{n}m}} \gg 1. \quad (8)$$

Амплитуда колебаний гетеродина зависит от коэффициента использования напряжения питания $E_{п1}$ в критическом режиме [4]:

$$\xi_{\dot{E}\dot{D}} = 0,5 + 0,5 \sqrt{1 - \frac{8D_{1m\dot{a}\dot{o}}}{\alpha_1(\theta)S_{\dot{E}\dot{D}}\dot{A}_{11}^2}}, \quad (9)$$

где $D_{1m\dot{a}\dot{o}}$ – колебательная мощность гетеродина в максимальном режиме; $\alpha_1(\theta)$ – коэффициент Берга; $S_{\dot{E}\dot{D}}$ – крутизна линии критического режима; θ – угол отсечки тока; $E_{п1}$ – напряжение питания (рис.2).

С учетом (9) амплитуда 1-й гармоники колебаний гетеродина:

$$U_{\dot{a}1m} = \xi_{\dot{E}\dot{D}}\dot{A}_{11}, \quad (10)$$

При этом амплитуда 1-й гармоники коллекторного тока и его постоянная составляющая соответственно равны:

$$I_{\dot{e}m1} = \frac{2D_{1m\dot{a}\dot{o}}}{U_{\dot{a}1m}}; \quad I_{\dot{e}0} = \frac{\alpha_0(\theta)}{\alpha_1(\theta)} I_{\dot{e}m1}. \quad (11)$$

Поддержание равенства (4) достигается следующим образом. В случае отклонения частоты гетеродина изменяется резонансное сопротивление контура и колебательная мощность P_1 . В результате в соответствии с выражениями (9), (10) и (11) изменяется ток коллектора и напряжение на коллекторе $U_{кз}$. Изменение напряжения $U_{кз}$ вызывает изменение динамической емкости коллекторного перехода $C_{к,дин}$ транзистора (рис. 3 – вольтфарадная характеристика транзистора КТ315).

Так, при уменьшении частоты гетеродина выходная мощность P_1 уменьшается, что приводит к уменьшению тока коллек-

тора и падению напряжения на резисторе R_3 и, следовательно, к увеличению напряжения на коллекторном переходе $U_{кз}$. Это вызывает уменьшение емкости $C_{к,дин}$ (рис. 3) и увеличение частоты до прежнего уровня, так как система ФАПЧ является астатической по отношению к изменению частоты. В результате равенство (4) восстанавливается.

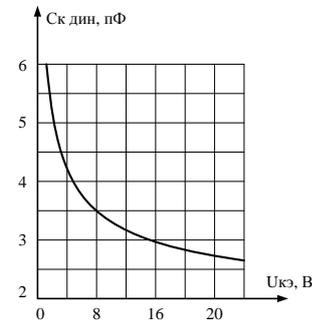


Рис. 3

Переходная характеристика системы ФАПЧ синхродина при начальном возмущении по частоте, равном Δf_i , определяется выражением [5]:

$$\Delta f(t) = \Delta f_i \dot{a}^{-4\hat{E}_\delta t}, \quad (12)$$

где

$$\hat{E}_\delta = 4U_{\dot{a}2m}\hat{E}_{\dot{o}\dot{i}\dot{o}}S_\delta \quad (13)$$

– коэффициент передачи всей разомкнутой системы по частоте.

Усиление сигналов синхродинного детектора осуществляется транзистором VT1 по схеме с ОБ:

$$\hat{E}_{\dot{o}\dot{i}\dot{o}} = \frac{Y_{21\dot{y}}R_i}{1 + (Y_{11\dot{y}} + Y_{21\dot{y}})R_y} \cong \frac{R_i}{R_y} = \frac{R_3}{R_4}. \quad (14)$$

Чувствительность управляющего элемента системы ФАПЧ синхродина (транзистора VT1) находится с учетом вольтамперной характеристики транзистора (рис. 3) по формуле [5]:

$$S_\delta = 0,5 \frac{f_0}{C_{cx}} \frac{\Delta C_{\dot{e},\dot{a}\dot{e}\dot{i}}}{\Delta U_{\dot{e}\dot{y}}}, \text{ МГц/В.} \quad (15)$$

Здесь f_0 – частота сигнала датчика, МГц; $C_{сх}$ – емкость схемы контура гетеродина, пФ.

Время переходного процесса в синхродине до получения допустимого отклонения $\Delta f(t) = \Delta f_{\text{аиі}}$ от заданной частоты (см. формулу (12)):

$$t_i = \frac{1}{4K_\delta} \ln \frac{\Delta f_i}{\Delta f_{\text{аиі}}}. \quad (16)$$

Работа синхродина как усилителя сигнала датчика механизма контроля текстильного продукта возможна в пределах полосы удержания системы ФАПЧ, равной [5]:

$$\ddot{I}_{\text{оа}} = 2S_{\text{оа}} \hat{E}_{\text{оа}} S_{\text{о}}, \quad (17)$$

где $S_{\text{оа}}$ – крутизна рабочего участка фазового детектора синхродина, равная (0,1...0,5) В/рад.

Максимальная величина первоначальной расстройки (например, в момент включения устройства), при которой обеспечивается подстраивающее действие системы ФАПЧ синхродина, определяется полосой схватывания [6]:

$$\ddot{I}_{\text{н\text{о}а}} = (1,3...1,7) \sqrt{\frac{\ddot{I}_{\text{оа}}}{\dot{O}_{\text{оі} \times}}}, \quad (18)$$

где $\dot{O}_{\text{оі} \times}$ – постоянная времени фильтра нижних частот, образованного емкостью конденсатора $C5$ и внутренним сопротивлением транзистора в рабочем режиме.

Общее усиление синхродина зависит от уровня сигнала синхродинного детектора, определяемого соотношением (15), и коэффициента усиления преобразователя сигнала:

$$\hat{E}_{\text{і в}} = Y_{21\text{і в}} R_3, \quad (19)$$

где $Y_{21\text{і в}}$ – крутизна проходной характеристики транзистора в режиме преобразования; R_3 – сопротивление нагрузки.

На основании (14) и (19) находим выражение, определяющее общий коэффициент усиления синхродина:

$$\hat{E}_{\text{н\text{а}}} = Y_{21\text{і в}} \frac{R_3^2}{R_4}. \quad (20)$$

Для оценки усиления синхродина по схеме рис. 2 примем $Y_{21\text{і в}} = 15$ мСм; $R_3 = 5,1$ кОм; $R_4 = 0,1$ кОм. Подставив значения параметров в (20), находим $\hat{E}_{\text{н\text{а}}} = 3901,5$.

Значительное усиление, развиваемое синхродинным каскадом, позволяет создавать простые высокочувствительные системы преобразования сигнала датчиков различных механизмов контроля продукта при его обработке на текстильных машинах.

ВЫВОДЫ

Определены основные аналитические соотношения, определяющие методику расчета синхродинного преобразователя сигнала датчиков слабой энергии, входящих в состав механизмов оперативного контроля текстильного продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Робототехнические схемы в текстильной и легкой промышленности /В.А. Климов, В.Н. Гончаренко, А.А. Ганулич и др. – М.: Легпромбытиздат, 1991.
2. Разумова Е.Ф., Расторгуев А.К.// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №4.
3. Разумова Е.Ф., Расторгуев А.К.// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №3.
4. Судаков Ю.И. Амплитудная модуляция и автомодуляция транзисторных генераторов. – М.: Энергия, 1969.
5. Расторгуев А.К. Линейные системы автоматического слежения за частотой колебаний (расчет, экспериментальное исследование, задачи). – Иваново: ИГТА, 2006.
6. Крохин В.В. Элементы радиоприемных устройств сверхвысоких частот. – М.: Советское радио, 1964.

Рекомендована кафедрой автоматизации и радиоэлектроники. Поступила 10.02.09.

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ И МАКЕТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ СТАЦИОНАРНОЙ ЛЕНТОЧНОЙ РАСКРОЙНОЙ МАШИНЫ

А.А. МАКАРОВ, П.Л. ПЛАКСИН

(Московский государственный текстильный университет им. А. Н. Косыгина)

Одной из основных задач автоматизации технологических процессов в швейном производстве текстильной промышленности в современных условиях является задача повышения качества выпускаемой продукции и уменьшения расхода сырья, что особенно важно в связи с высокой долей исходного сырья в себестоимости готового изделия.

Неправильный выбор скоростного режима при крое приводит к нежелательным последствиям, таким как чрезмерный оплав кромки раскраиваемого материала (в состав ткани входит значительная часть синтетики), чрезмерное "мохрение" кромок, избыточный нагрев ножа (плотные ткани при большой высоте настила). Все это и многое другое приводит к выходу из строя режущего элемента, связанного с чрезмерным нагревом.

Важной частью системы управления ленточной раскройной машиной является ее электропривод, который выполняется на базе трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором (АКЗ), то есть представляет асинхронный электропривод (АЭП).

Таким образом, в качестве объекта управления предполагается рассмотрение

указанного электропривода, при управлении которым требуются алгоритмы, наиболее эффективно реализуемые на микропроцессорной технике.

Для частотного управления АЭП реализован один из скалярных законов управления – закон Костенко ($\frac{U_s}{\alpha_k} = \text{const}$, где

U_s – напряжение питания, α_k – частота напряжения питания). Проведено моделирование цифровой разомкнутой системы управления асинхронным двигателем, реализующей данный закон, для ленточной раскройной машины. Модель содержит блоки микроконтроллера (МК) и силовой части привода и решает следующие задачи:

- отражает процессы в двигателе при коммутации напряжений питания;
- обеспечивает соответствие силовой части выбранной элементной базе;
- реализует функции для управления ЭП, написанные на языке программирования С;
- используется единственный сигнал задания частоты вращения.

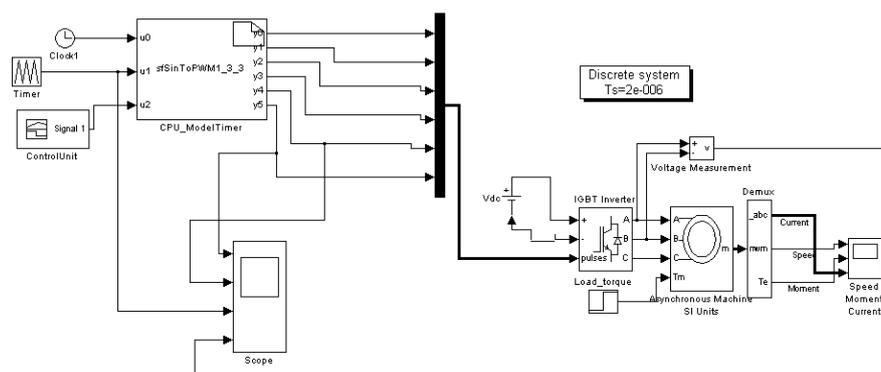


Рис. 1

Модель системы цифрового разомкнутого управления (рис. 1) написана в среде MatLab с использованием блоков из библиотеки Simulink. В представленной модели можно выделить три части: 1) модель блока таймера микроконтроллера (МК), генерирующего ШИМ (CPU_ModelTimer); 2) блок силовой электроники (IGBT-транзисторы, асинхронный двигатель) (IGBT Inverter); 3) регистрация выходных параметров (Scope) и ввод задания частоты (ControlUnit).

Представленную модель цифровой системы управления от существующих моделей отличает возможность отладить и промоделировать взаимодействие программного обеспечения МК с блоком генерации ШИМ сигналов МК, который подключен непосредственно к входам модели IGBT-транзистором, коммутирующих напряжения питания АД.

Для управления электромагнитным моментом двигателя необходимо независимо управлять координатами векторов, входящих в выбранное уравнение электромагнитного момента. Выбор уравнения для построения системы управления играет большую роль, так как многие величины, особенно у короткозамкнутых АД, не могут быть измерены. Кроме того, этот выбор существенно влияет на сложность передаточных функций системы, иногда в

несколько раз увеличивая порядок уравнений. Общий принцип моделирования и построения системы управления АД заключается в том, что для этого используется система координат, постоянно ориентированная по направлению какого-либо вектора, определяющего электромагнитный момент.

Рассмотрим схему векторного управления АД. В случае низкоскоростного диапазона потокосцепление ротора поддерживают равным номинальной величине, чтобы достигать наивысшего момента силы, а в высокоскоростном диапазоне его необходимо ограничивать, для того чтобы избежать магнитного насыщения и генерации повышенной противоэлектродвижущей силы. Отличительной особенностью представленной схемы является наличие только одного управляющего входа, а контуры управления магнитным потоком и моментом силы вычисляются внутри схемы.

Проведено моделирование замкнутой системы управления асинхронным двигателем, реализующей векторное управление. Она представлена на рис. 2. Результаты моделирования подтвердили преимущества векторного управления для АД. Кроме того, имеется возможность наблюдения вектора состояния модели АД в переменных состояниях.

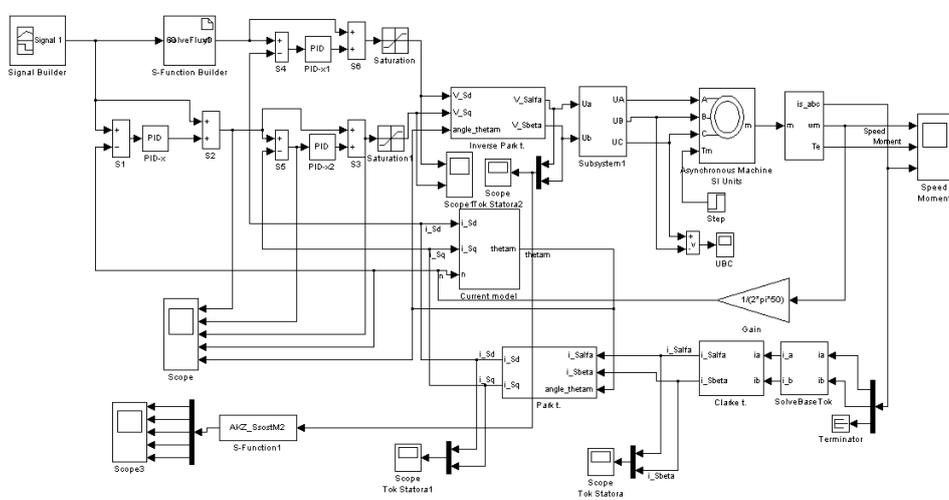


Рис. 2

Представленная модель отличается от существующих наличием компонент "Current model", "Solve Flux" и возможностью моделирования системы в целом, а не по отдельным контурам. Модуль "Ослабление поля" реализован в блоке "Solve Flux", который написан на языке С. На вход блока подается сигнал задания частоты вращения, в зависимости от скоростного диапазона, на выходе получаем сигнал задания для потокосцепления ротора АД.

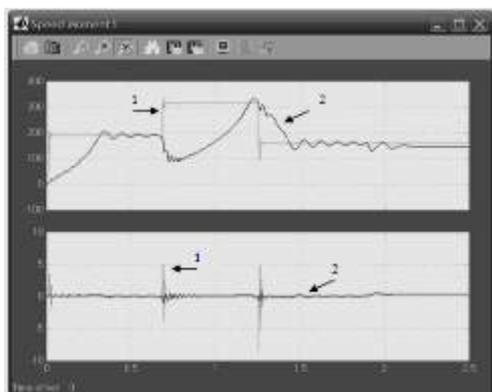


Рис. 3

Графики моделирования разомкнутой и замкнутой систем управления представлены на рис. 3 (графики переходных процессов скорости вращения и момента для асинхронного двигателя с векторным (1) и скалярным (2) управлением). Благодаря обратным связям по скорости и токам векторное управление позволяет эффективно обрабатывать сигнал задания по скорости.

С помощью современной элементной базы была разработана и изготовлена макетная плата, которая применима для управления АД в ленточной раскройной машине, поскольку рассчитана на напряжения до 600 В и токи до 5 А. На компактной плате размещены все необходимые компоненты цифровой системы управления. Эта плата отличается универсальностью и многофункциональностью, поскольку может применяться не только для управления электроприводом ленточной раскройной машины.

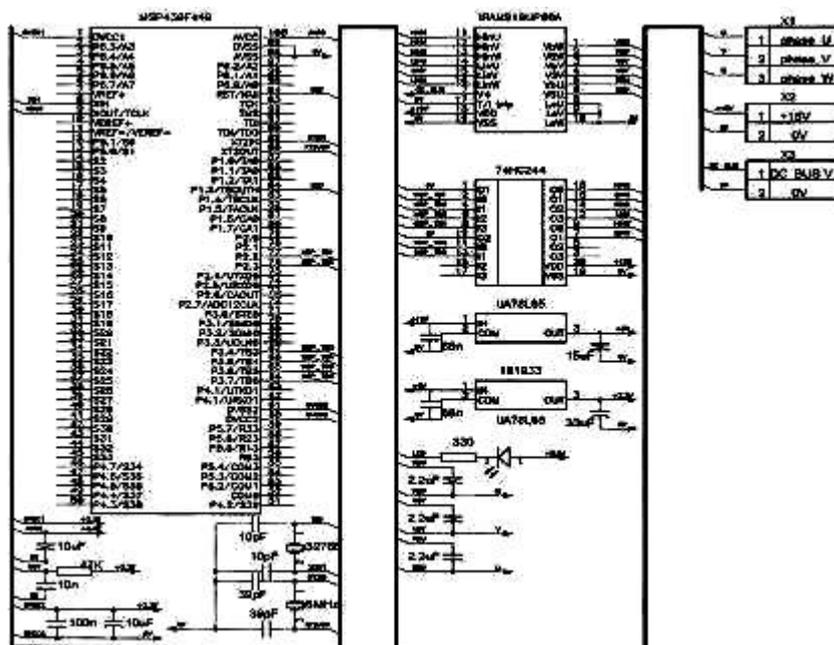


Рис. 4

В центральной части платы на колодке расположена MSP430-H449 – макетная плата с микроконтроллером MSP430-F449. Размещение на колодке вызвано тем, что удобнее проводить перепрограммирование небольшой платки MSP430-H449; к тому

же это позволит провести замену микроконтроллера в случае поломки. На колодках также размещены ИМС IRAMS10UP60A и шинный формирователь. Блок питания макетной платы подключается к ней через разъем.

Принципиальная электрическая схема описанной макетной платы представлена на рис. 4.

Следует обратить внимание, что в изготовленной макетной плате используется небольшое количество входов/выходов МК MSP430-F449, поэтому макетная плата и системы управления могут быть дополнены и увеличены их функциональные возможности.

ВЫВОДЫ

1. Проведено моделирование цифровой разомкнутой системы управления асинхронным двигателем, реализующей закон Костенко для ленточной раскройной машины. При этом подпрограмма, осуществляющая управление АД, была написана на языке программирования высокого уровня С, а для имитации аппаратной части МК использовались блоки из библиотеки пакета Simulink.

2. Построена функциональная схема векторного управления АД. Отличительной особенностью представленной схемы является наличие только одного управляющего входа.

3. Разработанные и изготовленные макетные образцы для цифрового разомкнутого управления асинхронным двигателем являются компактными и позволяют управлять скоростью вращения АД в ленточной раскройной машине.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Герман-Галкин С. Г.* Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 2001.

2. *Макаров А.А., Плаксин П.Л.* Моделирование цифровой разомкнутой системы управления асинхронным двигателем // Сб. научн. тр. аспирантов. Вып. 12. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006.

3. *Макаров А.А., Плаксин П.Л.* Моделирование и макетирование цифровой разомкнутой системы управления асинхронным двигателем // Тез. докл. Всероссийск. научн.-техн. конф.: Современные технологии и оборудование текстильной промышленности (Текстиль-2006). – М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2006. С.199...200.

Рекомендована кафедрой автоматики и промышленной электроники. Поступила 01.06.09.

УДК 677.016.253

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И РАСЧЕТ ПРОЦЕССА ПРОМЫВКИ ОКРАШЕННЫХ И НАПЕЧАТАННЫХ ТКАНЕЙ

М.К., КОШЕЛЕВА, А.П. БУЛЕКОВ, А.А. ЩЕГОЛЕВ, А.П. КЕРЕМИТИНА

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

Целью работы является экспериментальное исследование процесса промывки окрашенных и напечатанных тканей, его интенсификация с одновременным повышением экологической и производствен-

ной безопасности, математическое описание и расчет.

Объекты и условия экспериментального исследования приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

| № опыта | Наименование ткани | Отделка | Краситель | Наличие ПАВ | Температура раствора, °С |
|---------|--------------------------------------|-------------|-----------|-------------|--------------------------|
| 1 | Ситец (100 % хлопок) | печатание | активный | без ПАВ | 30 |
| 2 | | | | | 60 |
| 3 | | | | | 90 |
| 4 | Штапельное полотно (100% вискоза) | окрашивание | азоидный | без ПАВ | 30 |
| 5 | | | | | 60 |
| 6 | | | | | 90 |
| 7 | | | | с ПАВ | 30 |
| 8 | | | | | 60 |
| 9 | | | | | 90 |

Поверхностная плотность ситца и штапельного волокна M равна 101 и 118 г/м² соответственно.

Прочностные показатели набивной и окрашенной тканей после промывки к физико-химическим воздействиям оценивались в соответствии с ГОСТом 9733.0–83. При проведении экспериментальных исследований температура промывного раствора изменялась от 30 до 80...90°С, промывка проводилась с ПАВ и без него.

Для интенсификации было выбрано ультразвуковое воздействие, так как в работах [1], [2] показано, что при промывке тканей, в основе которых целлюлозные

волокна, задача массообмена внутренняя или смешанная, а потому действие физических полей эффективно. Задачу массопереноса можно характеризовать как внешнюю, когда условия массообмена определяются в основном скоростью движения сплошной фазы относительно поверхности текстильного материала; как внутреннюю, когда условия массообмена определяются в основном свойствами текстильного материала; как смешанную, когда условия массообмена зависят и от свойств текстильного материала, и от гидродинамической обстановки в массообменном аппарате. В качестве критерия

оценки задачи массообмена может служить величина диффузионного критерия Био [3].

Экспериментальные исследования кинетики промывки проводились на лабораторной установке, моделирующей процесс

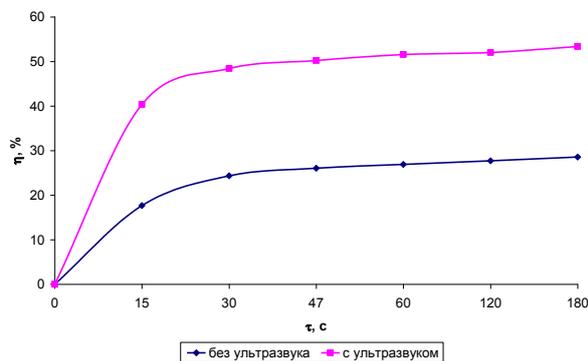


Рис. 1

промывки на одной петле башенной промывной машины, в которой промывная ванна могла заменяться на ультразвуковую ванну, в днище которой встроены пьезоэлектрические излучатели [1].

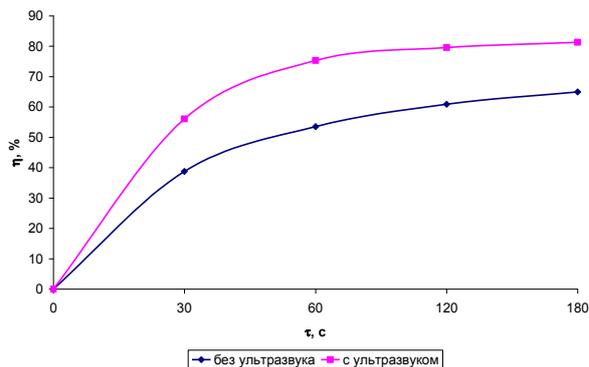


Рис. 2

На рис. 1 и 2 представлены кривые, характеризующие изменение степени промывки выбранных текстильных материалов без интенсификатора и при использовании ультразвукового воздействия (рис. 1 – хлопчатобумажной ткани – ситец – после крашения; рис. 2 – штапельного полотна после печати) с параметрами: частота – 30 кГц; мощность – 90 Вт. Концентрация ПАВ в промывном растворе составляла 0,8 г/л, при этом использовалась смесь анионоактивных и неионогенных ПАВ в соотношении 9:1, с учетом явления синергизма.

Анализ полученных результатов показывает, что ультразвук большее воздействие оказывает на кинетику процесса промывки после печати, в среднем время промывки сокращается на 55...80%, а время промывки после крашения сокращается в среднем на 40...55%, что согласуется с результатами других авторов.

Интенсификация процесса промывки под действием ультразвука происходит вследствие активации процессов массопереноса на границе раздела фаз ткань – промывной раствор и в самой ткани. Вследствие кавитационного воздействия происходит активное вымывание незафиксированного красителя с поверхности волокна. Образующиеся пузырьки пронизы-

вают ткань, способствуя вымыванию красителя. При этом наблюдается перемешивание моющего раствора, что обеспечивает большую интенсивность промывки. По некоторым литературным данным вследствие воздействия ультразвука происходит повышение температуры промывного раствора на несколько градусов, что также способствует интенсификации процесса промывки.

Математическая модель процесса промывки хлопчатобумажных тканей в высокоскоростных машинах барабанного типа представляет собой краевую задачу следующего вида:

$$\begin{cases} \frac{\partial c}{\partial \tau} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2}, & (1) \\ C(x, 0) = C_0, & (2) \\ D \frac{\partial C}{\partial x} \Big|_{x=\pm \delta} = \beta (C_i - C_p), & (3) \end{cases}$$

где β – коэффициент массоотдачи; C_i – концентрация загрязнения на поверхности ткани; C_p – равновесная концентрация загрязнения; δ – толщина промываемой ткани; D – коэффициент внутренней диффузии; τ – время промывки.

Сформулированная краевая задача после приведения граничных условий (3) к однородному виду и усреднения коэффициентов переноса D и β решена методом Фурье. Для тонких хлопчатобумажных

тканей при реализации процесса промывки в высокоскоростных машинах (массообменный критерий $Bi > 10^5$) решение сформулированной задачи имеет вид ряда:

$$C(x, \tau) = C_\delta + \frac{4}{\pi} (C_0 - C_p) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2n-1} \sin \frac{\pi(2n-1)}{\delta} e^{-\left(\frac{2n-1}{\delta}\pi\right)^2 D\tau}. \quad (4)$$

Ряд (4) позволяет получить поле концентраций загрязнения в обрабатываемом материале в зависимости от конструктивных и технологических характеристик процесса. Тем самым предоставляется возможность аналитического исследования не только степени, но и равномерности удаления загрязнения из обрабатываемого материала.

На практике эффективность промывки ткани оценивают по средней концентрации в ней загрязнения. Для расчета указанной характеристики получена формула:

$$\bar{C}(\tau) = C_\delta + \frac{8}{\pi^2} (C_0 - C_p) e^{-\left(\frac{\pi}{\delta}\right)^2 D\tau}. \quad (5)$$

Расчетное соотношение (5) является асимптотической оценкой результата интегрирования ряда (4). Структура соотношения (5) позволяет обосновать целесообразность аппроксимации экспериментальных кинетических кривых промывки хлопчатобумажных тканей зависимостью вида:

$$\bar{C}(\tau) = Ae^{-b\tau} + C_p. \quad (6)$$

Оценка параметра b может быть произведена на основе экспериментальных кинетических кривых промывки.

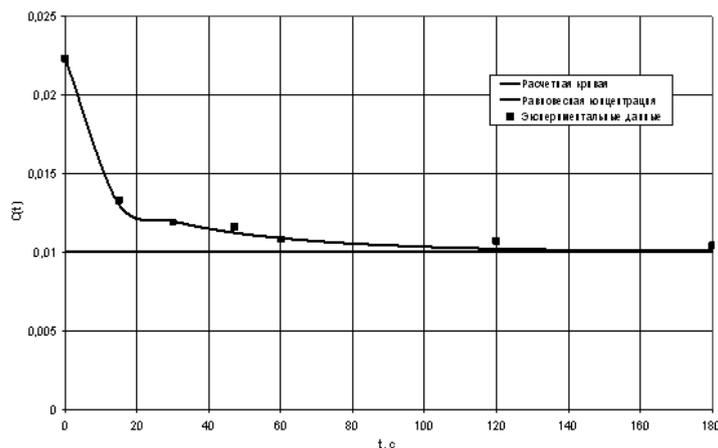


Рис. 3

На рис. 3 представлены кинетические кривые процесса промывки с ультразвуковым воздействием хлопчатобумажных тканей (ситец) после крашения. Характер этих кривых подтверждает целесообразность использования для их описания экспоненциальной зависимости (6). Приведенные на рис. 3 данные позволяют полу-

чить оценку параметра b , входящего в соотношение (6), а также коэффициента диффузии D . Для исследованных хлопчатобумажных тканей эти оценки составляют: $b = 0,02467 c^{-1}$; $D = 4 \cdot 10^{-10} m^2/c$.

На рис. 3 приведена расчетная, в соответствии с уравнением (4), кинетическая

кривая процесса. Сравнение расчетной и экспериментальной кривых кинетики свидетельствуют о правомерности допущений и упрощений, принятых при аналитическом решении краевой задачи (1)-(3).

Результаты проведенных исследований явились основой для разработки совместно со специалистами по ультразвуковому оборудованию из ООО "Техносоник" рекомендаций по использованию ультразвукового оборудования на башенных промывных машинах. Для повышения эффективности промывки достаточно оборудовать ультразвуковым устройством последнюю промывную машину в линии и ту, в которой промывка проводится с применением моющего средства. В качестве источника ультразвукового излучения используются погружные пьезоэлектрические преобразователи, устанавливаемые на двух противоположных боковых стенках промывной ванны. Применение ультразвукового устройства в промывной линии позволяет, в зависимости от характеристик ткани и параметров промывного раствора, исключить из рабочего цикла от 2 до 4-х промывных машин, уменьшить энергозатраты на 15...20%. Использование ультразвука приводит к уменьшению расхода чистой воды, объема и степени загрязненности сточных вод, может быть снижена концентрация ПАВ в промывном растворе.

Проведены экспериментальные исследования кинетики промывки с использованием различных пьезоэлектрических преобразователей. Выбран способ расположения излучателей в промывной ванне.

Поскольку повышение эффективности предполагает не только интенсификацию процесса, но и одновременно повышение производственной и экологической безопасности, было проведено сравнение основных параметров, характеризующих эти виды безопасности.

Результаты сравнения производственной и экологической безопасности при действующем и интенсифицированном режиме показали, что время нахождения обслуживающего персонала в рабочей зоне, а следовательно, и время воздействия опасных и вредных факторов сокращается в среднем на 60 %, концентрация ПАВ в промывном растворе и в сточных водах и количество чистой и сточной воды снижается на 20 %, может быть снижен расход пара для нагрева промывного раствора.

ВЫВОДЫ

1. Проведены экспериментальные исследования процесса промывки типовых легких хлопчатобумажных тканей после крашения и печати без интенсификации и с интенсификацией промывки ультразвуковым полем.

2. Предложено математическое описание кинетики процесса промывки. Проведен расчет кинетики процесса промывки после крашения и печати по разработанной программе.

3. Проведенный анализ производственной и экологической безопасности показывает, что она может быть повышена при интенсификации процесса промывки ультразвуковым полем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кошелева М. К., Щеголев А. А., Реутский В.А. Повышение эффективности процесса промывки хлопчатобумажных тканей после мерсеризации с использованием ультразвука // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, №1. С.108...111.
2. Кошелева М. К., Щеголев А. А. Устройство для промывки движущейся ткани. Патент на полезную модель № 47375 от 27.08.2005, Б.И. №24.
3. Сажин Б.С. Основы техники сушки. – М.: Химия, 1984.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности. Поступила 01.07.09.

УДК 67:338

**ОБ ИЗМЕНЕНИИ ЧИСЛЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ
ПРИ НАЛИЧИИ КОНКУРЕНЦИИ**

Б.С. МИХАЙЛОВ

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Изменение численности (n) технических объектов (ТО) одного вида описывается уравнением [1, с.239]:

$$\frac{dn}{dt} = rn \left(1 - \frac{n}{N} \right), \quad (1)$$

где r – удельная скорость роста численности ТО при отсутствии лимитирования; N – количество ТО, необходимое для удовлетворения потребности в ТО данного вида.

Решение этого дифференциального уравнения [1, с.239] дает закономерность изменения $n(t)$ численности ТО в виде возрастающей S-кривой ($n = n_0$ при $t=0$; $n \rightarrow N$ при $t \rightarrow \infty$):

$$n = N / \left[1 + \left(\frac{N}{n_0} - 1 \right) e^{-rt} \right]. \quad (2)$$

Если различные виды ТО не взаимодействуют друг с другом и не конкурируют (например, швейные и прядильные машины), то соответствующие уравнения для численности этих видов ТО записываются как

$$dn_j / dt = r_j n_j (1 - n_j / N_j), \quad j=1,2,\dots \quad (3)$$

Ситуация усложняется, если различные виды ТО конкурируют друг с другом (например, кольцевые и пневмомеханические прядильные машины).

Рассмотрим случай, когда имеются всего два вида конкурирующих ТО численностью соответственно n_1 и n_2 со скоростями роста r_1 и r_2 и скоростями замедления роста f_1 и f_2 . Тогда можно записать два дифференциальных уравнения для изменения численности n_1 и n_2 :

$$\frac{dn_1}{dt} = n_1 (r_1 - f_1), \quad (4)$$

$$\frac{dn_2}{dt} = n_2 (r_2 - f_2).$$

Если r_j и f_j – постоянные, то уравнения (4) описывают либо экспоненциально растущие, либо экспоненциально исчезающие виды (состояние $r_j = f_j$ неустойчиво по отношению к малым возмущениям r_j или f_j). Поэтому коэффициенты r или f должны зависеть от n . Удобно рассматривать величины f_1 и f_2 как линейные функции численности обоих видов, то есть

$$f_1 = \mu_{11}n_1 + \mu_{12}n_2, \quad (5)$$

$$f_2 = \mu_{21}n_1 + \mu_{22}n_2,$$

где μ_{ij} – постоянные коэффициенты.

Подставив (5) в (4), получаем искомую систему дифференциальных уравнений, описывающих изменение численности двух видов ТО при наличии конкуренции между ними:

$$\frac{dn_1}{dt} = r_1 n_1 - \mu_{11} n_1^2 - \mu_{12} n_1 n_2, \quad (6)$$

$$\frac{dn_2}{dt} = r_2 n_2 - \mu_{22} n_2^2 - \mu_{21} n_1 n_2.$$

Приняв в этих уравнениях $\mu_{11} = \frac{r_1}{N_1}$,

$$\mu_{22} = \frac{r_2}{N_2} \quad (N_1, N_2 - \text{потребность в ТО пер-$$

вого и второго вида), приведем уравнения (6) к виду:

$$\frac{dn_1}{dt} = r_1 n_1 \left(1 - \frac{n_1}{N_1}\right) - \mu_{12} n_1 n_2, \quad (7)$$

$$\frac{dn_2}{dt} = r_2 n_2 \left(1 - \frac{n_2}{N_2}\right) - \mu_{21} n_1 n_2.$$

При $\mu_{12} = \mu_{21} = 0$ нет конкуренции, и из уравнений (7) получаем уравнение (3), когда n_1 достигает, как следует из формулы (2), величины N_1 , а n_2 – величины N_2 . При $\mu_{12} > 0$ и $\mu_{21} > 0$ с ростом n_1 уменьшается n_2 и наоборот; поэтому n_1 всегда меньше N_1 , а n_2 – меньше N_2 .

Модели (6) и (7), описывающие изменение численности двух конкурирующих видов ТО, пригодны и для описания изменения численности ТО (изделий) одного вида, выпускаемых двумя конкурирующими фирмами-производителями. (В этом случае в уравнениях (7) n_1 и n_2 – численность ТО каждой из фирм на определенный момент; N_1 и N_2 – максимально возможное число ТО, которое может быть выпущено каждой из фирм при отсутствии конкуренции; μ_{12} , μ_{21} – коэффициенты, характеризующие влияние фирм (их реакцию) друг на друга).

Действительно, если обе фирмы достаточно мощные, то общее число ТО, выпущенных этими фирмами, может превысить потребность N в этих ТО. Чтобы избежать перепроизводства ТО, фирмы уменьшают скорость выпуска ТО (определяемую по уравнениям (3), где $j=1,2$ – рассматриваемые нами фирмы) и тем больше, чем

больше вероятность встречи на рынке ТО этих фирм – $\mu_{12} n_1 n_2$; в результате мы приходим к модели (6) или (7).

(Здесь важно отметить, что модель типа (6),(7), описывающая конкуренцию ТО разных видов или одного вида, но разных производителей, – не единственная).

Исследуем полученную систему дифференциальных уравнений (7).

Приравняем к нулю производные в системе (7). Тогда для стационарных решений \bar{n}_1 , \bar{n}_2 получим систему алгебраических уравнений:

$$\bar{n}_1 \left[r_1 \left(1 - \frac{\bar{n}_1}{N_1}\right) - \mu_{12} \bar{n}_2 \right] = 0, \quad (8)$$

$$\bar{n}_2 \left[r_2 \left(1 - \frac{\bar{n}_2}{N_2}\right) - \mu_{21} \bar{n}_1 \right] = 0.$$

Эта система имеет несколько решений:

$$1) \bar{n}_1 = \frac{N_1(r_1 r_2 - r_2 \mu_{12} N_2)}{r_1 r_2 - \mu_{12} \mu_{21} N_1 N_2}, \quad (9)$$

$$\bar{n}_2 = \frac{N_2(r_1 r_2 - r_1 \mu_{21} N_1)}{r_1 r_2 - \mu_{12} \mu_{21} N_1 N_2},$$

при условии, что $r_1 r_2 \neq \mu_{12} \mu_{21} N_1 N_2$:

$$2) \bar{n}_1 = 0, \bar{n}_2 = N_2, \quad (10)$$

$$3) \bar{n}_2 = 0, \bar{n}_1 = N_1, \quad (11)$$

$$4) \bar{n}_1 = 0, \bar{n}_2 = 0. \quad (12)$$

Исследуем устойчивость первой точки равновесия, определяемой формулами (9). Для этого зададим небольшое отклонение от положения равновесия $n_1 = \bar{n}_1 + \xi$, $n_2 = \bar{n}_2 + \eta$ и подставим в уравнения (7). При этом правые части этих уравнений мы обозначим соответственно через $P(n_1, n_2)$ и $Q(n_1, n_2)$ и разложим в ряд Тейлора в окрестности точки (\bar{n}_1, \bar{n}_2) , ограничившись первыми членами разложения (в силу малости ξ и η).

Тогда имеем:

$$\frac{dn_1}{dt} = \frac{d\xi}{dt} = \xi a_{11} + \eta a_{12}, \quad (13)$$

$$\frac{dn_2}{dt} = \frac{d\eta}{dt} = \xi a_{21} + \eta a_{22},$$

$$\begin{aligned} \text{где } a_{11} &= \left. \frac{\partial P}{\partial n_1} \right|_{\bar{n}_1, \bar{n}_2} = r_1 - \frac{r_1}{N_1} 2\bar{n}_1 - \mu_{12} \bar{n}_2, \\ a_{12} &= \left. \frac{\partial P}{\partial n_2} \right|_{\bar{n}_1, \bar{n}_2} = -\mu_{12} \bar{n}_1, \quad (14) \\ a_{21} &= \left. \frac{\partial Q}{\partial n_1} \right|_{\bar{n}_1, \bar{n}_2} = -\mu_{21} \bar{n}_2, \\ a_{22} &= \left. \frac{\partial Q}{\partial n_2} \right|_{\bar{n}_1, \bar{n}_2} = r_2 - \frac{r_2}{N_2} 2\bar{n}_2 - \mu_{21} \bar{n}_1. \end{aligned}$$

Подставив в выражения для a_{11} и a_{22} значения \bar{n}_1 и \bar{n}_2 формул (9), получаем окончательно для a_{11} и a_{22} :

$$a_{11} = -\frac{r_1}{N_1} \bar{n}_1, \quad a_{22} = -\frac{r_2}{N_2} \bar{n}_2. \quad (15)$$

Из теории линейных дифференциальных уравнений [2] известно, что общее решение системы (13) можно представить в виде:

$$\begin{aligned} \xi &= C_{11} e^{\lambda_1 t} + C_{12} e^{\lambda_2 t}, \\ \eta &= C_{21} e^{\lambda_1 t} + C_{22} e^{\lambda_2 t}. \end{aligned} \quad (16)$$

где амплитуды C_{ij} зависят от начальных условий; значения λ_1 и λ_2 определяют характер движения вблизи особой точки, или, как говорят, ее тип.

Характеристическое уравнение для системы (13) имеет вид [2]:

$$\lambda^2 - (a_{11} + a_{22})\lambda - a_{12}a_{21} + a_{11}a_{22} = 0$$

и определяет два значения λ , при которых в системе возможны ненулевые решения:

$$\lambda_{1,2} = \frac{a_{11} + a_{22}}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{a_{11} + a_{22}}{2}\right)^2 + a_{12}a_{21} - a_{11}a_{22}}. \quad (17)$$

Рассмотрим возможные значения λ_1 и λ_2 .

Отметим прежде всего, что подкоренное выражение в (17) можно привести к виду:

$$\frac{1}{4} \left[(a_{11} - a_{22})^2 + 4a_{12}a_{21} \right],$$

$$\lambda_{1,2} = -\frac{\left(\frac{r_1}{N_1} \bar{n}_1 + \frac{r_2}{N_2} \bar{n}_2\right)}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\frac{r_1}{N_1} \bar{n}_1 + \frac{r_2}{N_2} \bar{n}_2}{2}\right)^2 - \bar{n}_1 \bar{n}_2 \left(\frac{r_1 r_2}{N_1 N_2} - \mu_{12} \mu_{21}\right)}. \quad (18)$$

Отсюда видно, что значение λ_2 (перед корнем в (18) стоит знак минус) всегда меньше нуля.

Значение λ_1 (перед корнем в (18) стоит знак плюс) не может быть равно нулю, поскольку $\frac{r_1 r_2}{N_1 N_2} \neq \mu_{12} \mu_{21}$, что указано в

формуле (9).
которое с учетом формул (14) для a_{12} и a_{21} всегда больше нуля. Тогда оба корня действительны.

Подставив в выражение (17) значения a_{11} и a_{22} из (15), a_{12} и a_{21} из (14), получим:

формуле (9).

Из (18) следует, что при

$\frac{r_1 r_2}{N_1 N_2} > \mu_{12} \mu_{21}$ имеем $\lambda_1 < 0$, а при

$\frac{r_1 r_2}{N_1 N_2} < \mu_{12} \mu_{21} - \lambda_1 < 0$.

Итак, при $\frac{r_1 r_2}{N_1 N_2} > \mu_{12} \mu_{21}$ имеем: $\lambda_1 < 0$, $\lambda_2 < 0$; следовательно [2], рассматриваемая особая точка (\bar{n}_1, \bar{n}_2) , устойчива, так как решение (16) представляется в виде убывающих со временем экспонент.

Если $\frac{r_1 r_2}{N_1 N_2} < \mu_{12} \mu_{21}$, имеем: $\lambda_1 > 0$, $\lambda_2 < 0$. В этом случае равновесие, определяемое формулами (9), является неустойчивым.

Аналогичные результаты получим, если будем исследовать не систему уравнений (7), а систему (6). В этом случае вместо формулы (9) имеем точку равновесия:

$$\begin{aligned} \bar{n}_1 &= \frac{r_1 \mu_{22} - r_2 \mu_{12}}{\mu_{11} \mu_{22} - \mu_{12} \mu_{21}}, \\ \bar{n}_2 &= \frac{r_2 \mu_{11} - r_1 \mu_{21}}{\mu_{11} \mu_{22} - \mu_{12} \mu_{21}}, \end{aligned} \quad (9')$$

при условии, что $\mu_{11} \mu_{22} \neq \mu_{12} \mu_{21}$.

Равновесие в этой точке будет устойчиво при $\mu_{11} \mu_{22} > \mu_{12} \mu_{21}$, и будет неустойчиво при $\mu_{11} \mu_{22} < \mu_{12} \mu_{21}$.

УДК 677.022:519.8:62.50.72

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ДОЛЕВОГО СОСТАВА ДВУХКОМПОНЕНТНОГО ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА В ПРОЦЕССЕ КАРДОЧЕСАНИЯ

С.С. ГРОМОВ, П.А. СЕВОСТЬЯНОВ

(Московский государственный текстильный университет им.А.Н.Косыгина)

Динамике процессов на кардочесальных машинах посвящено огромное количество работ отечественных и зарубежных ученых. Исследования проводились как экспериментально – в виде натуральных экспериментов на работающих чесальных машинах (ЧМ), так и теоретически – построением математических моделей процессов кардочесания. Эти работы предлагают различные подходы: математические модели на основе материального баланса с

1. Получена математическая модель в виде системы дифференциальных уравнений (6) или (7), описывающих изменение численности либо двух видов конкурирующих ТО, либо одного вида ТО, выпускаемых двумя конкурирующими фирмами-производителями.

2. Выявлены условия, при которых точка равновесия, определяемая формулой (9), является устойчивой или неустойчивой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлов Б.С. Основные принципы и законы развития техники. – СПб., 2005.
2. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления (для вузов). – Ч.2. гл. XIII – М.: Наука, 1966.

Рекомендована кафедрой технологии прядения и нетканых материалов. Поступила 28.09.09.

использованием дифференциальных уравнений и/или передаточных функций [1], модели в виде Марковских процессов [2], [3], модели на основе механики взаимодействия волокнистого материала (ВМ) с рабочими органами ЧМ. В основном эти модели описывают преобразования линейной плотности и эффекты выравнивания линейной плотности ВМ на машине. Кроме того, существуют работы, посвященные исследованиям различных структурных

изменений в ВМ вследствие процесса чесания, например, укорочению длин волокон вследствие их разрыва, изменению доли компонента, а также изменениям свойств волокон: их параллелизации, распрямленности, степени разъединения, степени выделения сорных примесей или изменению состава сорных примесей. Эти процессы структурных изменений в составе ВМ рассматривались, как правило, в статическом режиме, поскольку построенные динамические модели для подобных

процессов представляют значительные трудности. Определенное продвижение в этом направлении может быть выполнено методами компьютерного моделирования различных процессов, происходящих в ЧМ. Рассмотрим, в частности, динамику изменения долевого состава двухкомпонентного ВМ.

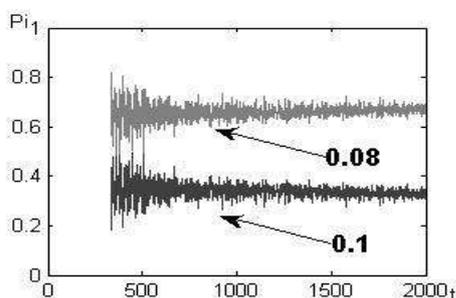
Математическая модель, описывающая преобразования линейной плотности внутри ВМ схематично можно представить следующими соотношениями:

$$\begin{aligned}
 g_1(t) &= \varepsilon_t; \quad g_2(t) = g_1(t) + g_{13}(t - \tau_1); \quad g_3(t) = g_2(t - \tau_2) * \lambda; \quad g_4(t) = g_2(t - \tau_3) * (1 - \lambda); \\
 g_5(t) &= g_4(t - \tau_4) * \lambda_1; \quad g_6(t) = g_4(t - \tau_5) * (1 - \lambda_1); \quad g_7(t) = g_5(t - \tau_6) + g_6(t - \tau_6); \\
 g_8(t) &= g_7(t - \tau_7) * \lambda_2; \quad g_9(t) = g_7(t - \tau_8) * (1 - \lambda_2); \quad g_{10}(t) = g_8(t - \tau_9) + g_9(t - \tau_9); \\
 g_{11}(t) &= g_{10}(t - \tau_{10}) * \lambda_3; \quad g_{12}(t) = g_{10}(t - \tau_{11}) * (1 - \lambda_3); \quad g_{13}(t) = g_{11}(t - \tau_{12}) + g_{12}(t - \tau_{12}),
 \end{aligned} \tag{1}$$

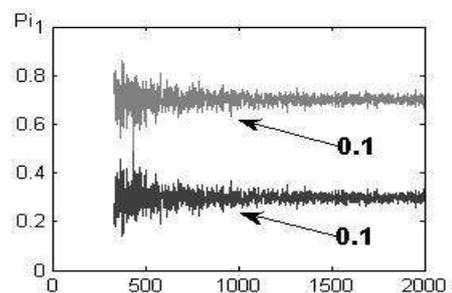
где t – текущий момент времени; $g_i(t)$ – нагрузка ВМ на i -й зоне чесания; ε_t – белый шум; τ_i – время транспортного запаздывания ВМ на i -м участке барабана; λ – коэффициент съема; β – коэффициент выпадов сорных примесей ВМ из питающей загрузки.

Будим считать, что на вход машины поступает двухкомпонентный ВМ в пропорции 3:7. Входной параметр моделируется как белый шум с коэффициентом вариации 20% для 1 и 2-го компонентов. В

соответствии с соотношениями (1) были построены алгоритм моделирования и программа, имитирующая динамику этой системы. С целью выяснить, как различия в коэффициентах съема сказываются на динамике изменения долей эксперимента, с моделью был проведен эксперимент, в котором для 1-го компонента коэффициент съема равен 0,1, для 2-го – 0,08. На рис. 1-а представлены переходные кривые изменения доли компонентов, полученные в ходе эксперимента.



а)



б)

Рис. 1

Видно, что как при различных, так и при одинаковых коэффициентах съема длительность переходного режима по линейной плотности одинакова у каждого из компонентов, но по доле компонентов она различная.

Во втором эксперименте рассмотрено, как коэффициенты съема зависят от доли компонента. Разные компоненты имеют различные коэффициенты трения, цепкость и степень удержания ВМ на поверхности гарнитуры. Поэтому в зависимости

от того, какое количество каждого компонента ВМ находится в данный момент в точке съема, будет меняться фактический коэффициент съема. Поскольку реальных

данных об этой зависимости нет, то ее можно представить лишь на качественном уровне и аппроксимировать линейными зависимостями следующего типа:

$$\lambda_1^{\hat{\delta}} = \Lambda_1 + \Delta\lambda(P_0^1 - P_0^2), \quad \lambda_2^{\hat{\delta}} = \Lambda_2 + \Delta\lambda(P_0^1 - P_0^2), \quad (2)$$

$$P_0^1 = \frac{g_1^1(t)}{g_1^1(t) + g_1^2(t)}, \quad P_0^2 = \frac{g_1^2(t)}{g_1^1(t) + g_1^2(t)},$$

где $\lambda_i^{\text{факт}}$ – фактический коэффициент съема i -го компонента в ВМ; Λ_i – среднее значение коэффициента съема i -го компонента в ВМ; $\Delta\lambda$ – коэффициент чувствительности; P_0^i – доля i -го компонента от общей доли ВМ; $g_1^i(t)$ – нагрузка i -го компонента ВМ.

С использованием этой аппроксимации в модели и соответствующих расчетов была исследована зависимость длительности переходного процесса: от чувствительности коэффициента съема к изменению доли.

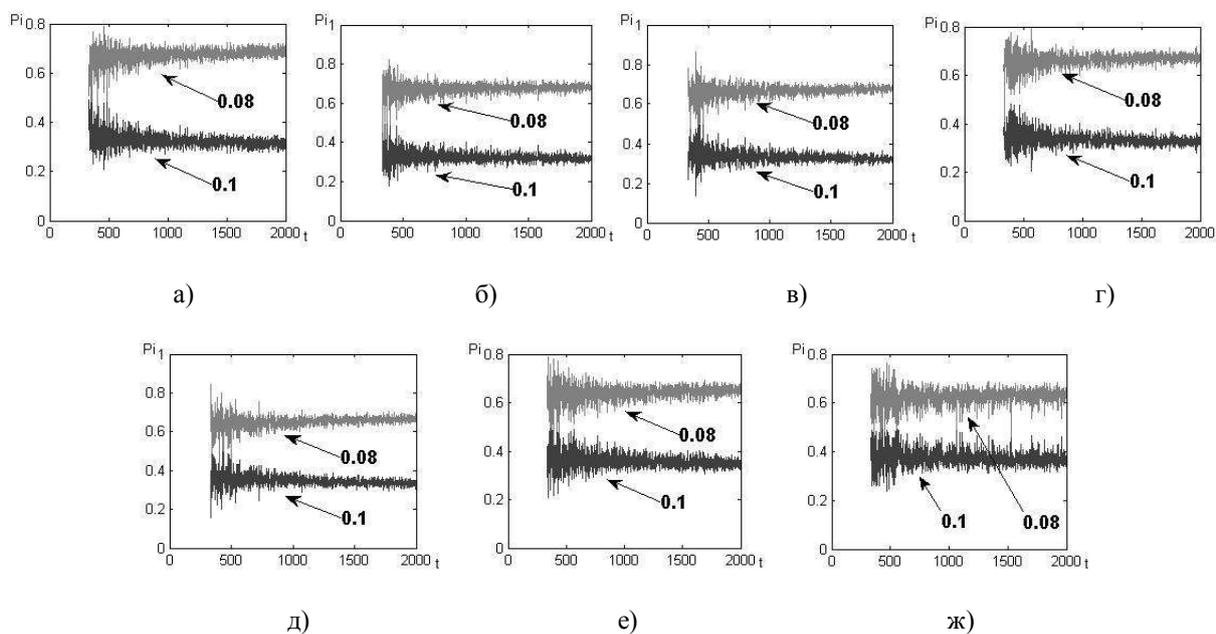


Рис. 2

Полученные кривые при коэффициентах чувствительности -0,12; -0,09; -0,06; -0,03; 0,03; 0,06 и 0,09 приведены на рис. 2-а...2-ж. Они показывают, что с увеличением/уменьшением коэффициента чувствительности увеличивается/уменьшается и

разброс значений переходного процесса относительно их математического ожидания, а оптимальный выход на установившийся режим работы линейной системы достигается при значении коэффициентов чувствительности 0,06.

Т а б л и ц а 1

| $\Delta\lambda$ | -0,12 | | -0,09 | | -0,06 | | -0,03 | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Компонент | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Коэффициент съема | 1 | 0,08 | 1 | 0,08 | 1 | 0,08 | 1 | 0,08 |
| Среднее значение | 0,3135 | 0,6602 | 0,3161 | 0,6576 | 0,3194 | 0,6543 | 0,3214 | 0,6523 |
| Дисперсия | 0,0034 | 0,1236 | 0,0034 | 0,1200 | 0,0035 | 0,1155 | 0,0035 | 0,1131 |

| $\Delta\lambda$ | 0 | | 0,03 | | 0,06 | | 0,09 | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Компонент | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Коэффициент съема | 1 | 0,08 | 1 | 0,08 | 1 | 0,08 | 1 | 0,08 |
| Среднее значение | 0,3282 | 0,6455 | 0,3356 | 0,6381 | 0,3464 | 0,6273 | 0,3645 | 0,6092 |
| Дисперсия | 0,0037 | 0,1044 | 0,0038 | 0,0953 | 0,0041 | 0,0830 | 0,0048 | 0,0647 |

ВЫВОДЫ

1. Построена динамическая математическая модель изменения массы волокнистого материала в процессе кардочесания по различным зонам чесальной машины с учетом долевого состава компонентов и степени заполнения гарнитуры.

2. С моделью выполнены эксперименты, которые показали влияние коэффициентов съема на длительность переходного процесса.

2. *Ашин Н.М.* Кардочесание волокнистых материалов. – М.: Легкая промышленность и бытовое обслуживание, 1985.

3. *Труевцев Н.И., Ашин Н.М.* Теория и практика кардочесания в аппаратной системе прядения шерсти. – М.: Легкая индустрия, 1967.

4. *Борзунов И.Г.* Исследование процесса кардочесания хлопка с целью совершенствования существующих и создания новых высокопроизводительных чесальных машин: Дис....докт. техн. наук. – М.: МТИ, 1967.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и систем автоматизированного проектирования. Поступила 20.10.09.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А.* Моделирование технологических процессов (в текстильной промышленности): Учебник для вузов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

УДК 677.07:539.3/4

**УТОЧНЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ
НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НИТИ**

В.П. ЩЕРБАКОВ, А.П. БОЛОТНЫЙ

(Московский государственный текстильный университет им. А. Н. Косыгина,
Костромской государственный технологический университет)

В расчетах прочности нити и пряжи встречаем два совершенно противоположных подхода. Первый предполагает при деформировании нити внешней силой P более нагруженными периферийные волокна, которые вследствие этого разрываются первыми и далее инициируют разрушение нити в целом. Другой подход к определению прочности нити приводит к иному результату: более натянутыми являются центральные волокна, с которых и начинается процесс разрушения нити. Чтобы выяснить причину расхождения самой концепции прочности нити, рассмотрим обе идеи, положенные в основу теорий прочности.

Идеализированная модель нити определена самой технологией нити, когда система параллельных волокон преобразуется в крученую структуру, в которой наружные волокна длиннее центральных.

На рис. 1 (геометрическая модель нити (а) и ее развертка (б) при одноосном растяжении) показано изменение при одноосном растяжении длины волокна l , расположенного на расстоянии радиуса r нити от ее оси и ориентированного под углом к оси нити ϑ . При постоянном шаге витка h длина винтовой линии больше h , волокна должны удлиняться вследствие растяжения. Но все же геометрическая совместимость волокон в процессе кручения достигается в основном сменой положения частей волокон относительно оси нити таким образом, чтобы на большом протяжении нити длины траекторий волокон были бы одинаковыми. Этот эффект называют миграцией волокон. Экспериментальные наблюдения строения крученых нитей и пряжи обнаруживают не столь большую скорость миграции, чтобы отказаться от идеализированной структуры.

Следующим, определяющим модель структуры нити, фактором является вязкоупругая природа текстильных волокон и нитей, которая положена в основу современных теорий прочности не только текстильных, но и многих конструкционных материалов. Особенно нужно отметить, что явления, связанные с зависимостью напряжений и деформаций от времени, впервые были обнаружены и исследованы именно на текстильных материалах. Классический эксперимент по ползучести, в котором была установлена нелинейная упругость при малых деформациях шелко-

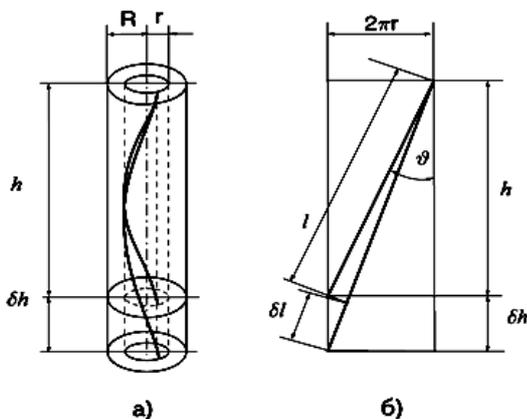


Рис. 1

вых нитей, был выполнен В. Вебером в Геттингене в 1835 г. Как уже отмечалось, в условиях непосредственного формирования нити и пряжи при кручении волокно располагается по винтовой линии, длина которой больше длины до кручения. Даже при наличии миграции волокно растягивается, в нем возникают дополнительные напряжения от кручения. И вот здесь расходятся позиции исследователей на дальнейшее описание состояния нити. Суммарные напряжения от внешней нагрузки складываются с напряжениями от кручения, и это напряженное состояние принимается за начальную нагрузку волокна. Эта точка зрения, игнорирующая вязкоупругие свойства волокон, принята во всей отечественной литературе. В действительности сразу же, и даже в процессе формирования нити и пряжи, начинает работать вязкоупругий механизм материала волокна. В волокнах происходит процесс релаксации напряжений, и по истечении довольно непродолжительного времени он в основном заканчивается. Дальнейшее падение напряжений с малой скоростью, близкой к нулю, продолжается на соответствующей паковке (бобине, початке). Но напряжения уменьшаются не до нуля. Волокно не вполне, но все же упруго. Потенциальная энергия деформирования волокон при кручении обуславливает взаимодействие волокон между собой, и в любом волокне даже при отсутствии внешней нагрузки имеются натяжение, перерезывающие силы, изгибающие и крутящие моменты, контактные силы [1]. Величины этих силовых характеристик вычислены для многих наиболее распространенных волокон. Численные значения натяжения волокон оказываются пренебрежимо малыми по сравнению с величинами натяжений, возникающих при нагружении нити, тем более в момент разрушения. Именно поэтому винтовая структура может быть принята в качестве расчетной, а многочисленные расчеты с использованием этой модели подтверждают ее достоверность.

Общая схема решения задач, связанных с нахождением перемещений и натяжений волокон при нагружении пряжи силой P ,

состоит в следующем: 1) составить уравнения совместности деформаций, то есть соотношения, связывающие деформации отдельных элементов; 2) заменить в уравнениях совместности деформации напряжениями или усилиями по закону Гука (или иному закону связи); 3) составить уравнения статики, считая геометрию системы определенной для недеформированного состояния; 4) решить полученную систему уравнений.

При простейшем теоретическом исследовании поведения волокон в нити с идеальной винтовой структурой учитываются только продольные растягивающие силы, и считается неизменным диаметр нити при растяжении. Пусть деформация нити $\varepsilon_y = \frac{dh}{h}$, где dh – удлинение шага h винтовой линии, по которой расположено волокно; деформация волокна $\varepsilon_f = \frac{d\ell}{\ell}$ (здесь $d\ell$ – удлинение волокна). В соответствии с указанной выше схемой расчета составляем уравнение совместности деформаций:

$$(\ell_f + \Delta\ell_f)^2 = (h + \Delta h)^2 + (2\pi r)^2. \quad (1)$$

Деформации волокна ε_f и нити ε_y связаны между собой соотношением:

$$\varepsilon_f = \varepsilon_y \cos^2 \vartheta. \quad (2)$$

Шаг винтовой линии h не зависит от текущего радиуса нити r , а угол ориентации отдельного волокна ϑ , равный углу подъема винтовой линии, изменяется вдоль радиуса нити от нуля в центре, достигая на поверхности нити радиуса R значения β . Ясно, что максимальная деформация волокна, равная деформации нити, возникает в центральных волокнах, минимальная – в наружных. Считая волокно вполне упругим, получаем напряжение в волокне:

$$\sigma_f = E_f \varepsilon_f, \quad (3)$$

где E_f – модуль упругости волокна. Отсюда следует, что более нагруженными являются центральные волокна, и здесь надо ожидать локального разрушения нити, которое затем инициирует разрушение нити в целом.

Другой результат получают, отклоняясь от классической схемы расчета статически неопределенных задач. Тогда в основу определения нагрузки на волокно положено разложение сил, вследствие которого имеем:

$$P_f = \frac{P_1}{\cos \vartheta}, \quad (4)$$

где P_f – натяжение волокна; P_1 – продольная нагрузка, которую вычисляют делением нагрузки на нить на число волокон. Отсюда следует, что, во-первых, более нагруженными являются периферийные волокна и, во-вторых, чем больше крутка при данной нагрузке на нить, тем больше нагружены соответствующие волокна. Все поставлено "с ног на голову". Вместо того, чтобы рассчитать натяжение отдельного волокна, исходя из соотношения (3), и уравновесить все волокна осевой нагрузкой на нить, здесь проведено ничем физически не оправданное разложение (4).

Таким образом, винтовая структура нити приводит к возникновению максимальной нагрузки осевых волокон, которую можно рассматривать как нагрузку разрушения при деформации, равной предельной деформации волокна. Здесь надо принять во внимание некоторые весьма важные обстоятельства, связанные с расчетами прочности нити. В основе расчетов лежит физическая линейность: для волокон действует закон Гука. Но известно, что волокно извито, и, кроме того, реальная диаграмма его деформирования существенно нелинейна, даже если волокно распрямлено. Прежде всего заметим, что нас интересует предельная нагрузка нити, соответствующая ее разрушению, и безразлично, по какой траектории будет двигаться точка, соответствующая предельной деформации волокна. Если строить кривую деформации нити по свойствам волокон, то форма

диаграммы растяжения волокна, конечно, должна быть учтена при расчете напряжений. В этом случае производная $\frac{\partial \varepsilon_f}{\partial \varepsilon_y}$ может содержать любую нелинейную зависимость $\sigma_f = f(\varepsilon_f)$ для волокна. Кроме того, в области малых деформаций наблюдается тенденция центральных волокон к искривлению, которые не участвуют в восприятии растягивающей нагрузки до тех пор, пока не выпрямятся. Однако уже при незначительном растяжении нити она уплотняется с образованием структуры, очень близкой к идеализированной.

Проведем более полное исследование напряжений и деформаций волокон и нити, приближающее прочностные расчеты нити к действительному состоянию нити при ее нагружении [2].

$$\text{Введем параметры } u = \frac{\ell}{L}, \quad c = \cos \beta = \frac{h}{L},$$

где L – длина винтовой линии на поверхности нити, соответствующая радиусу R ; u – радиальное расположение волокна, изменяющееся от нуля в центре нити до единицы на ее поверхности. В дальнейшем нам необходимы соотношения:

$$\left(\frac{r}{R}\right)^2 = \frac{\ell^2 - h^2}{L^2 - h^2} = \frac{u^2 - c^2}{1 - c^2}, \quad \ell^2 = h^2 + 4\pi^2 r^2,$$

$$\cos \vartheta = \frac{h}{\ell} = \frac{c}{u}, \quad \sin \vartheta = \frac{2\pi r}{\ell} = \sqrt{1 - \frac{c^2}{u^2}}.$$

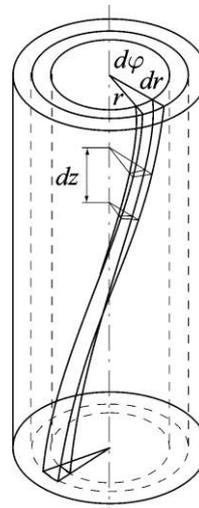


Рис. 2

Рассмотрим винтовой элемент волокна в нити (рис. 2), расположенный между двумя цилиндрами радиусов r и $(r+dr)$ и между двумя винтовыми линиями, смещенными относительно друг друга на угол $d\varphi$. Элементарный объем ориентирован вдоль направления винтовой линии и определяется длиной отрезка dz , параллельного оси нити. Действующие на элемент силы направлены по нормали к каждой из шести граней объема (рис. 3 – равновесие элемента волокна), напряжение σ_f в волокне действует параллельно, напряжение g – перпендикулярно оси волокна. Принимаем $(+\sigma_f)$ – растяжение и $(+g)$ – сжатие.

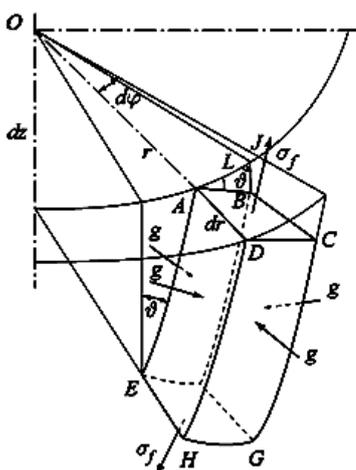


Рис. 3

Изменение диаметра нити может быть определено параметром, аналогичным коэффициенту Пуассона, характеризующему поперечное сжатие:

$$v_y = -\frac{dr/r}{dh/h}.$$

Определив деформацию нити как $\varepsilon_y = \frac{dh}{h}$, напомним формулу:

$$\varepsilon_f = \varepsilon_y \left[\frac{c^2}{u^2} - v_y \left(1 - \frac{c^2}{u^2} \right) \right], \quad (5)$$

связывающую деформацию волокна ε_f с деформацией нити ε_y .

В условиях растягивающего σ_f и сжимающего g напряжений деформация волокна, как это следует из курса сопротивления материалов:

$$\varepsilon_f = \frac{\sigma_f}{E_f} - \frac{2v_f}{E_f}(-g), \quad (6)$$

где v_f – коэффициент Пуассона волокна.

Объединив оба выражения для деформаций волокна, получим

$$\varepsilon_y \left[\frac{c^2}{u^2} - v_y \left(1 - \frac{c^2}{u^2} \right) \right] = \frac{1}{E_f} (\sigma_f + 2v_f g),$$

откуда

$$\sigma_f = E_f \varepsilon_y \left[\frac{c^2}{u^2} - v_y \left(1 - \frac{c^2}{u^2} \right) \right] - 2v_f g. \quad (7)$$

Произведение $E_f \varepsilon_y$ равно напряжению σ_f , которое возникает в центральных волокнах ($r=0$), где деформации волокна и нити одинаковы. Используя σ_{f0} в качестве нормализующего параметра, перейдем к безразмерным величинам $\tilde{\sigma}_f = \frac{\sigma_f}{\sigma_{f0}}$,

$\tilde{g} = \frac{g}{\sigma_{f0}}$. Здесь величины со знаком тильда наверху являются безразмерными. Тогда:

$$\tilde{\sigma}_f = \frac{c^2}{u^2} - v_y \left(1 - \frac{c^2}{u^2} \right) - 2v_f \tilde{g}. \quad (8)$$

Из условий равновесия сил, действующих на шести координатных площадках (рис. 3), вычисляется относительное радиальное напряжение \tilde{g} в зависимости от радиального расстояния [2]:

$$\tilde{g} = \frac{1+v_y}{1+2v_f} \frac{c^2}{u^2} \left(1 - u^{1+2v_f} \right) - v_y \frac{1 - u^{2v_f-1}}{2v_f - 1}. \quad (9)$$

Напомним, что u – радиальное расположение волокна, изменяющееся от нуля в центре нити до единицы на ее поверхности. Из соотношения

$$\left(\frac{r}{R}\right)^2 = \frac{\ell^2 - h^2}{L^2 - h^2} = \frac{u^2 - c^2}{1 - c^2}$$

находится значение u , и по формуле (9) определяется абсолютное радиальное напряжение g .

Относительное растягивающее напряжение получаем из формулы (8):

$$\begin{aligned} \tilde{\sigma}_f = & \frac{(1 + \nu_y)c^2}{(1 + 2\nu_f)u^2} (1 + 2\nu_f u^{1+2\nu_f}) + \\ & + \nu_y \frac{1 - 2\nu_f u^{2\nu_f-1}}{2\nu_f - 1}. \end{aligned} \quad (10)$$

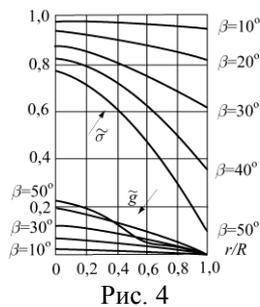


Рис. 4

Интегрированием этого равенства определяется суммарное растягивающее усилие. После нормирования и усреднения путем деления интеграла на площадь по-

$$\tilde{\sigma}_y = \frac{2c^2}{(1 + 2\nu_f)(1 - c^2)} \left\{ (1 + \nu_y) \left[\ln c + \frac{2(1 + \nu_f)}{1 + 2\nu_f} \right] (1 - c^{2\nu_f+1}) - \frac{\nu_y}{2} \left[\frac{3(1 + 2\nu_f)}{2\nu_f - 1} - \frac{4(1 + \nu_f)}{2\nu_f - 1} c^{2\nu_f-1} - \frac{1}{c^2} \right] \right\}. \quad (11)$$

Отношение предела прочности нити к пределу прочности волокна равно отношению модуля упругости нити к модулю

$$\begin{aligned} \frac{\sigma_{y*}}{\sigma_{f*}} = & \frac{E_y}{E_f} = \frac{2 \cos^2 \beta}{(1 + 2\nu_f)(1 - \cos^2 \beta)} \times \\ & \times \left\{ (1 + \nu_y) \left[\ln \cos \beta + \frac{2(1 + \nu_f)}{1 + 2\nu_f} (1 - (\cos \beta)^{2\nu_f+1}) \right] - \right. \\ & \left. - \frac{\nu_y}{2} \left[\frac{3(1 + 2\nu_f)}{2\nu_f - 1} - \frac{4(1 + \nu_f)}{2\nu_f - 1} (\cos \beta)^{2\nu_f-1} - \frac{1}{\cos^2 \beta} \right] \right\}. \end{aligned} \quad (12)$$

Изменение напряжений $\tilde{\sigma}$ и \tilde{g} в зависимости от радиального расстояния r/R для различных углов кручения β показано на рис. 4 [2].

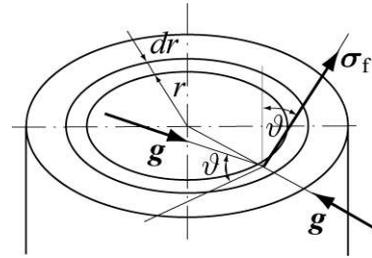


Рис. 5

Если рассматривать силы, действующие на малый элемент между двумя цилиндрическими поверхностями с радиусами r и $(r+dr)$ и приводящие к растяжению нити, как показано на рис. 5, то компоненты нормального напряжения σ_f и напряжения g в окружном направлении и перпендикулярного к грани $ADHE$ (рис. 3) в проекциях на осевое направление нити дают соотношение:

$$\sigma_f (2\pi r dr \cos \vartheta) \cos \vartheta - g (2\pi r dr \sin \vartheta) \sin \vartheta = \frac{2\pi R^2}{1 - c^2} \left[\sigma_f \frac{c^2}{u^2} - g \left(1 - \frac{c^2}{u^2} \right) \right] u du.$$

перечного сечения нити πR^2 получаем среднее безразмерное растягивающее напряжение в нити [2]:

упругости волокна и представляет собой функцию $\tilde{\sigma}_y(\beta, \nu_f, \nu_y)$:

Если принять коэффициент Пуассона нити $\nu_y = 0,5$ и равный ему коэффициент Пуассона волокна, то формула (12), определяющая прочность нити, преобразуется к виду [2]:

$$\frac{\sigma_{y*}}{\sigma_{f*}} = \frac{E_y}{E_f} = \frac{1}{4} + \frac{9}{4} \cos^2 \beta + \frac{3 \cos^2 \beta}{1 - \cos^2 \beta} \ln \cos \beta. \quad (13)$$

Для угла кручения $\beta = 30^\circ$ вычисления по формуле (12) при $\nu_y = 0,5$ и $\nu_f = 0,25$ дают отношение предела прочности нити к пределу прочности волокна, равное 0,665; это отношение в случае $\nu_y = \nu_f = 0,5$ составляет 0,643 (формула (13)). С увеличением крутки введенные формулами (12) и (13) отношение, определяющее прочность нити по прочности волокон, уменьшается: при $\beta = 40^\circ$ оно составляет 0,435, при $\beta = 50^\circ - 0,246$.

Если не учитывать действие поперечных сил, то $\frac{\sigma_{y*}}{\sigma_{f*}} = \cos^2 \beta$. Тогда для $\beta = 30^\circ$ вычисляемая величина – 0,75. Из приведенных вычислений и вывода формулы (12) следует, что учет поперечных сил, возникающих при кручении нити, приводит к уменьшению ее прочности. Однако известно, что кручение направлено преимущественно на увеличение прочности волокнистого продукта, включая ровницу. В чем же тогда состоит механизм явлений, обуславливающих увеличение прочности при кручении? Для этого надо сначала рассмотреть некрученный продукт, то есть пучок волокон. В этих условиях механизм разрушения нити представляет собой последовательный разрыв волокон, сначала наиболее слабых, а затем, после обрыва одного волокна, перераспределение нагрузки на остальные $(m-1)$ волокон. Напряжение в волокнах увеличивается, и далее разрушение будет происходить по схеме пучка Даниэлса [1], [3]. Максимальная прочность пучка волокон P_{\max} всегда меньше средней прочности. В случае распределения Вейбулла с параметром α ко-

эффициент $k = \frac{(\alpha e)^{\frac{1}{\alpha}}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right)}$ является коэффи-

циентом реализации средней прочности волокон в нити. Для хлопковых волокон $k=0,57$. В скрученном продукте распределение усилий между разорванным волокном и соседними, еще не разорванными, осуществляется в результате сил трения на участках скольжения волокон, начинающегося от их концов, которые не закреплены и натяжение которых должно равняться нулю. На некотором расстоянии ℓ_s от места обрыва наличие обрыва практически не будет сказываться на распределении усилий, величина усилия в оборванном волокне будет почти такой же, что и в соседних необорванных волокнах. Оборванные места будут заблокированы. Само явление блокировки и величина скольжения ℓ_s зависят от крутки. Для $\ell \geq \ell_s$ система волокон является самоуплотняющейся, то есть чем сильнее натяжение, тем сильнее поперечное обжатие. Если же $\ell < 2\ell_s$ то защемление волокон отсутствует и волокна скользят одно относительно другого. Длина $2\ell_s$ принимается за длину пучка, к которому применима схема пучка Даниэлса. При этом увеличение средней прочности волокон вследствие масштабного эффекта, которые оборваны, но еще способны воспринимать и передавать нагрузку, не перекрывается коэффициентом реализации k . Расчет длины ℓ_s , прочности волокон в зависимости от их длины можно найти во многих работах, в частности, в [1], [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Щербаков В.П., Скуланова Н.С. Основы теории деформирования и прочности текстильных материалов: Монография. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2008.
2. Hearle J. W. S., Grosberg P., Backer S. Structural Mechanics of Fibers, Yarns and Fabrics. – New York, 1969.
3. Щербаков В. П. Прикладная механика нити. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2001.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 29.09.09.

УДК 687:[677.057:617]

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
МЕХАНИЗМА ОБРАЗОВАНИЯ ЗЕВА
МЕТАЛЛОТКАЦКИХ СТАНКОВ***А.А. ТУВИН, Д.А. ПИРОГОВ***(Ивановская государственная текстильная академия)**

В настоящее время невозможно осуществлять изготовление сложной наукоемкой продукции, в том числе и продукции текстильного машиностроения, без применения CAD/CAM/CAE-систем [1], которые не только дают возможность сократить срок внедрения новых изделий, но и оказывают существенное влияние на технологию производства, позволяя повысить качество и надежность выпускаемой продукции. CAD&CAE-системы представляют собой обширный класс систем, каждая из которых позволяет решать определенную расчетную задачу (группу задач), начиная от расчетов на прочность и долговечность (ANSYS, MSC Nastran, Solid Works (CosmosWorks), T-Flex, Pro/Engineer, APM Winmachine), кинематического и динамического анализа (APM Winmachine, MSC Adams, UM-универсальный механизм, Solid Works (Cosmos Motion)), моделирования тепловых процессов (ANSYS и др.), расчетов процессов литья, а входящие модули моделирования трехмерной объемной конструкции (детали) и оформления чертежей

и текстовой конструкторской документации (AutoCAD и Kompas 3D) обеспечивают единую поддержку всего цикла разработки, начиная от эскизного проектирования и заканчивая технологической подготовкой производства.

Осуществим моделирование стержневых механизмов металлотацких станков в направлениях расчета кинематических и динамических параметров, так как они в основном состоят из рычажных или кулачково-рычажных механизмов.

Рассмотрим особенности моделирования работы зевобразовательного механизма металлотацкого станка СТМ-4-130 с использованием программного продукта MSC Adams [2]. Необходимо отметить, что основными достоинствами продукта являются:

– достаточно быстрое создание стержневой модели механизма – зная только его линейные размеры, минуя процесс отрисовки трехмерной геометрии, используя примитивные, встроенные в программу элементы: стержни, параллелепипеды, цилиндры, сферы, пластины, сплайны и др.;

- возможность проведения кинематического и динамического анализов с учетом податливости звеньев;
- наличие обширного спектра кинематических соединений, упругодемпфирующих связей и нагрузок;
- интерактивность среды – программа быстро укажет на недостатки расчетной модели;
- присутствие мощного постпроцессора, позволяющего осуществлять вывод

информации в виде графиков, анимации и ряда других пользовательских функций.

В ходе рассмотрения объекта исследования получены следующие результаты:

- создана упрощенная динамическая модель механизма, не учитывающая жесткость звеньев и системы заправки, зазоров в шарнирах и в высшей паре. Сила технологического сопротивления принята $T=10$ кН и приложена к центру масс верхней планки ремизной рамы (рис. 1);

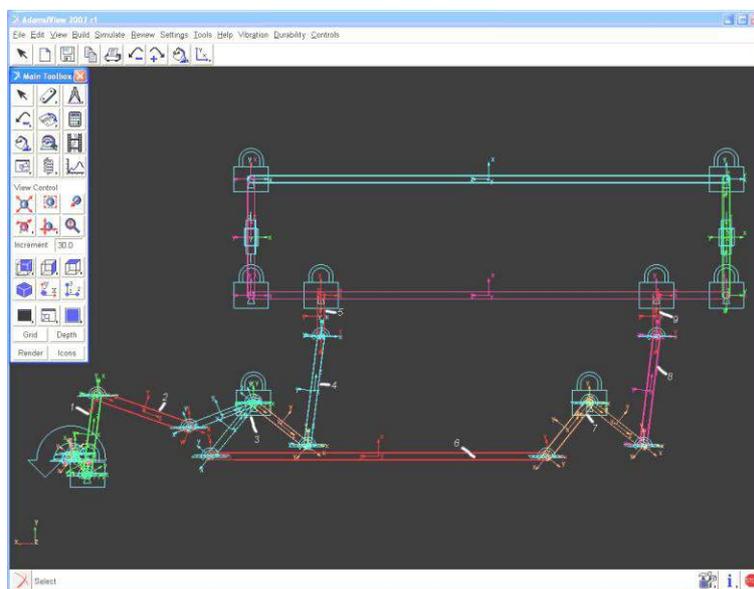


Рис. 1

– проведен кинематический и силовой анализ механизма при выработке фильтровой сетки № 32 ТУ 3651-026-00279597–2005 (материал проволоки – сталь 12Х18Н10Т, диаметр проволоки $\varnothing 0,15$ мм). Частота вращения главного вала $n=97$ (об/мин), частота вращения вала

зевобразовательного механизма $n=24$ (об/мин);

- получены: зависимость перемещения ремизной рамки от времени (рис. 2) и зависимость реакции в шарнире, соединяющем звенья 3 и 4, от времени (рис. 3).

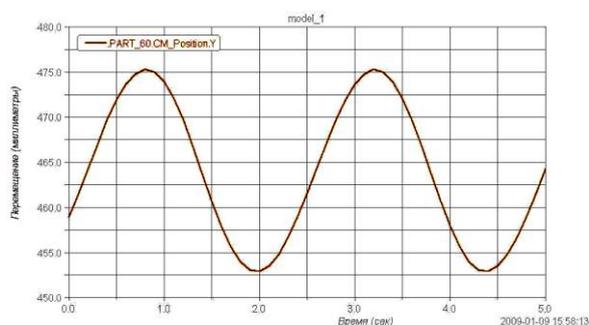


Рис. 2

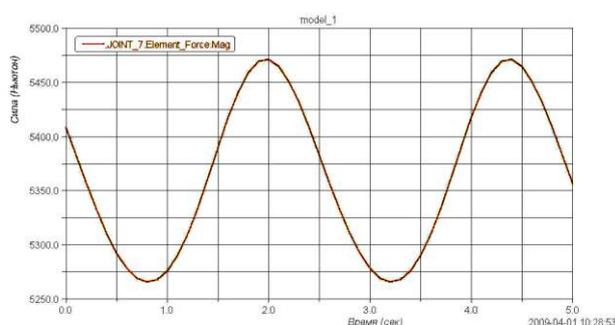


Рис. 3

С применением программного продукта MSC Adams осуществлено моделирование кинематических и динамических характеристик зверообразовательного механизма металлорежущего станка СТМ-4-130 без учета жесткости звеньев и системы заправки, зазоров в шарнирах и в высшей паре.

1. *Егоров М.М.* Сайт "CAD Solutions" (2002 г.): "...вопросы моделирования в различных CAD-системах, уроки по CAD/CAM/CAE-системам и инженерному и прикладному программированию, описание, статьи" [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые, граф., зв. дан.; режим доступа: <http://www.cadsolutions.narod.ru>

2. Официальный сайт компании MSC Software Corporation. [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые, граф., зв. дан.; режим доступа: <http://www.mssoftware.com>

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 05.10.09.

УДК 658.7:677.07

ВЫЯВЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ГИБКОСТИ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Е.А.ЮХИНА, Н.Ю.ЛИТИНСКАЯ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина)

При изучении деформации изгиба текстильных материалов [1] обычно выделяют свойство гибкости, которое в комплементарной записи имеет вид "гибкость – жесткость". Под "гибкостью" понимают способность материалов (исследуемых объектов) изменять свою форму под воздействием приложенной к материалу изгибающей силы. Под "жесткостью" обуславливают противоположное требование.

Так как объектом исследования является текстильное предприятие, то в соответствии с [2] под "гибкостью организации" понимают ее способность приспосабливаться к изменившимся условиям хозяйственной деятельности.

Чаще всего "гибкость" рассматривают как сложное свойство, включающее свойства нижнего уровня, а именно требования реакции, устойчивости и активности предприятия на внешние воздействия.

Реакция – это ответное действие на существующее воздействие, которое связано с выбором направления, скорости и силы ответного действия.

Устойчивость отражает способность объекта возвращаться в исходное состоя-

ние после прекращения внешнего воздействия.

Активность связана с выбором уровня скорости и направления действия при различном характере внешнего воздействия.

Таким образом, уточненное понятие гибкости предприятия состоит в изменении направления, скорости и внутренних элементов или характеристик системы под воздействием факторов внешней среды с целью сохранения целостности предприятия как системы. Система считается гибкой, если выполняются следующие условия:

– направление изменения показателей предприятия совпадает с направлением воздействия внешних факторов;

– скорость изменения показателей предприятия соответствовала скорости воздействия внешних факторов;

– значения при изменении показателей предприятия не отличались от характера изменения внешних факторов.

Гибкость предприятия зависит от разнообразных факторов. Среди них – сила, скорость и направление внешнего воздей-

ствия, место воздействия, характеристики (показатели) предприятия.

Одним из важнейших внешних факторов является спрос на продукцию текстильного предприятия, который, как фактор воздействия внешней среды, может характеризоваться количеством, скоростью и направлением потока клиентов предприятия.

При количественной оценке гибкости текстильного предприятия важно определить, соответствуют ли его показатели силе и скорости внешнего воздействия. Если показатели гибкости незначительны, то есть абсолютная величина их изменения меньше требуемой для современного рынка, то убытки предприятия растут. И, наоборот, если показатели гибкости высокие, прибыль предприятия остается постоянной или увеличивается в соответствии с конъюнктурой рынка.

Свойство гибкости влияет на расходы и на доходы предприятия. Отличительной чертой гибких производственных процессов являются незначительные расходы (или затраты времени) на переналадку в случае изменения состава входного сырья или готовой продукции. Таким образом,

для каждого предприятия следует постоянно определять условия, при которых оно приспособляется к изменению внешних условий при минимальных затратах, но с адекватной скоростью.

ВЫВОДЫ

На основании известных определений свойства гибкости для различных объектов уточнено его понятие применительно к текстильному предприятию, а также определены условия для сохранения уровня данного свойства в различных экономических ситуациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И.* Текстильное материаловедение (текстильные полотна и изделия). – М.: Легпромбытиздат, 1992.
2. *Фатхутдинов Р.А.* Конкурентоспособность организации в условиях кризиса: экономика, маркетинг, менеджмент. – М.: Издательско-книготорговый центр "Маркетинг", 2002.

Рекомендована кафедрой экономики. Поступила 10.10.09.

УДК 677-2/-8:65.011

ВЫБОР СТРАТЕГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

П.Г. КОВАЛЬСКИЙ, В.Н. ПРИВАЛОВ, Г.М. ТРАВИН

(Костромской государственный университет им. Н.А. Некрасова)

Как показывают исследования, предприятия, производящие технологическую оснастку, диверсифицированы, при этом экономический эффект от "побочной" хозяйственной деятельности зачастую превышает таковой от реализации произведенной оснастки. Однако отказ от традиционной производственной деятельности в силу неблагоприятной текущей конъюнктуры может оказаться стратегической ошибкой и привести к полной потере завоеванных позиций в отрасли.

Решение этой задачи целесообразно осуществлять на основе портфельного анализа, который в настоящее время выступает одним из основных инструментов при определении стратегии развития. Теоретической базой портфельного анализа при этом выступает концепция жизненного цикла товара, которая позволяет оценить и спрогнозировать тенденции продаж разных товаров в разные промежутки времени присутствия их на рынке. Предлагаемые для предприятий направления раз-

вития не должны быть абстрагированы, то есть позволять определить конкретные рекомендации в оперативном планировании деятельности.

Этим условиям в полной мере соответствует подход к портфельному анализу фирмы Arthur D. Little, отраженный в модели ADL/LC (ADL – название фирмы Arthur D. Little, LC – life cycle - "жизненный цикл"), позволяющий обосновать не только стратегические, но и оперативные направления действий, сформулированных на основе показателей хозяйственных операций. Подход основан на концепции жизненного цикла отрасли, в соответствии с

которой она в своем развитии проходит четыре стадии: рождение, развитие, зрелость, спад. Другим параметром является конкурентная позиция бизнеса: ведущая (доминирующая), сильная, благоприятная (заметная), прочная или слабая. Сочетание четырех стадий жизненного цикла отрасли и пяти конкурентных позиций дает матрицу ADL, которая дополняется набором стратегических решений. Наглядно характеристики конкурентных позиций производств отражены в табл. 1, а в табл. 2 представлены характеристики стадий жизненного цикла отрасли.

Т а б л и ц а 1

| Позиции бизнеса | Характеристика позиции |
|---|--|
| Ведущая (доминирующая) A ₁ | Только один представитель отрасли (если таковой имеется) может занимать данную позицию. Он устанавливает отраслевой стандарт и контролирует поведение других конкурентов. Ведущий имеет широкий выбор стратегических вариантов. Такая позиция является результатом квазимонополии или надежно защищенного технологического лидерства |
| Сильная A ₂ | Такой бизнес выбирает свою стратегию независимо от действий конкурентов и имеет перед ними определенные преимущества. Относительная доля рынка может быть в 1,5 раза больше доли самого крупного конкурента, но абсолютного преимущества нет |
| Благоприятная (заметная) A ₃ | Это, как правило, один из лидеров в слабо концентрированных отраслях, где все участники находятся примерно на одном уровне и никто не занимает доминирующих позиций. Этот бизнес характеризуется относительной безопасностью, если у него есть своя рыночная ниша. Может значительно улучшить свое положение |
| Прочная A ₄ | Специализация в узкой или относительно защищенной рыночной нише (небольшая доля рынка или подтип продукции). Может долго сохранять такое положение, но практически нет шансов его улучшить |
| Слабая A ₅ | Бизнес не генерирует прибыль в силу различных причин (слишком малый размер, отсутствие важных ресурсов для развития, ошибки в управлении). Самостоятельно выжить не может |

На основе такого подхода, с помощью алгебры логики, возможно построить диагностические функции для производств различных отраслей. Обобщенная модель матрицы ADL/LC в логической форме будет иметь вид:

$$F_M = F_P \vee F_{жц}$$

Используя данный подход, сформируем модель ADL/LC для предприятий, производящих текстильную технологическую оснастку, на примере ОАО "Московский экспериментальный завод №1".

В работах [1], [2] дана обстоятельная характеристика отрасли производства тек-

стильной технологической оснастки и положения "Московского экспериментального завода №1", что позволяет утверждать следующий вид обобщенной модели ADL/LC для завода "МЭЗ-1":

$$F_{M(МЭЗ)} = A_3 \wedge B_2 \wedge C_3 \wedge D_3 \wedge E_2 \wedge G_3 \wedge H_3 \wedge K_2 \wedge L_3.$$

Рекомендуемые направления развития для данной диагностической функции приведены в табл. 3. Перечень конкретных мероприятий для их реализации (в табл. 3 они представлены латинскими буквами и обозначают рекомендуемые направления развития) отображен в табл. 4 (рекомендуемые оперативные мероприятия).

Таблица 2

| Фактор | Стадии жизненного цикла | | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|--|--|---|
| | Рождение 1 | Рост 2 | Зрелость 3 | Спад 4 |
| Темп роста В | - | Выше темпа роста ВВП В ₂ | Ниже темпа роста ВВП В ₃ | Меньше нуля В ₄ |
| Продуктовая линия С | Базовая С ₁ | Разнообразная С ₂ | Обновленная С ₃ | Сужающаяся С ₄ |
| Число конкурентов D | Возрастающее D ₁ | Большое и возрастающее D ₂ | Незначительное (постоянные конкуренты) D ₃ | Сокращающееся D ₄ |
| Деление рынка Е | Фрагментарное Е ₁ | Фрагментарное, несколько лидеров Е ₂ | Концентрация Е ₃ | Дальнейшая концентрация Е ₄ |
| Стабильность доли рынка G | Непостоянная G ₁ | Позиции лидеров меняются G ₂ | Закрепившиеся лидеры G ₃ | Высокая G ₄ |
| Постоянство потребителей Н | - | Некоторое; агрессивность покупателей Н ₂ | Наличие определенных покупательских предпочтений Н ₃ | Высокое Н ₄ |
| Стартовые барьеры К | - | Достаточно низкие К ₂ | Высокие К ₃ | Очень высокие К ₄ |
| Технология L | Разработка продукта L ₁ | Расширение продуктовой линии L ₂ | Обновление продуктовой линии L ₃ | Минимально необходимая L ₄ |

Таблица 3

| Диагностическая функция | Прибыль | Денежный поток | Инвестиции | Возможные стратегии |
|-------------------------|-------------|----------------------|--|--|
| Заметная / Рост | Минимальная | Отрицательный (заем) | Избирательные | Лидерство в ценах на важном рынке (А, С, N, U, V, W). Постепенная дифференциация продукции |
| Заметная/ Зрелость | Умеренная | Положительный | Минимальное и/или избирательное инвестирование | Рост доли рынка с увеличением производства (А, В, С, F, G, J, N, P, T, U). Поиск и защита рыночной ниши (А, G, I, M, R, T) |

Таблица 4

| | | | |
|---|--|---|--|
| А | Обратная интеграция | М | Рационализация рынка |
| В | Развитие бизнеса за рубежом | Н | Методы и направления повышения эффективности |
| С | Развитие производственных мощностей за рубежом | О | Новые продукты / новые рынки |
| Д | Рационализация системы сбыта | Р | Новые продукты / старые рынки |
| Е | Наращивание производственных мощностей | Q | Рационализация производства |
| Ф | Экспорт той же продукции | Р | Рационализация ассортимента продукции |
| Г | Прямая интеграция | S | Чистое выживание |
| Н | Неуверенность | Т | Старые продукты / новые рынки |
| І | Начальная стадия развития рынка | U | Старые продукты / старые рынки |
| Ј | Лицензирование за рубежом | V | Эффективная технология |
| К | Полная рационализация | W | Снижение себестоимости |
| L | Проникновение на рынок | X | Отказ от производства |

Исходя из обоснованной нами диагностической функции для завода "МЭЗ-1", рациональным направлением развития выступает концентрация усилий по увеличе-

нию доли рынка с увеличением производства. Для реализации данного направления могут быть использованы следующие оперативные мероприятия: 1) прямая и обрат-

ная интеграция (объединение с поставщиками сырья, материалов, полуфабрикатов и т.д., либо с посредниками, каналами сбыта); 2) развитие бизнеса и производственных мощностей за рубежом; 3) активная экспортная политика; 4) лицензирование продукции за рубежом; 5) исследование и поиск путей повышения эффективности; 6) разработка новых продуктов для освоенных рынков (комплектная поставка, выпуск отечественной технологической оснастки к импортному оборудованию, развитие системы поддержки товара); 7) рационализация рынка (то есть выделение ключевых потребителей); 8) рационализация ассортимента продукции (выделение товаров, формирующих бизнес и т.п.); 9) внедрение с выпускаемыми продуктами на новые рынки.

Очевидно, что адекватность и реальность различных мер неодинакова. В настоящее время отдельные из вышеуказанных мер уже реализуются заводом "МЭЗ-1" для обеспечения устойчивого развития производства технологической оснастки. Так, с целью возможности комплектных поставок "МЭЗ-1" учреждено совместное предприятие с заводом "Красная Маевка" (основным производителем галев). Это позволяет предложить комплекты технологической оснастки для ткацких станков, что упрощает выбор потребителя и снижает общие затраты на приобретение. Для

формирования же дополнительного продукта предлагается создать систему гарантийно-сервисных центров, оказывающих ткацким производствам поддержку в вопросах эксплуатации и ремонта оснастки.

ВЫВОДЫ

Рациональными стратегическими направлениями развития производств текстильной технологической оснастки в современных условиях выступают прежде всего: интеграция с участниками рынка и выбор рациональной конфигурации каналов сбыта; поиск путей повышения эффективности бизнеса; разработка нового (дополнительного) продукта предлагаемого имеющимся потребителям; рационализация рынка и ассортимента продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Привалов В.Н., Ковальский П.Г. Структура и характеристика отрасли производства технологической оснастки // Изв. Ивановск. отд. Петровской акад. наук и искусств. Секция технических наук. – Иваново: ИГТА, 2004. С.179...183.
2. Буянов М.А. Организационно-технические методы формирования конкурентных преимуществ при производстве ремизной оснастки: Дис... канд. техн. наук. – Кострома, 2002.

Рекомендована кафедрой организации производства и сервиса. Поступила 29.09.09.

УДК 677.024

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ КРУЧЕНИЯ ПЛЕНОЧНЫХ НИТЕЙ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ТЕХНИЧЕСКИХ СУКОН

А.С. РОЗАНОВ, С.В. СНЕЖКОВ, И.В. СИНЯЧКИНА

(Ульяновский государственный университет)

При выработке технических сукон прессовой группы целесообразно использовать синтетические нити с высокими прочностными характеристиками [1], и, как показали экспериментальные исследования, проведенные в условиях ОАО

"Ковротекс", г. Димитровград, наилучшими эксплуатационными свойствами обладают те сукна, в каркасе которых использованы полипропиленовые крученые пленочные нити. Для создания таких нитей были определены основные параметры

кручения пленочных нитей, к которым относятся:

- величина крутки (K);
- величина укрутки (Y);
- скорость выпуска нити передним (питающим) цилиндром в зону кручения ($v_{\text{пц}}$);
- натяжение нити в процессе кручения (F).

Величина крутки (число кручений нити, приходящихся на метр ее длины) определяется по формуле:

$$K = \frac{n_{\dot{A}}}{v_{\dot{i} \ddot{o}}} \approx \frac{n_{\dot{A}}}{v_{\dot{i} \ddot{o}}}, \quad (1)$$

где n_B – частота вращения бегунка, об/мин; n_B – частота вращения веретена, об/мин; $v_{\text{пц}}$ – скорость выпуска нити передним (питающим) цилиндром.

Укрутка – процентное укорочение нити вследствие крутки, определяется по формуле:

$$Y = \frac{\ell_1 - \ell_2}{\ell_1} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где ℓ_1 – первоначальная длина одной или нескольких строченных нитей; ℓ_2 – длина нити на том же участке после кручения.

Коэффициенты укрутки:

$$K_y = \frac{\ell_2}{\ell_1} = \frac{100 - Y}{100}. \quad (3)$$

Скорость выпуска нити питающим цилиндром $v_{\text{пц}}$; производительность крутильной машины и лимитируется максимально возможно частью вращения веретен n_B и выбранной величиной крутки K:

$$v_{\dot{i} \ddot{o} \max} < \frac{n_{\dot{a} \max}}{K}, \quad (4)$$

где $v_{\text{пц} \max}$ и $n_{B \max}$ – максимально возможные значения показателей.

Натяжение нити F в процессе кручения

зависит от массы бегунка, частоты вращения веретена, радиуса намотки нити на початок r и т.д. и может быть определено по формуле:

$$F = \frac{f G_A \omega^2 R^2 k}{qr} \quad [\text{г}], \quad (5)$$

где f – коэффициент трения бегунка о кольцо; G_B – масса бегунка [г]; $\omega = \frac{\pi n_B}{30}$ –

угловая скорость бегунка; R – радиус кольца прядильной машины, см;

$q = 9,81 \frac{1}{n^2}$ – ускорение свободного падения;

r – радиус наматывания нити на початок, см; k – коэффициент, зависящий от формы баллона нити.

Методика выбора параметров кручения (K; Y; $v_{\text{пц}}$) для выработки и кручения пряжи из различного вида волокон разработана достаточно полно.

Методики же определения параметров кручения пленочных нитей не существует. В процессе проведения экспериментальных исследований кручение полипропиленовой пленки производилось на машине КТ-250И, выпущенной Московским машиностроительным заводом имени 1 Мая.

Основные технические параметры машины ТК-250И.

1. Диапазон кручения нити – от 30 до 400 кр/м;

2. Диаметр кольца 155 мм;

3. Тип веретена ВТК-62-051;

4. Частота вращения веретена – от 4000 до 7500 через 500 об/мин.

Крученая пленка наматывалась на копысы.

На рис. 1 приведена схема передачи вращения веретенам и питающим цилиндрам на машине ТК-250И. Веретена 1 получают вращение от ремня 2.

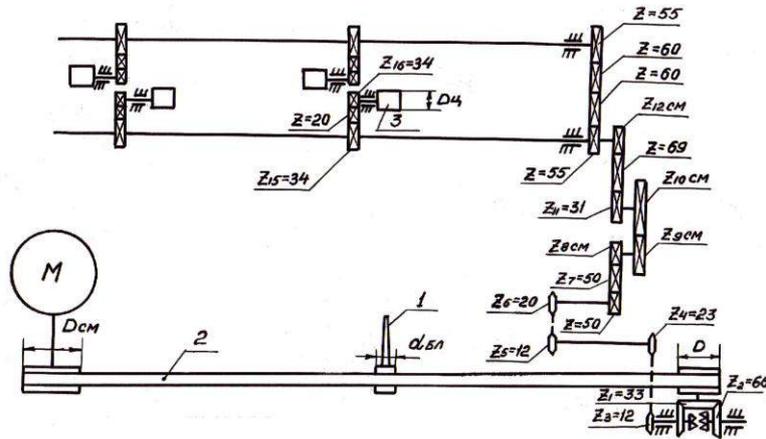


Рис. 1

Число оборотов веретен:

$$n_{\text{вв}} = \frac{n_{\text{дв}} (D_{\text{ш}} + 1,2)(1 - \eta)}{d_{\text{бл}}} \text{ [об/мин]},$$

где $n_{\text{дв}} = 1440$ об/мин – число оборотов в минуту ротора электродвигателя; $D_{\text{ш}}$ – диаметр сменного шкива на валу электродвигателя; $d_{\text{бл}} = 62$ мм – диаметр блокча веретена; $\delta = 6$ мм – толщина ремня; $\eta = 0,03$ – коэффициент проскальзывания ремня по блокчу веретена.

Величина крутки:

$$K \approx \frac{n_{\text{вв}}}{v_{\text{ш}}},$$

где $v_{\text{ш}} = \frac{\pi D_{\text{ш}} n_{\text{ш}}}{1000}$; $D_{\text{ш}} = 80$ мм – диаметр питающего цилиндра.

Число оборотов питающего цилиндра:

$$n_{\text{ш}} = \frac{n_{\text{дв}} \times Z_1 \times Z_3 \times Z_5 \times Z_7 \times Z_9 \times Z_{11} \times Z_{15}}{Z_2 \times Z_4 \times Z_6 \times Z_8 \times Z_{10} \times Z_{12} \times Z_{16}},$$

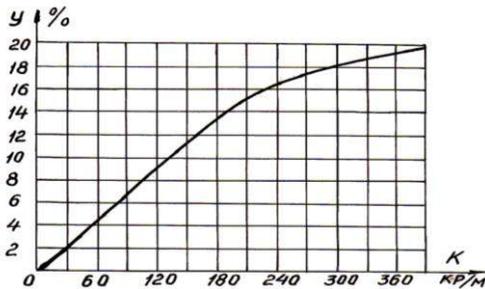


Рис. 2

где $D = 305$ мм – диаметр второго шкива, огибаемого ремнем.

После соответствующих подстановок получим:

$$K = 0,0815 Z_8 Z_{12} Z_{10} / Z_9.$$

Величина крутки на машине ТК-250И может меняться от 30 до 400 кручений на метр через 10 кручений.

При $K \leq 70$ кр/м $Z_8 = 34$; $Z_9 = 60$; $Z_{10} = 30$, а Z_{12} принимается по таблице.

При $70 < K \leq 140$ кр/м $Z_8 = 34$; $Z_9 = Z_{10} = 45$.

При $140 < K \leq 280$ кр/м $Z_8 = 34$; $Z_9 = 30$; $Z_{10} = 60$.

При $280 < K \leq 400$ кр/м $Z_8 = 28$; $Z_9 = 28$; $Z_{10} = 62$.

При изменении величины крутки изменяется величина укрутки и прочность укрученной полипропиленовой нити. На рис. 2 показана зависимость укрутки полипропиленовой пленки от величины ее крутки, а на рис. 3 – зависимость разрывной нагрузки пленки от величины крутки.

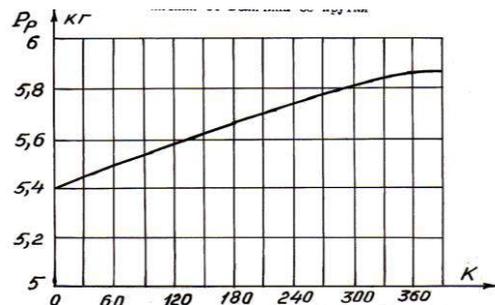


Рис. 3

С увеличением крутки возрастает прочность крученой пленки, но уменьшается равновесность полученной нити. Экспериментальные исследования показали, что при величине крутки $K=280$ кр/м получается нить, имеющая достаточно высокую прочность и не слишком большую неравновесность. Вследствие этого величина первичной крутки пленки была принята равной 280 кр/м, которая обеспечивает при установке на машине ТК-250И шестерен:

$$Z_8=34; Z_9=30; Z_{10}=60; Z_{12}=51.$$

Полученная после первичной крутки полипропиленовая нить имеет еще недостаточную линейную плотность и является недостаточно равновесной. Номер крученой пленки может быть определен по формуле:

$$N_{\text{ед1}} = NK_{y1},$$

где $N=7$ – номер некрученой пленки; $K_{y1}=100-y/100$ – коэффициент укрутки.

Для нашего случая $K_{y1}=100-18/100=0,82$, а $N_{\text{кр1}}=7 \cdot 0,82=5,74$.

При кручении пленки использовались латунные бегунки № 155.

Трошение и вторичное кручение двух полипропиленовых нитей производилось на второй тростильно-крутильной машине ТК-250И при использовании левой крутки. Таким образом, окончательный продукт имеет крутку ZS и вследствие этого обладает достаточной равновесностью. Величина вторичной крутки подбиралась главным образом, из условия получения равновесной нити и составила 160 кручений на метр.

Такая крутка обеспечивается при установке на машине шестерен:

$$Z_8=34; Z_9=30; Z_{10}=60; Z_{12}=33.$$

Номер полученной полипропиленовой нити определялся по формуле:

$$N_{\text{ед2}} = \frac{N_{\text{ед1}} \hat{E}_{62}}{2} = \frac{5,74 \cdot 0,995}{2} \approx 2,9.$$

Полученная после трощения и вторичного кручения полипропиленовая нить наматывалась на катушки. Форма нити на катушке 700 грамм.

Длина нити на катушке:

$$L_e = G_e N_{\text{ед2}} = 700 \cdot 2,9 = 2030 \text{ м}.$$

Следует отметить, что для кручения полипропиленовой пленки лучше применять машины тяжелого типа (например, машину К-132-2, выпускаемую Серпуховским механическим заводом "Десятый Октябрь"). Машина К-132-2 снабжена веретенами ВКТ-38-80 (веретено под катушку с тормозком, с диаметром блокча 38 мм и 80^м типом катушки).

ВЫВОДЫ

1. Полученная после первичного кручения пленочная нить имеет недостаточную плотность и недостаточно равновесна.
2. Трошение и вторичное кручение полипропиленовых пленочных нитей необходимо проводить с изменением направления крутки нити на противоположное, что обеспечивает требуемую плотность и равновесность пленочной нити.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Сергеев В.Я., Хохряков А.А., Лебедева Е.А.* Технология производства технических суконов. – М.: Легкая индустрия, 1977.

Рекомендована кафедрой экономики и управления. Поступила 02.12.09.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ТКАНЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСТЯЖЕНИЯ

Л.Н. ЛИСИЕНКОВА, О.Ю. ТАРАСОВА

(Филиал Южно-Уральского государственного университета (г.Златоуст))

Проводимые исследования состояли в отыскании адекватной математической модели накопления циклической пространственной деформации костюмных тканей при воздействии непределных нагрузок в диапазоне 0,1...4,0 даН, близких по значениям к технологическим и эксплуатационным нагрузкам.

Для аппроксимации использовали экспериментальные данные многоциклового

пространственного растяжения пяти образцов костюмных тканей; их характеристика представлена в табл. 1.

Испытания проводили разработанным методом [1] при следующих параметрах: рабочие размеры (диаметры) пробы и сферического пуансона $D/d=25...60/15...35$ мм; время нагружения/отдыха $t_w/t_o=5...10/1...10$ с; период нагружения $n=1...1000$ циклов.

Таблица 1

| Образец ткани | Переплетение | Толщина, мм | Поверхностная плотность, г/м ² | Волокнистый состав, % (основа/уток) | Плотность, число нитей/10см (основа/уток) | Линейная плотность нити, текс (основа/уток) |
|--------------------------------|--------------|-------------|---|-------------------------------------|---|---|
| 1. Моноэластичная | Саржа 2/1 | 0,77 | 318,9 | ПрПэф/ПрПэф97, НПУ3 | 694/244 | 26,6/27,5 |
| 2. Камвольная полушерстяная | Саржа 2/1 | 0,41 | 182,4 | ВШрс45,ВПэф5/ВШрс42,ВПэф58 | 328,0/172,0 | 15,7x2/19,2x2 |
| 3. Биэластичная | Полотняное | 0,50 | 209,0 | ПрПэф97, НПУ3/ПрПэф93, НПУ7 | 196/196 | 40/33 |
| 4. Камвольная полушерстяная | Саржа 2/1 | 0,47 | 220,0 | ВШрс67,ВПэф3/ВШрс64,ВПэф36 | 260/240 | 22,2x2/19,2x2 |
| 5. Тонкосуконная полушерстяная | Рогожка 2/2 | 0,95 | 212,5 | ПрШрс67+Вис3/ПрШрс67+Вис33 | 156/132 | 60/55 |

Остаточную деформацию определяли после 2 мин отдыха испытуемых проб.

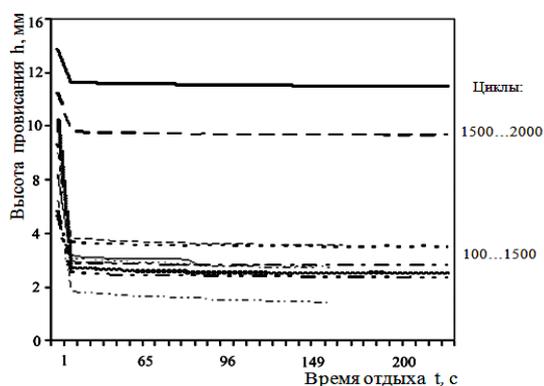


Рис. 1

В качестве примера на рис. 1 представлены эмпирические кривые изменения остаточной высоты провисания после циклов растяжения камвольной ткани (табл. 1, об-

разец 2) при рабочих размерах пробы/пуансона $D/d = 60/15$ мм.

Далее в ходе оптимизации в среде "Matsoft" для аналитического описания кинетики изменения остаточной деформации материалов в условиях многократных непределных циклических нагрузок предложено использовать функцию $f(x) = a \arctg(b x)$. Тогда кинетику изменения остаточной деформации (в долях) $\Delta \epsilon_{ост}$ можно представить в виде:

$$\Delta \epsilon_{ост}(n) = a \arctg(b n), \quad (1)$$

где n — период (циклы) растяжения; a , b — коэффициенты уравнения (параметры интенсивности процесса).

Процесс деформации вязкоупругих волокнуто-сетчатых материалов при много-

цикловых непределённых нагрузках стабилизируется, начиная с некоторого значения $n = n_0$, а функция $f(x) = a \arctg(b x)$ имеет асимптоту при $n \rightarrow \infty$. Функция арктангенс интегрируема и бесконечно дифференцируема, что упрощает вычислительные процессы. Таким образом, для моделирования изменения упругопластических свойств предложена к применению функция $\Delta \varepsilon_{ост}(n) = a \arctg(b n)$, которая при определенном подборе параметров характеризует распределение Коши. Плотность распределения Коши похожа на плотность нормального распределения, но имеет более толстые "хвосты" на ∞ , что повышает адекватность формализации физической природы изучаемого процесса [2].

В результате аппроксимации эмпирических данных найдены коэффициенты уравнения (1), описывающего накопление остаточной деформации тканей в условиях пространственного деформирования при непределённых циклических нагрузках,

представленные в табл. 2.

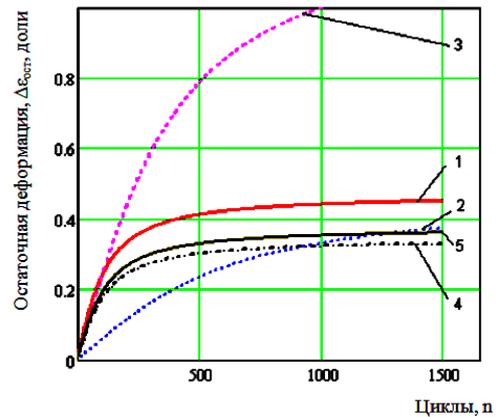


Рис. 2

На рис. 2 представлены аналитические графики кинетики изменения остаточной деформации исследуемых образцов тканей 1...5 (табл. 1) тканей в период растяжения 1...1000 циклов при нагрузке 15 Н, рабочих размерах пробы/пуансона $D/d=60/15$ мм, времени нагружения/отдыха в единичном цикле $t_H/t_0 = 10/10$ с.

Таблица 2

| Образец ткани | Вид уравнения $f(x) = a \arctg(b x)$ | | Средняя относительная ошибка между расчетными и экспериментальными данными, % |
|-----------------------------|--------------------------------------|-------|---|
| | коэффициенты | | |
| | a | b | |
| 1. Моноэластичная | 0,3 | 0,01 | 17,70 |
| 2. Камвольная полушерстяная | 0,3 | 0,002 | 14,72 |
| 3. Биэластичная | 0,8 | 0,003 | 23,64 |
| 4. Камвольная полушерстяная | 0,22 | 0,01 | 4,67 |
| 5. Тонкосуконная | 0,22 | 0,01 | 13,50 |

Аппроксимация экспериментальных данных, полученных при других параметрах испытания, позволила установить аналогичную закономерность изменения остаточной деформации тканей, а также установить масштабный параметр изменения численных значений коэффициентов а и b. Результаты математического моделирования показали, что параметры модели (1) для исследуемых образцов тканей определяются их волокнистым составом и физико-механическими свойствами.

Очевидно, что в уравнении (1) коэффи-

циент а зависит от упругих свойств материала: чем меньше модуль упругости при растяжении и выше эластичность материала (см. образец 8), тем выше значение а. Коэффициент b определяет динамику накопления остаточной деформации (скорость установления релаксационного равновесия) и может использоваться при прогнозировании формовочных свойств — чем больше значение b, тем лучше пластические свойства материала (см. образцы 1, 4, 5).

В Ы В О Д Ы

1. В результате анализа закономерностей изменения деформационных свойств тканей в процессе испытания на многоцикловое пространственное растяжение в области неопредельных нагрузок предложена и обоснована математическая модель взаимосвязи остаточной деформации и периода нагружения.

2. Установлены диапазоны изменения параметров математической модели с учетом физико-механических свойств материалов, что практически позволит экспрессно прогнозировать их упруго-пластические характеристики в процессах производства и эксплуатации одежды.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Заявка РФ 2007114927. Устройство для определения деформационных свойств кожи и подобных ей гибких материалов / Е.В. Баранова, Л.Н. Лисиенкова, В.И. Стельмашенко, А.В. Саламатин. – № 2007114927; заявл. 20.04.07. Решение о выдаче патента от 24.06.08.

2. *Макаров А.Г.* Разработка компьютерных технологий моделирования физико-механических свойств текстильных материалов сложного строения: Дис...докт. техн. наук. – СПб.: СПбГУТД, 2005.

Рекомендована кафедрой проектирования и технологии изделий сервиса. Поступила 02.12.09.

ПРОФЕССОРУ ИГТА ЕВГЕНИЮ НИКОЛАЕВИЧУ КАЛИНИНУ – 60 ЛЕТ!

25 января 2010 года исполнилось 60 лет со дня рождения и 36 лет трудовой деятельности доктора технических наук, профессора, проректора по научной работе ИГТА, заведующего кафедрой теплотехники, Лауреата премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники Евгения Николаевича Калинина.

Е.Н. Калинин после окончания в 1972 г. Ивановского текстильного института (ныне Ивановская государственная текстильная академия) в течение двух лет проходил действительную военную службу в рядах Советской Армии и по увольнении в запас в 1974 г. начал свою трудовую деятельность как молодой специалист в Ивановском НИЭКМИ, где проработал более года. После этого в 1975 г. он был избран по конкурсу ассистентом кафедры деталей машин Ивановского текстильного института, затем доцентом и профессором кафедры теплотехники академии.

На протяжении всей трудовой деятельности Е.Н. Калинин занимается научной работой в избранном им направлении, связанном с совершенствованием красильно-отделочного оборудования в текстильной промышленности. Полученные научные исследования помогли Е.Н. Калинину успешно пройти подготовку в очной аспирантуре Ивановского текстильного института и в 1982 г. защитить диссертацию в Костромском технологическом институте на соискание ученой степени кандидата технических наук. За глубокие профессиональные знания, научные достижения и профессиональное мастерство в 1984 г. ему присваивается ученое звание доцента по кафедре деталей машин. Не прекращая начатых научных исследований и педаго-



гической деятельности в академии, Е.Н. Калинин прошел обучение в докторантуре ИГТА и в 2002 г. успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук.

Под руководством профессора Е.Н. Калинина выполняют научные исследования и получают необходимые консультации аспиранты и соискатели академии. С 2003 г. он является руководителем научно-исследовательской работы, проводимой по заданию Министерства образования и науки Российской Федерации в области фундаментальных исследований. В этом же году Е.Н. Калининым получен грант на проведение НИР в рамках Российского Фонда Фундаментальных Исследований. В проводимых работах успешно осуществляется научное сотрудничество с молодыми специалистами, студентами, аспирантами.

Е.Н. Калинин является высококвалифицированным, эрудированным преподавателем. Все виды педагогической нагрузки проводятся им на высоком научно-методическом уровне. Результаты НИР внедряются в учебный процесс при подготовке новых учебных дисциплин, находят применение в тематике дипломного проектирования, магистерских диссертационных работ, они способствовали успешной защите кандидатской диссертации в 2004 г., научным руководителем которой являлся Е.Н. Калинин. Он успешно занимается внедрением в учебный процесс активных методов компьютерной техники, широко использует внеаудиторные занятия со студентами, работающими по индивидуальным планам. Студенческие научные работы, выполненные под руководством Е.Н. Калинина, были отмечены Почетными грамотами на Республи-

канском и Всесоюзном конкурсах студенческих научных работ.

Е.Н. Калинин имеет более 180 научных, учебно-методических работ, авторских свидетельств на изобретения и патентов Российской Федерации, опубликованных в печати. Как активный изобретатель и участник экспозиции в 1987 г. он награжден Серебряной медалью ВДНХ. Е.Н. Калинин неоднократно и продуктивно представлял ИГТА на международных многоотраслевых выставках, инновационных салонах изобретений и новой техники. На 37-м Международном салоне изобретений и новой техники, проводившемся в Женеве (Швейцария), разработка под руководством Е.Н. Калинина получила Серебряную медаль. Е.Н. Калинин награжден нагрудным знаком "Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации". Является Лауреатом премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники за 2008 г.

Е.Н. Калинин уделяет большое внимание общественной деятельности. В различные периоды работы в вузе он являлся председателем Совета молодых ученых, членом Совета научно-технического общества института, секретарем проблемно-

го Совета по совершенствованию красильно-отделочного оборудования, членом профбюро механического факультета. В 2002 г. Е.Н. Калинин был назначен на должность декана факультета механики и автоматике академии, а в 2003 г. – избран деканом того же факультета. В должности декана ФМА Е.Н. Калинин работал по 2007 г., а с 2007 г. занимает должность проректора по научной работе ИГТА.

В 2003 г. Е.Н. Калининым инициирована и организационно-методически обеспечена подготовка специалистов по новой специальности на факультете механики и автоматике, по которой с 2004-2005 учебного года успешно осуществлен дополнительный прием на первый курс ИГТА.

Е.Н. Калинин обладает высокими профессионализмом, принципиальностью. За высокие организаторские способности, творческую увлеченность работой он пользуется заслуженным уважением среди коллег и студентов.

От всей души поздравляем Евгения Николаевича с замечательным юбилеем и желаем ему здоровья, счастья, благополучия, успехов в научной, педагогической деятельности и реализации всех творческих планов.

Ректорат Ивановской государственной текстильной академии.

Коллектив кафедры теплотехники.

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

БРУТ-БРУЛЯКО АЛЬБЕРТ БОРИСОВИЧ

В феврале 2010 г. исполнилось 75 лет со дня рождения профессора кафедры ткачества Костромского государственного университета, доктора технических наук Брут-Бруляко Альберта Борисовича.

После окончания в 1959 г. Костромского текстильного института по специальности "Технология ткачества" он был направлен на работу в качестве мастера ткацкого цеха строящегося Чебоксарского хлопчатобумажного комбината. С 1963 по 1969 гг. участвовал в пуске 2 и 3-й очередей комбината по выпуску жаккардовых и гладьевых тканей в качестве начальника приготовительного цеха.

В 1969 г. Альберт Борисович поступил в аспирантуру при кафедре ткачества Костромского технологического института. В период обучения в аспирантуре участвовал совместно с КНИИЛПом в испытаниях шлихтовального оборудования второго поколения. После окончания аспирантуры был оставлен на кафедре ткачества в должности ассистента. В 1974 г. защитил кандидатскую диссертацию и принял активное участие в общественной жизни института.

В октябре 1980 г. А.Б. Брут-Бруляко назначается директором Костромского научно-исследовательского института льняной промышленности. В период работы директором института он активно содействует внедрению разработок института на льняных текстильных предприятиях страны. Результатом плодотворной научной деятельности в институте явилось издание двух книг по технологии льноткачества. Для расширения лабораторной базы был построен второй корпус института.



В 1985 г., по состоянию здоровья, А.Б. Брут-Бруляко возвращается в КТИ и назначается заместителем декана технологического факультета, а затем – деканом заочного факультета. В этот период работы он много внимания уделяет структурной перестройке и совершенствованию учебного процесса: при его участии открываются новые направления и специальности, осуществляется унификация учебных планов.

С 1991 по 2008 гг. А.Б. Брут-Бруляко работает заведующим кафедрой ткачества КТИ. Под его руководством происходит обновление парка ткацкого оборудования в лаборатории кафедры. Расширяются работы по созданию приборной базы для исследования технологических процессов ткачества. В результате проведенных работ были получены 4 патента на изобретения, а также Серебряная медаль на ВВЦ в г. Москве. В 1992 г. решением ВАК А.Б. Брут-Бруляко было присвоено ученое звание профессора.

Проф. А.Б. Брут-Бруляко – авторитетный ученый в области исследования процессов подготовительных операций основной пряжи к ткачеству. В его работах рассматриваются вопросы математического моделирования процессов перематывания, снования и шлихтования основной пряжи и их оптимизация. Широко известны его труды в области шлихтования льняной пряжи, которые были использованы при совершенствовании шлихтовального оборудования второго и третьего поколения.

В 2006 г. А.Б. Брут-Бруляко защитил докторскую диссертацию.

А.Б. Брут-Бруляко – автор 220 научных трудов, в том числе 6 книг и монографий, 10 брошюр. Большое внимание он уделяет

подготовке научных и преподавательских кадров. Им подготовлены 4 кандидата технических наук. Результаты научных работ профессора А.Б. Брут-Бруляко вошли в учебники и учебные пособия, по которым учатся студенты текстильных вузов нашей страны.

В 2008 г. А.Б. Брут-Бруляко присвоено почетное звание "Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации".

Сердечно поздравляем Альберта Борисовича с 75-летием, желаем ему дальнейших творческих успехов, крепкого здоровья и благополучия!

Ректорат и профком Костромского государственного технологического университета.

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

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|---|
| <i>Николаев С.Д.</i> Московскому текстильному вузу – 90 лет | 3 |
|---|---|

Экономика и организация производства

| | |
|--|---|
| <i>Грибов А.В.</i> Категория полезности как фактор формирования цены на текстильную продукцию | 8 |
|--|---|

Текстильное материаловедение

| | |
|--|----|
| <i>Чебунькина Т.А., Землякова И.В.</i> Математическое описание расположения металлических частиц на поверхности ткани | 13 |
| <i>Бузов Б.А., Смирнова Н.А., Жихарев А.П.</i> Разработка классификации швейных ниток | 15 |
| <i>Давыдов А.Ф., Лагунова В.В.</i> Выбор показателей безопасности для одежды специального назначения | 18 |
| <i>Шаломин О.А., Матрохин А.Ю., Гусев Б.Н.</i> Оптимизация значений параметров процесса измерения показателей засоренности хлопковых волокон по их цифровому изображению | 21 |

Первичная обработка. Сырье

| | |
|--|----|
| <i>Жукова С.В., Пашин Е.Л.</i> Получение лубоволокнистого сырья из стеблей конопли семенных посевов | 25 |
| <i>Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Лебедев Д.А.</i> Теоретические аспекты процесса очистки волокна при разрежении слоев | 27 |
| <i>Дроздов В.Г., Мочалов Л.В.</i> Исследование влияния отделяемости и влажности тресты на технологическую эффективность процесса мятья | 30 |

Прядение

| | |
|---|----|
| <i>Носкова С.А., Дмитриев О.Ю.</i> Симулинк-модель подбора диаметра шкива для приведения в движение дискретизирующего барабанчика | 33 |
| <i>Пестовская Е.А.</i> Влияние прочности льняной ровницы на обрывность в мокром прядении льна | 35 |
| <i>Мовшович П.М., Разумеев К.Э., Павлюченко Е.В.</i> Развитие способа раздельного кручения и наматывания | 39 |
| <i>Столяров А.А.</i> Анализ процесса наматывания пряжи на паковку при выработке ее на кольцевой прядильной машине | 41 |

Ткачество

| | |
|--|----|
| <i>Степанов О.С., Грачев В.Н.</i> Некоторые геометрические соотношения теории строения ткани | 45 |
| <i>Панин М.И., Синякина И.В., Николаев С.Д., Николаева Н.А.</i> Дефекты намотки мотальных паковок и причины их возникновения | 48 |
| <i>Оников Э.А.</i> Расчет натяжения нити в гребенчатом нитенатяжителе | 53 |

Отделка

| | |
|---|----|
| <i>Чесноков Г.Р., Сафонов В.В., Фомкин А.А., Третьякова А.Е.</i> Разработка экологичной технологии крашения полиэфирных тканей в среде сверхкритического диоксида углерода | 56 |
| <i>Измайлов Б.А., Неделькин А.В., Астапов Б.А., Ямбулатова О.В.</i> Гидролитическая сополиконденсация высших алкилоксиметилентриэтоксисиланов с низшими органохлорсиланами | 62 |
| <i>Кураев А.Ю., Киселев А.М., Тихомирова Н.А., Зайченко Л.П.</i> Свойства растворов красителей для струйной печати текстильных материалов | 66 |
| <i>Чешкова А.В., Борисова О.А.</i> Инновационные биохимические технологии отделки льняных и льносодержащих тканей | 69 |
| <i>Циркина О.Г., Никифоров А.Л., Удалов М.В.</i> О согласовании системы источник ВЧ/СВЧ-излучения – нагрузка при реализации процессов диэлектрического нагрева полимерных материалов .. | 73 |

Технология нетканых материалов

- Горчакова В.М., Кочнев Ю.К., Киселёв В.Я., Власов С.В.* Влияние наполнителей, нанесенных на межфазную поверхность, на прочность и долговечность несовместимых полимерных пар 76

Трикотажное производство

- Кудрявин Л.А., Пивкина С.И., Заваруев В.А.* Разработка подсистем машинной визуализации автоматизированного проектирования трикотажа основовязанных переплетений 81

Швейное производство и дизайн

- Мизонова Н.Г.* Творчество В.М. Зайцева и русский модерн: совпадения идей и приоритетов 83

Текстильные машины и агрегаты

- Антонов В.С., Антонов В.В.* Общие вопросы синтеза цикловых диаграмм работы ткацких машин 90

Автоматизация технологических процессов

- Разумова Е.Ф., Расторгуев А.К.* Синхродинный преобразователь сигнала датчика механизма контроля текстильного продукта 94
- Макаров А.А., Плаксин П.Л.* Построение модели и макетирование системы управления асинхронным электроприводом стационарной ленточной раскройной машины 98

Экология и промэнергетика

- Кошелева М.К., Булеков А.П., Щеголев А.А., Кереметина А.П.* Повышение эффективности и расчет процесса промывки окрашенных и напечатанных тканей 102

Информационные технологии

- Михайлов Б.С.* Об изменении численности технических объектов при наличии конкуренции 106
- Громов С.С., Севостьянов П.А.* Анализ динамики долевого состава двухкомпонентного волокнистого материала в процессе кардочесания 109

Механика нити и полотен

- Щербаков В.П., Болотный А.П.* Уточнение аналитического описания напряженно-деформированного состояния нити 112

Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

- Тувин А.А., Пирогов Д.А.* Компьютерное моделирование механизма образования зева металло-ткацких станков 119
- Юхина Е.А., Литинская Н.Ю.* Выявление условий для сохранения гибкости текстильного предприятия 121
- Ковальский П.Г., Привалов В.Н., Травин Г.М.* Выбор стратегических направлений развития производств текстильной технологической оснастки 122
- Розанов А.С., Снежков С.В., Синячкина И.В.* Расчет параметров кручения пленочных нитей для выработки технических суконов 125
- Лисиенкова Л.Н., Тарасова О.Ю.* Моделирование накопления остаточной деформации тканей в условиях пространственного растяжения 129
- Профессору ИГТА Евгению Николаевичу Калинин – 60 лет! 132
- Брут-Бруляко Альберт Борисович 134

CONTENTS

| | |
|--|----|
| <i>Nikolaev S.D.</i> 90-th Anniversary of Moscow Textile Higher Educational Institute | 3 |
| Economics and Production Planning | |
| <i>Gribov A.V.</i> The Category of Utility as the Factor of the Price Formation for Textile Production..... | 8 |
| Textile Materials | |
| <i>Chebunkina T.A., Zemlyakova I.V.</i> Mathematical Description of the Arrangement of Metallic Fractions on the Fabric Surface | 13 |
| <i>Buzov B.A., Smirnova N.A., Zhiharev A.P.</i> Development of the Sewing Threads Classification | 15 |
| <i>Davydov A.F., Lagunova V.V.</i> Approaches to the Choice of the Safety Characteristics of the Cloth | 18 |
| <i>Shalomin O.A., Matrokhin A.Yu., Gusev B.V.</i> Optimization of the Parameters Points of the Process of the Measurement of the Contamination of the Cotton Fibres According to their Digital Image | 21 |
| Preliminary Treatment. Raw Materials | |
| <i>Zhukova S.V., Pashin E.L.</i> The Obtaining of the Bast from the Stalks of the Hemp Seedings | 25 |
| <i>Korabelnikov R.V., Korabelnikov A.R., Lebedev D.A.</i> Theoretical Aspects of the Fiber Cleaning Process at the Narrowing of the Layers | 27 |
| <i>Drozdov V.G., Mochalov L.V.</i> Research of the Influence of the Separation Ability and the Humidity of the Stock upon the Tehnological Efficiency of the Breaking the Flax | 30 |
| Spinning | |
| <i>Noskova S.A., Dmitriyev O.Yu.</i> Simulink-model of the Matching of the Pulley Diameter to Set the Sampling Wheel in Motion | 33 |
| <i>Pestovskaya E.A.</i> Influence of the Strength of the Flax Roving upon the Breakage in the Wet Flax Spinning | 35 |
| <i>Movshovich P.M., Razumeyev K.E., Pavlyuchenko E.V.</i> Development of the Method of the Separate Twisting and Winding | 39 |
| <i>Stolyarov A.A.</i> The Analysis of the Process of the Yarn Winding on the Package Producing it on the Ring Spinning Machine | 41 |
| Weaving | |
| <i>Stepanov O.S., Grachyov V.N.</i> Certain Geometrical Ratios of the Theory of the Fabric Construction | 45 |
| <i>Panin M.I., Sinyachkina I.V., Nikolayev S.D., Nikolayeva N.A.</i> Defects of the Winding of the Packages and the Reasons of its Appearance | 48 |
| <i>Onikov E.A.</i> Calculation of the Yarn Tension in the Comb Yarn Tension Device | 53 |
| Finishing | |
| <i>Chesnokov G.R., Safonov V.V., Fomkin A.A., Tretyakova A.E.</i> The Development of the Ecologic Dying Technology of the Polyester Fibers in the Supercritical Environments | 56 |
| <i>Izmailov B.A., Nedelkin A.V., Astapov B.A., Yambulatova O.V.</i> The Hydrolitic Co-Polycondensation of the Higher Alkyloximethyltriethoxysilanes With Lower Organochlorosilanes | 62 |
| <i>Kurayev A.U., Kiselyov A.M., Tihomirova N.A., Zajchenko L.P.</i> The Properties of the Solutions of the Ink-Jet Printing of Textiles | 66 |
| <i>Cheshkova A.V., Borisova O.A.</i> The Innovative Biochemical Technologies for the Finishing of Flax and Flax Containing Fabrics | 69 |
| <i>Tsirkin O.G., Nikiforov A.L., Udalov M.V.</i> About Coordination of the System the "Source of High Frequency/Microwave Radiation-Capacity" at the Implementation of the Dielectric Heating of the Polymeric Materials | 73 |

Technology of Non-Wovens

- Gortchakova V.M., Kochnev U.K., Kiselev V.I., Vlasov S.V.* The Influence of the Fillings, Applied to the Inter-Phase Surface, upon the Durability and the Strength of the Incompatible Polymeric Pairs 76

Knitting

- Kudryavin L.A., Pivkina S.I., Zavaruyev V.A.* Development of the Subsystems of the Machine Visualisation of the Automated Designing of the Warp Knitted Fabrics 81

Sewing and Design

- Mizonova N.G.* Creative Work of V.M. Zaitzev and Russian Modern: Coincidence of the Ideas and the Priorities 83

Textile Machines and Aggregates

- Antonov V.S., Antonov V.V.* Generality of the Synthesis of the Cyclograms of the Looms Operation 90

Automation of Technological Processes

- Razumova E.F., Rastorguev A.K.* The Syncrodinic Inverter of the Sensor's Signal from the Contra Device for Textile Product 94
- Makarov A.A., Plaksin P.L.* Modeling and Prototyping of Asynchronous Drive Control System of the Cutting Machine of Belt-Type 98

Ecology and Industrial Heat Engineering

- Kosheleva M.K., Bulekov A.P., Shchegolev A.A., Keremetina A.P.* Increase of the Efficiency and Calculation of the Process of the Washing of the Painted and Printed Fabrics 102

Information Technologies

- Mikhailov B.S.* About Change in the Population of the Technical Objects in the Competition Environment ..
- Gromov S.S., Sevostyanov P.A.* The Dynamical Analysis of the Part Composition of the Double-Component Fibrous Material in the Carding Process 106
- 109

Mechanics of Threads and Fabrics

- Tshcherbakov V.P., Bolotnij A.P.* The Refinement of the Analytical Description of the Tensioned-Deformed State of the Yarn 112

Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items

- Tuvin A.A., Pirogov D.A.* Computer Modeling of Kinematic and Dynamic Parameters of the Metal Looms 119
- Jukhina E.A., Litinskaya N.Yu.* To a Question about Notation of the Flexibility 121
- Kovalsky P.G., Privalov V.N., Travin G.M.* The Choice of the Strategic Directions of the Industrial Development of Technical Machinery Equipment 122
- Rozanov A.S., Snezhkov S.V., Sinyachkina I.V.* Calculation of the Twisting Parameters of the Film-Type Yarns for the Production of the Technical Clothes 125
- Lisienkova L.N., Tarasova O. Yu.* Modelling of the Accumulation of the Remaining Deformation of the Fabrics under the Space Stretching Conditions at the Non-Limited Cycle Loads 129
- 60-th Anniversary of IGTA's Professor – Kalinin Evgeny Nikolayevitch 132
- Brut-Bruljako Albert Borisovich 134

**Список статей, опубликованных
в номерах 1, 2, 2С, 3, 3С, 4, 4С, 5 и 6 журнала за 2009 год**

| | |
|---|----|
| Углов Всеволод Анатольевич – текстильщик, педагог, ученый и организатор | №1 |
| Николаев С.Д. Московскому текстильному вузу – 90 лет | №6 |

Экономика и организация производства

| | |
|---|-----|
| Монахов В.И., Сухарев В.В. Автоматизация управления продажами продукции текстильного предприятия на базе платформы 1С: Предприятие. Подходы и решения | №1 |
| Грибов А.В. К проблеме построения стратегии развития текстильной промышленности Ивановской области | №1 |
| Кузьмин С.А. Логистический подход к ресурсосбережению в легкой промышленности | №2 |
| Оленева О.С., Шитов Д.В. Разработка математической модели для оценки уровня адаптации предприятия к условиям рынка | №2С |
| Юхина Е.А., Гришкин В.В. Повышение эффективности текстильного производства на заказ | №2С |
| Партола И.А. К вопросу о стратегическом управлении и планировании на текстильных предприятиях в современных условиях | №2С |
| Друзгальская Н.М., Любименко А.И. Совершенствование нормирования труда на предприятиях текстильной и легкой промышленности | №3 |
| Марков К.М. Функционально-стоимостное управление бизнес-процессами текстильного производства с использованием маркетинговых показателей | №3 |
| Юхина Е.А., Юхин С.С. Анализ заказа текстильного предприятия на этапе его оформления | №3С |
| Зайцев А.В., Седларж Й. Особенности формирования стратегии снижения производственных затрат в дочерней компании холдинговой структуры | №3С |
| Зайцев А.В., Карпова В.Б., Баранов В.В., Гусов Т.М. Инновации как инструмент развития интеллектуального потенциала предприятий текстильной отрасли | №4 |
| Шаблова Г.Л. Система организации кадрового обеспечения управления производством на базе информационных технологий | №4С |
| Зайцев А.В., Седларж Йозеф. Практические подходы к формированию конкурентной стратегии холдинга по производству текстиля для здравоохранения | №4С |
| Грибов А.В. Категория полезности как фактор формирования цены на текстильную продукцию | №6 |

Текстильное материаловедение

| | |
|---|-----|
| Кузнецов А.А. Исследование влияния масштабного фактора на характеристики прочности пряжи . | №1 |
| Королева М.Л., Смирнова Н.А., Рудовский П.Н., Мининкова И.В. Влияние эластичных комбинированных самокруточных (КСК-структуры) нитей на анизотропию усадки льносодержащих тканей ... | №1 |
| Матрохин А.Ю., Шаломин О.А., Гусев Б.Н. Идентификация показателей желтизны хлопковых волокон | №1 |
| Лисиенкова Л.Н., Шитлина Е.А. Особенности структурного состояния полиэфирных волокон и полиуретановых нитей после многократных пространственных деформаций тканей | №1 |
| Рудовский М.П., Палочкин С.В., Рудовский П.Н. Исследование влияния упругих свойств комбинированных нитей на технологические параметры накопителя | №2 |
| Васильева Н.О., Нечушкина Е.А. Прогнозирование проницаемости тканых полотен | №2 |
| Шустов Ю.С., Курденкова А.В., Бернштейн Н.С. Прогнозирование разрывной нагрузки хлопчатобумажных трикотажных полотен одежной группы | №2С |
| Цыбикдоржиева А.В., Юхин С.С. Анализ исследования стойкости основных нитей к истирающим воздействиям | №2С |

| | |
|---|-----|
| <i>Жмакин Л.И., Козырев И.В., Кирокосян К.А., Черных М.В.</i> Экспериментальное исследование теплопроводности тканей, используемых для рабочей одежды | №2С |
| <i>Скородумов В.Ф.</i> Некоторые аспекты термодинамики плавления и стеклования полимеров | №2С |
| <i>Дориомедов А.С., Родионов В.А.</i> Комбинированные высокоэластичные нити | №2С |
| <i>Ломакина И.А., Грузинцева Н.А., Гусев Б.Н.</i> Определение нормативных значений по разрывной нагрузке ткани с использованием статистических характеристик | №3 |
| <i>Строганов Б.Б., Фокина Е.В.</i> Исследование свойств огнестойких трикотажных полотен для полетного снаряжения | №3 |
| <i>Шустов Ю.С., Курденкова А.В.</i> Сравнительная оценка качества параарамидных нитей русар после действия естественной и искусственной светопогоды | №3С |
| <i>Милитки Ю., Кременакова Д.</i> Применение анализа изображения в текстильной метрологии | №3С |
| <i>Башкова Г.В., Башков А.П., Чистобородов Г.И., Калинин А.К.</i> Прогнозирование теплопроводности текстильного композитного материала | №3С |
| <i>Новачкова Я., Милитки Ю.</i> Оценка комфортности тика для постельного белья | №3С |
| <i>Матрохин А.Ю., Шаломин О.А., Круглов А.В., Гусев Б.Н.</i> Выявление информативных признаков для определения зрелости хлопкового волокна | №4 |
| <i>Замышляева В.В., Смирнова Н.А., Лапшин В.В.</i> Анализ методов определения показателей жесткости текстильных материалов при их растяжении | №4 |
| <i>Кирюхин С.М., Куроедова Д.В., Денисова О.Н., Литовченко С.Ф.</i> Сравнительная оценка качества и надежности тканей для спецодежды | №4 |
| <i>Голубков Д.В.</i> Моделирование текстильных материалов с использованием численных методов анализа механики нелинейных систем | №4С |
| <i>Чебунькина Т.А., Землякова И.В., Смирнов А.Б.</i> Математическое описание распределения толщины металлизированного покрытия, полученного методом электродуговой металлизации | №4С |
| <i>Ветошкина Е.А., Горшкова Л.М., Хохлова Е.Е., Кучерова И.А.</i> Исследование свойств рыбьей кожи, выделанной таннидным способом дубления | №4С |
| <i>Коржева И.А., Верняева И.Л., Нелюбова Р.Б.</i> Исследование влияния деформации сжатия на толщину армирующих трикотажных полотен | №4С |
| <i>Куликов А.В.</i> Оценка толщины льняного волокна на основе анализа его изображения | №4С |
| <i>Мандрон В.С., Трещалин М.Ю., Мухамеджанов Г.К.</i> Исследование процесса капиллярного подъема жидкости в нетканых материалах | №4С |
| <i>Кудряшов А.Ю., Кокиаров С.А., Пашин Е.Л.</i> Влияние селекционного сорта, способа получения тресты и зоны по длине стебля на изменчивость химического состава льняного волокна | №5 |
| <i>Лисиенкова Л.Н.</i> Исследование деформационных свойств костюмных тканей методом пространственного растяжения | №5 |
| <i>Китаев Е.С., Кирюхин С.М., Серeda Н.Г., Кричевский Г.Е.</i> Установка для оценки характеристик горючести текстильных материалов | №5 |
| <i>Шустов Ю.С., Трушин В.С.</i> Установление требований к сертификации текстильных искусственных покрытий | №5 |
| <i>Павлов С.В., Алеeva С.В.</i> Определение соотношения полиэфирных и льняных волокон в пряже на основе цветовых измерений | №5 |
| <i>Чебунькина Т.А., Землякова И.В.</i> Математическое описание расположения металлических частиц на поверхности ткани | №6 |
| <i>Бузов Б.А., Смирнова Н.А., Жихарев А.П.</i> Разработка классификации швейных ниток | №6 |
| <i>Давыдов А.Ф., Лагунова В.В.</i> Выбор показателей безопасности для одежды специального назначения | №6 |
| <i>Шаломин О.А., Матрохин А.Ю., Гусев Б.Н.</i> Оптимизация значений параметров процесса измерения показателей засоренности хлопковых волокон по их цифровому изображению | №6 |

Первичная обработка. Сырье

| | |
|--|----|
| <i>Иванюк Д.В.</i> Методика определения зазоров между билами в поле трепания | №1 |
| <i>Баринов А.А., Маянский С.Е., Пашин Е.Л.</i> Оптимизация расположения льняного слоя при обработке на мяльно-трепальном агрегате | №1 |
| <i>Иброгимов Х.И., Корабельников Р.В.</i> Параметры движения частиц хлопка-сырца по поверхности колков в очистителях мелкого сора | №1 |
| <i>Сабиров И.К., Кушакеев Б.Я., Бекчанов Х.Б.</i> Новая технология очистки волокнистых отходов волоконочистителей при переработке хлопка-сырца средневолокнистых сортов на хлопкозаводах | №1 |
| <i>Бойко С.В.</i> Моделирование взаимодействия льняной пряжи с билем трепального барабана | №2 |
| <i>Пашина Л.В., Пашин Е.Л.</i> Исследование селекционных сортов льна по изгибной жесткости волокна | №2 |

| | |
|---|-----|
| <i>Иброгимов Х.И., Корабельников Р.В.</i> Особенности взаимодействия колков рабочего барабана очистителя с частицами хлопка-сырца, имеющими волокнистые связи, при нецентральной ударе | №2 |
| <i>Новиков Э.В.</i> Изучение воздушных потоков в трепальной секции агрегата АЛС-1 и устройстве отделения несвязанной костры | №2 |
| <i>Федосова Н.М., Вихарев С.М., Болонкин В.А.</i> Совершенствование анатомического анализа льна ... | №2 |
| <i>Пашина Л.В., Пашин Е.Л.</i> Оценка способности волокна селекционных сортов льна к расщеплению . | №3 |
| <i>Вихарев С.М., Федосова Н.М., Фролов А.И.</i> Контроль плотности при переработке льняного сырья на мяльно-трепальном агрегате | №3 |
| <i>Корабельников А.Р., Иброгимов Х.И., Корабельников Р.В., Лебедев Д.А.</i> Моделирование процесса взаимодействия волокнистых частиц с рабочим органом при очистке в свободном состоянии | №3 |
| <i>Кудряшов А.Ю., Пашин Е.Л., Пашина Л.В.</i> Изменение химического состава волокна при получении тресты у разных селекционных сортов льна | №4 |
| <i>Корабельников Р.В., Иброгимов Х.И.</i> Основы процесса зажгучивания волокнистых связей частиц хлопка-сырца при нецентральной ударе колков | №4 |
| <i>Лебедев Д.А., Корабельников А.Р., Корабельников Р.В.</i> Механизм удаления сорных примесей в процессе очистки | №4 |
| <i>Юнусов Р.Ф.</i> Анализ радиального деформирования сырцового валика пильного джина | №4 |
| <i>Дьячков В.А., Гусева О.А., Копыльцов М.А.</i> Изменение угла наклона стеблей при их перемещении через вальцовые мяльные пары | №4С |
| <i>Прядкина Н.О., Воробьева Е.Д.</i> Системная модель процесса селекции и сортоиспытания льна | №4С |
| <i>Корабельников Р.В., Иброгимов Х.И.</i> Моделирование процесса образования жгутов хлопка в барабанной сушилке | №4С |
| <i>Лебедев Д.А., Корабельников А.Р.</i> Воздействие рабочих органов на волокнистый материал, вводимый в зону очистки в свободном состоянии | №4С |
| <i>Гусев В.А., Чирков М.И., Чирков А.И.</i> Исследование процесса разволокнения текстильных отходов на базе экспериментальной малогабаритной установки с регулируемыми технологическими параметрами | №4С |
| <i>Вихарев С.М., Федосова Н.М.</i> Динамическое моделирование процесса трепания | №4С |
| <i>Енин М.С., Маянский С.Е.</i> Анализ геометрических характеристик перемещения прядей льняного сырца в процессе одностороннего трепания | №4С |
| <i>Дроздов В.Г., Мочалов Л.В.</i> Исследование влияния отделяемости и влажности тресты на технологическую эффективность процесса мятья | №4С |
| <i>Киселев М.В.</i> Интегрированные критерии дробления комплекса льняного волокна | №5 |
| <i>Лебедев Д.А., Корабельников А.Р., Ширяев К.Е., Корабельников Р.В.</i> Нелинейная модель воздействия на сорную частицу при очистке волокна | №5 |
| <i>Юнусов Р.Ф.</i> Общая методика решения задачи напряженно-деформированного состояния сырцового валика пильного джина | №5 |
| <i>Иброгимов Х.И., Сафаров М.М.</i> Теплофизические свойства перспективного длинноволокнистого сорта хлопка-сырца разновидности 9326-В | №5 |
| <i>Саилов Р.А.</i> Влияние процесса хранения на послеуборочное состояние хлопка-сырца | №5 |
| <i>Жукова С.В., Пашин Е.Л.</i> Получение лубоволокнистого сырья из стеблей конопли семенных посевов | №6 |
| <i>Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Лебедев Д.А.</i> Теоретические аспекты процесса очистки волокна при разрежении слоев | №6 |
| <i>Дроздов В.Г., Мочалов Л.В.</i> Исследование влияния отделяемости и влажности тресты на технологическую эффективность процесса мятья | №6 |

Прядение

| | |
|---|----|
| <i>Степнов Н.В.</i> Моделирование процесса формирования мычки на кольцевой прядильной машине . | №1 |
| <i>Пестовская Е.А., Иванов А.Н.</i> Влияние химической обработки льняной ровницы на дробимость технических комплексов волокон и структурную неровноту пряжи | №1 |
| <i>Волков В.В., Котов В.В., Семенов А.Д., Доронькина Е.Ю.</i> Влияние физико-механических свойств ставки кип на внешнюю неровноту продуктов ее переработки | №1 |
| <i>Башкова Г.В., Башков А.П., Чистобородов Г.И.</i> Механизм образования периодической неровноты в пневмомеханической пряже | №1 |
| <i>Пестовская Е.А., Иванов А.Н.</i> Влияние химической обработки ровницы и химического строения льняного волокна на обрывность в прядении | №2 |
| <i>Столяров А.А.</i> Построение и анализ диаграммы натяжения нити при выработке пряжи на кольцевой прядильной машине | №2 |

| | |
|---|-----|
| <i>Разумеев К.Э., Голайдо С.А.</i> Исследование деформации аппаратной ровницы при сжатии | №2 |
| <i>Степнов Н.В., Смирнов А.С.</i> Определение натяжения мычки при использовании подвижного уплотнителя | №2С |
| <i>Пестовская Е.А., Иванов А.Н.</i> Влияние релаксационных свойств льняных волокон на обрывность в мокром прядении льна | №2С |
| <i>Пестовская Е.А., Иванов А.Н.</i> Релаксационный характер процесса вытягивания льняной ровницы в мокром прядении льна | №3 |
| <i>Ковалевский А.В., Молодкин И.Ф., Горьков Г.Н., Горькова А.Г., Халезов С.Л.</i> Расчет параметров тепловлажностного состояния воздуха систем кондиционирования прядильных цехов для широкого температурного диапазона | №3 |
| <i>Столяров А.А.</i> Методика определения оптимального сочетания типов колец и бегунков при выработке пряжи различной линейной плотности на кольцевой прядильной машине | №3 |
| <i>Щербаков В.П.</i> Форма и натяжение нити на кольцевых прядильных машинах | №3С |
| <i>Милитки Ю., Ибрахим С., Илмаз Д., Гоктепе Ф.</i> Бимодальность индекса ворсистости компактной хлопковой пряжи | №3С |
| <i>Дягилев А.С., Коган А.Г.</i> Технология комбинированной высокорастяжимой пряжи пневмомеханического способа прядения | №4 |
| <i>Пестовская Е.А.</i> Влияние скоростных режимов работы однозонного вытяжного прибора прядильной машины ПМ-88-Л5 на релаксационные свойства и характер дробления льняных волокон в процессе мокрого прядения льна | №4 |
| <i>Столяров А.А.</i> О результатах исследования крутильно-мотального устройства с катящимся бегунком | №4 |
| <i>Смирнова С.Г., Соркин А.П.</i> Исследование качественных показателей пряжи, полученной из ровницы разной структуры | №4С |
| <i>Жуков В.И., Боровкова Е.К.</i> О повышении качества чесания трепаного льна | №4С |
| <i>Кузнецова Н.С., Телицын А.А., Ильин Л.С.</i> Исследование процесса формирования СК-продукта из однородных компонентов в несимметричном АКУ | №4С |
| <i>Киселев М.В., Смирнов А.А., Киселев А.М.</i> Исследование процесса дробления льняного комплекса методами математического моделирования | №4С |
| <i>Пестовская Е.А.</i> Влияние прочности льняной ровницы на структурную неровноту чистольняной пряжи | №5 |
| <i>Столяров А.А.</i> Усовершенствование крутильно-мотального устройства с катящимся бегунком ... | №5 |
| <i>Носкова С.А., Дмитриев О.Ю.</i> Симулинк-модель подбора диаметра шкива для приведения в движение дискретизирующего барабанчика | №6 |
| <i>Пестовская Е.А.</i> Влияние прочности льняной ровницы на обрывность в мокром прядении льна | №6 |
| <i>Мовшович П.М., Разумеев К.Э., Павлюченко Е.В.</i> Развитие способа раздельного кручения и наматывания | №6 |
| <i>Столяров А.А.</i> Анализ процесса наматывания пряжи на паковку при выработке ее на кольцевой прядильной машине | №6 |

Ткачество

| | |
|--|-----|
| <i>Николаев С.Д., Малецкий В.В.</i> Метод построения зигзагообразной диагонали | №1 |
| <i>Малецкая С.В., Шаталина Д.А.</i> Автоматизированное построение многоцветного узора ткани на базе мелкоузорчатых репсов | №1 |
| <i>Саввин О.А., Кузнецов Г.К., Герасимова С.Ф.</i> Система заправки ткацкого станка как механическая система с переменными параметрами | №2 |
| <i>Цыбикдоржиева А.В., Юхин С.С.</i> Проектирование разрывной нагрузки нитей из различных видов сырья при ткачестве на основе теории подобия и анализа размерностей | №2 |
| <i>Селиверстов В.Ю., Гречухин А.П., Либерова А.В.</i> Определение плотности ткани по утку, выработанной на станке типа СТБ с модернизированным товарным регулятором | №2 |
| <i>Синицына И.В., Николаев С.Д., Николаева Н.А.</i> Исследование свойств и строения тканей неортогонального строения | №2С |
| <i>Новосёлов К.М.</i> Математическая модель системы упругой заправки нити на сновальной машине .. | №2С |
| <i>Терентьев В.И., Казанская И.Ю.</i> Определение натяжения основы в процессе прибора | №2С |
| <i>Саввин О.А.</i> Влияние сил трения основы по скалу на его взаимодействие с системой заправки ткацкого станка | №3 |
| <i>Селиверстов В.Ю., Гречухин А.П.</i> Исследование процесса тканеформирования на станке СТБ с использованием товарного регулятора, обеспечивающего выстой ткани после заступа ремиз | №3 |
| <i>Степанов О.С., Романычев Н.К., Моторин Л.В.</i> Ткань из высокомолекулярных технических нитей ... | №3 |
| <i>Николаев С.Д., Николаева Н.А., Иноземцева Н.А.</i> Расчет параметров процесса прибора утка | №3С |

| | |
|---|-----|
| <i>Саввин О.А.</i> Влияние сил сухого трения в опорах на движение скальной системы станка СТБ-175 и о допущении <i>В.А. Гордеева</i> | №4 |
| <i>Маховер В.Л., Зарубина Г.С., Смирнова Т.В.</i> Расчетные формулы для определения испарительной способности сушильного аппарата и скорости шлихтования хлопчатобумажной пряжи | №4 |
| <i>Николаев С.Д., Панин М.И., Кащеева М.М., Николаева Н.А.</i> Исследование влияния натяжения нити при перематывании на удельную плотность бобин сомкнутой намотки | №4 |
| <i>Киприна Л.Ю.</i> Математическая модель влияния регулируемых параметров на качество структуры намотки текстильных паковок | №4С |
| <i>Гречухин А.П., Селиверстов В.Ю.</i> Расчет плотностей по утку в полосках ткани с переменной плотностью при использовании модернизированного товарного регулятора | №4С |
| <i>Рудовский П.Н., Королева М.Л., Мининкова И.В.</i> Исследование изменения ширины тканей с трехкомпонентными СК-структуры нитями в утке | №4С |
| <i>Кащеева М.М., Николаев С.Д.</i> Анализ свойств и строения углеродных тканей | №4С |
| <i>Брут-Бруляко А.Б., Крылова Н.С., Миновская С.М.</i> Влияние заправочных параметров ткацкого станка на обрывность льяной оческовой пряжи | №4С |
| <i>Болотный А.П., Кузина Т.А., Проталинский С.Е.</i> Теоретические исследования разрушения текстильных нитей при нерегулярных нагрузках | №4С |
| <i>Киселев Н.В.</i> Оценка влияния неплотностей стыковки паковок в столбе на величину утечки сушильного агента | №4С |
| <i>Саввин О.А., Кулемкин Ю.В., Герасимова С.Ф.</i> О низшей частоте свободных колебаний скала на его пружинах | №4С |
| <i>Сабитова Л.В., Смирнова Т.В.</i> Влияние многократной перематки нитей основы на их физико-механические свойства | №5 |
| <i>Николаев С.Д., Рыбаулина И.В.</i> Расчет свойств фильтровальной ткани на основе линейной теории фильтрации | №5 |
| <i>Степанов О.С., Грачев В.Н.</i> Некоторые геометрические соотношения теории строения ткани | №6 |
| <i>Панин М.И., Синякина И.В., Николаев С.Д., Николаева Н.А.</i> Дефекты намотки мотальных паковок и причины их возникновения | №6 |
| <i>Оников Э.А.</i> Расчет натяжения нити в гребенчатом нитенатяжителе | №6 |

Отделка

| | |
|---|-----|
| <i>Чешкова А.В., Козлова О.В., Хомякова С.Л., Карев А.С.</i> Практические и теоретические аспекты печатания пигментами по биохимически подготовленным хлопчатобумажным тканям | №1 |
| <i>Михайлова О.В., Павлов Н.Н., Баранцев В.М., Дегтярев С.В.</i> О структуре высокозарядных катионов металлов, модифицирующих свойства текстильных материалов из синтетических волокон | №1 |
| <i>Дянкова Т.Ю., Михайловская А.П., Киселев А.М.</i> Применение светорассеивающих кристаллитов для колорирования хромофорсодержащих волокнообразующих полимеров | №1 |
| <i>Никифоров А.Л., Циркина О.Г.</i> Измерение мощности при высокочастотной обработке текстильных материалов | №1 |
| <i>Худайбердиева Д.Б.</i> Суплирование натурального шелка этиленхлоргидрином | №1 |
| <i>Алеева С.В., Кокшаров С.А.</i> Влияние способа клейстеризации крахмала на распределение клеящего вещества в структуре пряжи | №2 |
| <i>Одинцова О.И., Смирнова О.К., Кротова М.Н., Мельников Б.Н.</i> Проблемы выбора текстильных вспомогательных веществ для процессов подготовки и промывки текстильных материалов | №2 |
| <i>Некрасова В.Н., Щеглова Т.Л., Белокурова О.А.</i> Эффективные загустители для активных красителей | №2 |
| <i>Козлова О.В., Щитова Н.П., Алешина А.А.</i> Подработка цветов камуфлированного рисунка с использованием триады пигментов на базе данных спектрофотометрических исследований | №2 |
| <i>Худайбердиева Д.Б.</i> Механизм суплирования натурального шелка этиленхлоргидрином | №2 |
| <i>Дружинина Т.В., Килюшик Ю.А., Лейко А.О.</i> Получение и свойства хемосорбционного полиамидного волокна | №2С |
| <i>Измайлов Б.А., Неделькин А.В., Ямбулатова О.В.</i> Гидрофобная отделка текстильных материалов из хлопчатобумажных и полшерстяных волокон высшими олиго(алкилоксиметил)силоксанами | №2С |
| <i>Петрунина Л.С., Баланова Т.Е., Сафонов В.В., Белова А.Б., Клячко Н.Л.</i> Изучение влияния волокнистого состава ткани на эффективность удаления жировых загрязнений с помощью липолитических ферментов | №2С |
| <i>Улесова А.В., Гречко А.А., Садова С.Ф., Абдуллин И.Ш., Хамматова В.В.</i> Исследование модификации шерстяной ткани в результате обработки низкотемпературной плазмой высокочастотного емкостного разряда | №2С |

| | |
|--|-----|
| <i>Одинцова О.И., Кротова М.Н., Куваева Е.Ю., Титова Е.М.</i> Совершенствование технологии промывки текстильных материалов, колорированных активными красителями | №3 |
| <i>Шибашов А.В., Телегин Ф.Ю.</i> Интенсификация процесса удаления сопутствующих примесей хлопкового волокна в процессе беления | №3 |
| <i>Лепилова О.В., Алеева С.В., Кокишаров С.А.</i> Новые возможности использования ферментативного катализа при подготовке и белении льняных тканей | №3 |
| <i>Петрунина Л.С., Баланова Т.Е., Сафонов В.В.</i> Влияние природы поверхностно-активных веществ на десорбцию жировых загрязнений с поверхности текстильных материалов | №3 |
| <i>Епишкина В.А., Целмс Р.Н., Киселев А.М., Цобкалло Е.С.</i> О свойствах и взаимодействии латексных пленок с целлюлозным субстратом в процессе пигментной печати | №3 |
| <i>Гальбрайт Л.С., Дружинина Т.В., Кобраков К.И.</i> Привитые сополимеры как основа получения экологически ориентированных хемосорбционных волокнистых материалов | №3С |
| <i>Манюкова И.И., Сафонов В.В.</i> Применение хитозана в крашении текстильных материалов различной природы активными красителями | №3С |
| <i>Кобраков К.И., Неборова О.Ю., Оленев Н.С., Целикова Г.А.</i> Некоторые направления повышения эффективности использования красителей из возобновляемого растительного сырья для колорирования текстильных материалов | №3С |
| <i>Милитки Ю., Ковачик В.</i> Химическое разложение базальтовых волокон | №3С |
| <i>Ваничек Ю., Милитки Ю.</i> Усадка полиэстровых волокон | №3С |
| <i>Почеховская Н.Н., Третьякова А.Е., Сафонов В.В.</i> Влияние катионов d- металлов на интенсивность окраски в росписи натурального шелка | №4 |
| <i>Блинов А.Н., Даценко Н.В., Ковалева Т.В., Киселев А.М.</i> Современная технология комплексной отделки мебельных тканей | №4 |
| <i>Владимирцева Е.Л., Шарнина Л.В., Циркина О.Г.</i> Заключительная отделка гидрофобных тканей. Решение проблем пропитки и фиксации аппрета | №5 |
| <i>Епишкина В.А., Целмс Р.Н., Спицкий С.В., Киселев А.М.</i> Экологически адаптированная технология крашения и отделки декоративных и мебельных тканей | №5 |
| <i>Шибашова С.Ю.</i> Изучение кинетики разложения пероксида водорода в условиях низкотемпературного беления | №5 |
| <i>Чесноков Г.Р., Сафонов В.В., Фомкин А.А., Третьякова А.Е.</i> Разработка экологичной технологии крашения полиэфирных тканей в среде сверхкритического диоксида углерода | №6 |
| <i>Измайлов Б.А., Неделькин А.В., Астапов Б.А., Ямбулатова О.В.</i> Гидролитическая сополиконденсация высших алкилоксиметилтриэтоксисиланов с низшими органохлорсиланами | №6 |
| <i>Кураев А.Ю., Киселев А.М., Тихомирова Н.А., Зайченко Л.П.</i> Свойства растворов красителей для струйной печати текстильных материалов | №6 |
| <i>Чешкова А.В., Борисова О.А.</i> Инновационные биохимические технологии отделки льняных и льносодержащих тканей | №6 |
| <i>Циркина О.Г., Никифоров А.Л., Удалов М.В.</i> О согласовании системы источник ВЧ/СВЧ-излучения – нагрузка при реализации процессов диэлектрического нагрева полимерных материалов .. | №6 |

Технология нетканых материалов

| | |
|---|-----|
| <i>Капустин С.Ю., Фролов В.Д., Кахраманов Ф.Р.</i> Теоретическое определение технологического воздействия гарнитуры на слой волокна | №1 |
| <i>Горчакова В.М., Ходакова И.Н., Макрушина О.Н.</i> Нетканые материалы с углеродными наполнителями для защиты от электромагнитных излучений | №2 |
| <i>Фролов В.Д., Фролова И.В., Швидкий С.П., Капустин С.Ю.</i> Эффективность регенерации текстильных отходов при использовании технологий с дополнительными ограничительными условиями | №2 |
| <i>Егунова С.А., Горчакова В.М.</i> разработка нетканого фильтрующего материала с повышенными водоотталкивающими свойствами | №2С |
| <i>Матвеев Ю.Н.</i> Нетканые текстильные материалы для очистки сточных вод от нефтепродуктов | №2С |
| <i>Сергеенков А.П., Сухова Т.В.</i> Проектирование двухребеночных холстопршивных полотен с заданной величиной удлинения при разрыве в поперечном направлении | №3 |
| <i>Капустин С.Ю., Фролов В.Д., Кахраманов Ф.Р.</i> Теоретическое исследование вихревых воздушных потоков, возникающих на колосниковой решетке в зоне очистки льноволокна | №3 |
| <i>Горчакова В.М., Измайлов Б.А.</i> Применение наноразмерных органосилоксановых покрытий для придания специальных свойств нетканым материалам | №3С |
| <i>Капустин С.Ю., Фролов В.Д., Кахраманов Ф.Р.</i> Теоретическое исследование вида воздушного течения, образующегося на колосниковой решетке | №4 |
| <i>Фролова И.В., Григорьева Е.Ю.</i> Неустановившееся движение волокнистой массы с переменной скоростью и давлением | №4 |

Горчакова В.М., Кочнев Ю.К., Киселёв В.Я., Власов С.В. Влияние наполнителей, нанесенных на межфазную поверхность, на прочность и долговечность несовместимых полимерных пар №6

Трикотажное производство

- Бабушкин Б.С., Колесникова Е.Н. Анализ условий выполнения процесса петлеобразования №1
- Арбузов А.А., Ровинская Л.П. Оценка влияния линейной плотности эластановой нити и ее натяжения в процессе вязания на линейные размеры изделия №1
- Столяров О.Н., Труевцев А.В. Механические свойства кулирного трикотажа из арамидных нитей . №2
- Махрова О.С., Кудрявин Л.А., Фомина О.П. Методы проектирования структур трикотажа ананасных переплетений №2С
- Цитович И.Г., Галушкина Н.В., Краснова С.М., Ануров М.В., Титкова С.М. Формализованное описание структур основовязанных переплетений хирургических сеток №3
- Башкова Г.В., Башков А.П., Алешина Д.А., Натертышев И.Ю. Представление механических свойств трикотажного полотна с использованием метода конечных элементов №3
- Цитович И.Г., Галушкина Н.В. Инструмент формализации и синтеза новых структур трикотажных полотен №3С
- Морозова Л.В., Зиновьева В.А. О структуре трикотажа киперных и филейных переплетений №4
- Банакоева Н.В., Безденежных А.Г., Крутикова В.Р. Анализ показателя напряженности процесса вязания при переработке льняной пряжи №4С
- Капралов В.В., Ситникова И.Н., Никифорова Е.Н. Особенности расчета натяжения нити на трикотажных машинах с активной подачей №5
- Кудрявин Л.А., Пивкина С.И., Заваруев В.А. Разработка подсистем машинной визуализации автоматизированного проектирования трикотажа основовязанных переплетений №6

Швейное производство и дизайн

- Комарова А.А., Веселов В.В. Использование современных химических препаратов для формоустойчивой обработки швейных изделий №1
- Ли Юе, Ван Сяоган, Кузьмичев В.Е. Технология реконструкции виртуальных сканированных фигур №2
- Козубов Г.И. К вопросу о морфологии шрифтовой формы в рекламном графическом дизайне изделий текстильной и легкой промышленности №2С
- Пархаев Г.О. Рекламно-информационные шрифтовые монокомпозиции на текстильных изделиях конца XX – начала XIX вв. №2С
- Русанова М.М., Сидоренко В.Ф. Средообразующие функции текстиля в интерьере №2С
- Садов А.К. Современный аспект создания модного бренда №2С
- Архипова Н.А., Стор И.Н. Реклама дома моды "Chanel" во французском журнале мод "L'official" №2С
- Манукян Э.А., Фролов А.В. Шнуроплетеные изделия для комфортной одежды №2С
- Ян Цзя, Кузьмичев В.Е. Исследование формообразования воротников мужских сорочек с помощью конструктивных линий №3
- Уваров В.Д. Имидж, текстиль, перформанс №3С
- Ступчев Р.А. Модель абстрактной системы костюмного языка №3С
- Корнилова Н.Л., Колотилова С.И., Анфимов В.Г., Жарова Ю.С. Силовой анализ позвоночного столба человека для проектирования корсетных изделий ортопедического назначения №4
- Иванова О.В., Смирнова Н.А., Капина Е.А. Научно обоснованный подход к выбору критериев качества и конкурентоспособности изделий при проектировании текстильного декора интерьера №4С
- Костюкова Ю.А., Денисова О.И., Павлова А.А. Особенности проектирования костюма для полных женщин с использованием зрительных иллюзий №4С
- Шапочка Н.Н. Разработка способа определения припуска на толщину материала в шве в изделиях из шубной овчины №4С
- Денисенко Т.А., Пашкова Н.В., Сафронова М.В. Особенности создания корректирующей одежды для онкологических больных №4С
- Юнь Ло, Кузьмичев В.Е. Исследование закономерностей согласования линий проймы и оката втачных рукавов в женской одежде №5
- Мизонова Н.Г. Творчество В.М. Зайцева и русский модерн: совпадения идей и приоритетов №6

Текстильные машины и агрегаты

- Лушников С.В., Белый М.А. Синтез полидинамического закона движения батана ткацких станков СТБ №1
- Рудик Е.В. Кинематический расчет рассеивающего устройства №1

| | |
|--|-----|
| Максудов Р.Х. Теория испытания и определения натяжения ремня механизма привода технологических машин | №2 |
| Лушников С.В., Белый М. А. Исследование возможности уравнивания сил на главном валу ткацких станков СТБ с использованием кулачков-разгрузателей | №2С |
| Рыжкова Е.А., Захаркина С.В. Система сбора и обработки информации для вспомогательного производства | №2С |
| Колягин А.Ю., Палочкин С.В. Экспериментальные исследования демпфирования колебаний в крутильно-мотальном механизме | №2С |
| Рудик Е.В. Методика проектирования механизма раскладки с кулачковым рассеивающим устройством | №2С |
| Макаров В.А., Хозина Е.Н., Романов П.Г., Ковалева О.С. Исследование характера развития функции перемещения ведомого звена кулачковых механизмов ткацкой машины | №3 |
| Терентьев В.И., Казанская И.Ю. Классификация зевобразовательных механизмов с гибкими звеньями | №3 |
| Гуламов А.Э. Кинематический анализ перематки нитей с использованием мотовил | №3 |
| Максудов Р.Х. Методика расчета натяжения растяжимого ремня приводных механизмов технологических машин | №4 |
| Зосимов М.В., Матюшенко В.А., Травин Г.М. Типизация операций восстановления работоспособности средств технологического оснащения | №4 |
| Саввин О.А., Титов С.Н., Герасимова С.Ф. Особенности вычисления обобщенных сил и деформации ветвей основы при изучении динамики скальной системы | №4С |
| Коваленко Н.И., Разин С.Н., Балабаев П.С., Соколов А.В. Экспериментальное определение жесткости транспортирующих ремней трепальной машины | №4С |
| Романов В.В., Клопов С.М. Силовой анализ боевого механизма станка СТБ2-175 | №4С |
| Киселев А.Н., Мартышенко В.А. О влиянии угла перекося осей валов валковых механизмов на неравномерность контактного давления в их жале | №4С |
| Подъячев А.В., Зайцев Р.В. Исследование вынужденных изгибных колебаний валов двухвалкового модуля О-180 | №4С |
| Антонов В.С., Антонов В.В. Общие вопросы синтеза цикловых диаграмм работы ткацких машин | №6 |

Автоматизация технологических процессов

| | |
|---|-----|
| Разумова Е.Ф., Расторгуев А.К. Аналитическое исследование взаимодействия электрического поля датчика с тканью | №1 |
| Романов В.В., Титов С.Н., Померанцев М.А. Совершенствование методов контроля неравномерности угловой скорости главного вала ткацкого станка | №2 |
| Авроров В.А., Волков В.В., Николаев В.С., Горюнова М.В. Анализ функции преобразования датчика линейной плотности волокнистой ленты тензометрического типа | №2 |
| Разумова Е.Ф., Расторгуев А.К. Емкостная неустойчивость полевых датчиков | №2 |
| Пережилин В.А., Козлов А.Б. Контроль качества пены при нанесении ее на текстильные материалы . | №2 |
| Поляков А.Е., Поляков К.А., Феоктистова Т.А., Серяков И.Н., Трыков Р.В., Бордовская Т.П. Разработка методики поэтапного дозирования волокнистого материала в самовес чесального аппарата | №2С |
| Романов В.В., Титов С.Н., Померанцев М.А. Исследование натяжения нитей основы ткацкого станка в программной среде LabView-8 | №3 |
| Разумова Е.Ф. Исследование свойств копланарных полевых датчиков механизмов контроля текстильного продукта | №3 |
| Поляков К.А., Поляков А.Е., Шилов А.В., Серяков И.Н. Основные теоретические положения метода электромеханических аналогий | №3С |
| Разумова Е.Ф. Основные схемы конструктивного построения емкостных датчиков механизмов оперативного контроля текстильного продукта и их расчет | №4 |
| Соломаничев М.А., Глазунов А.В. Частотный анализ чувствительности передаточных функций петлеобразователя к вариации параметров | №4 |
| Дроздов В.Г., Голубев В.Н., Ефремов А.С. Определение структурных параметров слоя льнотресты с помощью системы технического зрения | №4С |
| Дроздов В.Г., Маина Е.В. Автоматизированная система управления процессом трепания в функции влажности | №4С |
| Разумова Е.Ф., Расторгуев А.К. Исследование резонансного преобразователя сигнала полевого датчика механизма контроля текстильного продукта | №5 |
| Разумова Е.Ф., Расторгуев А.К. Синхродинный преобразователь сигнала датчика механизма контроля текстильного продукта | №6 |

Макаров А.А., Плаксин П.Л. Построение модели и макетирование системы управления асинхронным электроприводом стационарной ленточной раскройной машины №6

Экология и промэнергетика

- Сажин Б.С., Кочетов О.С., Костылева А.В., Боброва Е.О. Исследование характеристик устройства для пневмопереплетения комплексных нитей №1
- Сажин Б.С., Кочетов О.С., Голубева М.В., Шестаков С.С. Разработка и исследование новых систем виброизоляции для вязально-прошивных машин №2
- Сажин Б.С., Кочетов О.С., Бородина Е.С., Питомцева М.А., Боброва Е.О. Исследование динамических характеристик виброизоляторов рессорного типа для ткацких станков №3
- Абрамов О.В., Кошелева М.К., Кереметин П.П., Муллакаев М.С. Очистка сточных вод текстильных предприятий гальванохимическим методом с использованием ультразвукового поля №3
- Корнюхин И.П., Жмакин Л.И., Козырев И.В. Сушка и увлажнение тонких материалов во влажном воздухе №3С
- Сажин Б.С. Проблемы сушки дисперсных материалов и активизация гидродинамических режимов №3С
- Сажин Б.С., Кочетов О.С., Политова О.В., Платонова О.В., Атлашкина Е.Н. Экспериментальные исследования виброакустической активности прядильных машин типа ПСК №4
- Никитин В.Г., Хмелев Д.А., Букалов Г.К., Винс Ю.П. Классификация рабочих мест для целей аттестации по условиям труда №4С
- Абдуллина В.Х., Сергеева Е.А., Абдуллин И.Ш., Тихонова В.П. Гидрофилизация полипропиленовой пленочной нити низкотемпературной плазмой пониженного давления №4С
- Сажин Б.С., Кочетов О.С., Комарова О.В., Апарушкина М.А. Исследование эффективности звукоизоляции ограждающих конструкций трикотажных машин №5
- Кошелева М.К., Булеков А.П., Щеголев А.А., Кереметина А.П. Повышение эффективности и расчет процесса промывки окрашенных и напечатанных тканей №6

Информационные технологии

- Клейносов В.В. Использование блочных структур в формировании сырьевых потоков рулонного типа №1
- Севостьянов П.А., Серякова Т.В. Статистическое моделирование критериев формы и положения волокон в волокнистых материалах №1
- Борзунов Г.И. Двоичный поиск и параллельное программирование при минимизации количества необходимых проборок основ в ремиз №2
- Севостьянов П.А., Серякова Т.В. Компьютерная имитация изменений структуры нетканого материала в процессе иглопрокалывания №2
- Орунова Г.Р. Моделирование трехмерных компьютерных манекенов на основе эталонной модели №2С
- Фирсов А.В., Каришакова Л.Б. Математическое описание статических одномотивных квадратных раппортных сеток №2С
- Чураева Е.Р., Севостьянов П.А. Влияние геометрических свойств волокон на неравномерность по линейной плотности одномерных волокнистых продуктов №2С
- Казанцев Г.Л. Компьютерное моделирование изображения тканых полотен из пряжи с переменной окраской по длине №2С
- Клейносов В.В. Использование скрытых периодичностей для минимизации числа экспериментов в исследовании операций №3
- Борзунов Г.И. Быстрые алгоритмы выделения раппортов точечных изображений №3
- Севостьянов П.А. Компьютерное моделирование растяжения пучка нитей №3С
- Винтер Ю.М., Монахов В.И. Оценка степени миграции разнородных волокон в сечении пряжи с помощью ЭВМ №3С
- Борзунов Г.И. Исследование алгоритмов выделения раппортов точечных изображений №3С
- Севостьянов П.А., Яковлева Ю.С. Исследование влияния вида распределения характеристик волокон на прочностные свойства пряжи №4
- Власова Н.Н. Разработка метода проектирования фильтровальной полутораслойной ткани №4
- Рыжкова Е.А., Ходаков А.С. Построение алгоритма отгрузки готовой продукции текстильного предприятия №5
- Михайлов Б.С. Об изменении численности технических объектов при наличии конкуренции №6
- Громов С.С., Севостьянов П.А. Анализ динамики долевого состава двухкомпонентного волокнистого материала в процессе кардочесания №6

Механика нити и полотен

| | |
|--|-----|
| <i>Щербаков В.П., Болотный А.П.</i> Баллонирование и натяжение нити на кольцевых прядильных машинах | №1 |
| <i>Щербаков В.П., Болотный А.П.</i> Уточнение аналитического описания напряженно-деформированного состояния нити | №6 |
| Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения | |
| <i>Назарова М.В.</i> Особенности проектирования ткани для спецодежды | №1 |
| <i>Павлов К.Ю.</i> Разработка технологической операции обеспыливания на горизонтальном рыхлителе для хлопка | №1 |
| <i>Грузинцева Н.А.</i> Особенности проведения маркетинговых исследований рынка потребительских товаров | №1 |
| <i>Корабельников Р.В., Проталинский С.Е., Букина С.В.</i> Костромскому филиалу всероссийского семинара по теории машин и механизмов 30 лет | №1 |
| <i>Чистякова Н.Э., Матрохин А.Ю.</i> Описание технологического процесса кардочесания с применением методологии IDEF0 | №2 |
| <i>Панин И.Н., Николаев С.Д., Морозов С.И., Цимбалюк Е.П.</i> Новые разработки текстильщиков | №2 |
| <i>Ломакина И.А., Грузинцева Н.А., Гусев Б.Н.</i> Определение конкурентной цены ткани с применением методов корреляционно-регрессионного анализа | №2 |
| <i>Лазарев А.А.</i> Формирование ценностно-смыслового ядра при подготовке к будущей работе на текстильном предприятии | №2 |
| <i>Беденко В.Е., Иванов М.Н., Рудин А.Е.</i> Классификация и обозначение швейных ниток для изделий технического и специального назначения | №2 |
| Ростиславу Васильевичу Корабельникову 70 лет | №2 |
| Памяти Евгения Дмитриевича Ефремова | №2 |
| <i>Комиссарова М.В., Грузинцева Н.А., Сокерин Н.М.</i> Вариация натяжения нити изменением зазора между шайбами | №2С |
| <i>Брут-Бруляко А.Б., Миновская С.М.</i> Исследование изменения свойств льняной ткани в процессе ее отделки | №3 |
| <i>Сташева М.А., Балакиши Л.И.</i> Исследование хлопкополиэфирных тканей для домашнего текстиля | №3 |
| <i>Розанов А.С., Панин И.Н., Николаев С.Д.</i> Анализ процесса обезвоживания прессовых сукон | №3 |
| <i>Юнусов Р.Ф.</i> Постановка задачи для определения напряженно-деформированного состояния сырцового валика пильного джина | №3 |
| <i>Милитки Ю., Кременакова Д.</i> Разработка технического текстиля и Чешский национальный центр | №3С |
| <i>Милитки Ю., Кременакова Д.</i> Некоторые пути разработки технического текстиля | №3С |
| <i>Рыжкова Е.А., Ходаков А.С.</i> Выделение основных направлений автоматизации погрузочно-разгрузочных и транспортных операций на складах готовой продукции в текстильной промышленности | №4 |
| <i>Вихарев С.М., Федосова Н.М.</i> Совершенствование устройства для контроля массы трепаного льна | №4 |
| <i>Власова Е.Н., Рекечинская В.Б.</i> Оценка конкурентоспособности мебельных тканей | №4 |
| Юбилей Ивана Антоновича Мартынова | №4 |
| Кирюхину Сергею Михайловичу – 70 лет | №4 |
| <i>Власова Е.Н., Грузинцева Н.А.</i> Оценка конкурентоспособности тканей по группе эстетических свойств | №4С |
| <i>Румянцева И.А., Пашин Е.Л.</i> Система поддержки принятия решений при переработке льняной тресты | №5 |
| <i>Ефимова О.Г., Кротова Е.А.</i> Разработка экспресс-метода оценки стойкости к истиранию обивочных материалов | №5 |
| <i>Барашкова Н.Н., Кряжкин В.Н., Гусев Б.Н.</i> Определение оптимальной материалоемкости хлопчатобумажных тканей в формируемой ассортиментной группе | №5 |
| <i>Снежков С.В., Розанов А.С., Панин А.И.</i> Разработка малоотходных технологий выработки технических сукон | №5 |
| <i>Асланова Л.О.</i> Методические аспекты государственного регулирования рынка труда в социально ориентированной экономике | №5 |
| Кирилл Евгеньевич Перепелкин (К 80-летию со дня рождения) | №5 |
| Профессору Людмиле Прокопьевне Ровинской – 75 лет | №5 |
| <i>Тувин А.А., Пирогов Д.А.</i> Компьютерное моделирование механизма образования зева металло-ткацких станков | №6 |

| | |
|---|----|
| <i>Юхина Е.А., Литинская Н.Ю.</i> Выявление условий для сохранения гибкости текстильного предприятия | №6 |
| <i>Ковальский П.Г., Привалов В.Н., Травин Г.М.</i> Выбор стратегических направлений развития производств текстильной технологической оснастки | №6 |
| <i>Розанов А.С., Снежков С.В., Синякина И.В.</i> Расчет параметров кручения пленочных нитей для выработки технических сукон | №6 |
| <i>Лисиенкова Л.Н., Тарасова О.Ю.</i> Моделирование накопления остаточной деформации тканей в условиях пространственного растяжения | №6 |
| Профессору ИГТА Евгению Николаевичу Калинину – 60 лет! | №6 |
| Брут-Бруляко Альберт Борисович | №6 |

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 гляцевания) 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 описью 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 обращает внимание авторов на необходимость соблюдения изложенных правил, что ускоряет прохождение статьи в производстве, сокращает время ее напечатания и способствует уменьшению ошибок и опечаток.

Статьи, отклоненные от публикации, не возвращаются.

Авторский гонорар не выплачивается.

РЕДАКЦИЯ.