

Министерство образования и науки
Российской Федерации

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

**ТЕХНОЛОГИЯ
ТЕКСТИЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

**№ 3 (351)
2014**

Издание Ивановского государственного политехнического университета.
Текстильный институт

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор

Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ (д.т.н., проф.).

Заместители главного редактора:

Н.М. АШНИН (д.т.н., проф.),

Н.Л. КОРНИЛОВА (д.т.н., проф.),

Б.Б. СТРОГАНОВ (д.т.н., проф.).

Б.Н. ГУСЕВ (д.т.н., проф.),

В.Л. МАХОВЕР (д.т.н., проф.),

М.В. КИСЕЛЕВ (д.т.н., проф.),

К.Э. РАЗУМЕЕВ (д.т.н., проф.).

Члены редколлегии:

Р.М. АЛОЯН

(чл.-корр. РААСН, д.т.н., проф.),

В.С. БЕЛГОРОДСКИЙ (к.т.н., д.с.н.),

В.Н. БЛИНИЧЕВ (д.т.н., проф.),

В.В. ВЕСЕЛОВ (д.т.н., проф.),

В.Ф. ГЛАЗУНОВ (д.т.н., проф.),

В.А. ЗАВАРУЕВ (д.т.н., проф.),

В.М. ЗАРУБИН (к.т.н., проф.),

Е.Н. КАЛИНИН (д.т.н., проф.),

А.М. КИСЕЛЕВ (д.т.н., проф.),

К.И. КОБРАКОВ (д.т.н., проф.),

А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ (д.т.н., проф.),

Н.А. КУЛИДА (д.т.н., проф.),

В.В. ЛЮБИМЦЕВ (д.т.н., проф.),

С.Д. НИКОЛАЕВ (д.т.н., проф.),

Ю.В. ПАВЛОВ (д.т.н., проф.),

С.В. ПАЛОЧКИН (д.т.н., проф.),

Е.Л. ПАШИН (д.т.н., проф.),

А.Б. ПЕТРУХИН (д.т.н., проф.),

К.М. ПИРОГОВ (д.т.н., проф.),

А.Ф. ПЛЕХАНОВ (д.т.н., проф.),

Л. П. РОВИНСКАЯ (д.т.н., проф.),

В.Е. РОМАНОВ (д.т.н., проф.),

П.Н. РУДОВСКИЙ (д.т.н., проф.),

В.В. САФОНОВ (д.т.н., проф.),

П.А. СЕВОСТЬЯНОВ (д.т.н., проф.),

Н.А. СМЕРНОВА (д.т.н., проф.),

Г.Г. СОКОВА (д.т.н., проф.),

А.П. СОРКИН (д.т.н., проф.),

Ф.Ю. ТЕЛЕГИН (д.х.н., проф.),

А.А. ТЕЛИЦЫН (д.т.н., проф.),

В.И. ТЕРЕНТЬЕВ (д.т.н., проф.),

С.В. ФЕДОСОВ

(академик РААСН, д.т.н., проф.),

А.В. ФИРСОВ (д.т.н., проф.),

В.Д. ФРОЛОВ (д.т.н., проф.),

И.Г. ЦИТОВИЧ (д.т.н., проф.),

Л.П. ШЕРШНЕВА (д.т.н., проф.),

Ю.С. ШУСТОВ (д.т.н., проф.),

В.П. ЩЕРБАКОВ (д.т.н., проф.),

С.С. ЮХИН (д.т.н., проф.),

Ф.Н. ЯСИНСКИЙ (д.ф.-м.н., проф.).

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ.*

Статьи печатаются в редакции авторов.

Адрес редакции: 153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 21.

Тел.: (4932) 93-78-87. Факс: (4932) 41-50-88.

E-mail: ttp@ivgpi.com

<http://www.ti.ivgpi.com>

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 01.06.2014. Подписано в печать 25.06.2014. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 16,27; Усл. кр.-отт. 16,62. Заказ 127.

Тираж 400 экз.

"Известия вузов. Технология текстильной промышленности"
Издание Ивановского государственного политехнического университета.

Текстильный институт

153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 21.

E-mail: ttp@ivgpi.com

Издательско-полиграфический комплекс "ПресСто"

153025, г. Иваново, ул. Дзержинского, 39, оф. 307

Тел. (4932) 30-42-91, 30-43-07

E-mail: pressto@mail.ru

**Ministry of Education and Science
of Russian Federation**

PROCEEDINGS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

**TEXTILE
INDUSTRY
TECHNOLOGY**

SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

ESTABLISHED IN DECEMBER OF 1957, 6 ISSUES PER YEAR

**№ 3 (351)
2014**

Published by Ivanovo State Polytechnic University
Textile Institute

EDITORIAL BOARD

Chief editor

G.I. CHISTOBORODOV (d.en.s., prof.)

Deputy editors:

N.M. ASHNIN (d.en.s., prof.),

B.N. GUSEV (d.en.s., prof.),

M.V. KISELEV (d.en.s., prof.),

N.L. KORNILOVA (d.en.s., prof.),

V.L. MAKHOVER (d.en.s., prof.),

K.E. RAZUMEEV (d.en.s., prof.),

B.B. STROGANOV (d.en.s., prof.)

Editorial board members:

R.M. ALOYAN

(corr. memb. RAACS, d.en.s., prof.),

V.S. BELGORODSKII (c.en.s., d.soc.s),

V.N. BLINICHEV (d.en.s., prof.),

V.V. VESELOV (d.en.s., prof.),

V.F. GLASUNOV (d.en.s., prof.),

V.A. ZAVARUEV (d.en.s., prof.),

V.M. ZARUBIN (d.en.s., prof.),

E.N. KALININ (d.en.s., prof.),

A.M. KISELEV (d.en.s., prof.),

K.I. KOBRAKOV (d.en.s., prof.),

A.R. KORABELNIKOV (d.en.s., prof.),

N.A. KULIDA (d.en.s., prof.),

V.V. LYUBIMTSEV (d.en.s., prof.),

S.D. NIKOLAEV (d.en.s., prof.),

YU.V. PAVLOV (d.en.s., prof.),

S.V. PALOCHKIN (d.en.s., prof.),

E.L. PASHIN (d.en.s., prof.),

A.B. PETRUKHIN (d.en.s., prof.),

K.M. PIROGOV (d.en.s., prof.),

A.F. PLEKHANOV (d.en.s., prof.),

L.P. ROVINSKAYA (d.en.s., prof.),

V.E. ROMANOV (d.en.s., prof.),

P.N. RUDOVSKII (d.en.s., prof.),

V.V. SAFONOV (d.en.s., prof.),

P.A. SEVOSTYANOV (d.en.s., prof.),

N.A. SMIRNOVA (d.en.s., prof.),

G.G. SOKOVA (d.en.s., prof.),

A.P. SORKIN (d.en.s., prof.),

F.YU. TELEGIN (d.ch.s., prof.),

A.A. TELITSYN (d.en.s., prof.),

V.I. TERENT'EV (d.en.s., prof.),

S.V. FEDOSOV

(acad. RAACS, d.en.s., prof.),

A.V. FIRSOV (d.en.s., prof.),

V.D. FROLOV (d.en.s., prof.),

I.G. TSITOVICH (d.en.s., prof.),

L.P. SHERSHNEVA (d.en.s., prof.),

YU.S. SHUSTOV (d.en.s., prof.),

V.P. TSHERBAKOV (d.en.s., prof.),

S.S. YUKHIN (d.en.s., prof.),

F.N. YASINSKII (d.ph.-m.s., prof.)

Executive secretary *S.L. KHALEZOV*.

The articles are published in authors' editions.

Address: 153000, Ivanovo, Sheremetev av., 21.

Tel.: +7(4932)93-78-87, fax: +7(4932)41-50-88.

E-mail: ttp@ivgpu.com

http:// www.ti.ivgpu.com

Registered with the Ministry of Printing of Russian Federation. Registration no. 796. Passed for typesetting on 01.06.2014. Signed for printing on 25.06.2014. Format 60×84 ¼. Book/journal paper. Offset printing. 16.27 conventional sheets. 16.62 conventional. Order 127.

Circulation of 400.

"Proceedings of institutions of higher education. Textile Industry Technology"

Published by Ivanovo State Polytechnic University

Textile Institute

153000, Ivanovo, Sheremetev av., 21.

E-mail: ttp@ivgpu.com

Publishing-printing complex "PresSto"

153025, Ivanovo, Dzerdzinskogo, 39, of. 307

Tel. (4932) 30-42-91, 30-43-07

E-mail: pressto@mail.ru

УДК 658.01:677

**НОВАЯ УПРАВЛЕНЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**THE NEW MANAGEMENT TECHNOLOGY
FOR REGIONAL DEVELOPMENT
OF THE TEXTILE INDUSTRY**

Н.К. ТЕМНОВА, К.М. ПИРОГОВ
N.K. TEMNOVA, K.M. PIROGOV

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна,
Ивановский государственный университет)
(Saint-Petersburg State University of Technology and Design,
Ivanovo State University)
E-mail: rector@sutd.ru; rector@ivgu.ru

Представлено научное обоснование применения теории кластеров в качестве управленческой технологии развития отрасли и обзор хода модернизации отрасли на базе региональных промышленных текстильных кластеров.

Presents scientific substantiation of the theory of cluster as a management technology industry development and review modernization of the industry on the basis of regional industrial textile clusters.

Ключевые слова: кластер, конкурентоспособность, кластерная модель, управленческие технологии, региональное развитие, региональный промышленный кластер, региональный промышленный текстильный кластер.

Keywords: cluster, competitiveness, cluster model, management of technology, regional development, regional industrial cluster, regional industrial textile cluster.

Статья является продолжением обсуждения процесса развития текстильной и легкой промышленности России на основе модернизации [1], [2] и представляет научное обоснование применения теории кластеров в качестве управленческой тех-

нологии развития отрасли и обзор хода модернизации отрасли на базе промышленных текстильных кластеров.

Кластерная модель развития промышленности – это новая перспективная и быстро развивающаяся управленческая

технология, которая позволяет повысить конкурентоспособность как отдельного региона или отрасли, так и государства в целом.

Основа кластерного подхода заложена в трудах А. Маршалла [3] и Й. Шумпетера [4] в начале XX-го века. Его исторически корнями являются маршалловский "индустриальный район" и экономика агломераций, с одной стороны, и инновации как "новые производственные комбинации", способствующие экономическому росту внутри региональных агломераций в соответствии с теорией нововведений Й. Шумпетера, с другой стороны.

Последующее развитие эти подходы получили в трудах М. Портера в 1980-90-х гг. По результатам крупномасштабных исследований условий развития десяти индустриальных стран он обнаружил феномен конкурентного преимущества, которое формируется на основе межотраслевого взаимодействия и межтерриториальной кооперации, является неотъемлемой частью процесса индустриализации, следствием и инициатором развития экономики региона, и назвал его кластером.

М. Портер предложил следующую трактовку нового понятия: кластер – это сконцентрированная по географическому признаку группа взаимосвязанных компаний, специализированных поставщиков, поставщиков услуг, финансовых организаций, фирм в соответствующих отраслях, а также связанных с их деятельностью организаций [5].

Изучение международного опыта регионального развития и его теоретическое осмысление позволили М. Портеру сделать вывод о том, что преимущества местоположения создают условия для конкуренции производителей на основе высококачественных факторов производства и особенно специализированных факторов, таких как инфраструктура, регулирующие режимы, соответствующие технологии, высококлассные специалисты, информация, источники капитала, приспособленные к потребностям конкретных отраслей, причем наиболее важные факторы произ-

водства, обеспечивающие конкурентное преимущество, создаются в регионах.

Региональные кластеры по своей сути являются межотраслевыми комплексами и, по мнению М. Портера, "внутренними точками роста" региональной и национальной экономики, потому многие экономически развитые страны используют кластерный подход в формировании и регулировании своих национальных инновационных систем.

Рост интереса к региональным кластерам во многом обусловлен представлением о них как о рыночных регуляторах, которые могут стимулировать инновационную деятельность отдельных предприятий, входящих в кластер, и повысить их конкурентоспособность [6], а также инициировать динамичное развитие как предприятий, так и отрасли, и на этой основе преодолеть структурные диспропорции в развитии старопромышленных регионов, сложившуюся моноотраслевую структуру производства, что характерно для большинства регионов центральной России [7].

Уточняя современные требования к кластеру, отметим, что региональный кластер формируется в привязке к определенной территории, на которой сконцентрирована необходимая критическая масса производственных предприятий, образовательных, научных организаций, объектов промышленной и рыночной инфраструктуры, имеющих отраслевую специализацию. Участники кластера имеют друг с другом устойчивые долговременные связи производственно-технологического, экономического, организационного, информационного и личного характера, обеспечивающие их интеграционное взаимодействие, а интеграция выступает как неявная форма контроля за деятельностью самостоятельных субъектов хозяйствования [8].

Особенностью кластерной модели экономики является то, что по отношению к внешней среде кластер воспринимается и функционирует как единый организм, но при этом не ограничивается какой-то одной отраслью, а затрагивает несколько смежных отраслей, и представляет такую форму организации взаимодействующих и взаимо-

зависимых предприятий, которая дает возможности для повышения конкурентоспособности региональной экономики.

Основу кластера составляют кластерообразующие предприятия – производители конечной продукции и организации, оказывающие базовые для кластера услуги [9], владеющие практическими технологиями и способствующие созданию цепочек полезности [10].

Важной отличительной чертой кластера является фактор инновационной ориентированности.

В развитии кластера непосредственное участие принимают государство и органы власти соответствующего уровня, формирующие кластерные стратегии и политику поддержки кластеров. Если первоначально кластеры образовывались исключительно благодаря "невидимой руке рынка", прежде всего, при модернизации транснациональных компаний, то в последнее время правительства многих стран стали "выращивать" их по собственной инициативе в рамках государственно-частного партнерства, оказывая этому процессу разностороннюю поддержку.

Современная государственная политика в области поддержки кластеров определяется национальными особенностями. Она может быть весьма разнообразной и выступать в виде:

- конкретной политики с четко определенной стратегией и выделенным бюджетом, которая охватывает ряд промышленных секторов и различные аспекты развития кластеров;

- политики, сфокусированной на некоторых аспектах развития кластеров: сетевые взаимодействия среди бизнеса или между бизнесом и исследовательскими организациями;

- политики как элемента других стратегий экономического развития и др.

Разнообразие проводимой политики определяет многообразие направлений и форм государственной поддержки инновационных кластеров. В мировой практике сложились следующие основные формы стимулирования предприятий в рамках кластерных промышленных систем [11]:

- прямое финансирование в виде субсидий и займов, которые достигают 50 % расходов на создание новой продукции и технологий (Франция, США и др.);

- предоставление ссуд, в том числе без выплаты процентов (Швеция);

- целевые дотации на НИР (практически во всех развитых странах);

- создание фондов внедрения инноваций с учетом возможного коммерческого риска (Англия, Германия, Франция, Швейцария, Нидерланды);

- безвозмездные ссуды, достигающие 50 % затрат на внедрение новшеств (Германия);

- снижение оплаты пошлин для индивидуальных изобретателей (Австрия, Германия, США и др.);

- отсрочка уплаты пошлин или освобождение от них, если изобретение касается экономии энергии (Австрия);

- бесплатное ведение делопроизводства по заявкам индивидуальных изобретателей, бесплатные услуги патентных поверенных, освобождение от уплаты пошлин (Нидерланды, Германия).

В России мерами государственной поддержки развития инновационных территориальных кластеров являются [12]:

- 1) предоставление субсидии бюджетам субъектов Российской Федерации на цели реализации мероприятий, предусмотренных программами развития пилотных кластеров;

- 2) обеспечение поддержки реализации мероприятий программ развития пилотных кластеров в рамках федеральных целевых программ и государственных программ Российской Федерации;

- 3) привлечение государственных институтов развития к реализации программ развития пилотных кластеров;

- 4) стимулирование участия крупных компаний с государственным участием, реализующих программы инновационного развития.

Развитие кластеров в России сталкивается с серьезными препятствиями исторического характера: так как большая часть российской экономики создавалась вне рынка, то и нельзя говорить о "естествен-

ных" кластерах, которые появляются в силу исторических причин, описанных М. Портером. Однако международный опыт применения кластерной модели развития экономики убедительно доказывает ее состоятельность и возможности в повышении конкурентоспособности региональной и национальной экономики, потому развитие кластеров включено в проекты отечественного регионального промышленного развития.

Признавая значимость текстильной и легкой промышленности в обеспечении населения товарами массового повседневного спроса, а также и в обороноспособности страны, в 2008 году на заседании Госсовета РФ по развитию легкой промышленности было принято решение о создании промышленных текстильных кластеров в Ивановской, Ярославской, Костромской, Волгоградской и Вологодской областях России, которые должны были бы инициировать вывод отрасли из стагнации и ее динамичное развитие.

Выбор этих регионов для запуска пилотных проектов региональных текстильных промышленных кластеров основывался на историческом социально-экономическом развитии территорий и наличии всех характерных признаков кластеров: территориальная локализация производства; наличие стержневой, вспомогательной и обслуживающей отраслей; наличие региональных производственных связей с ориентацией на конечный результат [2].

На 2014 год из всех заявленных проектов полноценно работает льняной кластер в Вологодской области и текстильный кластер в Ивановском регионе. Что же касается других несостоявшихся проектов, то основными факторами, сдерживающими инвестиционную деятельность по их созданию в регионах, в оценках экспертов [9] явились: недостаток свободных финансовых средств (61 %), высокие ставки по коммерческим кредитам (31 %), сложный механизм получения кредитов и процедуры формирования залога (23 %). Очевидно, что это негативно отразится на реализации Стратегии развития легкой про-

мышленности России на период до 2020 года [13].

Вологодский кластер – это удачный пример государственно-частного партнерства. Сторону государства представляют департамент лесной и легкой промышленности и правительство Вологодской области. Частный капитал представляет Объединенная управляющая компания "Доминион" (г. Санкт-Петербург), которая была приглашена правительством Вологодской области для управления Вологодским льнокомбинатом, а затем стала партнером по реализации пилотного проекта "Развитие льняного комплекса Вологодской области путем межотраслевой и межтерриториальной кооперации" [14].

Основой Вологодского кластера является Вологодский льнокомбинат, который с 2008 года работает на двух площадках: в г. Вологде (производство тканей основных переплетений) и г. Красавино (производство жаккардовых тканей). В настоящее время это один из самых масштабных инвестиционных проектов, который реализуется в Вологодской области, и предусматривает полное обновление парка оборудования прядильного, ткацкого и отделочного производств, которое отстало от аналогичных производств Китая, Гонконга и Европы на десятилетия, а также инновации в организации производства, труда и управления [15].

Консолидированный инвестиционный бюджет проекта составляет 9,8 млрд руб., ожидаемый срок окупаемости – 10 лет.

Совместно с российскими научно-исследовательскими и учебными институтами в рамках программы кластера осуществляются разработки ассортимента тканей с заданными функциональными свойствами и технологий их получения, в том числе нанотехнологий, для применения их в промышленности, сельском хозяйстве, оборонном комплексе. К инновационным разработкам могут быть отнесены подходы к решению научно-технической проблемы повышения качества текстильных материалов, выработанных на основе целлюлозы льна и хлопка, при одновременном обеспечении энерго- и ресурсоэкономии, эколо-

гичности технологических процессов и продукции за счет применения низкотемпературных ферментативных процессов и инновационных технологий. Новые унифицированные биохимические технологии беле-ния адаптированы к действующему оборудованию текстильного производства и могут быть использованы как в условиях льнокомбинатов, так и хлопчатобумажных фабрик [10].

Одной из самых серьезных задач Вологодского кластера является восстановление льноводства. Результатом этой деятельности является то, что выращиванием льна в настоящее время занимаются 27 хозяйств Вологодской области, первичной переработкой – 10 льнозаводов [14]. Комплексный подход к решению поставленной задачи включает реализацию инновационных проектов ученых Института химии растворов РАН (г. Иваново) по переработке короткого льняного волокна и тресты как отходов льняного производства. Это позволит практически реализовать технологию глубокой переработки отечественного сырья и материалов в легкой промышленности, которая включена в перечень критических технологий Стратегии развития легкой промышленности России, и повысить рентабельность льняного комплекса.

Другим реализуемым пилотным проектом в текстильной промышленности является Ивановский текстильно-промышленный кластер.

Ивановская область исторически ориентирована на текстильное производство и здесь налицо все предпосылки для формирования и развития производственного текстильного кластера. В качестве стержневой отрасли кластера выступает текстильная промышленность Ивановской области, на долю которой приходится более 25 % общего объема промышленной продукции. В ее состав входят прядильные, ткацкие, отделочные производства, производства нетканых материалов, а всего более 40 предприятий в г. Иваново и Ивановской области.

Вспомогательная отрасль в Ивановском кластере представлена предприятиями текстильного машиностроения, производ-

ствами текстильно-вспомогательных веществ, а также торговыми предприятиями, поставляющими сырье и запасные части для оборудования.

Обслуживающая отрасль включает трикотажные и швейные предприятия, использующие пряжу, суровые и готовые ткани, складские терминалы, предприятия торговли, а также отраслевые научно-исследовательские институты, учебные заведения среднего и высшего профессионального образования, выпускающие специалистов для текстильной промышленности.

Целью формирования и развития Ивановского текстильно-промышленного кластера являлась не столько переработка сырья, сколько формирование добавленной стоимости от переработки хлопкового волокна до прилавка с готовыми изделиями. Ожидалось, что создаваемый кластер будет способствовать объединению интересов бизнеса и региона, что конкуренция производителей будет не только порождать соперничество, но и побуждать к сотрудничеству, созданию рабочих мест, обеспечению занятости, росту ВРП. Практическая реализация лозунга "Объединяйтесь, чтобы конкурировать" могла бы вернуть утраченные позиции отрасли в региональной экономике.

Однако развитие Ивановского текстильно-промышленного кластера пошло по иному сценарию. Вместо объединения усилий и создания современных производств на базе текстильных предприятий области фактически был сформирован текстильно-швейный логистический комплекс, представленный такими крупными торгово-логистическими центрами и выставочными комплексами, как "Текстиль-Профи-Иваново", "Текстиль-Град", "Текстиль-Макс", "Главк", центр "Рио" (где расположен Центр развития текстильного дизайна, работу которого курирует модельер Вячеслав Зайцев), текстильные рынки "Текстильщик 1" и "Текстильщик 2". Продукция предприятий швейной индустрии представляется во всех крупных ивановских торговых центрах – "Серебряный город", "Реал", "Полет" и др. [2].

В качестве перспективных направлений развития текстильных производств региона определены не модернизация и не техническое перевооружение действующих предприятий отрасли, а развитие производства синтетических волокон, нитей и тканей, дефицит которых остро стоит в текстильной отрасли страны, в то время как в мире этот сегмент текстильного рынка показывает активный рост.

Правительство Ивановской области продвигает идею строительства в регионе крупного предприятия по выпуску синтетических волокон и нитей, полученных из продуктов нефтепереработки и переработки попутного нефтяного газа.

Основная цель проекта – создание сырьевой базы и условий для эффективной конкуренции на внутреннем и внешнем рынках продукции текстильной промышленности. Соединение нефтехимии и текстиля должно стать тем ноу-хау, которое представляет Ивановская область.

Для реализации такого проекта Правительством Ивановской области совместно с Ханты-Мансийским автономным округом и Татарстаном подписан протокол по реализации Соглашения о модернизации текстильной промышленности Ивановского региона на основе интеграции с предприятиями нефтехимической промышленности Татарстана, создана управляющая компания и межрегиональные рабочие группы [16]. Реализация Соглашения позволит сформировать цепочки от производства сырья до сбыта готовой продукции, что является условием развития кластера.

Проект строительства комбината ПЭТФ текстильного назначения в Ивановской области с годовой мощностью 180 тысяч тонн полиэфирного волокна включен в государственную программу РФ "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности на период до 2020 года" [17] и вошел в Стратегию развития химического и нефтехимического комплекса страны на период до 2030 года [18].

Общая стоимость строительства комплекса ПЭТФ оценивается в 12,1 млрд руб. Основным кредитором инвестиционного проекта является "Внешэкономбанк", но

заинтересованность в реализации проекта выразил НОМОС-Банк, который совместно с финансовой компанией "Открытие" намерен принять участие в капитале проекта.

Так в отечественной текстильной промышленности реализуется кластерная модель как новая управленческая технология регионального развития на основе интеграционного взаимодействия предприятий и отраслей, которая может взять на себя функцию рыночного регулятора межотраслевого взаимодействия и межтерриториальной кооперации, сформировать условия для вывода отрасли из стагнации, инициировать ее динамичное развитие и повысить конкурентоспособность региональной экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Фомин Б.М., Макеева В.К., Малафеева И.Г.* Стратегия модернизации экономики отраслей текстильной и легкой промышленности России // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 1. С. 3...8.
2. *Темнова Н.К.* Модернизация текстильной отрасли. Кластерный подход // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 1. С. 6...11.
3. *Маршалл А.* Принципы экономической науки / Пер. с англ. – М.: Экономика, 1987.
4. *Шумпетер Й.* Теория экономического развития (Исследование экономической прибыли, капитала, кредита, процента и цикла конъюнктуры) / Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1982.
5. *Портер М.* Международная конкуренция. Конкурентные преимущества стран. – М.: Международные отношения, 1993.
6. *Скоч А.* Международный опыт формирования кластеров // <http://www.intelros.ru/>.
7. *Темнова Н.К.* Экономическая динамика текстильного промышленного комплекса // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 4С. С. 19...22.
8. *Темнова Н.К.* Текстильный кластер как организационный фактор инициирования экономической динамики региона // Государство и рынок: новое качество взаимодействия в информационно-сетевой экономике. – Т. 2. – СПб.: Астерион, 2007.
9. *Портер М.* Конкуренция. – М.: Вильямс, 2005.
10. *Титова М.Н., Темнова Н.К.* Инновационные факторы создания полезности в текстильном производстве и методы ее оценки: теоретические аспекты // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 1. С. 9...14.
11. *Жаркова Н.Н.* Кластерная модель развития легкой промышленности // Российское предприни-

мательство. – 2011, № 11. Вып. 2 (196). С. 110...116.

12. О предложениях по мерам государственной поддержки развития инновационных территориальных кластеров // Минэкономразвития России // <http://www.economy.gov.ru/mines/main>.

13. Приказ Минпромторга РФ от 24.09.2009 № 853 "Об утверждении стратегии развития легкой промышленности России на период до 2020 года и плана мероприятий по ее реализации" // http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_92737/?frame=6.

14. Вологодский лен // <http://www.booksite.ru/флаж>.

15. Темнова Н.К., Липинская П.С., Марков К.М. Совершенствование организации складской логистики текстильного предприятия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 1. С. 5...9.

16. Информационный портал "Иваново-текстиль" // <http://textile37.ru/>.

17. Постановление Правительства РФ от 15.05.2014 № 328 "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности на период до 2020 года" // <http://base.garant.ru/70308410/#ixzz30wqGuprO>.

18. Стратегия развития химического и нефтехимического комплекса на период до 2030 года // Минэнерго РФ // http://minenergo.gov.ru/press/min_news/18204.html.

Рекомендована кафедрой менеджмента СПГУТД. Поступила 04.04.14.

УДК 338.242

**НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРИИ
ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ В УПРАВЛЕНИИ
РЕГИОНАЛЬНЫМИ ПРОГРАММАМИ ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ
(ПО МАТЕРИАЛАМ ОБЗОРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ)**

**SOME ISSUES OF THE THEORY OF ORGANIZATIONAL SYSTEMS APPLICATION
IN REGIONAL TARGET PROGRAM MANAGEMENT
(RUSSIAN FEDERATION, IVANOV REGION DATA OVERVIEW)**

*И.В. ОМЕЛЬЧЕНКО, А.В. ХАЛЕЗОВ
I.V. OMELCHENKO, A.V. KHALEZOV*

(Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Ивановский филиал, г. Иваново)
(Plekhanov Russian University of Economics, the Branch in Ivanovo)
E-mail: ttp@ivgpu.com

В статье приводятся некоторые критические вопросы, касающиеся методических особенностей формирования и реализации региональных целевых программ в Ивановской области, и рассматривают ключевые аспекты применения теории организационных систем для совершенствования управления в данной области деятельности.

The authors illustrate some critical issues devoted to regional target program management in Ivanovo region and consider some key aspects of the theory of organizational systems application in this field of activity.

Ключевые слова: программно-целевое управление, целевые программы, региональные программы, теория организационных систем.

Keywords: program-target management, target programs, regional programs, the theory of organizational systems.

В наши дни программно-целевой подход в территориальном планировании и управлении объективно укрепляет свою научно-практическую состоятельность. К неоспоримым достоинствам программно-целевого управления относятся возможность достижения определенных целей в условиях ограниченных ресурсов, в увязке с интересами внутренней и внешних социально-экономических систем.

В этом отношении по-прежнему актуальны утверждения ряда авторов¹ о том, что "...программно-целевой метод позволяет реализовать настоящую потребность в осуществлении интеграционных процессов в экономике, обусловленную, с одной стороны, возрастанием сложности, комплексности проблем экономического развития, требующих для своего решения эффективных межотраслевых, межведомственных, межрегиональных взаимодействий, и, с другой – высокой степенью отраслевой и территориальной дифференциации развития производительных сил, дополняемой в условиях перехода к рыночной экономике многообразием форм собственности".

В связи с этим можно предполагать необходимость развития элементов системотехники программно-целевого управления за счет научных достижений в области теории организационных систем.

Среди условий и предпосылок использования программно-целевого управления² по-прежнему можно выделять необходимость кардинального изменения неблагоприятных пропорций, структуры, тенденций развития экономики и социальной сферы регионов РФ; комплексность возникшей социально-экономической, научно-технической проблемы; отсутствие возможностей достижения необходимых целей развития, исходя только из существующего уровня взаимосвязей между

уровнями управления, хозяйствующими субъектами и т.д.; необходимость скоординированного использования финансовых и материальных ресурсов различной ведомственной, отраслевой, региональной и иной принадлежности для достижения особо важной цели (федеральной, региональной или муниципальной значимости).

Эти предпосылки получают качественно новое содержание при развитии факторов рыночной среды, опосредующих онтогенез механизмов управления региональными программами, поскольку в таких условиях действия отдельных экономических или административных (институциональных) субъектов как ничтожно, так и весьма существенно влияют на некоторые параметры регионального хозяйственного комплекса. Кроме того, возникающие проблемы социально-экономического, структурного и иного характера объективно требуют релевантных решений в разрезе задач ресурсного распределения (обмена, манипулирования), задач стимулирования, теории контрактов, теории игр (актуально для области частно-государственного партнерства) и т.д.

В настоящее время наблюдается острая потребность к инструментарию управления посредством государственных и региональных целевых программ в отечественной практике административно-территориального регулирования, в том числе с позиций устойчивого развития территориальных хозяйственных систем. В Ивановской области, например, определены Порядок разработки, реализации и оценки эффективности государственных программ, Порядок формирования и финансового обеспечения выполнения государственных заданий в Ивановской области; более 6 лет действуют Требования к содержанию ведомственных целевых программ, к порядку разработки и реализации ведомственных целевых программ [1]; исполняются региональные целевые программы – долгосрочные (24 актуальные редакции) и ведомственные (более 50 редакций), разработанные преимущественно на 2009 - 2017 годы. Несмотря на это, в Ивановской области сохраняется проблема

¹ См., например: Любовный В.Я., Пчелинцев О.С., Герцберг Л.Я. [и др] Целевые программы развития регионов: Рекомендации по совершенствованию разработки, финансирования и реализации. – М.: Московский общественный научный фонд, Институт макроэкономических исследований, 2000.

² Там же. С. 12...13.

невысокой результативности программно-целевого управления, и, в первую очередь, – по причине недостаточного уровня его методологической и методической проработанности [2].

Проиллюстрируем кратко данное утверждение: было выявлено распределение ключевых оценок эффективности реализации долгосрочных целевых программ (далее – ДЦП) Ивановской области по итогам 2012-2013 годов в разрезе частных критериев; [1] для анализа из их числа были отобраны следующие: 1) "Степень выполнения мероприятий ДЦП, решения задач"; 2) "Осуществление в отчетном году иными субъектами действий и мероприятий как факторов, способствующих реализации программы" (сокращено - *примеч. наше*); 3) "Степень достижения плановых значений промежуточных целевых индикаторов программы".

Порядковый номер целевой программы в рассматриваемой здесь совокупности соответствует позициям перечня программ³ для 2013 года, а именно: 1 - "Дети" на 2009-2013 годы; 2 - "Развитие образования" на 2009-2015 годы; 3 - "Социальное развитие села" до 2013 года; 4 - "Развитие туризма" на 2009-2016 годы; 5 - "Развитие малого и среднего предпринимательства" на 2009-2013 годы; 6 - "Выравнивание обеспеченности населения объектами социальной и инженерной инфраструктуры" на 2009-2014 годы; 7 - "Развитие автомобильных дорог общего пользования" на 2010-2015 годы; 8 - "Жилище" на 2011-2015 годы; 9 - "Формирование условий развития информационного общества..." на 2011-2015 годы; 10 - "Развитие физической культуры и спорта" на 2011-2015 годы; 11 - "Улучшение инвестиционного климата..." на 2012-2016 годы; 12 - "Развитие системы отдыха и оздоровления детей" на 2012-2014 годы; 13 - "Развитие водохозяйственного комплекса" на 2013-2020 годы"; 14 - "Формирование доступной среды жизнедеятельности для инвалидов..." на 2013-2017 годы; 15 - "Развитие системы началь-

ного и среднего профессионального образования" на 2013-2017 годы; 16 - "Развитие культуры" на 2013-2018 годы.

Порядковый номер целевой программы в рассматриваемой здесь совокупности соответствует позициям перечня программ для 2012 года, а именно: 1 - "Дети" на 2009-2013 годы; 2 - "Развитие образования" на 2009-2015 годы; 3 - "Социальное развитие села" до 2012 года; 4 - "Развитие туризма" на 2009-2016 годы; 5 - "Развитие малого и среднего предпринимательства" на 2009-2013 годы; 6 - "Выравнивание обеспеченности населения объектами социальной и инженерной инфраструктуры" на 2009-2014 годы; 7 - "Развитие автомобильных дорог..." на 2010-2015 годы; 8 - "Реализация мероприятий приоритетного национального проекта "Здоровье"..."; 9 - "Жилище" на 2011-2015 годы; 10 - "Формирование условий развития информационного общества..." на 2011-2015 годы; 11 - "Развитие физической культуры и спорта" на 2011-2015 годы; 12 - "Улучшение инвестиционного климата" на 2012-2016 годы; 13 - "Развитие системы отдыха и оздоровления детей" на 2012-2014 годы.

Для сравнительной оценки нами принята шкала условно-приведенных значений набора частных критериев, содержащихся в данных Департамента финансов Ивановской области (март месяц 2014 года) [1], включающая значения в диапазоне от 0,5 до 3,0 условных единиц, которые и выражают уровень эффективности реализации программы.

Анализ показателей эффективности реализации долгосрочных целевых программ Ивановской области по итогам 2013 года в разрезе частных критериев показал, что в 2013 году только 6 из 16 (37,5%) ДЦП (номера 3, 7, 9, 12, 14 и 15) были оценены как высокоэффективные по набору критериев (условно-приведенное значение критерия равно 3), 3 из 16 (18,8%) ДЦП (номера 5, 10 и 11) были оценены как среднеэффективные (условно-приведенное значение критерия равно 1,5), и по 2 программам (номера 4 и 13) были сделаны оценки низкой эффективности, хотя бы по одному

³ Здесь и далее названия целевых программ приводятся без географического наименования «Ивановская область»

критерию (условно-приведенное значение критерия равно 0,5).

Анализ показателей эффективности реализации долгосрочных целевых программ Ивановской области по итогам 2012 года показал, что только 5 из 13 (38,5%) ДЦП (номера 1, 2, 3, 8 и 13) были оценены как высокоэффективные по набору критериев (условно-приведенное значение критерия равно 3), 3 из 13 (23,1%) ДЦП (номера 5, 6 и 11) были оценены как среднеэффективные (условно-приведенное значение критерия равно 1,5), и по 2 программам (номера 4 и 12) нами были сделаны оценки низкой эффективности, хотя бы по одному критерию (условно-приведенное значение критерия равно 0,5) - в нашей трактовке, "условно-низкоэффективный" уровень.

Таким образом, по итогам 2013 года можно наблюдать снижение эффективности реализации ДЦП Ивановской области (в разрезе частных критериев и в оценках Департамента финансов Ивановской области) против уровня 2012 года при расширении перечня ДЦП на 3 позиции (рис. 1 – интерпретация результатов оценки эффективности реализации долгосрочных целевых программ Ивановской области по итогам 2012-2013 годов (количество программ)).⁴

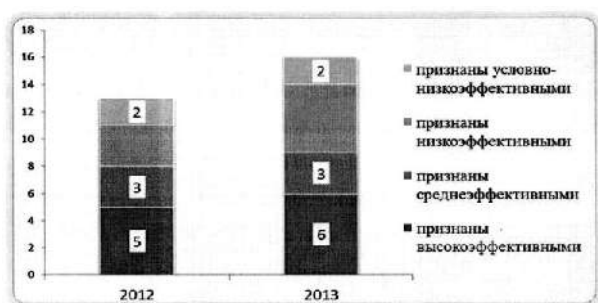


Рис. 1

Примечательно, что в официальной заключительной оценке эффективность реа-

⁴ Здесь приводятся оценочные характеристики, принятые нами для анализа эффективности реализации ДЦП, которые отличаются от характеристик оценки эффективности таких программ Ивановской области в официально раскрытой информации, где низкоэффективных программ не выявлено.

лизации всех ДЦП Ивановской области в 2012-2013 годах признана высокой.

Ни для одной программы оценки низкой эффективности по "обобщающему критерию" (с условно-приведенным значением, равным 0,5) не выявлено. Условно-низкая эффективность, повторимся, как вид оценки в официальной информации отсутствует. Однако, как можно видеть, актуальность социально-экономической проблемы Ивановской области, на решение которой направлена соответствующая ДЦП, планомерно определенная к завершению в 2013 году, по истечении и календарного, и финансового года остается высокой (оценок ниже "высокой" не обнаружено).

Здесь возникает закономерный вопрос: насколько в методологическом отношении состоятельны подходы и методика оценки эффективности реализации целевой программы Ивановской области, направленной на решение конкретной проблемы, при том, что проблема по-прежнему для региона высоко актуальна?⁵ Видимо, настолько, насколько корректна процедура оценки эффективности, обусловленная механизмом целевой программы⁶. Справедливости ради, здесь можно учесть "сквозной" характер многих местных проблем, например: "Развитие физической культуры и спорта в Ивановской области", благодаря которому соответствующая проблема и должна сохранять известную актуальность, однако при концентрации на латентности проблемы любой результат можно считать эффективным исходя из соотношения "план - факт" при оказании государственных услуг населению региона посредством ДЦП.

Приведенные суждения во многом следует отнести и к оценке эффективности реализации ВЦП Ивановской области в 2012-2013 годах.

⁵ Здесь речь идет о частном критерии "Сохранение актуальности социально-экономической проблемы Ивановской области, на решение которой направлена ДЦП [1].

⁶ Механизм здесь трактуется как система, устройство, определяющее порядок какого-либо вида деятельности; совокупность правил, законов и процедур, регламентирующих взаимодействие участников организационной системы; совокупность процедур принятия решений субъектом управления целевой программой [5]

С учетом проиллюстрированного противоречия в интерпретации результатов оценки эффективности реализации целевых программ (на примере Ивановской области) необходимо очень взвешенно подходить к примату бюджетно-финансового механизма региона над механизмом программно-целевого управления - здесь имеется в виду общая специфика организационного подхода в контексте "Порядка разработки, реализации и оценки эффективности государственных программ Ивановской области, Порядка формирования и финансового обеспечения выполнения государственных заданий главными распорядителями средств областного бюджета... и исполнительными органами государственной власти Ивановской области...", а также постановления Правительства Ивановской области "О переходе к формированию областного бюджета на основе государственных программ Ивановской области" от 03.09.2013 № 358-п (с изменениями и дополнениями). Таким образом, дальнейшая научная проработка механизма регионального управления посредством сложного системного порядка целевых программ в Ивановской области на современном этапе не вызывает сомнений.

Анализ регламентирующих разработку, оценку, реализацию целевых программ Ивановской области нормативных документов ("требований" и "порядков"), а также публичных текстов программ не отражает сложного, системного видения не только субъекта и объекта управления, но и проблемы, и средств ее решения. Предусмотренные разделы программ дают характеристику проблем, требующих программного решения (преимущественно вопросов текущей деятельности), описанию государственной услуги и т.п., а вопросы организационно-управленческого и информационного обеспечения программ необоснованно опускаются [2].

Аксиоматичность и номинальность определений долгосрочной и ведомственной целевых программ Ивановской области (ДЦП и ВЦП соответственно, см. [3, 4]), по нашему мнению, не учитывает ин-

тенционального характера определения "целевая программа", а также сложного системного порядка региональной целевой программы. Изучение основ методологии программно-целевого регулирования социально-экономического развития регионов позволяет утверждать, что региональная целевая программа - это сложная организационно-управленческая система. Таким образом, необходима углубленная дефиниция (в части интенциональных определений) целевых программ Ивановской области (а также их элементов).

Полагаем, что целевую (комплексную) программу следует формализовать не столько как комплекс, то есть целостную совокупность или сочетание связанных в особом порядке мероприятий, сколько как сложную организационную систему (далее - ОС)⁷, включающую в себя и механизм, и процесс управления, и его участников.

В [5] было показано, что базовая модель ОС включает одного управляемого субъекта (агент) и один управляющий орган (центр, который принимает решения однократно и в условиях полной информированности). Там же указано, что программное управление - это режим управления динамической организационной системой, при котором решения принимаются сразу на все будущие периоды.

Исследование вопросов методологии программно-целевого управления позволяет нам утверждать, что применительно к региональным целевым программам должны быть актуализированы (разумеется, дифференцированно) "расширения" базовой модели, среди которых стоит отметить: динамические ОС (в которых участники принимают решения многократно - определяют порядок функционирования); многоэлементные ОС (в которых имеется несколько агентов, принимающих решения одновременно и независимо, - определяют состав системы); многоуровневые ОС (имеющие как минимум трехуровневую иерархическую структуру - определяют структуру системы); ОС с распределенным контролем (в которых имеется несколько

⁷ Заслуживает внимания определение «организационной системы, данное Д.А. Новиковым в [5].

центров, осуществляющих управление одними и теми же агентами - то же); ОС с неопределенностью (в которых участники не полностью информированы о существенных параметрах - определяют информированность участников системы); ОС с ограничениями совместной деятельности (в которых существуют глобальные ограничения на совместный выбор агентами своих действий - определяют множества допустимых стратегий участников системы); ОС с сообщением информации (в которых одним из действий агентов является сообщение информации друг другу и (или) центру - то же) [5, с. 13].

Подобный подход, на наш взгляд, позволит формировать целевую программу не только как "комплекс мероприятий" в условиях известного моноцентризма органов власти Ивановской области, но также и как систему управляемых процессов, протекающих между организованными агентами - участниками социально-экономического пространства региона с их специфическими связями, интересами и т.д., с учетом перечисленных моделей организационных систем.

Результаты проводимого обзорного исследования позволяют утверждать, что совершенствование подходов к управлению региональными целевыми программами с применением теории организационных систем будет способствовать обеспечению интенциональности при формализации и дефиниции инструментов программно-целевого управления в Ивановской облас-

ти, и прежде всего - элементов целевых программ как систем данного класса, а также достижению высокого уровня методологического единства при выработке конкретных механизмов управления региональными программами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет об оценке эффективности реализации долгосрочных целевых программ Ивановской области за 2013 год (дата размещения 12.03.2014 г.) [Электронный ресурс] // Сайт официального раскрытия информации о государственных и муниципальных финансах Ивановской области. Режим доступа: <http://www.budget.ivanovo.ru>. Дата обращения: 01.05.2014.

2. *Омельченко И.В. и др.* К вопросу сложившейся теории и практики формирования региональных целевых программ Ивановской области (по материалам обзорного исследования) // Экономика образования. – Кострома: Костромской государственный университет им. Н.А. Некрасова, 2012, №4. С. 160...164.

3. Постановление Правительства Ивановской области от 23 апреля 2008 г. № 77-п (ред. от 01.02.2012) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/906406587>. Дата обращения: 01.05.2014.

4. Постановление Правительства Ивановской области от 23 апреля 2008 г. № 81-п (ред. от 25.07.2012) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/906406753>. Дата обращения: 01.05.2014.

5. *Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А.* Введение в теорию управления организационными системами. – М.: Либроком, 2009.

Рекомендована кафедрой менеджмента торговли. Поступила 30.05.14.

УДК 667.017

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЛЬНЯНЫХ КОСТЮМНЫХ ТКАНЕЙ

EVALUATION OF LINEN FABRICS FOR CLOSES

Е.Б. ДЕМОКРАТОВА, Е.А. БЕЛЯНИНА

E.B. DEMOKRATOVA, E.A. BELYANINA

(Московский государственный университет дизайна и технологии)

(Moscow State University of Design and Technology)

E-mail: sys@staff.msta.ac.ru

В работе исследованы наиболее важные для потребителя показатели качества льняных костюмных тканей: художественно-колористическое оформление; поверхностная плотность; жесткость при изгибе; несминаемость; воздухопроницаемость; гигроскопичность; изменение линейных размеров после мокрых обработок; остаточная деформация; устойчивость окраски к различным воздействиям; пиллингуемость. Выявлено влияние волокнистого состава на свойства тканей.

In work were investigated such properties like color, surface density, resistance to benfind, crease resistance, air permeability, changes determination, hygroscopicity, residual deformation, color fastness, pilling characteristics of linen fabrics for closes. As a result were found thread composition impact for the properties of closes.

Ключевые слова: льняные костюмные ткани, потребительские свойства.

Keywords: linen fabrics for closes, properties

В последние годы все более широкую популярность на отечественном рынке завоевывают льняные и полульняные ткани для летних костюмов. Однако при эксплуатации костюмов, пошитых, согласно сопроводительной документации из льняных тканей, отдельные потребители отмечали дискомфорт, выражая его словами "кожа не дышит". Как известно, для льняных тканей такая ситуация нетипична, по-

скольку они в большинстве случаев отличаются высокими гигроскопичностью и воздухопроницаемостью. По-видимому, костюмы, вызывающие дискомфорт, были пошиты не из льняной ткани, а из полульняной или даже тканей из других волокон, имитирующих льняное. Можно также отметить, что льняная ткань часто отличается высокой усадкой и сминаемостью. Для костюмных тканей это свойство является

существенным недостатком. Опыт эксплуатации льняных костюмных тканей показывает также, что у них часто наблюдается ухудшение внешнего вида, связанное с высокой долей остаточной деформации.

Все это говорит о том, что в настоящее время проблема качества льняных костюмных тканей (или тканей, заявленных как льняные костюмные) очень актуальна.

В качестве объектов исследования были выбраны 5 вариантов льняных тканей костюмного назначения, имеющих в продаже в магазинах города Москвы. При выборе тканей для исследования учитывались следующие соображения: заявленный состав – льняная ткань; заявленное назначение – костюмная ткань; возможность пошива из данной ткани женского брючного костюма классического фасона. Согласно имеющейся на ярлыках информации ткань варианта 1 выработана в РФ, ткань варианта 2 – в Германии, ткань варианта 3 – в Китае, ткань варианта 4 – в Корее и ткань варианта 5 – в Чехии. Заявленный состав всех тканей – 100% льняного волокна.

В данной работе выбор номенклатуры определяющих показателей качества льняных костюмных тканей осуществлялся при помощи экспертного (эвристического) метода. Предварительный выбор определяющих показателей качества осуществлялся среди показателей качества, предусмотренных ГОСТ 4.4. Установлено, что определяющими для льняных костюмных тканей являются следующие ПК: художественно-колористическое оформление; поверхностная плотность; жесткость при изгибе; несминаемость; воздухопроницаемость; гигроскопичность; изменение линейных размеров после мокрых обработок; остаточная деформация; устойчивость окраски к различным воздействиям; пиллингуемость. Для этих показателей были рассчитаны коэффициенты весомости.

Все эти показатели определялись по типовым методикам. Художественно-колористическое оформление определялось органолептически по 8-балльной шкале, при двух вариантах организации

испытания: в одном случае ткань расстилалась на столе, а в другом – драпировалась на фигуре. Для определения устойчивости окраски к свету образцы были выдержаны в типовых условиях естественного освещения в весенне-летнее время до потери одним из них пригодности к использованию, после чего по 5-балльной шкале устойчивости окраски было определено изменение первоначальной окраски.

Результаты испытаний приведены в табл. 1. Кроме того, для каждой ткани были определены волокнистый состав и структурные характеристики.

По результатам определения волокнистого состава установлено, что ткани вариантов 1 и 2 выработаны из 100%-ного льняного волокна, ткань варианта 3 наряду с льняным волокном содержит 10% лавсанового волокна, ткань варианта 4 является хлопчатобумажной и ткань варианта 5 – полульняной, выработанной из хлопчатобумажной пряжи в основе и льняной пряжи в утке.

Из полученных данных были сделаны следующие выводы.

По результатам определения художественно-колористического оформления для ткани варианта 3 (светло-малинового цвета) отмечена достоверная разница (по критерию Стьюдента) внешнего вида на фигуре и в расстеленном состоянии.

Наименьшей жесткостью при изгибе отличается ткань варианта 4 (Корея), выработанная из 100%-ного хлопкового волокна. У всех льняных тканей жесткость по основе выше жесткости по утку, что можно объяснить наличием в нити утка отдельных утонений, а также более высоким заполнением по основе. Полульняная ткань варианта 5 (Чехия) имеет большую жесткость по утку, так как именно в утке использована льняная пряжа. Также результаты определения жесткости исследуемых льняных тканей при изгибе в некоторой степени можно объяснить их поверхностной плотностью и средней плотностью.

Таблица 1

Показатели качества	№ варианта ткани				
	1	2	3	4	5
1. Художественно-колористическое оформление, балл:					
- в расстеленном виде	6,4	7,3	3,0	7,3	2,1
- на фигуре	6,2	7,2	4,5	7,3	2,5
2. Поверхностная плотность, г/м ²	181	195	179	164	149
3. Жесткость при изгибе, мкН·см ² :					
- по основе	8932	14751	3722	2387	1789
- по утку	8198	3410	1766	2387	4868
4. Несминаемость, %					
- по основе	32	34	43	45	41
- по утку	30	40	57	48	30
5. Воздухопроницаемость, дм ³ /(м ² ·с)	333	608	484	526	558
6. Гигроскопичность, %	5,0	5,1	5,8	4,1	3,4
7. Изменение линейных размеров после мокрых обработок					
- по основе	-2	-6	-3,5	-2,5	-4,5
- по утку	-3	-2,5	-5	-7,5	-1,5
8. Остаточная деформация, %					
- по основе	4,7	3,1	5,0	11,1	2,5
- по утку	5,8	6,3	13,6	5,6	7,1
9. Устойчивость окраски к различным воздействиям, баллы					
- к сухому трению	4/5	3/4	5	4	5
- к мокрому трению	4/5	2/3	4	4	4
- к свету	4	5	2	4	4/5
- к поту (изменение первоначальной окраски)	5	5	5	4	5
- к стирке (изменение первоначальной окраски)	5	5	5	4/5	5
10. Пиллингуемость	пиллинг не отмечен				

Наибольшей несминаемостью характеризуются ткани вариантов 3 и 4, выработанные соответственно из льнолавсановой и хлопчатобумажной пряжи. Высокое значение несминаемости получено также для ткани варианта 5 в направлении основы, для которой также использована хлопчатобумажная пряжа. Таким образом, несминаемость данных тканей зависит в основном от их волокнистого состава.

Как известно, льняное и хлопковое волокна, из которых в основном выработаны данные ткани, отличаются высокой гигроскопичностью (10...15% и выше). Следовательно, исследуемые ткани подверглись отделке, снижающей их гигроскопичность.

Ткань варианта 4 обладает самой высокой растяжимостью по основе, что объясняется ее волокнистым составом. Ткань варианта 3 характеризуется высокой растяжимостью по утку, что связано с фазой строения. Эти же ткани характеризуются

наибольшей долей остаточной и наименьшей долей быстрообратимой деформации.

Определение устойчивости окраски тканей к физико-химическим воздействиям показало, что значения фактических показателей всех тканей отвечают предъявленным требованиям стандарта. Наибольшей устойчивостью окраски к воздействию света характеризуется ткань варианта 2, произведенная в Германии. Ткань варианта 3, изготовленная в Китае, выделяется очень низкой устойчивостью окраски. Можно также отметить, что ткань варианта 1, отечественного производства, также изменила окраску, хотя не была окрашена.

Было проведено сравнение полученных результатов с требованиями ГОСТ 15968. Установлено, что по поверхностной плотности все ткани соответствуют требованиям этого нормативного документа. По показателю "несминаемость" ни одна ткань не соответствует требованиям ГОСТ

15968–87, за исключением тканей вариантов 3 (Китай) и 4 (Корея) в направлении утка. Все ткани удовлетворяют требованию стандарта по воздухопроницаемости, и более того, их воздухопроницаемость гораздо выше нормы стандарта, что логично для тканей летнего ассортимента. Гигроскопичность исследуемых тканей оказалась существенно ниже нормативного значения. По усадке в направлении основы все ткани отвечают предъявляемым требованиям, по утку две ткани, а именно № 3 и № 4 – не соответствуют.

ВЫВОДЫ

1. По результатам работы можно констатировать, что для трех из пяти случайно выбранных льняных тканей костюмного назначения отмечены более или менее существенные расхождения между фактическим и заявленным волокнистым составом, в том числе две ткани вообще не являются льняными. Между тем, как показано в ра-

боте, именно волокнистый состав в значительной мере определяет наиболее важные для потребителя свойства ткани.

2. Отмечены несоответствия свойств некоторых из исследуемых тканей требованиям стандарта. Кроме того, по отдельным показателям качества (жесткость, воздухопроницаемость, усадка, остаточная деформация) некоторые ткани выделяются очень высокими или низкими значениями.

3. Следовательно, торгующим организациям целесообразно настаивать на проведении добровольной сертификации или предконтрактной экспертизы льняных костюмных тканей по перечисленным в работе показателям. Затраты на проведение этих работ оправданны, так как в результате покупатель получит продукцию более высокого качества.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 30.09.13.

УДК 677.017.447:677.074

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСЛОВНОГО МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА*

PROCEDURE FOR DETERMINING THE ELASTIC MODULUS OF TEXTILE MATERIALS

И.И. КОМИССАРОВ, Ю.А. ШАММУТ, Н.Л. КОРНИЛОВА, Г.М. ТОЙЧУБЕКОВА
I.I. KOMISSAROV, Y.A. SHAMMUT, N.L. KORNILOVA, G.M. TOYCHUBEKOVA

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)
(Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute)
E-mail: shammut@yandex.ru

В статье представлена методика определения условного модуля продольной упругости, описывающего упругие свойства текстильного материала, при котором проба находится в сложном деформированном состоянии под действием принудительного изгиба и собственной силы тяжести

* Работа выполнена в рамках проектной части государственного задания Минобрнауки России № 11.1898.2014/К.

сти. Получены условные модули продольной упругости платьельно-костюмных тканей и дублированных пакетов на их основе.

In this paper a method is presented to determine modulus of longitudinal elasticity describing the elastic properties of a textile material. In this method a sample of the tested material was subjected to a complex strain as a result of forced bending and its own gravity. Moduli have been obtained of longitudinal elasticity of dress and suit cloths and adhesive assemblies made on the basis of such fabrics.

Ключевые слова: методика, модуль упругости, жесткость, деформация, текстильный материал, клеевые соединения, швейные изделия.

Keywords: method, modulus of elasticity, rigidity, resilience, textile material, adhesive assembly, garments.

Внешний вид одежды характеризуется стабильностью формы, определяющим фактором которой является способность ткани или пакета сопротивляться в процессе эксплуатации различным механическим воздействиям – растяжению, сжатию, изгибу. Показатель жесткости является одной из основных характеристик сопротивления материала деформированию при действии внешней силы. Однако прогнозирование стабильности формы изделия с применением существующих стандартизированных методов определения жесткости затруднено.

Для однослойных текстильных материалов показатель изгибной жесткости (EJ) определяется по методу консоли [1] и характеризует способность сопротивляться изгибу под действием собственного веса. При этом габаритные размеры элементарной пробы имеют определяющее влияние на результат измерений, а расчет модуля упругости E при использовании данного метода не предусмотрен. Поэтому показатель EJ применяется для сравнительного анализа свойств материалов, но не может быть использован при прогнозировании упругодеформационных характеристик деталей швейных изделий.

Для дублированных текстильных материалов (пакетов) измерение жесткости (P) осуществляется по методу кольца [2] под действием сосредоточенной нагрузки (выпадающих шариков определенной массы), величина которой зависит от вида материала. Недостатком данного метода является

сложность реализации, значительное влияние массы шариков и точности регулировки прибора на точность измерений, сложность сопоставления с результатами измерений, полученных консольным методом.

Указанные методы применимы для прогнозирования поведения материала на отдельных участках швейных изделий (низа юбки или опорной поверхности плечевых изделий) [3], так как в элементарных пробах возникает лишь один вид деформации – продольный изгиб. При этом невозможно воспроизведение условий эксплуатации таких участков, как область обхвата бедер, локтя, колена и др., в которых деталь испытывает сложную пространственную деформацию.

С целью унификации методов исследования жесткости костюмных тканей и дублированных пакетов на их основе предложен метод определения условного модуля продольной упругости E. Для приближения к реальным условиям эксплуатации проба находится в сложном деформированном состоянии под действием принудительного изгиба и собственной силы тяжести, что позволяет в процессе одного измерения прогнозировать поведение материала на различных участках швейного изделия. Использование термина "условный модуль продольной упругости" обусловлено тем, что прогиб, образующийся в элементарной пробе из текстильного материала, не подчиняется закону Гука [4], и

упругая часть деформации является лишь составной частью полной деформации.

Для реализации метода использован прибор для определения пространственной деформируемости текстильных материалов [5]. Для проведения измерений элементарную пробу длиной L (см) и шириной B (см) соединяли в кольцо ниточной строчкой. Принудительный изгиб задавали путем складывания части пробы пополам вдоль продольных срезов перпендикулярно шву и закрепления складки в неподвижном зажиме прибора. Деформирование элементарной пробы под действием собственного веса осуществляли поэтапно. Сначала пробу, сложенную симметрично относительно зажима, укладывали на горизонтальной опорной площадке, которую подводили до касания с нижней частью зажима (рис.1-а) и измеряли длину сложенной пробы L_0 , см, и длину складки L_1 , см. Далее опускали опорную площадку вниз, давая свободной части принять окончательное деформированное положение (рис.1-б) и измеряли величину прогиба H_3 , см.

На рис. 1 представлен внешний вид элементарной пробы в процессе измерения на начальном и конечном этапах деформирования

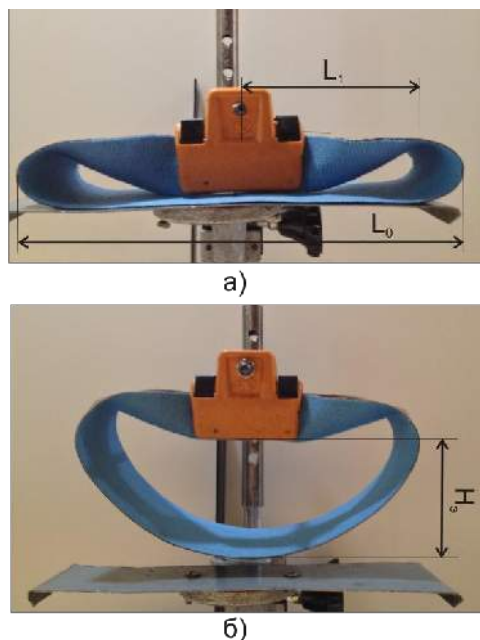


Рис. 1

Для обоснования размеров пробы проведены экспериментальные исследования деформирования плательно-костюмных тканей поверхностной плотности $M_S = 150 - 400 \text{ г/м}^2$ различного волокнистого состава и их соединений с термоклеевыми прокладочными материалами (ТПМ). Установлено, что при $H_3 < 3$ см кольцо практически не изгибается под действием собственного веса и находится в напряженном состоянии ("сплюснутая" проба). При $H_3 > 10$ см складка, образующаяся в верхней части кольца, отклоняется от горизонтального направления. Таким образом, при исследовании материалов данной группы и клеевых соединений из них, при прогибе кольца $H_3 = 3 \dots 10$ см происходит реализация значительных упругопластических деформаций изгиба и отсутствие запаздывающих составляющих прогиба. Данные условия измерений обеспечиваются при следующих габаритных размерах пробы: $B = 5$ см, $L = 36$ см. Для более тонких и гибких материалов необходимо уменьшение размеров пробы.

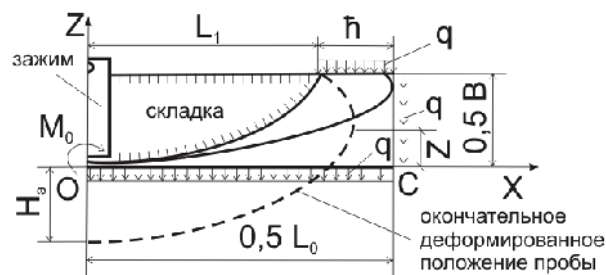


Рис. 2

Для раскрытия статической неопределенности пробы использовали каноническое уравнение метода сил [4]. На рис.2 показана расчетная схема нагружения половины элементарной пробы равномерно распределенным собственным весом интенсивности q (г/см).

В сечении симметрии, принадлежащем нижней части пробы, возникает при нагружении собственным весом лишь изгибающий момент, который можно взять в качестве лишней неизвестной $X_1 = M_0$ в каноническом уравнении метода сил:

$$\delta_{11} X_1 + \Delta_{1P} = 0. \quad (1)$$

После определения коэффициентов с помощью интегралов Мора получили:

$$\delta_{11}=(0,5L_0+0,5B+h), \quad (2)$$

где $\bar{h} = \frac{1}{2} L_0 - L_1$ – длина консоли в см.

$$\Delta_{1P}=-qL_0^3/48-qL_0^2B/16-qL_0^2h/8+qL_0h^2/4+qBh^2/4+qh^3/6, \quad (3)$$

где $q = BM_s$, M_s – поверхностная плотность материала (г/м^2).

Тогда внутренний момент:

$$M_0=-q(0,17h^3+5,75h^2+40,5h-222,75)/(11,5+h). \quad (4)$$

После решения интегралов Мора для изгиба и растяжения при указанных выше

размерах пробы получили упругий прогиб:

$$H=q\frac{1}{EJ}(0,125h^4+15,79h^3-0,97h^2+117,81h+435,2)+\frac{22,5}{EF}q, \quad (5)$$

где $J = 0,417 h^3$ – момент инерции сечения пробы, см^4 ; h – толщина текстильного полотна, см; F – площадь поперечного сечения, см^2 .

Для оценки упругодеформационных свойств элементарной пробы необходимо определить упругую и остаточную части прогиба. Условно можно полагать, что упругая часть включает в себя и быстро развивающуюся обратимую эластическую деформацию. При расчетах напряженного состояния швейных изделий, для разделения общего максимального прогиба на составляющие принято следующее допущение: процентное соотношение упругой и остаточной деформации такое же, как и

при измерении пробы на несминаемость. Согласно принятому допущению о соотношении составляющих упругой и пластической деформаций:

$$H = (1 - \sin \frac{\alpha}{2})H_3, \quad (6)$$

где α – несминаемость пробы, град, определенная согласно [6].

Пренебрегая последним слагаемым в формуле (5) ввиду его малости и приравнявая правые части выражений (5) и (6), получили формулу для расчета условного модуля продольной упругости текстильного материала E , Па:

$$E=2,5q(0,125h^4+15,79h^3-0,97h^2+117,81h+435,2)/0,417h^3(1-\sin \frac{\alpha}{2})H_3. \quad (7)$$

Адекватность выражения (7) доказана путем сравнения показателей жесткости, определенных по предлагаемому методу (EJ_1) и методом консоли (EJ_2) [1]. Результаты измерений свойств плательно-костюмных тканей (образцы $OM_1 - OM_4$) и клеевых соединений из них (образцы $КС_1 - КС_4$) представлены в табл. 1.

Условные модули продольной упругости E образцов текстильных материалов $OM_1 - OM_4$ равны 23...49 МПа, дублированных пакетов – 17...43 МПа. При этом жесткость дублированных образцов выше

жесткости исходных материалов в 1,5...3 раза. Значения показателя E текстильных материалов получены впервые, аналогичных сведений в литературных источниках не имеется. Согласно литературным данным [7] модуль продольной упругости текстильных материалов выше модуля упругости резины различных типов, который составляет 1...10 МПа, что подтверждено полученными экспериментальными значениями E . Уменьшение модуля упругости дублированных образцов по сравнению с исходными материалами обусловле-

но нарушением однородности структуры материала, использованием дублирующих

полотен низкой поверхностной плотности, точечным соединением слоев в пакете.

Т а б л и ц а 1

№ образца	Волокнистый состав	Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина, h, см	Модуль упругости E, МПа	Жесткость EJ ₁ , мкН·см ²	Жесткость EJ ₂ , мкН·см ²
ОМ ₁	хлопок 35%, ПЭ 65 %	97,6	0,02	49	40038,14	1769
ОМ ₂	вискоза 30%, ПЭ 70%	204,8	0,04	27	73358,64	3981
ОМ ₃	лен 45%, ПЭ 55 %	168,0	0,04	29	77567,43	3337
ОМ ₄	шерсть 45%, ПЭ 55 %	222,8	0,045	23	91079,97	6264
КС ₁	ОМ ₁ + ТПМ	164,0	0,035	43	112511,1	17385
КС ₂	ОМ ₂ + ТПМ	283,6	0,05	25	131763,8	32141
КС ₃	ОМ ₃ + ТПМ	244,0	0,055	22	153878,6	34934
КС ₄	ОМ ₄ + ТПМ	279,6	0,06	17	157899,6	36933

Показатели жесткости образцов, определенные по разработанной методике, превышают показатели, измеренные консольным методом (например, для образца ОМ₁: EJ₁ = 40038,14 мкН·см², EJ₂ = 1769 мкН·см²), что объясняется разницей значений J₁ и J₂, зависящих от габаритных размеров элементарной пробы. При этом наблюдается одинаковый характер изменения жесткости при использовании обоих методов (минимальное значение жесткости имеет образец ОМ₁, максимальное – образец КС₄ и т.д.), что подтверждает сопоставимость методик измерения.

Достоверность полученных результатов подтверждена статистической обработкой, нахождением систематической и случайной погрешностей. Отношение систематической и случайной погрешностей имеет вид $2 < \theta / S(A) < 4$ при доверительной вероятности 0,95.

В Ы В О Д Ы

Предложена и обоснована методика определения условного модуля продольной упругости, используемого в расчетах напряженного состояния деталей. Новая методика обеспечивает унификацию методов исследования жесткости костюмных тканей и дублированных пакетов на их ос-

нове и создает условия для прогнозирования поведения материалов на различных участках швейного изделия.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- ГОСТ 10550–93. Материалы текстильные. Полотна. Методы определения жесткости при изгибе.
- ГОСТ 8977–74. Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения гибкости, жесткости и упругости.
- Гетманцева В.В., Гончарова А.С., Никитина Н.В., Андреева Е.Г. Влияние показателей физико-механических свойств тканей на пространственную форму плечевого изделия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №6. С.88...94.
- Александров А.В., Потапов А.В. Основы теории упругости и пластичности. – М.: Высшая школа, 1990.
- Патент на полезную модель №115075. Прибор для определения пространственной деформируемости текстильных материалов / Комиссаров И.И., Аль Зубейди А.Н., Кузьмичев В.Е. Опубл. 20.04.12.
- ГОСТ 19204–73. Полотна текстильные. Метод определения несминаемости.
- Кузьминский А.С., Кавун С.М., Курпичев В.П. Справочник резинщика. Материалы резинового производства. – М., 1971.

Рекомендована кафедрой технологии швейных изделий. Поступила 05.02.14.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПСЕВДОДИНАМИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕКСТИЛЬНЫХ НИТЕЙ*

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR QUASIDYNAMIC DETERMINATION OF STRUCTURAL FEATURES OF TEXTILE THREADS

А.С. ШУБИН, А.Ю. МАТРОХИН
A.S. SHUBIN, A.YU. MATROKHIN

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)
(Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute)
E-mail: mt@igta.ru

В целях расширения функциональных возможностей контроля качества текстильных нитей предложен алгоритм определения показателей важнейших структурных характеристик на основе анализа видеоизображения движущейся нити.

In order to expand the functionality of the quality control of textile threads algorithm of determination of indicators of important structural characteristics based on analysis of video moving the thread.

Ключевые слова: пряжа, текстильные нити, контроль качества, алгоритм, видеоизображение, анализ.

Keywords: yarn, textile threads, quality control, algorithm, video, analysis.

Современные методы определения показателей строения нитей не обладают необходимыми характеристиками производительности и информативности. Стандартизованные методы [1] реализованы на морально устаревшем оборудовании и требуют обновления. К недостаткам существующих методов относится их ограниченная функциональность, предполагающая оценку только одного показателя строения [2]. Ограничение также связано с небольшой длиной непосредственно исследуемого участка текстильной нити [3], что не позволяет выявить протяженные колебания структуры нити, связанные с наличием дефектов толщины и неравномерностью по толщине.

Цель работы состоит в расширении функциональных возможностей контроля за счет повышения его производительности и информативности, позволяющего

дать количественную оценку таким свойствам текстильных нитей, как толщина, в том числе неравномерность, засоренность и ворсистость, на основе использования псеводинамического метода. Сущность псеводинамического метода заключается в последовательном многокритериальном анализе видеоизображения движущейся нити, полученного в отраженном свете и представляющего собой массив упорядоченных статичных цифровых изображений (кадров). Последовательность необходимых подготовительных и измерительных этапов представлена на рис. 1.

Цифровое видеоизображение сматываемой нити получали в цветовой палитре стандарта RGB при фиксированных условиях: размер поля зрения 5,00 Ч 3,75 см, разрешающая способность изображения 400 пикс/см, частота кадров 30 с⁻¹. Использование данных характеристик позволяет

* Работа выполнена по гранту Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук (МД-2656.2013.8).

получать видеоизображение нитей однородной структуры с линейной плотностью 18,5 текс и выше, удовлетворяющее заданной точности и производительности.

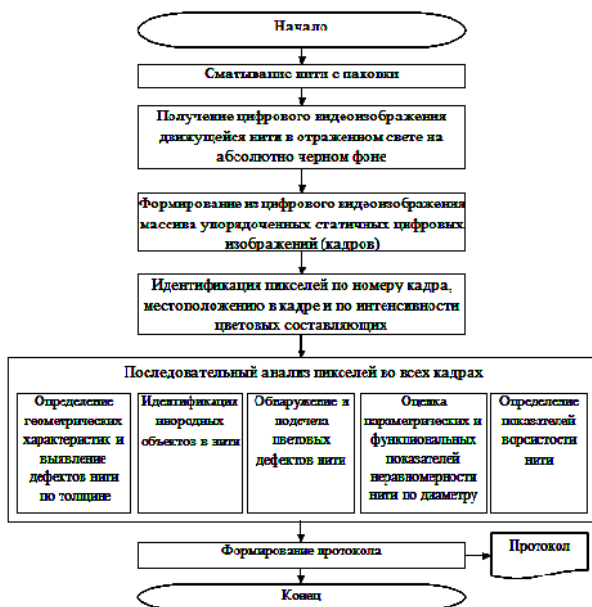
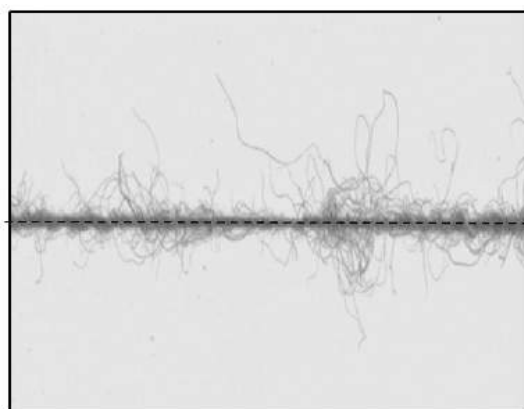
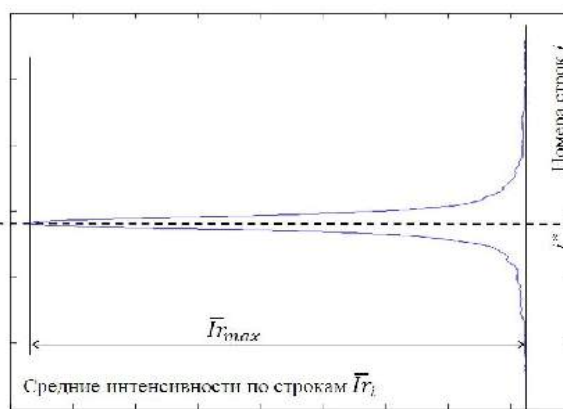


Рис. 1

Кратное повышение производительности возможно при одновременном измерении нескольких нитей.



а)



б)

Рис. 2

Координата i^* центральной оси нити в кадре соответствует максимальной из средних интенсивностей пикселей по строкам \bar{I}_{r_i} , определяемым по формуле:

$$\bar{I}_{r_{i^*}} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m I_{ij}, \quad (1)$$

Все измерительные операции, включая формирование и обработку массива упорядоченных кадров, выполняются автоматически, программным способом. Первой операцией алгоритма является разложение потокового видеоизображения на совокупность статических кадров, при этом каждый кадр должен содержать неповторяющееся изображение участков нитей без пропусков по длине, что обеспечивается синхронизацией частоты кадров и скорости подачи нити.

Выполнение следующей операции предусматривает получение доступа к характеристикам (координаты положения и цвета) любого пикселя любого статического кадра. Каждый статичный кадр представляет собой прямоугольную матрицу пикселей, имеющих различную интенсивность. При этом интенсивность абсолютно черных пикселей равна 0, а интенсивность абсолютно белых – 255, что соответствует 8-битной палитре каждого цветового канала.

Необходимой операцией анализа является нахождение координат центральных осей нитей в каждом кадре. Для этого осуществляют анализ интенсивностей пикселей с определением среднего значения по строкам изображения в кадре (рис. 2).

где I_{ij} – интенсивность пикселя в текущем кадре, в i -й строке и j -м столбце; m – количество столбцов в кадре.

Аналогично определяются координаты центральных осей нитей во всех статических кадрах, составляющих исходное видеоизображение.

Далее в каждом статичном кадре определяют значения средних интенсивностей по столбцам пикселей \bar{I}_{c_j} , переводя их в единицы длины (мгновенного диаметра) по формуле:

$$\bar{I}_{c_j} = d_j = \frac{h}{255n} \sum_{i=1}^n I_{ij}, \quad (2)$$

где d_j – мгновенный диаметр в j -м столбце (замере); n – количество строк в статичном кадре; h – реальный размер статичного кадра по высоте, мм.

Полученный ряд значений по каждому статичному кадру представляет собой одномерный массив данных, ячейки которого можно объединять с аналогичными массивами данных, собранных по другим статичным кадрам, таким образом, формируется диаграмма изменения мгновенных диаметров (сигнал) на заданной длине реализации. Эта диаграмма необходима для определения сводных характеристик толщины исследуемой нити, в том числе среднего диаметра \bar{d} .

На основе полученной диаграммы возможно определение наличия дефектов геометрической природы (мушки, шишки, комки, утонения, утолщения и переслежины). Критериями распознавания каждого вида дефектов являются амплитуда сигнала, протяженность дефекта, наличие цикличности. В основе алгоритма идентификации дефектов лежит анализ исходной диаграммы изменения мгновенных диаметров, а также анализ диаграммы изменения "сглаженных" диаметров, которая получена из исходной методом скользящих средних.

Идентификация инородных объектов на нити требует иного подхода, который заключается в выделении из последовательных статичных кадров массива строки, координата которой совпадает с координатой центральной оси нити в каждом статичном кадре. Предварительной процедурой алгоритма является совмещение центральных осей нитей в смежных кадрах таким образом, чтобы достичь визуального совпадения координат цен-

тральных осей нитей. Для обнаружения таких инородных объектов на нитях, как растительный сор, достаточно проанализировать диаграмму интенсивностей I_j точек массива-строки. Цветовые дефекты (масляные пятна и др.) выявляют путем анализа сглаженной диаграммы интенсивностей I_{c_j} с использованием цветовых координат в палитре RGB.

Оценка параметрических и функциональных показателей неравномерности нити выполняется по диаграмме изменения мгновенных диаметров аналогично [4], после предварительного исключения участков диаграммы мгновенных диаметров, содержащих дефекты.

Для оценки ворсистости текстильных нитей предложено много количественных показателей [5], в данном случае определяли следующие показатели: процент плотности ворса на заданном расстоянии от оси нити, %; максимальная высота ворса, мм; высота ворса с заданной процентной плотностью, мм; суммарная площадь проекций ворсинок, мм² (число информативных точек в окрестности изображения нити).

Основой для определения показателей ворсистости нити является функциональная характеристика $f_{abc}(Y)$, показывающая количество информативных пикселей в строках изображения, симметрично удаленных от границ ствола нити на расстояние до 15 средних диаметров \bar{d} . Координаты (номера строк) границ ствола нити определяются по выражению

$$Y_{гр} = \begin{cases} Y_L = i^* - \bar{d}/2 \\ Y_U = i^* + \bar{d}/2 \end{cases}, \quad (3)$$

где $Y_{гр}$ – условное обозначение номеров строк, принадлежащих границам ствола нити в кадре; Y_L – номер строки, принадлежащей нижней границе ствола нити; Y_U – номер строки, принадлежащей верхней границе ствола нити.

Функциональная характеристика абсолютной плотности ворса несет полную информацию о распределении числа ворсинок. На ее основе определяют функцио-

нальную характеристику относительной плотности ворса:

$$f_{\text{отн}}(Y) = \frac{f_{\text{абс}}(Y)}{\max(V_{Y_U}, V_{Y_L})} \cdot 100, \quad (4)$$

где V_{Y_U}, V_{Y_L} – количество информативных пикселей в строках, принадлежащих соответственно верхней или нижней границе ствола нити.

Значение $f_{\text{отн}}(Y)$ изменяется от 0 до 100% по мере приближения к границам ствола нити. Такая функция позволяет определить все указанные выше параметрические характеристики через соответствующие квантили.

В заключение следует отметить, что сфера применения предлагаемого алгоритма распространяется на одиночную и крученую пряжу (нити) различного назначения, вырабатываемую как из однородного сырья, так и из смесей волокон различного происхождения. Расширение технических возможностей контроля позволит использовать данный алгоритм и сопутствующее техническое оснащение не только как инструмент внутреннего операционного мониторинга результативности технологических процессов, но и как официальное средство приемочного контроля качества текстильных нитей, предусмотренного договорами поставок.

ВЫВОДЫ

1. Предложен алгоритм псевдодинамического определения показателей структурных характеристик текстильных нитей на основе многокритериального анализа видеоизображения движущейся нити, полученного в отраженном свете.

2. Расширены функциональные возможности контроля качества текстильных нитей за счет одновременного определения показателей таких структурных характеристик, как толщина, неравномерность по толщине, засоренность и ворсистость.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 10208–74. Пряжа хлопчатобумажная и смешанная. Метод определения пороков. – М.: Издво стандартов 1974.

2. Коробова Т.Н., Гусев Б.Н. Моделирование ворсовой поверхности пряжи с учетом ее нормируемых характеристик// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, № 4. – С.12...16.

3. ГОСТ 15818–70. Пряжа хлопчатобумажная и смешанная. Метод определения класса по внешнему виду.

4. Ма Цзюнь, Коробов Н.А. Применение методов вейвлет-анализа при вычислении спектра и градиента неровноты продуктов прядения// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, № 1. С. 100...107.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии. Поступила 04.02.14.

УДК 658.562.3

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОМЕНКЛАТУРЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

IMPROVEMENT OF THE NOMENCLATURE OF PARAMETERS INDEXES AND QUALITY ASSESSMENT OF GEOTEXTILE MATERIALS

Н.А. ГРУЗИНЦЕВА, А.А. ОВЧИННИКОВ, М.А. ЛЫСОВА, Б.Н. ГУСЕВ
N.A. GRUZINTSEVA, A.A. OVCHINNIKOV, M.A. LYSOVA, B.N. GUSEV

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)
(Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute)

E-mail: ttp@ivgpu.com

В статье на основании первичных нормативных документов построена классификация геотекстильных материалов по различным классификационным признакам и разработана методика оценки их качества с использованием комплексного показателя.

In article on the basis of primary normative documents a classification of geotextile materials on various classification criteria and the methodology to assess their quality using integrated indicator.

Ключевые слова: геотекстиль, классификация, качество, комплексный показатель.

Keywords: geotextile, classification, quality, comprehensive indicator.

Согласно [1] под геотекстилем понимаются материалы из синтетических или природных полимеров, получаемые по текстильным технологиям для использования в строительстве в контакте с грунтом или другими средами.

На основании анализа известной информации (нормативной [2...4] и научно-технической документации [5]) с использованием фасетного метода построили классификацию геотекстильных материалов по различным классификационным признакам (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Признак	Наименование
По виду полотна	Тканые Нетканые Трикотажное
По используемому сырью (по текстуре материала)	Натуральное Искусственное Комбинированное
По виду химических волокон	Полипропиленовое Полиэфирное Полиамидное Стекловолокно (в качестве добавок) Композитный состав
По способу производства (на примере получения нетканых материалов)	Термическое скрепление Фильтрно-раздувной Аэродинамический Гидравлический Влажное холстоформирование Сухое холстоформирование
По области применения	Дорожное строительство Строительство тоннелей Гидротехническое строительство Жилищное и техническое строительство Строительство железных дорог Строительство путепроводов для транспортировки жидкостей и газа Армирование насыпей Строительство дренажей и спортивных площадок
По функциональному назначению	Разделение слоев дорожных конструкций Армирование (усиление) дорожных конструкций Фильтрация Дренаж Защита поверхности Борьба с эрозией Гидроизоляция Теплоизоляция Распределение нагрузок Соединение (сочетание свойств в одной конструкции)

Используем в качестве объекта исследования геотекстиль с торговым названием "Дорнит". А именно: на основе сформированной классификации (табл. 1) по виду полотна – нетканое, по используемому сырью – полипропиленовое и полиэфирное, по технологическому процессу производства – термоскрепленное или сухое холстоформование, по области применения – дорожное строительство, ландшафтный

дизайн, по функциональному назначению – разделение слоев дорожных конструкций, армирование (усиление) дорожных конструкций, фильтрация и дренаж.

С учетом требований нормативного документа [3] выделим группы свойств, их отдельные свойства, а также количественные показатели свойств по выбранному объекту исследования.

Т а б л и ц а 2

Группа свойств	Свойства	Количественные показатели, ед. измерения	Коэффициент весомости
Назначения	Ширина	Показатель ширины, м	0,076
	Толщина	Показатель толщины, мм	0,037
	Материалоемкость	Поверхностная плотность, г/м ²	0,150
Надежности	Прочность	Разрывная нагрузка, Н: - по длине - по ширине Усилие продавливания, Н	0,161 0,161 0,063
		Деформация	Удлинение при разрыве, %: - по длине - по ширине Условный модуль деформации, кН/м Относительное удлинение при 25% / 50% нагружении от разрушающего, %
	Водопроницаемость	Показатель фильтрующей способности, мкм	0,063
		Показатель вертикальной водопроницаемости (коэффициент фильтрации), м/сут	0,033
		Показатель горизонтальной водопроницаемости, м/сут	0,032
Технологичности (эксплуатационные)	Теплостойкость	Коэффициент стойкости к повышенным температурам	0,030
	Морозостойкость	Коэффициент стойкости к пониженным температурам	0,028

Для формирования методики количественной оценки качества искомого геотекстильного материала определяем номенклатуру показателей качества. Для их выделения и ранжирования воспользуемся экспертным методом [6], [7], где в качестве экспертов привлекались специалисты кафедры строительного материаловедения, специальных технологий и технологических комплексов ИВГПУ.

По результатам ранжирования с использованием требования $\alpha_i \geq 0,06$ отобрано шесть наиболее значимых показателей качества

(табл. 3), которым в дальнейшем присваиваем статус единичных показателей. Отметим также, что коэффициент конкордации составлял значение 0,744, что говорит о согласованном мнении экспертов.

В табл. 3 представлены выявленные показатели качества геотекстильного материала "Дорнит" с соответствующими базовыми значениями согласно [3] и пересчитанными коэффициентами весомости. Базовые значения единичных показателей качества выбирались в соответствии с техническими условиями [3] с учетом специ-

фики показателя (позитивной или негатив-

ной его направленности).

Т а б л и ц а 3

№	Наименование показателей качества, X_i	Базовые значения, $\ X_i\ $	Коэффициент весомости, α_i
1	Показатель ширины, м	2,45	0,133
2	Поверхностная плотность, г/м ²	600	0,223
	Разрывная нагрузка для полоски 50×200 мм, не менее Н:		
3	- по длине	1200	0,239
4	- по ширине	1250	0,239
5	Усилие продавливания, Н	2220	0,093
6	Фильтрующая способность, мкм	80	0,093

На следующем этапе формирования методики определим комплексный показатель качества [7] для геотекстиля "Дорнит". Комплексный показатель качества вычисляем с использованием арифметического способа усреднения по формуле:

$$Q = \sum_{i=1}^k \left(\frac{X_i}{\|X_i\|} \right)^{b_i} \alpha_i, \quad (1)$$

где k – число значимых показателей качества; X_i , $\|X_i\|$ – соответственно фактическое и нормативное (базовое) значения i -го единичного показателя качества, $i = \overline{1, n}$;

$$b_i = \begin{cases} +1, & \text{если } X_i < \|X_i\|, \\ -1, & \text{если } X_i > \|X_i\|, \\ 0, & \text{если } X_i = \|X_i\|; \end{cases}$$

α_i – коэффициент весомости с учетом

$$\text{требования } \sum_{i=1}^k \alpha_i = 1.$$

Измерения значений единичных показателей качества проводились стандартными методами, где были получены следующие значения: $X_1 = 2,46$ м, $X_2 = 588$ г/м², $X_3 = 1198$ Н, $X_4 = 1160$ Н, $X_5 = 1908$ Н, $X_6 = 78$ мкм. В итоге значение комплексного показателя качества согласно выражению (1):

$$Q = \left(\frac{2,46}{2,45} \right)^{-1} \cdot 0,113 + \frac{588}{600} \cdot 0,223 + \frac{1198}{1200} \cdot 0,239 + \frac{1160}{1250} \cdot 0,239 + \left(\frac{1908}{1900} \right)^{-1} \cdot 0,093 + \frac{78}{80} \cdot 0,093 = 0,97.$$

При необходимости можно перейти из шкалы отношений в шкалу порядка в виде: 0,91...1,00 – "высокий" уровень качества; 0,86...0,90 – "приемлемый"; 0,61...0,85 – "средний"; 0,1...0,60 – "низкий" и на этом основании сделать вывод, что полученное значение соответствует высокому уровню качества исследуемого геотекстильного полотна.

ВЫВОДЫ

Сформирована база показателей качества геотекстильных материалов, применяемых в дорожном строительстве, а также с использованием квалиметрии предложе-

на методика комплексной оценки их качества.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 53225–2008. Материалы геотекстильные. Термины и определения.
- ОДМ 218.5.005–2010. Классификация, термины, определения геосинтетических материалов применительно к дорожному строительству.
- ТУ 63.032–19.89. Полотно иглопробивное геотекстильное для транспортного строительства.
- ГОСТ 23554.1–79. Экспертные методы оценки качества промышленной продукции. Организация и проведение экспертной оценки качества продукции.
- Демкина А.В., Курденкова А.В., Шустов Ю.С., Воробьева Н.А. Исследование механических свойств иглопробивных геотекстильных нетканых

полотен // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 2. С. 33...35.

6. Лысова М.А., Ломакина И.А., Лунькова С.В., Гусев Б.Н. Математические методы в проектировании и оценивании качества текстильных материалов и изделий. – Иваново: ИГТА, 2012.

7. Сокова Г.Г., Землякова И.В. Метод формализованного представления процесса проектирования ткани по заданным параметрам, основанный на

теоретико-множественных представлениях параметров тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 2. С. 55...58.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии. Поступила 30.03.14.

УДК 677.017

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СДВИГА ЛЬНОХЛОПКОВЫХ ТКАНЕЙ ПО ПЕРЕПЛЕТЕНИЮ

FORECASTING CHARACTERISTICS SHEAR LINEN AND COTTON FABRICS BY INTERWEAVING

Н.Н.ДОБРЫНИНА, Н.А. СМИРНОВА, В.В. ЛАПШИН
N.N.DOBRYNINA, N.A. SMIRNOVA, V.V.LAPSHIN

(Костромской государственной технологической университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: tmchp1@kstu.edu.ru

На основе исследований способности льнохлопковых тканей к сдвигу и восстановлению тканей после сдвига нитей обоснована косвенная оценка характеристик работы, затрачиваемой на сдвиг льнохлопковых тканей и работы, затрачиваемой на восстановление после сдвига по полученным аналитическим зависимостям, которые могут быть использованы при проектировании льнохлопковых тканей с заданными свойствами при сдвиге и прогнозировании их свойств при конфекционировании материалов для одежды.

Based on the research capacity linen and cotton tissues to shift and tissue repair after the shift filaments justified indirect performance evaluation work done in shift linen and cotton fabrics and work done in recovery shift obtained analytical dependences, which can be used when designing linen and cotton fabrics with specified properties at shear and predicting their properties at confectioning materials for clothing.

Ключевые слова: льнохлопковые ткани, сдвиг нитей ткани, способность к восстановлению после сдвига, коэффициент переплетения, автоматизированное устройство.

Keywords: linen and cotton tissues, shift of fabric yarns, ability to recover after shear, coefficient weave, automated machine.

Способность тканей к изменению угла между нитями основы и утка, то есть к сдвигу нитей, оказывает существенное влияние на процессы проектирования и изготовления одежды, определяет кон-

структивные особенности изделий, размеростабильность при эксплуатации. Поведение льняных тканей при сдвиге изучено недостаточно. Для чистольняных тканей исследовалась способность к изменению

угла между нитями основы и утка. Установлена зависимость усилия сдвига от ко-

эффициента связности нитей в переплетении [1].

Т а б л и ц а 1

№	Переплетение	Характеристики сдвига				Характеристики переплетения		
		жесткость при сдвиге R , сН		работа сдвига $A_{сдв}$, мкДж	работа восстановления $A_{в}$, мкДж	число перекрытий в раппорте		коэффициент переплетения $*F_n$
		основы	утка	среднее	среднее	основных t_o	уточных t_y	
1	Сатиновое	27,06	27,06	120,75	98,22	6	6	6
2	Мелкоузорчатое (саржа ромбов.)	45,88	34,71	177,71	131,14	10	10	3,6
3	Мелкоузорчатое (саржа 3/3)	28,82	27,65	121,75	100,75	6	6	6
4	Мелкоузорчатое (рогожка)	28,82	23,53	122,42	96,13	6	6	6
5	Мелкоузорчатое (саржа 2/4)	29,41	26,47	121,47	96,39	6	6	6
6	Мелкоузорчатое (саржа ломаная)	37,65	34,71	170,51	129,16	12	8	3,7
7	Мелкоузорчатое (креповое)	48,24	41,18	187,99	140,77	12	12	3
8	Полотняное	54,12	57,06	210,78	150,3	2	2	2

П р и м е ч а н и е. $*F_n=2R_oR_y/t_o+t_y$.

Ткани изготовлены на одном ткацком станке СТБ-2-180 с одинаковой плотностью по основе и утку 160, из одинаковой хлопчатобумажной пряжи в основе 25 текс×2 и льняной пряжи в утке 56 текс.

Для оценки способности льнохлопковых тканей к восстановлению угла между нитями основы и утка после сдвига разработана методика, которая реализуется на созданном в КГТУ автоматизированном устройстве [2], [3]. К верхнему зажиму прикладывается сдвигающее усилие на заданный угол, затем проба возвращается в исходное положение. Эксперимент проводили при сдвиге ткани на угол 5°. Выбор данного угла рационален, так как в процессе сдвига не образуется диагональной складки. Разработанное устройство работает под управлением ЭВМ, что позволяет автоматизировать обработку результатов измерений. Датчик усилия, входящий в устройство, позволяет фиксировать малую по величине деформацию, что обеспечивает точность результатов измерений усилий при сдвиге и восстановлении проб тканей

после сдвига. Оценка погрешности автоматизированного устройства проводилась по методике [4].

Предлагаемая методика дает возможность оценки способности тканей к сдвигу нитей не только по характеристикам жесткости при сдвиге и гистерезису усилия сдвига, но и по работе сдвига ($A_{сдв}$) и работе восстановления после сдвига ($A_{в}$). Работа сдвига ($A_{сдв}$) и работа восстановления после сдвига ($A_{в}$) являются интегральными энергетическими характеристиками. Работа сдвига характеризует способность пробы сопротивляться сдвигу, а работа восстановления – способность ткани восстанавливать исходную форму после снятия деформирующего воздействия. Работа сдвига и восстановления после сдвига (табл. 1) рассчитываются одним из приближенных методов интегрирования (методом Симпсона). Методика отличается большей информативностью в сравнении с методикой определения характеристик сдвига с использованием инструментального комплекса Kavabata (Япония) [5].

На способность тканей к сдвигу нитей и восстановлению после сдвига нитей оказывает влияние переплетение. Установлено, что наиболее чувствительной характеристикой переплетения к сдвигу нитей (рис. 1 – зависимость работы при сдвиге нитей на угол 5° от коэффициента переплетения льнохлопковых тканей, рис. 2 – зависимость работы восстановления после сдвига от коэффициента переплетения льнохлопковых тканей) является коэффициент переплетения по Ереминой Н. С. [6].

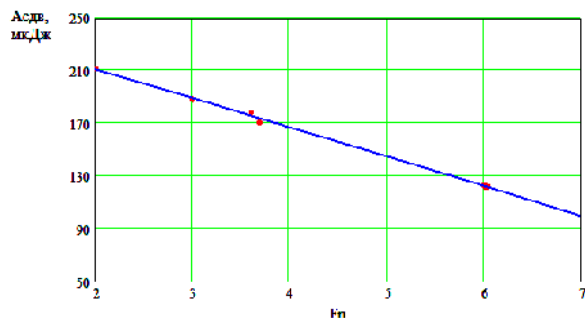


Рис. 1

Параметры уравнений регрессии найдены при использовании метода наименьших квадратов:

$$A_{сдв} = 254,97 - 22,18 F_n, \quad (1)$$

$$A_{в} = 179,09 - 13,47 F_n. \quad (2)$$

Полученные уравнения позволяют определить работу сдвига и восстановления льнохлопковых тканей по коэффициенту переплетения. Погрешность аппроксимации, определенная с использованием математического пакета MathCAD, составляет для $A_{сдв}$ 1,5%, для $A_{в}$ 2,6%.

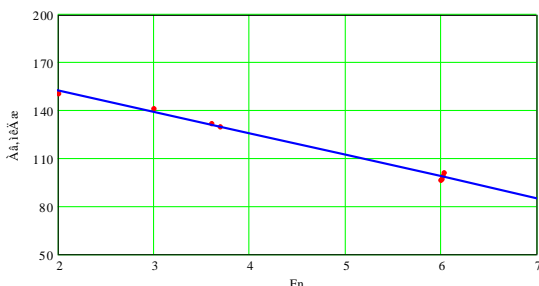


Рис. 2

Предложенные характеристики сдвига позволяют проводить сравнительный анализ свойств тканей, расширяют информацию о технологических и потребительских свойствах тканей. Они могут быть использованы для прогнозирования формоустойчивости швейных изделий на этапе их проектирования и для научно обоснованного конфекционирования материалов для одежды.

ВЫВОДЫ

1. Исследована способность льнохлопковых костюмных тканей различных переплетений к сдвигу нитей и восстановлению после сдвига.
2. Установлены зависимости работы сдвига и работы восстановления после сдвига льнохлопковых костюмных тканей от коэффициента переплетения, позволяющие прогнозировать характеристики сдвига по переплетению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лапшин В.В., Смирнова Н.А., Мартышенко К.В. Прогнозирование способности льяных тканей к изменению угла между нитями основы и утка по характеристикам их строения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 5. С. 11...13.
2. Лапшин В.В., Смирнова Н.А., Колмогорова Т.А., Шулятьев А.И. Совершенствование испытаний по определению способности тканей к формообразованию и формосохранению в одежде // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 4. С. 115...116.
3. Пат. 45189 Российская Федерация, МПК G 01N 3/36. Устройство для определения формовочных свойств тканей / Смирнова Н.А., Лапшин В.В., Морилова Л.В. [и др.]; заявитель и патентообладатель Костромской гос. технол. ун-т. - №2004127359/22; заяв. 13.09.2004; опубл. 27.04.2005, Бюл. №12.
4. Лапшин В.В. Оценка погрешности устройства для измерения натяжения нити // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 3. С. 17...19.
5. Кузьмичев В.Е., Адольф Д.С., Шашер Л., Ранюс С., Колет А. Инструментальное обоснование допустимой кривизны конструктивных линий внутреннего членения в одежде // Швейная промышленность. – 2014, №1. С.40...44.
6. Справочник по хлопкоткачеству – М.: Легкая индустрия, 1968.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 04.04.14.

УДК 677.021.151.256

**ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ СНИЖЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЙ
НА ПРЯДИ ЛЬНЯНОГО СЫРЦА НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ТРЕПАНИЯ**

**ANALYSIS OF CONDITIONS FOR REDUCING INTENSITY OF THE IMPACTS
ON RAW FLAX STRAND DURING INITIAL STAGE OF SCUTCHING PROCESS**

А.В. ОРЛОВ, Е.Л. ПАШИН, С.В. БОЙКО, М.С. ЕНИН
A.V. ORLOV, E.L. PASHIN, S.V. BOYKO, M.S. ENIN

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

В статье предлагается для снижения максимальных значений сил натяжения при трепании обрабатываемые пряжи при вводе в зону обработки перемещать по упругому основанию. Описана методика выбора условий трепания, при которых исключаются резонансные явления и достигается снижение сил натяжения от применения упругой горки, с учетом варьирования длины обрабатываемых прядей. При выборе таких условий обработки предложено осуществлять преобразование функции изменения фактических сил натяжения пряжи в совокупность гармонических составляющих с помощью Фурье-анализа. Рекомендовано обеспечивать упругость входной горки только при повышенной частоте вращения трепальных барабанов более 300 мин⁻¹ для обеспечения эффекта снижения сил натяжения в пределах имеющих место на практике вариаций длины прядей и частот вращения барабанов.

Article suggests using springy base to guide flax strands into scutching area. Algorithm of choosing scutching conditions is described, based on rendering non-harmonical variation of tension into harmonical form by Fourier transformation while taking into account average strand length and preventing resonance. It's suggested to use springy base only when scutching is performed on high speed (more than 300 rpm) in order to achieve tension reduction with current raw flax length range and scutching drum speeds.

Ключевые слова: трепание, прядь, лен, начальная стадия, резонанс, преобразование Фурье, гармонические колебания, упругое основание.

Keywords: scutching, strand, flax, initial stage, resonance, Fourier transform, harmonic oscillations, springy base.

Эффективность трепания льна при получении длинного волокна во многом зависит от формирующихся сил натяжения. Их максимальные значения при прочих равных условиях процесса и свойствах сырья наблюдаются в зонах входа в секции трепальной машины. Для снижения интенсивности трепания в этих зонах предложены различные решения [1], в том числе применение конусной входной части трепальных барабанов, определяющей некоторые особенности поведения и натяжения прядей [2]. Известно предложение по использованию рабочих органов трепальных барабанов с подвижными элементами, способными за счет своей податливости обеспечить снижение максимальных сил натяжения [3]. Однако их применение ведет к усложнению конструкции барабанов, ухудшению динамики их вращения и не в полной мере обеспечивает требуемый технологический эффект, направленный на дифференциацию сил натяжения в процессе трепания льна.

Поэтому исследования условий снижения сил натяжения при трепании и, особенно на начальных этапах его обработки, являются актуальными и направлены на повышение выхода трепаного волокна.

Нами предлагается использовать известный в механике эффект снижения усилий натяжения пряди (полагаемой абсолютно упругой с учетом известных свойств льна) за счет подпружинивания ее закрепленного в зажиме конца. Это требует внесения изменений в конструкцию трепальной машины (рис. 1 – схема предложенного варианта использования упругой входной горки).

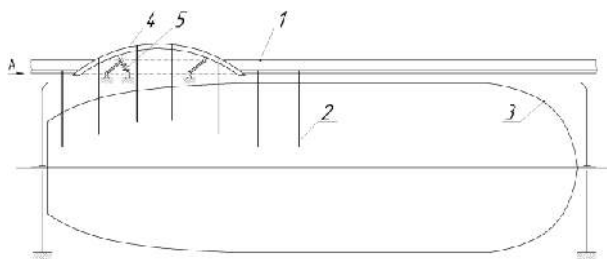


Рис. 1

В частности, в зоне ввода зажимным ремнем 1 слоя сырца 2, перемещающегося над конусной частью трепальных барабанов 3, входную балку 4 (входную горку), по которой перемещается слой сырца при входе в зону трепания, предлагается выполнить подвижной и оснастить ее упругим элементом 5. В этом случае ее упругая деформация будет способствовать снижению величины сил натяжения прядей. Однако данная схема нагружения должна быть исследована для исключения резонансных явлений в условиях варьирования отдельных параметров, к которым, прежде всего, следует отнести частоту вращения барабанов и длину прядей сырца в зоне трепания.

Рассмотрим схему нагружения пряди с упругой входной горкой (рис. 2) и воспользуемся известными алгоритмами расчета условий колебаний нагруженных двухмассовых систем [4].

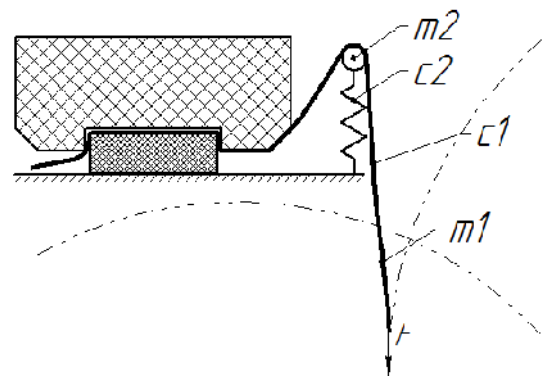


Рис. 2

Обозначим массу единичного участка слоя m_1 и его упругость c_1 . Входная горка в расчетной схеме представляется упругим элементом с жесткостью c_2 , соединенным с единичным участком горки массой m_2 . Таким образом, модель входного участка представляет собой колебательную систему с двумя степенями свободы, находящуюся согласно [4] под воздействием внешней силы:

$$F_T = A_{T0} \sin(\omega t + \delta), \quad (1)$$

где A_{T0} – амплитуда изменения силы натяжения; ω и δ – частота и фаза изменения силы натяжения; t – время.

Принимая известные выражения потенциальной Π и кинетической T энергий колебательной системы [4] и преобразования, основанные на использовании уравнения Лагранжа второго рода, отметим, что амплитуды A_1 и A_2 вынужденных колебаний системы будут определяться следующим образом:

$$A_1 = \frac{F_{T0}(c_1 + c_2 - m_2\omega^2)}{(c_1 - m_1\omega^2)(c_1 + c_2 - m_2\omega^2) - c_1^2}, \quad (2)$$

$$A_2 = \frac{F_{T0}c_1}{(c_1 - m_1\omega^2)(c_1 + c_2 - m_2\omega^2) - c_1^2}.$$

Смещение x_1 центра масс пряжи относительно точки равновесия и смещение x_2 центра масс горки относительно точки равновесия будут описываться выражениями:

$$x_1 = A_1 \sin(\omega t + \delta), \quad x_2 = A_2 \sin(\omega t + \delta). \quad (3)$$

Сравним силу натяжения пряжей сырца в зоне зажима при отсутствии и наличии упругой входной горки. В первом случае сила натяжения равна внешней силе F_T . Во втором случае сила натяжения пряжей определяется по формуле:

$$F_{нат} = c_1(x_1 - x_2). \quad (4)$$

Исходя из выражений (1)...(4) получим закон изменения силы натяжения при наличии упругой входной горки и соответствующее значение амплитуды изменения силы натяжения:

$$F_{нат} = c_1 \left(\frac{A_{T0}(c_1 + c_2 - m_2\omega^2) - A_{T0}c_1}{(c_1 - m_1\omega^2)(c_1 + c_2 - m_2\omega^2) - c_1^2} \right) \sin(\omega t + \delta), \quad (5)$$

$$A_{нат} = \frac{A_{T0}(c_1c_2 - c_1m_2\omega^2)}{(c_1 - m_1\omega^2)(c_1 + c_2 - m_2\omega^2) - c_1^2}.$$

На основании (5) определим отношение амплитуды колебаний силы натяжения при наличии упругой входной горки к амплитуде при отсутствии горки:

$$K_T = \frac{A_{нат}}{A_{T0}} = \frac{c_1c_2 - c_1m_2\omega^2}{(c_1 - m_1\omega^2)(c_1 + c_2 - m_2\omega^2) - c_1^2}. \quad (6)$$

Величина данного коэффициента показывает, во сколько раз амплитуда $A_{нат}$ возникающей силы натяжения пряжи в зажиме $F_{нат}$ (5) больше амплитуды A_{T0} внешней силы F_T (1).

Однако реально наблюдаемая сила натяжения пряжи изменяется не по гармоническому закону [2], а потому внешняя сила, действующая на прядь, также не является гармонической.

В то же время в указанной двухмассовой модели [4] рассматривается только гармоническое воздействие. Это обстоятельство потребовало дополнительного исследования. Было предложено внешнюю силу, возникающую при трепании, разложить на гармонические составляющие с помощью преобразования Фурье. Результирующее движение упругой горки при этом будет являться суммой движений, определяемых отдельными гармониками внешней силы. В таком случае амплитуды гармоник силы натяжения можно рассчитать как $A'_k = A_k K_T(\omega_k)$, где A'_k – амплитуда k -й гармоники силы натяжения; A_k – амплитуда k -й гармоники внешней силы; K_T – коэффициент, рассчитываемый согласно (6) для частоты ω_k – частоты k -й гармоники.

Решив задачу с определением отношений амплитуд по формуле (5), появилась возможность определения упругости входной горки c_2 исходя из условия максимизации $\Delta F(c_2)$ (где $\Delta F = F_{Tmax} - F_{натmax}$) разницы между наибольшей величиной силы натяжения пряжи в случае отсутствия горки F_{Tmax} и наибольшей величиной силы натяжения с упругой горкой $F_{натmax}$.

Для решения этой задачи потребовалось определить условия возникновения резонансных явлений от воздействия

внешней силы. Для оценки этих условий воспользуемся известным выражением [4], которое в рассматриваемом нами случае примет следующий вид:

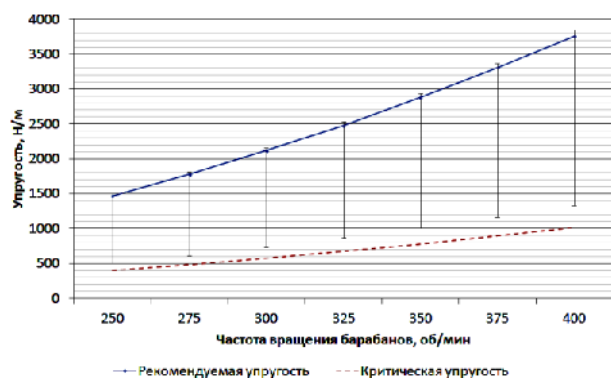
$$(c_1 - m_1\omega^2)(c_1 + c_2 - m_2\omega^2) - c_1^2 = 0. \quad (7)$$

Вещественные положительные корни уравнения (7) будут частотами свободных колебаний системы. Эти частоты зависят от величины упругости c_2 . Ее значение должно быть таким, чтобы частоты свободных колебаний не находились бы вблизи значений частоты внешних воздействий. Такая оценка была осуществлена с учетом имеющих место на практике интервалов варьирования скорости вращения барабанов (от 250 до 400 мин⁻¹) и длины пряжей сырца в зоне трепания (от 40 до 60 см).

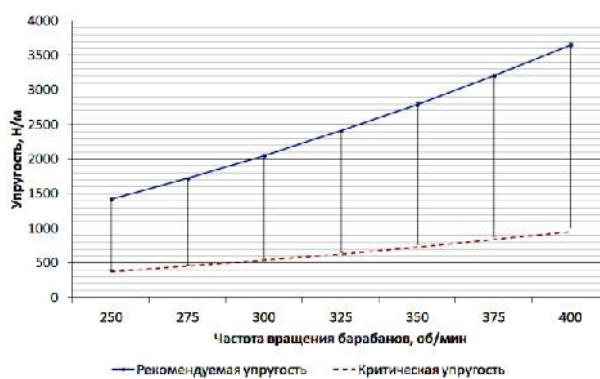
В качестве критерия выбора рекомендуемого значения упругости была использована максимальная разность между наибольшими значениями силы натяжения

пряжи при отсутствии и наличии упругого элемента. Поэтому для разных скоростей вращения барабанов и длин свисающих пряжей требовалось определить зону допустимых значений упругости c_2 .

При выявлении данных зон использовали предложенный выше прием разложения фактического изменения силы натяжения пряжей на совокупность гармоник с использованием анализа Фурье. Была установлена совокупность гармоник и применительно к ним соответствующие значения упругости c_2 , при которых наблюдается эффект снижения сил натяжения и исключается резонанс. На заключительном этапе проведен расчет минимальных и максимальных значений упругости с учетом интервалов ее возможного изменения из-за варьирования масс пряжей по причине изменения их длины. Данная корректировка была проведена для коротко- и длинностебельного льна, для которых величина свободных участков пряжей равна: 30...50 и 50...70 см.



а)



б)

Рис. 3

На рис. 3 представлены зависимости возможных значений c_2 , для разных длин пряжей от величины частоты вращения трепальных барабанов. На рис. 3-а представлена зависимость для пряжей длиной 40 см, а на рис. 3-б – для длины 60 см. В конечном итоге были определены зоны рекомендуемых значений жесткости c_2 входной горки применительно к конкретной длине пряжей и частоте вращения барабанов. Значения величины упругости

выше верхних границ не вызывают эффекта снижения сил натяжения, а при значениях упругости менее нижних границ возможно возникновение резонанса.

Из анализа полученных зависимостей следует незначительное влияние длины пряжей от 30 до 70 см на средние значения c_2 . Однако, анализируя пределы варьирования c_2 применительно к частотам вращения барабанов, выявлены принципиальные особенности. Они вызваны различием ве-

личины зон изменения возможных значений жесткости c_2 , а также смещением этих зон для различных частот вращения барабанов. Эти особенности требуют существенного сужения возможных зон изменения c_2 в условиях снижения сил натяжения при вращении от 250 до 400 мин⁻¹. Для коротких прядей такая зона представлена от 1000...1400, а для длинностебельного сырья – от 1300...1400 Н/м.

Из этого следует необходимость при трепании разного по длине льна изменения режимов настройки работы входной горки по параметру c_2 в пределах используемых на практике частот вращения барабанов. Однако такие изменения требуют сложной технической реализации (система контроля длины прядей и регулировки c_2). По-

этому для разрешения этой проблемы и с учетом того, что опасные силы натяжения возникают при повышенной скорости вращения барабанов, предлагается входную горку делать упругой лишь при повышенных частотах вращения барабанов, например, более 300 мин⁻¹. В этом случае зона рекомендуемых значений упругости будет шире – от 1300 до 2400 Н/м.

Для проверки эффективности снижения максимальных значений натяжения прядей за счет предлагаемого решения были осуществлены сравнительные расчеты их изменения в процессе трепания с использованием программного комплекса "Трепание" [5]. Исследовали два варианта: отсутствие и наличие упругого элемента в конструкции входной горки.

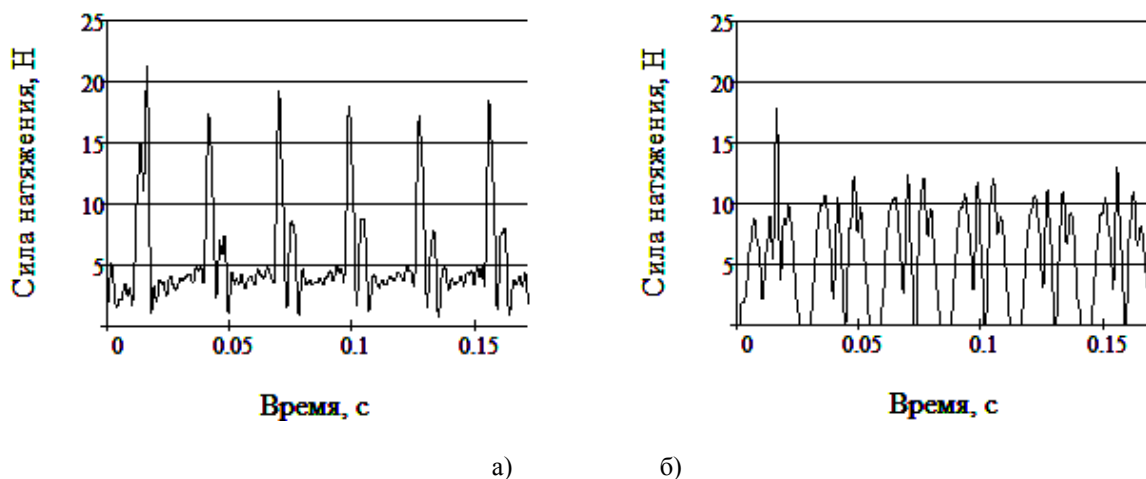


Рис. 4

Для примера на рис. 4 представлены расчеты для участка пряжи шириной 1 см и длиной 60 см, подвергаемого обработке трехбильными барабанами радиусом 0,37 м с частотой вращения 350 мин⁻¹ в течение одного полного оборота барабанов. Рис. 4-а – жестко- и рис. 4-б – упругозакрепленная входная горка. В этом случае за 0,2 секунды совершается 6 воздействий на прядь сырца. Значения прочих конструктивных параметров соответствуют таковым у агрегата МТА-2Л. Значение c_2 принято равным 2920 Н/м. Анализируя представленные расчетные зависимости, была констатирована возможность снижения за счет использования упругой вход-

ной горки максимальных натяжений от 20 до 40%. Такой результат будет положительно влиять на увеличение выхода трепаного льна после обработки на мяльно-трепальном агрегате.

ВЫВОДЫ

1. Для снижения максимальных значений сил натяжения при трепании предложено обрабатываемые пряди при вводе в зону обработки перемещать по упругому основанию.
2. Выбор условий трепания, при которых исключаются резонансные явления и достигается снижение сил натяжения от

применения упругой горки, следует проводить с учетом варьирования длины обрабатываемых прядей. При выборе таких условий обработки предложено осуществлять преобразование функции изменения фактических сил натяжения пряди в совокупность ее гармонических составляющих с помощью Фурье-анализа.

3. Для обеспечения эффекта снижения сил натяжения в пределах имеющих место на практике вариаций длины прядей и частот вращения барабанов следует обеспечивать упругость входной горки только при повышенной частоте вращения трепальных барабанов более 300 мин^{-1} .

ЛИТЕРАТУРА

1. *Инатов А.М.* Теоретические основы механической обработки стеблей лубяных культур. – М.: Легпромбытиздат, 1989.

2. *Орлов А.В., Бойко С.В., Пашин Е.Л.* Анализ углового смещения свободных участков прядей льна при их перемещении в поле трепания // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №2. С.32...37.

3. *Бойко С.В., Пашин Е.Л.* Теоретические основы повышения эффективности процесса трепания недоработанного льняного волокна. – Кострома: Костромск. гос. технолог. университет, ВНИИЛК, 2008.

4. *Хегай В.К., Левитский Д.Н., Харин О.Н., Попов А.С.* Основы теории колебаний механических систем. – Ухта: УГТУ, 2002.

5. *Волков Д.А., Бойко С.В., Пашин Е.Л.* Программный комплекс для моделирования процесса обработки сырца трепанием // Мат. Междунар. научн.-практ. конф. – Вологда, 2008, С. 242...244.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 04.02.14.

УДК 677.051.7: 677.21

**К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ ЗАПРАВОЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ЛЕНТОЧНЫХ МАШИН В ХЛОПКОПРЯДЕНИИ**

**ON THE SELECTION FILLING PARAMETERS
TAPE MACHINES IN COTTON SPINNING**

B.V. ВОЛКОВ, А.М. БОЧКОВ, С.В. ВОЛКОВ, Н.К. ПАКУЛОВА
V.V. VOLKOV, A.M. BOCHKOV, S.V. VOLKOV, N.K. PAKULOVA

(Пензенский государственный технологический университет)
(Penza State Technological University
E-mail: rector@penzgtu.ru

Выбор заправочных параметров ленточных машин предполагает комплекс организационных и технических мероприятий, которые позволят максимально эффективно обеспечить качество переработки чесальной ленты на ленточных переходах в хлопкопрядении.

The choice of filling parameters for drawing frame machines offers a set of organizational and engineering steps allowing to provide higher quality of card sliver processing on belts crossings in cotton spinning industry.

Ключевые слова: ленточная машина, лента, хлопок, химические волокна, заправочные параметры, технологический процесс, вытяжной прибор, общая вытяжка, разводка.

Keywords: drawing frame machine, belt, cotton, chemical fibers, filling materials, technological process, drawing mechanism, overall elongation, layout.

Заправочные параметры ленточных машин оказывают существенное влияние на ход технологического процесса, качество пряжи и внешний вид ткани.

Оптимизация заправочных параметров осуществляется в зависимости от конкретных условий текстильных предприятий. В то же время существуют некоторые общие принципы, которыми целесообразно руководствоваться для принятия практических решений.

Выбор заправочных параметров ленточных машин предполагает комплекс организационных и технических мероприятий, наиболее эффективно обеспечивающих качество и экономику переработки полуфабриката на ленточных переходах. В зависимости от состава сырья и требований к пряже устанавливаются толщина лент и число сложений на питании ленточных машин; подбираются натяжения питающих лент, вытяжки в вытяжном при-

боре и натяжения ленты между рабочими органами после вытяжного прибора; устанавливаются разводки и нагрузки в вытяжном приборе, выставляются лентоформирующие и уплотняющие элементы; подбираются параметры укладки ленты; устанавливаются определенные скорость выпуска и условия окружающей среды.

Толщина лент на питании и число сложенных обусловлены планом прядения предприятия. Практически линейная плотность питающих лент находится в пределах от 3 до 5 текс при числе сложений 6 и 8 для хлопка и до 12 – для химических волокон и смесей. Общая вытяжка на ленточной машине не должна превышать числа сложений. Нарушение этого требования может привести к увеличению неровноты выпускаемой ленты.

Технологическое назначение рамки питания состоит в осуществлении транспортирования лент из тазов к вытяжному прибору при сохранении качественных показателей лент. В процессе транспортирования к вытяжному прибору на ленты воздействуют растягивающие усилия, возникающие из-за трения об элементы питающей рамки. Повышенное натяжение лент на рамке питания увеличивает вероятность местных утонений и надрывов в более слабых местах.

Эти дефекты не имеют периодичности по длине лент и не могут быть зафиксированы прибором Устер, однако они отчетливо проявляются в прядении, например, на пневмопрядильных машинах в виде обрывов пряжи по причине "тонкий конец".

Как показали исследования, оптимальное натяжение на рамках питания обеспечивается при $E = 1,002$. Условия качественного транспортирования лент на питании могут быть обеспечены, если в конструкции рамки имеются пары валиков выема, обеспечивающие необходимое натяжение.

Многие текстильные предприятия до настоящего времени используют на ленточных машинах рамки питания раскатного типа, которые не обеспечивают вышеуказанного условия. В конструкции таких рамок используют и противоположные по

назначению элементы, осуществляющие раскатку и торможение лент. Между торозащими направляющими и раскатными валиками осуществляется неконтролируемое натяжение – вытяжка, приводящая к увеличению обрывности в прядении.

Как показали многочисленные исследования, использование раскатных питающих рамок на кардных сортировках хлопка на 30...40% повышает обрывность на ППМ по сравнению с рамками валичного выема, гарантирующими постоянство натяжения лент на питании. Указанные недостатки раскатных рамок питания усиливаются при переработке гребенных сортировок хлопка, а также с увеличением скорости выпуска ленточных машин.

Процесс вытягивания на ленточных машинах заключается в удлинении и утонении лент в вытяжном приборе за счет скольжения волокон относительно друг друга. При вытягивании возрастает неровнота продукта, от "волн вытягивания", основная причина которой связана с различной длиной волокон, их неполными распрямленностью и параллелизацией. Неровнота от волн вытягивания порождается машинами, находящимися даже в хорошем техническом состоянии.

Незажатые волокна, имеющие длину меньшую, чем установленные и в вытяжном приборе разводки, как известно, называются "плавающими". В процессе вытягивания эти волокна перемещаются за счет сцепления с более длинными, "несущими" волокнами. В зависимости от длины плавающие волокна стремятся выходить из выпускной пары группами, образуя чередование толстых и тонких мест.

В настоящее время на ленточных машинах широко распространены вытяжные приборы типа 3x3 с контролирующим органом в зоне основной вытяжки. Контролирующий элемент предотвращает преждевременный переход плавающих волокон на скорость выпускной пары и препятствует групповым сдвигам волокон, что делает вытягивание более равномерным и снижает неровноту вырабатываемой ленты. Взаимодействие контролирующего прутка с вытягиваемыми волокнами предполагает

равномерное распределение волокон друг на друга. Возможное колебание толщины ленты ведет к изменению напряженности поля сил трения, соответствующее изменению величины сдвига волокон. Обратная связь между линейной плотностью и силой вытягивания проявляется в эффекте самовыравнивания утолщенных и утоненных участков лент.

В вытяжных приборах 3x3 с контролирующим элементом частная вытяжка устанавливается тем меньше, чем лучше распрямлены и параллелизованы волокна в питающих лентах и чем эффективнее работа контролирующего элемента. На основании экспериментальных данных и изучения практического опыта рекомендуется ориентироваться на следующие значения частных вытяжек: при переработке кардных сортировок хлопка на первом переходе $E_{\text{част}} = 1,37$; на втором – $E_{\text{част}} = 1,1$; при переработке гребенных сортировок хлопка на первом переходе $E_{\text{част}} = 1,14$; на втором – $E_{\text{част}} = 1,085$.

Разводки между линиями зажимов вытяжных пар в вытяжных приборах устанавливаются в зависимости от длины перерабатываемых волокон. Если разводки меньше оптимальных, то увеличивается число волокон одновременно находящихся в зажимах выпускной и предыдущей пар, причем эти волокна будут рваться или проскальзывать. Кроме того, уменьшается расстояние между полями сил трения выпускной пары и контролирующего элемента в зоне основной вытяжки, что нарушает условия смещения волокон. В этих условиях вытяжным прибором выпускаются небольшие невытянутые пучки волокон, и качество выпускаемой ленты резко ухудшается.

При увеличенной разводке резко возрастает количество плавающих волокон, что приводит к увеличению амплитуды неровноты от волн вытягивания и ухудшает качество ленты.

Использование контролирующего элемента в зоне основной вытяжки увеличивает напряженность и длину поля сил трения и позволяет вести качественную переработку при увеличенной разводке.

При выборе развонок целесообразно ориентироваться на усредненные показатели длины волокон, например, на штапельную массодлину, то есть на среднюю длину волокон, больших модальной длины, L . Для вытяжных приборов системы 3x3 с контролирующим моментом рекомендуются следующие разводки: при переработке кардных сортировок хлопка: $R=L+(6\dots 8)$ мм – в зоне предварительной вытяжки, $R=L+(8\dots 10)$ мм – в зоне основной вытяжки; при переработке гребенных сортировок хлопка: $R=L+(5\dots 6)$ мм – в зоне предварительной вытяжки, $R=L+(6\dots 7)$ мм – в зоне основной вытяжки.

Меньшие значения в указанных диапазонах размеров слагаемых рекомендуются для машин первого перехода, а большие для машин второго перехода.

При переработке смесей хлопковых и химических или искусственных волокон, если смешивание производится на ленточной машине, рекомендуется при заправке чередовать ленты на питании. Параметры заправки ленточных машин при переработке смесей остаются теми же, что и при переработке хлопкового волокна. Разводки между зажимами вытяжных пар устанавливаются по штапельной массодлине волокон смеси с учетом процентного содержания каждого компонента.

Нагрузка на нажимные валики вытяжного прибора обеспечивает связь валиков с цилиндрами и создает трение в зажимах, необходимое для вытягивания лент. При недостаточной нагрузке происходит проскальзывание волокон относительно валиков с образованием в продукте волн от скольжения. Нагрузка, при которой волны от скольжения минимальны, является оптимальной.

Трение между вытяжными парами и волокнами во многом зависит от качества нажимных валиков и цилиндров. Исследованиями установлено, что увеличению трения способствует плазменное напыление на поверхность цилиндров вытяжного прибора двуокиси титана. Подобная обработка цилиндров позволяет уменьшить нагрузки на нажимные валики вытяжного прибора на 20...25%, что улучшает каче-

ство продукта, уменьшает нагрев и увеличивает срок службы подшипниковых опор, снижает энергопотребление.

В вытяжных приборах 0033×3 рекомендуется нагрузки выставлять одинаковыми на все линии в диапазоне от 40 до 50 кг на гладкие валы до 30 кг.

Процесс формирования ленты из мычки происходит в лентоформирующем лотке на выходе из вытяжного прибора. Главным требованием к процессу формирования ленты является сохранение достигнутых в процессе вытягивания качественных показателей по неровноте, распрямлению и ориентации волокон. Отжимаемый из мычки воздух при лентоформировании может способствовать пушению и перепутыванию волокон. Чтобы избежать этого нежелательного эффекта, расстояние от выпускной пары вытяжного прибора до уплотняющего отверстия лотка должно быть соизмеримо с длиной волокон. Проблема качественного лентоформирования встает более остро с увеличением скорости выпуска ленты. В настоящее время эта проблема решается применением специального лотка с постоянной площадью поперечного сечения, где преобразование плосколинейной мычки в объемную ленту происходит без изменения исходной объемной плотности, то есть без образования избыточного давления воздуха и завихрений.

Для упрочнения ленты до состояния необходимого для последующей качественной переработки используют уплотнительные воронки с отверстиями, соответствующими линейной плотности выпускаемого продукта. Классические уплотнительные воронки имеют некоторые существенные недостатки. Во-первых, степень уплотнения в них пропорциональна колебанию линейной плотности ленты, в

большей мере уплотняются участки с большей линейной плотностью и наоборот, тонкие места менее уплотнены. Этот недостаток приводит к уменьшению разрывной нагрузки и к увеличению неровноты продукта при вытягивании на последующих переходах. Во-вторых, затруднена автоматизация заправки ленточной машины в зоне уплотнительной воронки. Указанные недостатки устраняются при использовании раздвижной уплотнительной воронки, состоящей из двух полуворонки, где постоянное прижимающее усилие обеспечивает постоянство степени уплотнения независимо от колебаний линейной плотности ленты.

Рекомендуемые натяжения: в зоне лентоформирования $E=(1,01\dots 1,015)$; в зоне уплотнения $E = (1,015\dots 1,05)$. Эти натяжения устанавливаются в зависимости от свойств перерабатываемых волокон и от скорости выпуска. Большие значения натяжений выбираются при увеличении скорости выпуска.

В процессе формирования паковок лент в тазы скорость раскладки неравномерна. Пульсация скорости вызвана эксцентricностью тарелок лентоукладчика и эксцентricностью расположения витков ленты относительно таза. Неравномерность скорости раскладки может вызвать периодическое набегание и натяжение ленты в пределах одного оборота верхней тарелки лентоукладчика с образованием периодической неровноты. Натяжение ленты при раскладке оптимизируется радиусом раскладки, эксцентриситетом верхней и нижней тарелок и отношением их скоростей вращения.

При зацентровой укладке рекомендуются в зависимости от размеров тазов, следующие оптимальные значения параметров (табл. 1).

Таблица 1

Диаметр таза D, мм	Натяжение E	Радиус раскладки R, мм	Эксцентриситет ε, мм
214	0,997	63	40
300	0,99	96	50
350	1,00	113	65
400	1,001	122	70
500	1,002	151	98

Плотность расположения витков в слое зависит от линейной плотности ленты и регулируется скоростью вращения нижней тарелки лентоукладчика.

Форма лентовода верхней тарелки лентоукладчика оказывает большое влияние на качество укладки в начальный момент заработка таза. Использование лентоводов винтовой конструкции позволяет направить инерциальное усилие укладываемой ленты по расчетной траектории и независимо от скорости выпуска исключает ее разбрасывание за кромку таза.

Исследованиями не установлено влияние скорости выпуска ленты, достигаемой сегодня до 1000 м/мин, на ее качество. Скорость выпуска лимитируется повышенным износом деталей и увеличением затрат, связанных с простоями и ремонтом машин. Поэтому увеличение скорости выпуска ленточных машин, в первую очередь, связано с повышением их качества и

совершенствованием технологии изготовления.

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрены основные заправочные параметры ленточных машин в хлопкопрядении.

2. Разработаны рекомендации по их практическому применению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков В.В. и др. Вопросы надежности при системном проектировании скоростных вытяжных приборов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №5. С.67...70.

2. Зотиков В.Е. и др. Основы прядения волокнистых материалов. – М.: Гизлегпром, 1959.

3. Гинзбург Л.Н. и др. Динамика основных процессов прядения. – Ч.3. – М: Легкая индустрия, 1976.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроения. Поступила 13.01.14.

УДК 677.052.71

ВЛИЯНИЕ УСТРОЙСТВА ВЫПУСКА МЫЧКИ КОЛЬЦЕВОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ НА СВОЙСТВА ВЫРАБАТЫВАЕМОЙ ПРЯЖИ

INFLUENCE OF DEVICE ISSUE SLIVER RING ON PROPERTIES SPINNING MACHINE YARN PRODUCED

А.А. СТОЛЯРОВ
A.A. STOLYAROV

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)
(Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute)
E-mail: stolyarov anatoly@yandex.ru

В статье представлены результаты экспериментального исследования влияния устройства выпуска мычки кольцевой прядильной машины на свойства вырабатываемой пряжи.

The article presents the results of experimental study of the impact of discharging device sliver ring spinning machine on the properties of yarn produced.

Ключевые слова: кольцевая прядильная машина, устройство выпуска мычки, формирование пряжи, крутка пряжи, прочность пряжи.

Keywords: ring spinning machine, the device registration sliver forming yarn, yarn twist, yarn strength.

Известно, какую важную роль в формировании пряжи имеют уплотнители продукта в активной зоне вытяжного прибора. Практически все виды современных вытяжных приборов оснащены уплотнителями. Уплотнение продукта непосредственно перед вытягиванием и в процессе вытягивания обеспечивает более равномерное движение волокон в поле вытягивания. Кроме того, наличие уплотнителей в активной зоне вытяжного прибора оказывает существенное влияние на размер основания треугольника кручения, как следствие, на высоту треугольника кручения и угле крутки, то есть на тех параметрах, которые обуславливают прочность продукта на дуге обтекания мычкой цилиндра выпускной пары вытяжного прибора.

Одним из основных факторов, определяющих прочность пряжи, является распределение напряжений между волокнами в пряже. В научных работах классиков текстильной науки [1...3], посвященных теории кручения пряжи, отмечается, что напряжение при разрыве волокна убывает от внешних слоев к внутренним. На основании ранее проведенных исследований по определению коэффициента использования прочности волокна в пряже установлено, что в пряже прочность волокна используется только на 45...50%. Следовательно, улучшая структуру пряжи, можно достичь значительного повышения ее прочности.

При формировании пряжи в пороге крутки крайние волокна получают наибольшее натяжение, так как они проходят больший путь от линии зажима до вершины треугольника, поэтому они стремятся переместиться к центру сечения пряжи – эффект миграции волокон. Это перераспределение происходит неравномерно. При вращении нити по часовой стрелке с одной стороны треугольника

кручения создаются условия для перемещения волокон, имеющих наибольшее натяжение, к центру поперечного сечения пряжи. С другой стороны треугольника кручения волокнам мешает перемещаться огибаемая ими поверхность цилиндра, и они попадают на наружную поверхность пряжи.

С целью достижения наибольшей равномерности распределения крайних волокон в треугольнике кручения и тем самым улучшения структуры пряжи на кафедре технологии текстильных изделий разработан ряд устройств для выпуска мычки на кольцевой прядильной машине [4...7]. Одно из таких устройств представлено на рис. 1.

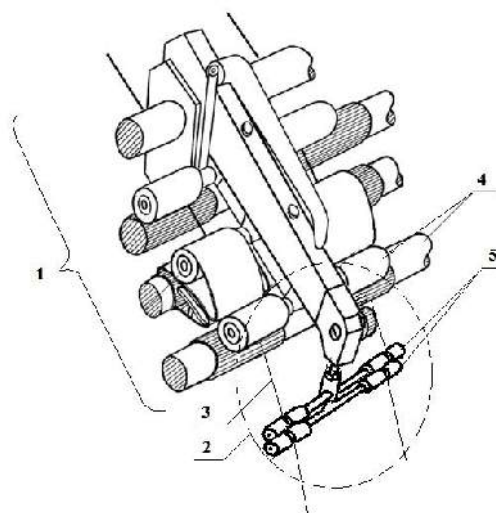


Рис. 1

Несмотря на конструктивные различия, принцип их работы идентичен и заключается в следующем. При вращении бегунка по кольцу происходит наматывание пряжи на паковку с одновременным сообщением мычке крутки, распространяемой по баллонированной нити к линии зажима мычки выпускной парой 4 вытяжного прибора 1. Уменьшение угла обтекания мычкой 3 выпускного цилиндра при помощи устройства выпуска мычки 2 способствует пере-

распределению волокон в треугольнике кручения, лучшему распространению крутки в пряже и уменьшению величины порога крутки. Улучшается структура пряжи: волокна распределяются по всему сечению пряжи равномерно и компактно. Это способствует более полному использованию прочности каждого отдельного волокна и повышает прочность пряжи. Одновременно с этим изменение траектории движения (пространственного положения) мычки у нитепроводника снижает вероятность динамического удара в нем при изменении натяжения пряжи в баллоне. Аналитический расчет использования коэффициента прочности волокон при выработке хлопчатобумажной пряжи линейной плотностью 18,5 и 25 текс показал [8], что этот коэффициент увеличился с 0,45...0,50 до 0,65...0,75. Экспериментальные исследования структуры выработанной пряжи показали, что в результате установки и применения устройства 2 регулирования дуги обтекания мычкой выпускного цилиндра вы-

тяжного прибора волокна периферийных слоев треугольника кручения перераспределились по сечению пряжи более равномерно и, кроме того, благодаря наличию уплотняющих роликов 5, пряжа стала более плотной и компактной. Это хорошо видно на микросрезе пряжи рис. 2-а (микросрез пряжи, выработанной на кольцевой прядильной машине П-76-5М) и рис. 2-б (пряжа, полученная на той же машине, но с применением устройства выпуска мычки). Благодаря улучшению структуры пряжи, созданию более благоприятных условий распространения крутки к линии зажима мычки в передней вытяжной паре, а также уплотнения продукта, повысилась прочность пряжи. Так, прочность хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 25 текс при крутке 760 кручений на метр, выработанной с применением устройства, составила 15,8 сН/текс (по сравнению с 11,75 сН/текс), для пряжи 18,5 текс – 15,2 (по сравнению с 10,8 сН/текс).

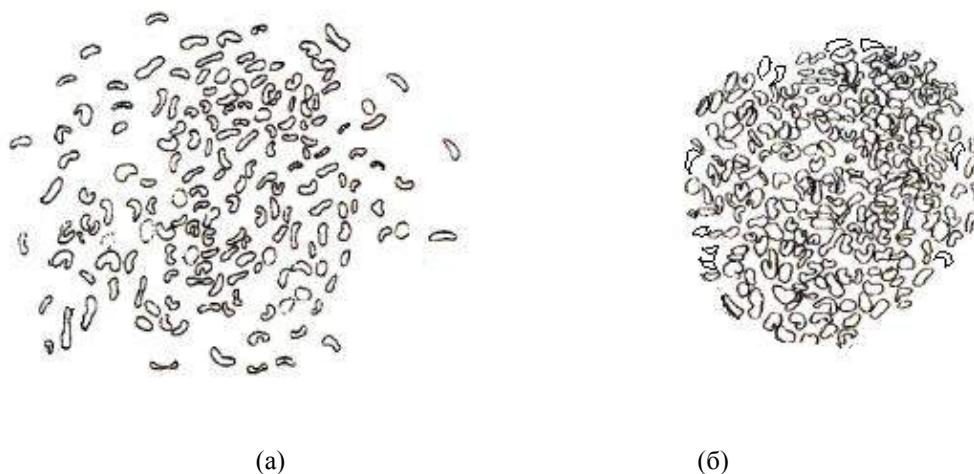


Рис. 2

Экспериментальное исследование работы устройства выпуска мычки проводилось в лаборатории прядения кафедры технологии текстильных изделий Текстильного института ИВГПУ на кольцевой прядильной машине П-76-5М при выработке пряжи линейных плотностей: 10,25,40 текс. Устройство для выпуска мычки выполнено со сменными уплотняющими роликами диаметрами: 4,6,8 мм.

В результате исследований установлено:

- уменьшение дуги обтекания мычкой (от 10 до 2°) переднего цилиндра увеличивает прочность пряжи до 13...15%;
- применение подвижных уплотнителей с канавкой также упрочняет пряжу на 4,5...10%, при этом оптимальный диаметр роликов уплотнителя – 4 мм;
- оптимальная ширина и глубина канавки на роликах – 0,8...1 мм;

- глубина канавки (в исследуемом диапазоне) при постоянной ширине канавки на прочность мычки оказывает незначительное влияние.

ВЫВОДЫ

1. С целью достижения наибольшей равномерности распределения волокон в треугольнике кручения и тем самым улучшения структуры и свойств пряжи разработан ряд конструкций устройства для выпуска мычки на кольцевой прядильной машине.

2. Аналитическое и экспериментальное исследование устройств для выпуска мычки на кольцевой прядильной машине позволили определить их наиболее рациональные параметры для пряжи различной линейной плотности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ворошилов В.А.* Теория крутки и крепости пряжи // Сб. науч.-исслед. тр. ИВНИТИ. – 1938, №10...12.

2. *Соколов Г.В.* Вопросы теории кручения волокнистых материалов. – М.: Государственное научно-техническое издательство легкой промышленности СССР, 1957.

3. *Павлов Ю.В.* Влияние размеров треугольника кручения и формы валиков передней вытяжной пары на обрывность в прядении: Дис...канд. техн. наук. – Иваново, 1966.

4. *Столяров А.А.* Устройство для выпуска мычки. Патент на полезную модель №110751 – опубл. 27.11.2011, бюл. №33.

5. *Столяров А.А.* Устройство для выпуска мычки на прядильной машине. Патент на изобретение РФ № № 2471898 – опубл. 10.01.2013г., бюл. №1.

6. *Столяров А.А., Земцова А.А., Казначеева Е.О.* Устройство для выпуска мычки на кольцевой прядильной машине. Патент на полезную модель № 115362 – опубл. 27.04.2012г., бюл. №12.

7. *Столяров А.А., Чистобородов Г.И., Чернов О.Д.* Устройство для выпуска мычки кольцевой прядильной машины. Патент на изобретение РФ №2515870 – опубл. 20.05.2014 г., бюл. №11.

8. *Столяров А.А., Крайнов Е.М.* Влияние устройства для выпуска мычки на структуру и прочность пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №1. С. 41...45.

Рекомендована кафедрой технологии текстильных изделий. Поступила 10.01.14.

УДК 677.023

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И УСТРОЙСТВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВИБРАЦИИ
ТРУБЧАТЫХ ПОЧАТКОВ**

**DEVELOPING METHODS AND DEVICES FOR REDUCING VIBRATIONS
TUBULAR COBS**

А.И. ПАНИН, О.А. РАКОВА, И.В. РЫБАУЛИНА, И.Н. ПАНИН, Н.А. НИКОЛАЕВА
A.I. PANIN, O.A. RAKOVA, I.V. RYBAULINA, I.N. PANIN, N.A. NIKOLAEVA

(Дмитровградский инженерно-технологический институт – филиал
Научно-исследовательского ядерного университета "МИФИ",
Московский государственный университет дизайна и технологии)
(Dimitrovgrad Institute of Industrial Engineering Branch National Research Nuclear University "MEPhI",
Moscow State University of Design and Technology)
E-mail: Panin79@yandex.ru

Вибрационные процессы, возникающие в текстильных машинах, могут распространяться на выходящий продукт, приводя к его разрушению. Разработанная методика расчета критических длин вращающихся элементов переменной массы может быть использована в теоретических расчетах вибрационных процессов вращающихся валов.

Vibrational processes occurring in the textile machines can spread to the coming out of the product, leading to its destruction. The developed methodology of calculation of the critical length of the rotating elements of variable mass can be used in theoretical calculations of vibrational processes of rotating shafts.

Ключевые слова: вибрация, трубчатый початок, виброгаситель.

Keywords: vibration, cob pipe, vibration damper.

Как отмечалось ранее [1], вибрационным процессам могут быть подвергнуты не только отдельные звенья исполнительных механизмов текстильных машин, но и сам продукт, выпускаемый ими.

Так, на уточно-мотальных автоматах АТП-290, "Delerue" (Бельгия) трубчатые початки подвергаются при своем формировании вибрации, а при достижении

определенной критической длины могут даже разрушаться.

В данном случае встает вопрос не только о расчете вибрации трубчатых початков увеличенных габаритов, но и о разработке устройств, которые могли бы снизить вредное воздействие ее на выпускаемые пакетки.

То есть речь уже идет о создании специальных механизмов-виброгасителей или демпферов. Данная задача является до сих пор актуальной еще и потому, что большие работы по созданию демпферных конструкций отличающихся высокой жесткостью, проведенные в ЭНИМС МВТУ имени Н.Э. Баумана [2] и ВНИЛТЕКМАШ, не дают ответа на вопрос о снижении вибрации выпускаемого продукта. В работе [3] рекомендовано во избежание разрушения машин и отдельных ее узлов от вибрации придерживаться следующих соотношений между рабочими и критическими скоростями вращающихся элементов:

- при жестком вале

$$n_{1кр} \geq 1,3n_p, \quad (3)$$

- при гибком вале (как и в случае трубчатого початка)

$$1,4 n_{1кр} < n_p < 0,7 n_{2кр}, \quad (2)$$

где n_p – рабочее число оборотов вала; $n_{1кр}$ – первое критическое число оборотов; $n_{2кр}$ – второе критическое число оборотов.

Однако данные рекомендации ограничивают скоростные режимы работы технологического оборудования, также не дают ответа на вопрос о снижении уровня воздействия вибрации трубчатых початков, увеличивающих массу и длину при их формировании.

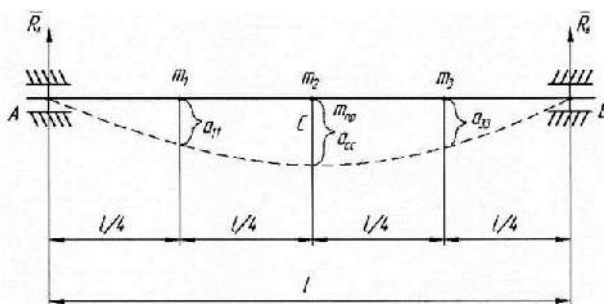


Рис. 1

По нашему мнению, наиболее целесообразно при определении критической длины трубчатого початка (до максимальной длины початка, дальнейшее увеличение которой может привести к его разру-

шению от вибрации) считать его массу рассредоточенной по нескольким точкам длины его цилиндрической части (рис. 1 – схема рассредоточенных масс) и использовать для определения резонансной частоты вращения веретена (початка) уравнение Дюнкерлея [4]:

$$\frac{1}{\omega_0^2} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\omega_i^2}, \quad (3)$$

где ω_0 – общая критическая скорость початка, когда одновременно приложены все массы; $\omega_0, \omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ – критические скорости вращения початка, соответствующие отдельным приложенным массам.

В теоретических расчетах часто бывает удобнее несколько сосредоточенных масс заменить одной сосредоточенной массой, помещенной в заранее выбранную точку и называемую приведенной. В этом случае можно будет определить критическую скорость вращения трубчатого початка.

Распределим массу початка по трем точкам (рис. 1) так, чтобы

$$m_1 = m_2 = m_3 = m/3, \quad (4)$$

где m – масса початка.

Приведенную массу початка поместим в середине его цилиндрической части. В рассмотренном случае целесообразно угловую скорость вращения веретена принять равной критической угловой скорости вращения початка и определять его критическую длину ℓ_k :

$$J = \frac{\pi D^4}{64}, \quad (5)$$

Тогда

$$m = \frac{G}{g} = \frac{\ell_k \gamma \left(\frac{\pi D^2}{4} - b^2 \right)}{g}, \quad (6)$$

где D – диаметр початка; G – вес початка; b – условный диаметр веретена, на кото-

ром формируется початок; γ – удельная плотность намотки початка.

Тогда

$$\omega = 8,232 \sqrt{\frac{ED^4g}{\ell_k^4 \gamma \left(\frac{\pi D^2}{4} - b^2 \right) \cdot 64}}. \quad (7)$$

Откуда

$$\ell_k = \sqrt[4]{\frac{3,325ED^4g}{\omega^2 \gamma \left(\frac{\pi D^2}{4} - b^2 \right)}}. \quad (8)$$

Расчеты показывают, что критическая длина початка получилась несколько меньше по сравнению с той длиной, которая была определена при условии, что вся масса початка сосредоточена в середине его цилиндрической части.

Для снижения амплитуды колебаний трубчатых початков увеличенных габаритов, а следовательно, и предотвращения его разрушения при формировании, на уточно-мотальных автоматах АТП-290 и их аналогах необходимо использовать специальные устройства – виброгасители.

ВЫВОДЫ

1. Разработанная методика расчета критической длины трубчатых початков при их формировании позволяет определить условия, при которых может наступить разрушение початка.

2. Используя методику расчета критической длины трубчатых початков до его разрушения, можно предусмотреть различные конструкции виброгасителей, что позволит значительно экономить дорогостоящее сырье.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Пирогов К.М., Вяткин Б.А.* Основы надежности текстильных машин. – М.: Легпромбытиздат, 1985.
2. *Коритыцкий Я.И. и др.* Приборы для контроля динамической неуравновешенности. – М.: Машгиз, 1964.
3. *Макаров А.И. и др.* Основы проектирования текстильных машин. – М.: Машгиз, 1967.
4. *Буданов К.Д., Маргирисов А.А., Попов Э.А., Туваева А.А.* Основы теории конструкции и расчет текстильных машин. – М.: Машиностроение, 1975.
5. *Беляев Н.М.* Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1976.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 05.06.13.

УДК 677.21.027.26.074

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ОБРАБОТОК
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН***

**THE STRENGTH CHARACTERISTICS INCREASING
OF SYNTHETIC FIBRES BY ULTRASOUND PROCESSING**

С.Ю. ШИБАШОВА, А.В. ШИБАШОВ
S.YU. SHIBASHOVA, A.V. SHIBASHOV

(Ивановский государственный химико-технологический университет)
(Ivanovo State University of Chemical-Technology)
E-mail: rector@isuct.ru

Ультразвуковые технологии в текстильной промышленности – это производство и реализация конечных продуктов с минимальным расходом вещества и энергии на всех этапах производственного цикла и с наименьшим воздействием на человека и природные системы. Использование ультразвуковых технологий позволяет интенсифицировать процессы беличения и крашения, различных пропиток текстильных материалов, отмывание загрязнений, обезжиривания материалов и улучшения некоторых свойств природных и синтетических волокон.

Ultrasonic technologies in the textile industry are manufacturing and realization of end-products with the minimum expense of substance and energy at all stages of a production cycle and with the least influence on the person and natural systems. Use of ultrasonic technologies intensify bleaching processes and dyeing, processes of various impregnations of textile materials, washing up of pollution, degreasing of materials and improves some properties of natural and synthetic fibres.

Ключевые слова: ультразвук, природные и синтетические полимеры, беличение, крашение, интенсификация технологических процессов.

Keywords: ultrasound, natural and synthetic polymers, bleaching, dyeing, technological processes intensification.

* Работа выполнена на базе научно-исследовательского института термодинамики и кинетики химических процессов ИГХТУ.

На основании анализа волокнистого сырья с учетом сырьевой базы первичных волокон и вторичных отходов возможно создание разнообразных смесей на основе синтетических волокон для получения нетканых материалов различного назначения. Для изготовления иглопробивных объемных материалов используют полиэфирные, полиакрилонитрильные, полиамидные и поливинилхлоридные волокна. Нетканые материалы с применением полиэфирных волокон обладают высокой устойчивостью к нагреванию и ультрафиолетовому излучению, полиамидные волокна придают стойкость к многократным деформациям и истиранию, поливинилхлоридные значительно улучшают акустические свойства и обладают самым низким коэффициентом теплопроводности. Их следует вводить в смеси для получения шумопоглощающих прокладочных материалов, не предназначенных для дальнейшей переработки в процентном соотношении 10...30%. Однако сильным недостатком поливинилхлоридных волокон является их подверженность усадке [1].

В настоящей работе проведены исследования в области применения низкочастотного ультразвукового поля для улучшения прочностных характеристик синтетического волокна. Для исследования были взяты поливинилхлоридные волокна с пятикратной вытяжкой, которые используются для получения нетканых материалов. Для оценки влияния ультразвукового воздействия на изменение усадки и прочностных характеристик волокна образцы облучали ультразвуком в воде при температуре 50...60°C на приборе ИЛ-100-6/6 с мощностью ультразвукового излучения 5 кВт, частотой 22 кГц и длительностью воздействия от 0 до 8 минут.

На рис. 1 представлены кривые изменения усадки волокна, обработанных с применением ультразвука в воде в напряженном состоянии в течение 1...8 минут (кривая 1) и без ультразвука (кривая 2); усадка составляет $\Delta L/L$. Результаты показали, что ультразвуковое воздействие в этом случае способствует уменьшению усадки волокна [2].

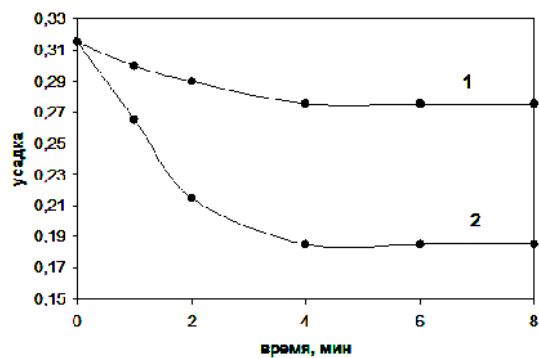


Рис. 1

Рис. 2 иллюстрирует влияние ультразвука на прочностные характеристики волокна, обработанного в течение 6 минут с интервалом 1 минута в воде при 55°C; 1 – с применением ультразвука, 2 – без ультразвука.

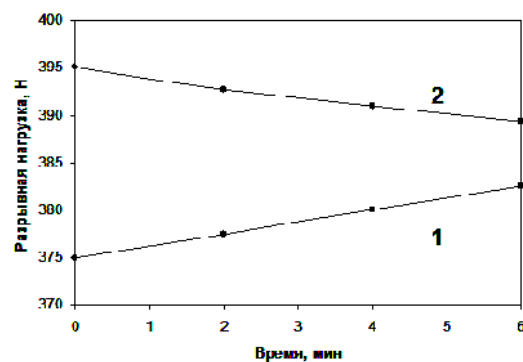


Рис. 2

Для оценки прочности необработанного и обработанного волокна определяли разрывную нагрузку на разрывной машине МТ-110 [3]. Из рисунка видно, что для обработанных ультразвуком образцов с увеличением времени облучения (кривая 1) прочность повышается. Для подтверждения увеличения прочности волокна после обработки в ультразвуковом поле вискозиметрическим методом определен молекулярный вес полимера, который увеличивается от 56 000 до 64 000, что говорит о наличии актов сшивок полимерных цепей.

В работе изучено выявление ультразвукового воздействия на прочность к истиранию нетканого материала с поверхностной плотностью 400 г/м², толщиной 5 мм, применяемого в качестве шумопоглощающего материала для автомобильной про-

мышленности. Образцы нетканого материала обрабатывали в ультразвуковом поле в водной среде на приборе ИЛ-100-6/6 с мощностью ультразвукового излучения 5 кВт, частотой 22 кГц и длительностью воздействия от 0 до 30 минут.

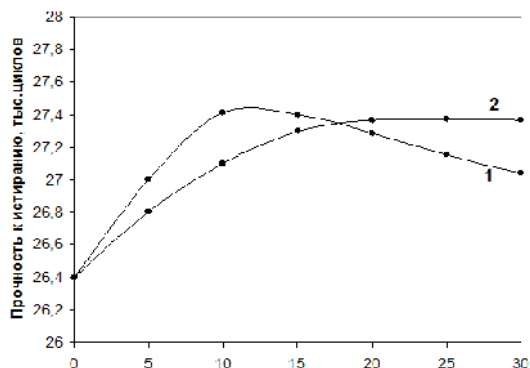


Рис. 3

На рис. 3 представлена зависимость прочности к истиранию нетканого материала от времени обработки без облучения (кривая 1) и при облучении ультразвуком (кривая 2) в воде при температуре 55°C [4]. Из рисунка наглядно видно, что обработка нетканого материала в воде без облучения сначала повышает прочность к истиранию, а затем, с увеличением времени обработки, ведет к ее падению. Обработка ультразвуком способствует повышению его прочности к истиранию с увеличением времени действия до 15...20 минут

с дальнейшей стабилизацией полученных результатов.

ВЫВОДЫ

Обобщая результаты исследований использования ультразвукового воздействия для увеличения прочностных характеристик синтетических волокон и нетканых материалов из них, можно сделать вывод, что ультразвуковые волны обладают рядом преимуществ по сравнению с другими физическими методами. Применение ультразвука позволяет снизить усадку и увеличить прочностные характеристики поливинилхлоридных волокон и материалов из них.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бершев Е.Н., Смирнов Г.П., Заметта Б.В., Назаров Ю.П., Корнеев В.Н. Нетканые текстильные полотна // Справочное пособие. — М., Легпромбытиздат, 1987.
2. ГОСТ 13481–76. Волокно и жгут химические. Метод определения усадки.
3. ГОСТ 16009–2001. Волокно штапельное и жгут химический. Метод определения разрывной нагрузки при разрыве петель.
4. ГОСТ 9913–90. Материалы текстильные. Методы определения стойкости к истиранию.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 19.03.14.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОПИТЫВАЕМОСТИ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТЕКЛЯННЫХ ВОЛОКОН*

RESEARCH OF IMPREGNABILITY OF HIGH-STRENGTH GLASS FIBRES

Н.М. ДЕМИНА, Н.М. МИХАЙЛОВА, А.Н. ТРОФИМОВ
N.M. DEMINA, N.M. MIKHAILOV, A.N. TROFIMOV

(ОАО "НПО Стеклопластик", Московская обл., Солнечногорский р-н, р.п.Андреевка)
(OJS "NPO Fiberglass", Moscow region, Solnechnogorsk, r.p.Andreevka)
E-mail: mikhailova.nataliya13@yandex.ru

Проведены исследования возможности введения в рецептуру замазливателя 4с смачивателей российских производителей с целью увеличения пропитываемости обработанного волокна эпоксиангидридным связующим. Исследовалась пропитка эпоксиангидридным связующим тестируемых смачивателей в составе замазливателя 4с. В ходе эксперимента созданы композиции замазливателей, улучшающие пропитываемость высокопрочного высокомодульного волокна из стекла ВМП эпоксиангидридным связующим.

We researched the possibility of introducing into the lubricant system the wetting agent of the Russian producers to increase the penetration of the treated fiber epoxyanhydride binder. We investigated the penetration of the tested wetting agents, included in the lubricant 4c, by epoxyanhydride binder. In the course of investigations there have been developed the lubricant systems improving power of the high strength, high modulus fiber based on the HSG.

Ключевые слова: стекловолокно, стекло ВМП, нить ВМПС, смачиватель, замазливатель 4с, эпоксиангидридное связующее, пропитка, пропитываемость, микропластик.

Keywords: fiberglass, glass VMP, yarn VMPS, a wetting agent, size 4c, epoxyanhydride binder, impregnation, penetration, microplastic.

Высокомодульные высокопрочные стеклянные волокна из стекла марки ВМП, разработанные в ОАО "НПО Стеклопластик", являются уникальным армирующим наполнителем для создания высоконагруженных композитных конструкций [1]. Преимущества высокомодульных высокопрочных волокон определили их широкое применение не только в аэрокосмическом комплексе, но также в судостроительной и автомобильной промышленности. Армирующие наполнители на основе волокон из

стекла ВМП используются для изготовления композитных баллонов, труб и емкостей. Эти материалы также широко используются при изготовлении динамически прочных стеклопластиков (брони).

Все фирмы, которые производят специальные стеклянные волокна, стремятся к тому, чтобы их продукция была уникальна. Конкуренция на сегодняшний день велика, поэтому производители ведут разработки по улучшению свойств продукции. Свойства армирующих волокнистых

* Работа выполнена при содействии проф., докт. хим. наук Г.П. Шапошникова (Ивановский государственный химико-технологический университет).

наполнителей значительно зависят от применяемых при их производстве замасливающих композиций.

Все непрерывные стеклянные волокна в момент выработки покрываются замасливателями. Их функциональное назначение – обеспечивать смазку и защиту filamentных волокон в момент вытяжки, склеивать элементарные волокна в нить, образовывать эластичную, стойкую к механическим воздействиям при текстильной переработке пленку; в случае пропитки хорошо совмещаться со связующим и обеспечивать необходимые потребительские свойства стеклопластика [2].

Промышленно-используемые замасливатели в подотрасли непрерывного стеклянного волокна содержат пленкообразующие, клеящие и другие текстильно-вспомогательные вещества, аппреты и, в случае необходимости, специальные добавки.

На сегодняшний день в подотрасли производства непрерывного стекловолокна широко используется замасливатель 4с, который обеспечивает наивысшие прочностные свойства эпоксидных стеклопластиков.

Особенно важным параметром в производстве стеклопластиков является смачиваемость волокнистого наполнителя полимерным связующим.

В работе выполнены исследования ряда торговых марок смачивателей российских производителей в качестве добавки в рецептуру замасливателя 4с.

Специально для исследования из высоко модульного высокопрочного стекла марки ВМП была изготовлена стеклонить ВМПС 10-78,5 на воде (10 – микронаж элементарного волокна, 78,5 – текс (вес 1000 м нити в граммах)).

При проведении эксперимента образцы стеклонити пропитывали составом 4с с добавкой смачивателей, сушили при комнатной температуре в течение суток. Затем проводили термическую обработку при 110°C в течение 10 мин. Стеклонити тестируют в соответствии с методикой № 16-19 "Определение пропитываемости волокнистых армирующих материалов по-

лимерными композициями по высоте капиллярного поднятия", разработанной на ОАО "НПО Стеклопластик" в 1997 г.

Для пропитки стекловолокна использовалось эпоксидангидридное связующее (ЭАС).

Критерием оценки процесса пропитки является величина h – высота поднятия пропитываемого состава во времени по нити в результате их смачивания и действия капиллярных сил. Высоту h измеряли через определенные промежутки времени (часы): 0,5;1,0;1,5;2,0;2,5;3,0 и т.д., до полного насыщения системы.

Оксиэтилированные нонилфенолы были исследованы в составе замасливателя 4с в концентрациях 0,01...1,0%.

На основании проведенных исследований установлено:

- Неонол АФ 9-12 в составе замасливателя 4с за 0,5 часа в концентрации 0,01% несколько улучшает пропитываемость связующим;

- Неонол АФ 9-9 ухудшает пропитку ЭАС на протяжении всего эксперимента во всем диапазоне концентрации;

- Неонол АФ 9-6 в составе замасливателя 4с только в концентрациях 1%, 0,3% и 0,1% несколько улучшают пропитываемость нити ВМПС связующим;

- Неонол АФ 9-10, добавленный в замасливатель 4с, улучшает пропитку ЭАС при всех концентрациях на протяжении всего эксперимента и наиболее эффективен в концентрации 1,0%, 0,7%, 0,5%, 0,15%.

С учетом полученных результатов с добавлением Неонола АФ 9-10 (в концентрации 0,5%) были изготовлены микропластики ВМПС 10-78,5x4 – 4с + Неонол АФ 9-10 - ЭАС, которые испытывались на механическую прочность по показателю "разрывная нагрузка".

Выявлено, что замасливающая композиция с добавлением Неонола АФ 9-10 в концентрации 0,5% улучшает прочностные свойства по сравнению со стандартным замасливателем 4с (4с– 23кгс,4с+0,5% Неонол АФ 9-10 - 26 кгс (рис. 2-д)), что находится в соответствии с данными по пропитываемости.

В работе оценивали смачиватели фирмы ОАО "Ивхимпром".

Выявлено, что при пропитке в течение 30 минут наивысшую степень поднятия связующего показали нити ВМПС, обработанные замасливателем 4с с добавлением композиции неионогенных оксиэтилированных продуктов марки Феноксол 9/10 БВ (0,2%). Хорошие результаты показали также нити ВМПС, обработанные замасливателем 4с с добавлением композиции катионактивного и неионогенного ПАВ марки Алкамон ОС-3 (0,5%), композиции неионогенных оксиэтилированных продуктов, не содержащих алкилфенолов марки Синтанол БВ (0,2%), композиции анионактивного и неионогенного ПАВ (Сульфосид 61 (0,2%)), продукт на основе натриевых солей сульфата алкиларилполигликолевого (эфира Эмульгатор ЭП (1%)).

Для выявления оптимальной концентрации смачивателей в системе "волокно ВМП – 4с + смачиватель – ЭАС" проведено изучение влияния смачивателей в различных концентрациях. Содержание смачивателей в концентрации выше 1% мас. значительно повышает стоимость замасливающей композиции.

Отмечено, что повышение концентрации Синтаноло БВ от 0,2% до 1,0% в составе замасливателя 4с ухудшает пропитываемость.

Выявлено, что оптимальной добавкой к замасливателю 4с является Синтанол БВ в концентрации 0,2%.

Установлено, что повышение концентрации Феноксола 9/10 БВ от 0,2 до 1,0% ухудшает пропитываемость волокна ВМПС.

Показано, что повышение концентрации Сульфосида 61 ухудшает пропиточные свойства модифицированного замасливателя 4с. Оптимальной концентрацией для Сульфосида 61 в замасливателе 4с является 0,2%.

Анализ данных выявил, что наиболее эффективными для обработки волокон из высокомодульного высокопрочного стекла ВМП являются смачиватели: Синтанол БВ

(0,2%), Алкамон ОС-3 (0,5%), Феноксол 9/10 БВ (0,2%), Сульфосид 61 (0,2%).

Образцы нитей, обработанные эффективными замасливающими композициями на основе 4с с добавлением смачивателей, одновременно протестированы на пропитываемость эпоксиангидридным связующим, где а – 4с, б – 4с + Феноксол 9/10 БВ (0,2%), в – 4с + Алкамон ОС-3 (0,5%), г – 4с + Синтанол БВ (0,2%), е – 4с + Сульфосид 61 (0,2%)с (рис. 1).

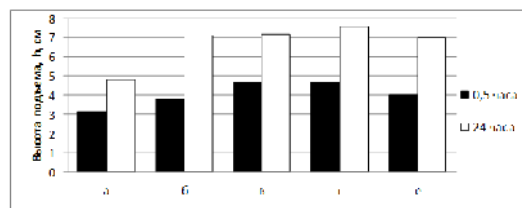


Рис. 1

Смачиватели являются эффективными в указанных концентрациях.

На основе этих нитей из стекла ВМП изготовили микропластики ВМПС 10-78,5 – 4с + модификатор - ЭАС. Изготовленные модельные микропластики существенно отличаются по внешнему виду по показателю прозрачности.

Микропластики испытывали на показатель "разрывная нагрузка" (рис. 2).



Рис. 2

Данные по пропитке хорошо согласуются с полученными прочностными показателями микропластиков.

Установлено, что модификация замасливающей композиции на основе 4с с добавлением смачивателя Сульфосид 61 (0,2%) фирмы ОАО "Ивхимпром" улучшает пропитываемость волокон из стекла ВМП эпоксиангидридным связующим. Микропластики ВМПС 10-78,5х4 – 4с + Сульфосид 61 (0,2%) - ЭАС являются са-

мими прозрачными и имеют прочностные свойства на уровне с микропластиками ВМПС 10-78,5x4 – 4с – ЭАС.

Эффективной по пропитываемости высокопрочных стеклянных волокон ЭАС является замасливающая композиция на основе 4с со смачивателем Алкамон ОС-3 фирмы ОАО "Ивхимпром" в концентрации 0,5%. Микропластики ВМПС 10-78,5x4 – 4с + Алкамон ОС-3 (0,5%) - ЭАС имеют высокие прочностные свойства, но следует учитывать, что микропластики не прозрачны.

Максимальную эффективность пропитываемости нитей ВМПС показала модификация замасливателя 4с со смачивателем Синтанол БВ фирмы ОАО "Ивхимпром" в концентрации 0,2%. Модельные микропластики, изготовленные на основе волокон, обработанных замасливающей композицией 4с с добавлением Синтанола БВ (0,2%), имеют прочностные свойства выше микропластика ВМПС 10-78,5x4 – 4с – ЭАС.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что введение в рецептуру замасливателя 4с тестируемых смачивателей позволяет существенно повысить пропитываемость высокопрочных стеклянных волокон и прочность эпоксидных микропластиков, изготовленных на их основе.

2. Наиболее эффективными модификаторами промышленного замасливателя 4с являются смачиватели Алкамон ОС-3 и Синтанол БВ фирмы ОАО "Ивхимпром".

ЛИТЕРАТУРА

1. Асланова М.С. Стеклянные волокна. – М.: Химия, 1979.
2. Демина Н.М. Химическая поверхностная обработка материалов из непрерывного стекловолокна // Наука и производство стекловолокна и стеклопластиков / Под ред. Трофимова Н.Н. – М., 2006. С. 44...47.

Рекомендована экспертной комиссией ОАО "НПО Стеклопластик". Поступила 21.0314.

УДК 675.026

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ОЛЕНЬЕЙ ШЕРСТИ КАК ТЕКСТИЛЬНОГО СЫРЬЯ

FEATURES OF THE STRUCTURE OF THE DEER WOOL AS TEXTILE RAW MATERIALS

A.V. ЧЕШКОВА, П.Н. РУДОВСКИЙ, М.В. КИСЕЛЕВ, С.В. СМИРНОВА, В.В. ЖАРИКОВ
A.V. CHESHKOVA, P.N. RUDOSKY, M.V. KISELEV, S.V. SMIRNOVA, V.V. ZHARIKOV

(Ивановский государственный химико-технологический университет,
Костромской государственный технологический университет)
(Ivanovo State University of Chemical-Technology,
Kostroma State Technological University)
E-mail: smirnovasv1961@mail.ru

Изучено строение волоса северного оленя с точки зрения пригодности использования его в качестве текстильного сырья. Установлено, что наиболее перспективным направлением использования волоса северного оленя является производство прошивных нетканых материалов.

Possibility of the textile application of the reindeer hair was studied. Tufting non-wovens was found to be the best application field for reindeer wool.

Ключевые слова: северный олень, волос, шерсть, микроструктура волоса.

Keywords: reindeer, hair, wool, hair's microstructure.

Россия – лидер среди других арктических стран по численности поголовья оленей. Сегодня в стране сосредоточено более 60% мирового поголовья северного оленя. В рамках государственной стратегии развития народного хозяйства до 2020 года впервые принята отраслевая программа по развитию северного оленеводства. Общий объем финансирования всех ее мероприятий на два года (до 2015 года) составит около 6 миллиардов рублей. Развитие северного оленеводства имеет принципиальное значение для сохранения социально-экономической стабильности в местах компактного проживания коренных народов Севера. Комплекс мер нацелен на увеличение производства продукции и на сохранение традиционного уклада жизни и занятости народов отдельных территорий Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока. Для достижения поставленных целей планируется увеличить поголовье северных оленей в хозяйствах всех категорий к 2015 году (по сравнению с показателями 2012 года) на 33 тысячи голов – до 1,624 млн. голов.

Мех северного оленя является высокоэкологичным природным материалом, имеет исключительное свойство создавать при носке дополнительный слой так называемой скрытой теплоты испарения, поддерживать термостабильный мягкий микроклимат под одежного пространства. Однако, несмотря на большие преимущества, он очень ломок из-за наличия воздушной полости в его структуре [1], [2].

Сведения о структуре и свойствах оленьей шерсти, имеющиеся в литературе, весьма скудны и не позволяют оценить ее как текстильное сырье. В [1...3] сообщается, что оленья шерсть содержит большое количество мертвого волоса, используется в седельном, матрацном, мебельном производстве и как изоляционный материал. Олений волос, благодаря своему трубчатому строению, обладает очень низкой теплопроводностью, то есть является хорошим теплоизолятором. Вследствие того, что он имеет низ-

кую прочность, не обладает цепкостью, имеет значительную толщину, порядка 300 мкм, случаев использования его в качестве сырья для производства пряжи в литературе не обнаружено. Олений волос используется в качестве набивки в подушки, матрасы и другие подобные изделия.

В рамках совместных работ, проводимых ИГХТУ и КГТУ, нацеленных на оптимизацию и разработку технологий получения волокнистого сырья для формирования текстильных материалов различной структуры, была исследована специфика структуры оленьего волокна, оценена возможность его использования как сырья для получения новых перспективных теплоизоляционных материалов. Микроскопические исследования структуры оленьей шерсти проводились на шкурах предоставленных Государственной Полярной академией (г. Санкт-Петербург). С целью обезволашивания сырья была использована оригинальная технология, разработанная на кафедре ХТВМ ИГХТУ, с использованием комплекса протеолитических и амилолитических ферментов [4]. Объектом исследования выбраны образцы волоса с различных участков шкуры, подвергнутой ферментативной обработке продолжительностью от 1 часа до 3 суток.

Микроскопические исследования проводили на микроскопе марки БИ с приставкой фирмы "Ломо".



Рис. 1

Установлено, что луковица оленьей шерсти имеет специфическое строение (рис. 1 – форма луковицы до (а) и после (б) обработки энзимами в течение 1 суток): она вытянута и не имеет утолщения, характерного для овечьей шерсти. Это позволяет

производить удаление волоса с оленьих шкур путем селективного ферментативного воздействия на межтканевые вещества,

соединяющие волос с кожной тканью и структурой волосяной сумки (рис. 1-б) без повреждения волоса.

Т а б л и ц а 1

Продолжительность обработки	Тонина, мкм ±2,7	Разрывная нагрузка единичного волоса, Н	К/С (метиленовый голубой)	К/С (диазол алый К)	Растворимость в щелочном растворе, %	Потеря массы, %	Степень извитости, %
Исходный образец	260/12,5*	3,90	1,2	0,40	10,9	-	4,2/64,5
1 час	260/12,5	3,90	1,8	0,45	10,9	-	4,4/65,0
3 часа	240/12,0	3,85	3,6	0,63	10,0	-	4,4/65,7
1 сутки	220/11,9	3,33	3,9	0,74	8,1	5,0	4,9/69,1
3-е суток	180/10,8	3,06	4,2	1,30	7,9	9,8	5,0/70,9

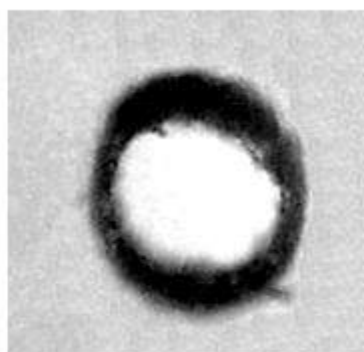
П р и м е ч а н и е. *В числителе показатели для остевых волос бока, в знаменателе – для пуховых волос бока.

Нами установлено, что в течение 1 часа ферментной обработки обеспечивается удаление волоса на 50%, а в течение 3 часов достигается уже 85%-ное обезволашивание шкуры за исключением хребтовой части. Длительность обработки более 12 часов приводит к повреждению природного полимера белковой природы и, как следствие, структуры волоса. Из результатов, представленных в табл. 1 (влияние ферментативной обработки на структуру и свойства оленьего волоса), можно видеть, что в течение 3-х часов обработки при сохранении показателя разрывной нагрузки резко возрастает окрашиваемость волоса

метиленовым голубым, что свидетельствует о разрушении пептидных связей в макромолекуле кератина. Учитывая факт малого прироста окрашиваемости при крашении волоса диазолом, можно считать что при ферментативном обезволаживании в течение первых суток происходит только модификация поверхностных структур волоса. При обработке в течение 3-х суток, видимо, происходит модификация глубоких слоев кутикулярных структур. Это также сказывается на извитости волоса, степень которой с течением времени несколько возрастает.



а)



б)



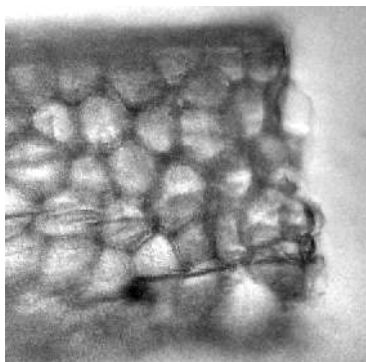
в)

Рис. 2

Известно, что волос оленя имеет трубчатое строение [1]. На рис. 2 приведены полученные нами микрофотографии срезов волоса после ферментативного воздей-

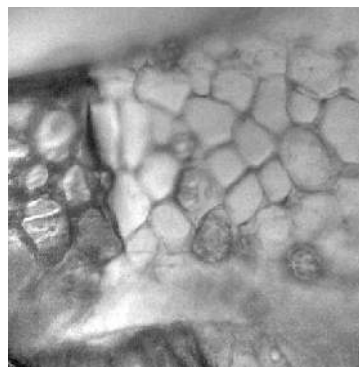
ствия 1 сутки: а) – конец волоса; б) – середина; в) – после деформации. Недалеко от конца волоса (рис. 2-а) его структура сплошная без полости, а внутренняя часть

(рис. 2-б) – пористая с толщиной стенок около 10% от диаметра, что не создает дополнительной прочности ни при растяже-



а)

нии, ни при изгибе (рис. 3 – излом волоса: необработанного (а) и обработанного (б) энзимами в течение 1 суток).



б)

Рис. 3

На рис. 3-а можно видеть, что кутикулярные клетки в отличие от волокон овечьей шерсти располагаются рядом друг с другом, не наслаиваясь, в результате чего волос оленя приобретает свойство несвойлачивания. Частичное отслоение клеток чешуйчатого покрова от стенок волоса, приводящее к снижению его прочност, наблюдается только в процессе ферментативного обезволашивания в течение суток

(рис. 3-б и рис. 4-а). Можно видеть, что при перегибе трубчатого волоса по радиусу, соизмеримому с его толщиной, волокно теряет упругие свойства. В этом месте происходит изменение формы поперечного сечения, она становится эллиптической, как это показано на рис. 2-в.

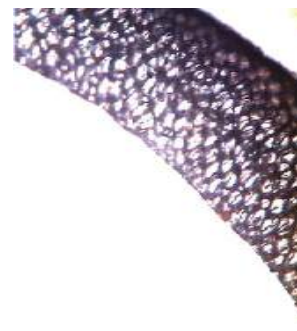
Рис. 4 – ферментативная обработка шкурки оленя: а), б) – сутки; в) – 3-е суток.



а)



б)



в)

Рис. 4

Таким образом, в текстильном производстве волокно после ферментативного обезволашивания может использоваться для получения нетканых полотен, в основном по прошивному способу, в качестве утеплителей для производства одежды. Одним из перспективных направлений является получение армированной трехкомпонентной пряжи с сердечником из синте-

тических филаментных нитей, обладающих высокой прочностью, и "рубашки" из оленьего волоса, обмотанной тонкой пряжей из хлопка.

ВЫВОДЫ

Из-за выявленных особенностей строения и высокой ломкости олений волос как

текстильное сырье может использоваться для получения прошивных нетканых полотен, предназначенных для утеплителей одежды. Перспективным направлением развития технологии переработки оленьей шерсти является также получение армированной многокомпонентной пряжи.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Реусова Т.В.* Формирование товарных свойств мехового полуфабриката из шкур северного оленя: Дис... канд. техн. наук. – М., 2004.

2. *Еремина К.И., Борухсон Б.И.* Текстильные волокна, их получение и свойства. – М.: Легкая индустрия, 1971.

3. *Вирпи Яяске.* Оленья кожа. Руководство по обработке оленьей кожи / Пер. Н. Сало, М. Фалевич. – Инари, Финляндия, Центр образования Саамского региона, 2008.

4. *Батушенко Н.А., Соколова Е.А., Чешкова А.В., Смирнова С.В.* Перспективы использования ферментов в технологиях облагораживания меха // Вестник молодых ученых. – В 3-х вып. Вып. 1. Естественные и технические науки – СПб.: СПГУТД, 2013. С.122...127.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов ИГХТУ. Поступила 04.02.14.

УДК [677.025.071.252.: 677.53]: 677.071.4

ТЕОРИЯ И КРИТЕРИИ УСТОЙЧИВОСТИ НИТИ ПРИ ВЯЗАНИИ

THE THEORY AND CRITERIA OF STABILITY OF THE STRING AT KNITTING

В.П. ЩЕРБАКОВ, Н.В. ЗАВАРУЕВ, Т.И. ПОЛЯКОВА, А.И. ПАНИН, О.А. ГОНЧАРОВА
V.P. SHCHERBAKOV, N.V. ZAVARUEV, T.I. POLJAKOVA, A.I. PANIN, O.A. GONCHAROVA

(Московский государственный университет дизайна и технологии)
(Moscow State University of Design and Technology)
E-mail: office@msta.ac.ru

Рассмотрен вопрос об устойчивости упругой нити, находящейся под действием приложенных к его концам растягивающих сил и скручивающих моментов. Показано, что линеаризированные дифференциальные уравнения достаточны для исследования критических состояний скрученной и растянутой нити. Выявлено, что при увеличении натяжения критический крутящий момент, при котором происходит потеря устойчивости нити, возрастает. Приведены числовые значения критических характеристик устойчивости, которые скорректированы с учетом изменения жесткости нити при кручении по мере изменения крутки.

The question on stability of the elastic string which are taking place under action of stretching(dragging out) forces enclosed by his(its) ends and braiding moments is considered. It is shown, that linearized differential equations are sufficient for research of critical conditions of the braided and stretched(dragged out) string. It is revealed, that at increase of a tension the critical twisting moment at which there is a loss of stability of a string, grows. Numerical values of critical characteristics of stability which are corrected in view of change of rigidity of a string at torsion on a measure change of twine are given.

Ключевые слова: нить, устойчивость, кручение, жесткость, натяжение, крутящий момент.

Keywords: a string, stability, torsion, rigidity, a tension, twisting moment.

Переработка на трикотажных машинах крученых продуктов, к которым относятся нити и пряжа, зачастую сопровождается

образованием сукрутин. Это явление свойственно именно процессу вязания, параметры которого, и в первую очередь натя-

жение нити, способствуют потере устойчивости нити. Известно, что если нить закручивать, то она очень быстро примет криволинейную форму петли, которая является начальной стадией образования су-крутин. Ясно, что, натягивая крученую нить, мы увеличиваем крутящий момент, при котором происходит потеря устойчивости. Но вязание происходит при очень малом натяжении провязываемой нити, в пределах от 2 до 10 сН, что обеспечивает надежное прокладывание нити на иглу в соответствии с переплетением и петлеобразованием без обрыва нити. Кроме того, при движении нити к петлеобразующей системе она получает дополнительное кручение при сматывании с бобины и взаимодействии с фрикционными поверхностями нитепроводящих элементов и механизмов натяжения.

Вопрос об устойчивости прямолинейного упругого стержня, находящегося под действием приложенных к его концам сжимающих сил и скручивающих моментов, был рассмотрен Гринхиллом еще в 1883 г. Предполагая концы стержня опертыми, Гринхилл нашел, что критическая длина стержня ℓ , за которой прямолинейная форма теряет устойчивость, определяется равенством

$$\frac{M^2}{4N^2} + \frac{P}{N} = \frac{\pi^2}{\ell^2}, \quad (1)$$

где P – сжимающая сила; M – крутящий момент; N – жесткость стержня при изгибе. В зарубежной и отечественной литературе до сих пор для оценки устойчивости упругой нити используется условие, полученное этим известным автором. Е.Л. Николаи [1] получил уточненное решение задачи об устойчивости прямолинейной формы равновесия сжатого и скрученного стержня. Хотя в этой работе рассмотрен сжатый стержень, исходные дифференциальные уравнения в форме уравнений Кирхгофа и полученное решение распространено и на растянутый стержень. Вопрос об устойчивости сжатого и скрученного прямолинейного стержня в случае заделанных обоих концов был рассмотрен

С.П. Тимошенко [2], который пришел к результату, аналогичному равенству (1).

В то же время в книге [3] со ссылками на других авторов видим несколько неожиданный вывод: имеющиеся экспериментальные данные не подтверждают практической пригодности равенства (1) для количественного определения критических величин крутящего момента, продольной силы и длины. И если научные исследования и учебные руководства Е.Л. Николаи, С.П. Тимошенко являются классическими по строгости и предельной ясности изложения, то несоответствие для приложений следует искать прежде всего в неверном применении теории равновесия и устойчивости упругих тонких стержней.

В предлагаемой работе дано другое, отличное от цитируемых работ, решение задачи определения критического крутящего момента шарнирно закрепленной нити в зависимости от растягивающей силы.

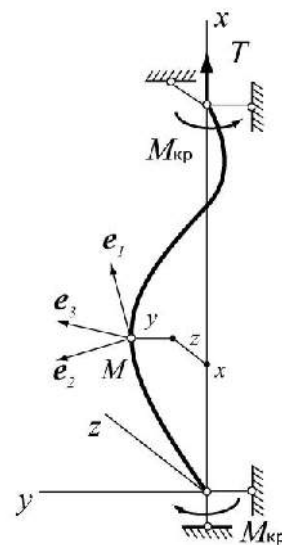


Рис. 1

Составим дифференциальное уравнение изогнутой оси в предположении, что перемещения малы [4]. В сечении x (рис. 1) изгибающие моменты от силы T и крутящего момента M равны: 1) – в плоскости xu : Pu и Mz' ; 2) – в плоскости xz : Pz и $-Mu'$. Знак перед моментом здесь взят в соответствии с обычным правилом знаков, применяемым в сопротивлении материалов: "плюс" берется, если момент направ-

лен в сторону увеличения положительной кривизны в соответствующей плоскости; "минус" – момент уменьшает положительную кривизну.

Почти любой расчет крученого продукта предполагает знание его жесткостных характеристик. Клебшем были предложены уравнения, основанные на пропорциональности компонентов кривизны и кручения при деформировании компонентам главного момента внутренних усилий:

$$\begin{aligned} M_1 &= A_1(\kappa_1 - \kappa_{10}), \\ M_2 &= A_2(\kappa_2 - \kappa_{20}), \\ M_3 &= A_3(\kappa_3 - \kappa_{30}), \end{aligned}$$

где κ_i – кручение и кривизна в естественном (недеформированном) состоянии, κ_1 – кручение осевой линии нити, возникающее при скручивании элемента нити крутящим моментом M_1 ; κ_2 и κ_3 – проекции кривизны пространственной осевой линии при изгибе нити в двух взаимно перпендикулярных плоскостях под действием моментов M_2 и M_3 ; A_1 – жесткость при кручении; A_2 и A_3 – жесткости при изгибе. Величины A_j определяются соотношениями:

$$A_1 = B = GJ_p, \quad A_2 = A_3 = H = EJ,$$

где E – модуль упругости; G – модуль сдвига; $I_p = \frac{\pi d^4}{32}$ – полярный момент инерции площади сечения; $I = \frac{\pi d^4}{64}$ – осевой момент инерции (поперечное сечение нити принято в форме круга диаметра $d=2r$).

$$\begin{aligned} C_1 + C_3 &= 0, \\ C_2 + C_4 &= 0, \\ C_1 \cos k_1 \ell + C_2 \sin k_1 \ell + C_3 \cos k_2 \ell + C_4 \sin k_2 \ell &= 0, \\ C_1 \sin k_1 \ell - C_2 \cos k_1 \ell + C_3 \sin k_2 \ell - C_4 \cos k_2 \ell &= 0. \end{aligned} \tag{6}$$

Система уравнений (6) может иметь отличные от нуля решения, если определитель ее будет равен нулю:

Теперь уравнения упругой линии запишем в виде:

$$\begin{aligned} Hy'' &= Ty + M_1 z', \\ Hz'' &= Tz - M_1 y' \end{aligned} \tag{2}$$

Решение этой системы представим в виде:

$$\begin{aligned} y &= C_1 \cos k_1 x + C_2 \sin k_1 x + C_3 \cos k_2 x + C_4 \sin k_2 x, \\ z &= C_1 \sin k_1 x - C_2 \cos k_1 x + C_3 \sin k_2 x - C_4 \cos k_2 x, \end{aligned} \tag{3}$$

где k_1 и k_2 – корни квадратного уравнения;

$$\begin{aligned} k^2 + \frac{M}{H}k + \frac{T}{H} &= 0; \\ k_1 &= -\frac{M}{2H} + \sqrt{\frac{M^2}{4H^2} - \frac{T}{H}}; \\ k_2 &= -\frac{M}{2H} - \sqrt{\frac{M^2}{4H^2} - \frac{T}{H}}. \end{aligned} \tag{4}$$

Написанные дифференциальные уравнения (2) и общее решение (3) действительны для любой криволинейной формы скрученной и растянутой упругой нити. Частное решение определяется граничными условиями, которые и обуславливают величину критических значений. В нашем случае шарнирно закрепленных концов имеем граничные условия: при $x=0$ $y=z=0$, при $x=\ell$ $y=z=0$.

С их учетом из системы (3) получаем четыре уравнения:

С их учетом из системы (3) получаем четыре уравнения:

$$\det = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ \cos k_1 \ell & \sin k_1 \ell & \cos k_2 \ell & \sin k_2 \ell \\ \sin k_1 \ell & -\cos k_1 \ell & \sin k_2 \ell & -\cos k_2 \ell \end{vmatrix} = 0.$$

Раскрывая определитель, получаем:

$$\cos(k_2 - k_1)\ell = 1,$$

или

$$(k_2 - k_1)\ell = 2\pi,$$

что полностью совпадает с решением точных дифференциальных уравнений нелинейной теории [1]. Линеаризованные дифференциальные уравнения достаточны для исследования критических состояний скрученной и растянутой нити. Конечно, после достижения нагрузкой критического значения зависимость между нагрузкой и вызываемым ею прогибом не может быть получена из приближенного уравнения изогнутой оси. Но нас интересуют прежде всего условия потери устойчивости нити, и обычные линейные уравнения сопротивления материалов, как следует из изложенного, пригодны для изучения поведения нити при кручении. Согласно формулам (5):

$$k_2 - k_1 = 2\sqrt{\frac{M^2}{4H^2} - \frac{T}{H}},$$

и, следовательно,

$$\sqrt{\frac{M^2}{4H^2} - \frac{T}{H}} = \frac{\pi}{\ell}. \quad (7)$$

Полученное соотношение (7) соответствует равенству (1) при отрицательном значении P (то есть растяжения нити). Критическая сжимающая сила, соответствующая так называемому основному эйлеровскому случаю, равна:

$$P_3 = \frac{\pi^2 H}{\ell^2}. \quad (8)$$

Тогда для критического крутящего момента получаем выражение:

$$M_{кр} = 2\sqrt{H} \sqrt{P_3 + T}. \quad (9)$$

Таким образом, при увеличении натяжения T критический крутящий момент, при котором происходит потеря устойчивости нити, возрастает. Обозначим через φ угол, на который одно концевое сечение нити закручено по отношению к другому. Имеем [5]:

$$\varphi = \kappa_1 \ell = \frac{M}{B} \ell.$$

Из формулы (7) получаем:

$$M_{кр} = 2\sqrt{TH + \frac{\pi^2 H^2}{\ell^2}}. \quad (10)$$

Подставляя в формулу для φ , находим:

$$\varphi_{кр} = \frac{2\sqrt{TH + \frac{\pi^2 H^2}{\ell^2}}}{B} \ell. \quad (11)$$

При натяжении $T = 0$, когда нить подвергается чистому кручению, имеем:

$$\varphi_{кр} = 2\pi \frac{H}{B}. \quad (12)$$

Для числовой оценки сил и моментов нужны данные жесткостных характеристик H и B . Теория и методика определения величин жесткости при изгибе и жесткости нити при кручении разработана нами и изложена в предыдущих статьях. Определение жесткости нити при кручении проведено методом крутильного динамометра. Идея метода основана на срав-

нении крутящего момента эталонного элемента с равновесным моментом исследуемой нити. Жесткость при кручении чистошерстяной пряжи линейной плотности 31 текс с круткой $K = 560$ кручений на метр равна $B_y = 0,042 \text{ сН}\cdot\text{мм}^2$. При экспериментальном определении жесткости при изгибе H использован метод нелинейного изгиба нитей двумя сосредоточенными силами: консольная нить несет на свободном конце сосредоточенную нагрузку. Жесткость при изгибе той же чистошерстяной пряжи равна $H = 0,748 \text{ сН}\cdot\text{мм}^2$, отношение жесткостей $e=H/B=17,81$. Тогда критический угол, на который одно концевое сечение закручено по отношению к другому и начинается потеря устойчивости и образование сукрутин, равен $\varphi_{кр} = 111,9$ рад. Это соответствует числу оборотов $N_{кр} = \varphi_{кр} / (2\pi) = 17,8$. Конечно, $N_{кр} = 17,8$ представляет собой не критическую крутку в обычном технологическом понимании, а число оборотов пряжи с круткой 560 кручений на метр, которое ей надо дополнительно придать для начала образования сукрутин.

Обратимся теперь к устойчивости упругой нити, предполагая оба конца нити заделанными [1]. Е.Л. Николаи для критической длины $\ell_{кр}$ получил выражение:

$$\ell_{кр} = \frac{4H\theta_{кр}}{M + \sqrt{M^2 + 4HT}} = 2\theta_{кр} \sqrt{c} \sqrt{\frac{H}{T}}, \quad (13)$$

$$\text{где } \frac{1}{c} = \frac{(M + \sqrt{M^2 + 4HT})^2}{4HT}; \quad (14)$$

$\theta_{кр}$ – наименьший положительный корень уравнения $\text{ctg } c\theta - \frac{1}{c\theta} + \text{ctg } \theta - \frac{1}{\theta} = 0$.

Из формулы (14) видно, что $c = 0$ при $T = 0$ (чистое кручение). В этом случае $\theta_{кр} = 4,4934$. Критическое значение угла $\varphi_{кр}$, на который одно концевое сечение нити закручено по отношению к другому, равно:

$$\varphi_{кр} = 2 \frac{H}{B} \theta_{кр} = 2 \frac{H}{B} 4,4934. \quad (15)$$

Сравнивая формулы (12) и (15), легко заметить разницу решений в различных условиях закрепления нити. Это различие тем существеннее, чем больше растягивающая нагрузка (натяжение T). Кроме того, из формулы (14) следует: $c=-1$ при $M^2 + 4HT = 0$, и $\theta_{кр} = \infty$. При определенном значении растягивающей силы нить вообще не может потерять устойчивость, если при увеличении крутящего момента одновременно происходит и соответствующее увеличение натяжения.

Полученные здесь результаты легко подтвердить экспериментально, если опыт проводится в полном соответствии с условиями, в которых разработана теория.

В решении рассмотренной задачи скрыта одна тонкость, которая не отмечена ни в одной из работ в этой области, в том числе и нами в [1]. Особенностью текстильных нитей является увеличение их жесткостных характеристик, особенно жесткости при кручении, по мере увеличения крутки. Еще Г.Л. Слонимский и Л.Е. Осипова [5] показали, что жесткость B_{\min} нескрученной нити, имеющей в сечении m не взаимодействующих между собой элементарных нитей с жесткостью каждой B_0 , равна:

$$B_{\min} = mB_0. \quad (16)$$

Для монолитно связанных элементарных нитей она составляет:

$$B_{\max} = m^2B_0. \quad (17)$$

Критическое значение числа оборотов $N_{кр}$, при котором происходит потеря прямолинейной формы нити и начало образования сукрутин при кручении, определяется формулами (11) и (12). Ясно, что увеличение жесткости нитей B приводит к снижению $N_{кр}$. Оно и понятно. К примеру, получим и вычислим критерий потери устойчивости металлической монопити большой жесткостью при кручении. Для

нити круглого сечения $H = \frac{\pi d^4}{64} E$,
 $B = \frac{\pi d^4}{32} G$, где E – модуль упругости, G –
 модуль сдвига. С учетом $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$
 (здесь ν – коэффициент Пуассона) оконча-
 тельно получим:

$$\varphi_{кр} = 2\pi(1 + \nu). \quad (18)$$

В книге [6] приведены данные для постоянных упругости, полученные Кестером и опубликованные им в серии статей, представляющих собой к настоящему времени один из основных источников по изучению модулей упругости, определенных из вибрационных испытаний. Так, для молибдена коэффициент Пуассона $\nu=0,31$, для вольфрама $\nu=0,30$. Тогда согласно формуле (18) прямолинейная форма нити устойчива при $\varphi < 8,23$ рад для молибденовой проволоки и $\varphi < 8,17$ рад для вольфрамовой. Напомним, что для шерстяной пряжи $\varphi_{кр} = 111,9$ рад.

С учетом изменения жесткости B по мере изменении крутки все критические характеристики устойчивости нити должны быть скорректированы. Для аппроксимации кривой принята экспоненциальная функция:

$$B(K) = b_0 e^{bK}. \quad (19)$$

Общепринятым при решении задач выравнивания или сглаживания является метод наименьших квадратов:
 $\sum_{i=1}^n (B_{i_0} - b_0 e^{bK_i})^2 \rightarrow \min$. Решением оптимизационной задачи являются $b_0=0,018$ и $b=0,528$. Если аппроксимировать экспериментальные данные методом линеаризации, как обычно и делается, когда нелинейная функция линеаризуется, а далее осуществляется подбор параметров линейной функции, то разница значений параметров показательной функции, вычисленных двумя способами, существенна. Значения, полученные методом оптимизации, заслуживают большего доверия, так как в случае линеаризации выбранные оценки не удовлетворяют требованию эффективности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Николаи Е.Л.* Труды по механике. – М.: Изд-во технико-теоретической литературы, 1955.
2. *Тимошенко С.П.* Устойчивость упругих систем, – М.: Гостехиздат, 1946. С.74.
3. *Зарецкас С.-Г.С.* Механические свойства нитей при кручении. – М.: Легкая индустрия, 1979.
4. *Феодосьев В.И.* Избранные задачи и вопросы по сопротивлению материалов. – М.: Наука, 1996.
5. *Щербаков В.П., Скуланова Н.С.* Основы теории деформирования и прочности текстильных материалов. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2008.
6. *Белл Ф.Дж.* Экспериментальные основы механики деформируемых твердых тел. – Часть 1. – М.: Наука, 1984.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 14.06.13.

КВАЗИМНОГОСЛОЙНЫЙ ТРИКОТАЖ С ЯЧЕЙКАМИ ДЛЯ ПРОКЛАДЫВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО И ГОРИЗОНТАЛЬНОГО УТКА

THE QUASI-MULTILAYER KNITWEAR WITH CELLS FOR THREADING VERTICAL AND HORIZONTAL WEFT

Т.С. ШИЛЯЕВА, Б.Б. СТРОГАНОВ
T.S. SHILYAEVA, B.B. STROGANOV

(Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г.Разумовского)
(Moscow State University of Technologies and Management K.G. Razumovsky)
E-mail: tshilyaeva@list.ru, bbstrog@mail.ru

В статье описывается новая структура и способ изготовления квазимногослойного трикотажа с горизонтальными и вертикальными ячейками для прокладывания горизонтального и вертикального утка.

It was described in the article creating of the new structure of knitting Quasi-Multilayer Knitwear with horizontal and vertical cells. They are required for horizontal and vertical weft insertion.

Ключевые слова: квазимногослойный трикотаж, игольница плосковязальной машины, горизонтальный уток, петля, вертикальный уток.

Keywords: Quasi-Multilayer Knitwear, needle bed, horizontal weft, loop, vertical weft.

При создании технического трикотажа повышенной толщины с максимальным заполнением структуры текстильным материалом наиболее перспективным является использование утка в структуре трикотажа [1]. Для создания материала, имеющего одинаковую повышенную прочность в двух направлениях, целесообразно использовать вертикальный и горизонтальный уток.

Для решения поставленной задачи предложена новая структура квазимногослойного трикотажа с вертикальными и горизонтальными ячейками для прокладывания вертикального и горизонтального утка (рис. 1).

Предлагаемый трикотаж (рис. 1-а) состоит из внешних слоев 1 и 2, выполненных рядами неполной глади, которые связаны между собой соединительными элементами, выполненными лицевыми 3 и изнаночными 4 рядами неполной производной глади.

Производная гладь выбрана с целью облегчения выполнения операции заключения, так как протяжки производной

глади одного ряда удерживают от подъема петли второго ряда. Между соединительными элементами 3 и 4 и прерывистым внутренним слоем 5 образуются ячейки для прокладывания горизонтальных уточных нитей.

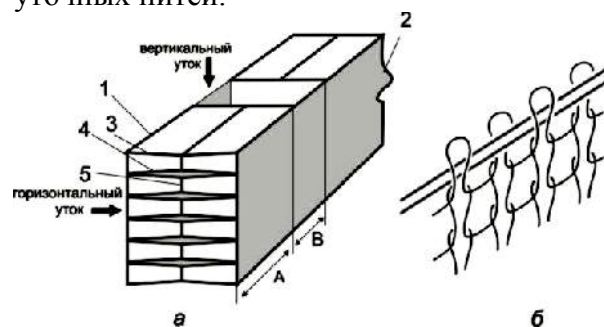


Рис. 1

Отверстия В, для размещения вертикального утка (рис. 1-б), получают за счет прокладывания нитей внутренних слоев между остовами соседних петель внешнего слоя.

На рис. 2 представлена схема прокладывания нитей при вязании квазимногослойного трикотажа с вертикальным и горизонтальным утком.

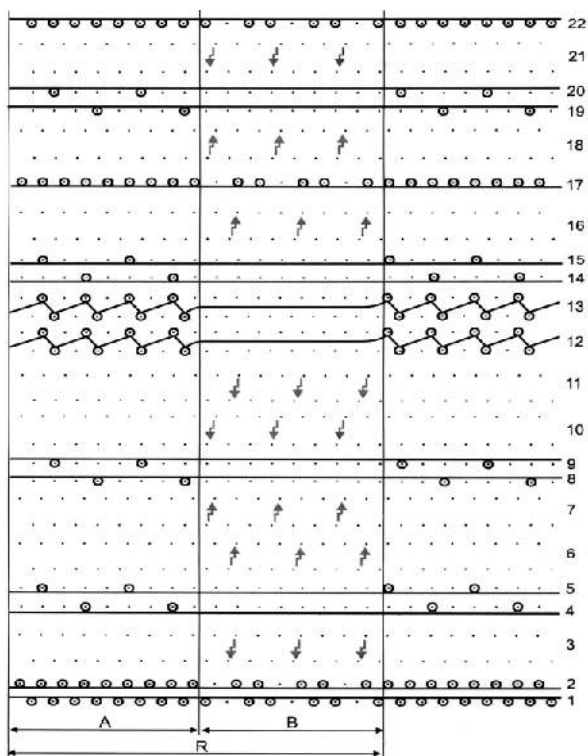


Рис. 2

Для получения данного трикотажа вяжут ряды неполной глади внешних слоев 1 и 2 (рис. 2,1 и 2,2). Затем часть петель внешнего слоя 2, на участке В, переносят с задней игельницы на свободные иглы передней игельницы (рис. 2,3). Провязывают ряды неполной производной глади, образующие соединительные элементы на задней игельнице (рис. 2,4 и 2,5). Петли внешнего заднего слоя переносят обратно, на иглы задней игельницы (рис. 2,6 и 2,7). Аналогичным способом переносят петли переднего внешнего слоя с передней игельницы на свободные иглы задней игельницы (рис. 2,7). Провязывают ряды неполной глади на передней игельнице (рис. 2,8 и 2,9). Петли с задней игельницы, на участке В, переносят на свободные иглы передней игельницы (рис. 2,10 и 2,11). Провязывают ряды промежуточного слоя неполным ластиком (рис. 2,12 и 2,13). Вяжут изнаночные ряды производной глади на иглах задней игельницы (рис. 2,14 и 2,15). Петли внешнего слоя переносят на иглы задней игельницы (рис. 2,16). Для образования внешнего слоя 2 провязывают необходимое количество рядов неполной глади на иглах задней игельницы

(рис. 2,17). Петли переднего внешнего слоя на участке В, согласно раппорту, переносят на свободные иглы задней игельницы (рис. 2,18). Для образования внутреннего горизонтального слоя провязывают необходимое количество рядов неполной глади на иглах задней игельницы (рис. 2,19 и 2,20). Переносят петли внешнего слоя на переднюю игельницу (рис. 2,21). Завершают вязание раппорта, провязав определенное количество рядов неполной глади на передней игельнице (рис. 2,22). Эта структура квазимногослойного трикотажа имеет раппорт по высоте (R_h), равный 14 различным рядам.

Меняя количество петельных рядов в соединительных элементах 3 и 4, можно варьировать ширину ячеек для прокладывания горизонтального утка. Меняя количество работающих игл на участке А, изменяют расстояние между вертикальными отверстиями. Меняя количество работающих игл на участке В, изменяют длину отверстия вертикального утка.

Прокладывание утка осуществляют вручную, после снятия трикотажного полотна с машины, или может осуществляться непосредственно на машине, если она снабжена специальным механизмом для прокладывания вертикального утка (например, плоскофанговая машина фирмы Shima Seiki).

ВЫВОДЫ

Разработанная новая структура квазимногослойного трикотажа с горизонтальными и вертикальными ячейками позволяет за счет прокладывания горизонтального и вертикального утка значительно увеличить заполнение структуры текстильным материалом и повысить прочность трикотажа при двухосном растяжении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Строганов Б.Б. Основы теории и практики вязания многослойного и квазимногослойного трикотажа. – М.: РосЗИТЛП, 2003.

Рекомендована кафедрой технологии ткани и трикотажа. Поступила 21.03.14.

УДК 687.016.5: 687.12

**РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОГО
АДАПТИРОВАННОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ ЖЕНСКОЙ ОДЕЖДЫ
ПО РАЗМЕРНЫМ И РОСТОВЫМ РЯДАМ**

**PATTERN DESIGN TECHNOLOGY FOR WHOLE RANGE
OF WOMEN'S WEAR SIZES**

О.В. СУРИКОВА, Г.И. СУРИКОВА, В.Е. КУЗЬМИЧЕВ
O.V. SURIKOVA, G.I. SURIKOVA, V.E. KUZMICHEV

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)
(Ivanovo State Politechnical University. Textile Institute)
E-mail: kshi@ivgpu.com

Установлены зависимости для выбора параметров чертежей конструкций плечевой одежды в зависимости от размерного варианта женской фигуры. Проектирование чертежей с дифференцированными конструктивными прибавками позволяет обеспечить качество одежды для всей шкалы типовых фигур.

Relations between the eases designed in patterns block parameters and women body sizes were established for women's clothes. New pattern design technology provides high quality of clothes for whole range of women's wear.

Ключевые слова: автоматическое конструирование, конструктивные прибавки, шкала типовых женских фигур, качество одежды.

Keywords: CAD, eases, body sizes, typical women bodies, clothes fit.

Массовое швейное производство экономически целесообразно только в случае выпуска моделей такими по объему партиями, внутри которых одежда будет востребована потребителями максимального количества размеров и ростов. Детально конструкцию одежды разрабатывают для базового размера и роста, а чертежи деталей для других размерных и ростовых вариантов получают методом градации. Процедура градации требует от проектировщика высокого профессионализма и сопряжена с

большими временными затратами: трудоемкость градации почти в три раза превосходит время на разработку конструкции [1], а на проверку и исправление ошибок затрачивается около 23% оперативного времени [2].

С появлением САПР параметрического конструирования одежды возникла реальная возможность для исключения этапа градации лекал. В таких САПР любой элемент чертежа конструкции одежды рассчитывают исходя из размерных призна-

ков фигуры, конструктивных прибавок и пропорциональных соотношений, принятых для его построения. Для построения конструкций во всем диапазоне проектировщик выбирает требуемые размерные и ростовые варианты модели, а система автоматически многократно повторит процедуру расчетов и построений. Наиболее значительный диапазон размерных и ростовых вариантов характерен для специальной и производственной одежды.

Однако такое автоматическое перестроение конструкции на размерные и ростовые варианты фигур может привести к заметному нарушению единообразия внешнего вида и антропометрического соответствия модели в разных размерах и ростах. Модель, отработанная и тщательно выверенная в базовом размере и росте, может существенно измениться в других размерных и ростовых вариантах. Исследованиями [3] показано, что при автоматическом построении чертежей базовых конструкций женской плечевой одежды для всей шкалы типовых фигур по любой из современных систем кроя качественные конструкции будут получены только для 1/3 размеров и ростов. Остальные 2/3 конструкций будут иметь нарушения по одному или нескольким единичным показателям качества.

Причиной нарушения качества конструкций является несовершенство методологической базы конструирования, сформированной для одежды небольших (средних) размеров и ростов. Эта база содержит рекомендации по рациональным величинам конструктивных прибавок, их распределению по участкам конструкции, закономерным соотношениям между конструктивными элементами в соответствии с условиями гармонизации системы "фигура-одежда" [4], [5]. Информационная база, созданная для средних размеров, механически переносится на всю шкалу фигур. Многие исследователи указывают на необходимость дифференцированного выбора конструктивных прибавок в одежде на фигуры различных размеров и ростов [6...9], однако методологическая база до сих пор не разработана.

Целью настоящей работы является разработка новой информационной базы для автоматического конструирования одежды, включающей дифференцированные величины конструктивных прибавок для линейки шкалы типовых фигур.

На первом этапе для формирования новой информационной базы нами проведены исследования 50 промышленных конструкций женской плечевой одежды различных видов (пальто, жакетов, курток, халатов, блузок) на восьми швейных предприятиях Центральной России. Все чертежи конструкций исследовали в диапазоне размеров от 84 до 136. В каждой чертеже конструкции определяли конструктивные прибавки к полуобхватам груди третьему (P_{Cr3}), второму (P_{Cr2}), талии (P_{Cr1}), бедер (P_{Cb}); к ширинам: спины ($P_{Шс}$), груди большой ($P_{Шгб}$), проймы ($P_{Шпр}$), горловины спинки ($P_{Шгор}$), плечевого ската ($P_{Шп}$); к обхватам: плеча (P_{Op}), запястья ($P_{Oзап}$); к высоте горловины спинки ($P_{вгор}$) и на свободу проймы по глубине ($P_{спр}$); посадку по окату рукава (ПОР) и среднюю норму посадки оката рукава на 1 см длины проймы ($Hсп$).

Установлено, что в промышленных конструкциях, прошедших этапы градации, уточнения и тщательной проработки перед запуском в производство, перечисленные конструктивные параметры имеют разную динамику изменений в шкале размеров. Неизменными для всех размеров остаются P_{Cr3} , P_{Cr2} , P_{Cb} и $Hсп$. По мере возрастания размерного варианта прибавки $P_{Шгб}$ и P_{Op} системно уменьшаются, а остальные конструктивные прибавки – увеличиваются. Исследования подтвердили необходимость разработки дифференцированной информационной базы для проектирования конструктивных прибавок по размерным и ростовым рядам фигур.

На втором этапе проведены исследования по обоснованию дифференцированной информационной базы. Были разработаны, а затем исследованы параметры чертежей конструкций женских жакетов, имевших классический втачной рукав и разные объемные формы, в следующем диапазоне: размеры – 84-132, роста – 158-176. Все

чертежи были проверены на соответствие комплексному показателю качества, включающему следующие единичные показатели, с помощью которых оценивали соразмерность, сбалансированность конструкции фигуре потребителя, технический уровень конструкций. Проверка показала полное соответствие чертежей конструкции требованиям качества.

Полученные массивы сочетаний конструктивных прибавок, характеризующие различные варианты конструкций в диапазоне шкалы размеров фигур, были обработаны методами корреляционного и регрессионного анализа с использованием программного аппарата Excel 2007 и SPSS для получения зависимостей между конструктивными прибавками. Установлено, что значения некоторых прибавок, в частности, прибавки на свободу проймы по глубине $\Pi_{спр}$, зависят от размерного варианта фигуры и от силуэтной формы жакета, характеризуемой прибавками $\Pi_{оп}$ и $\Pi_{сг2}$. Уравнение для расчета $\Pi_{спр}$ имеет вид:

$$\Pi_{спр} = 0,895\Pi_{оп} - 0,582\Pi_{сг2} + 0,884$$

коэффициент корреляции $R = 0,9793$; (1)
критерий Фишера $F = 386,610$.

$$\Pi_i = \Pi_6 + \Delta\Pi(\text{разм}) \frac{C_{г3i} - C_{г36}}{4} + \Delta\Pi(\text{рост}) \frac{P_i - P_6}{6}, \quad (2)$$

где Π_i – величина конструктивной прибавки для фигуры конкретного размера и роста; Π_6 – величина конструктивной прибавки для фигуры базового размера и роста; $\Delta\Pi(\text{разм})$ – межразмерное изменение конструктивной прибавки; $\Delta\Pi(\text{рост})$ – межростовое изменение конструктивной

прибавки $\Pi_{спр}$ от размерного варианта и прибавки $\Pi_{оп}$ (при постоянном значении $\Pi_{сг2} = 4$ см).

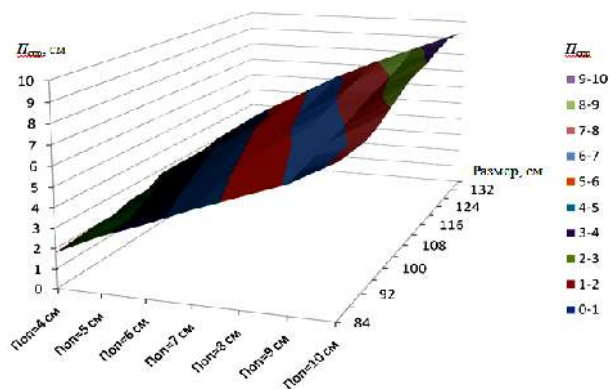


Рис. 1

В ходе исследования подтверждено, что для получения стабильной объемно-силуэтной формы одежды для фигур разных размеров величины конструктивных прибавок необходимо изменять вдоль шкалы размеров. Значения прибавок мы определяли по величине прибавки в базовом размеро-росте и величинам ее межразмерных и межростовых изменений. В общем виде характер изменения прибавок можно описать уравнением:

прибавки; $C_{г3i}$ – полуобхват груди третий для конкретного размера фигуры; $C_{г36}$ – полуобхват груди третий для базового размера фигуры; P_i – рост фигуры для конкретного роста фигуры; P_6 – рост базовой фигуры.

Т а б л и ц а 1

Конструктивная прибавка, см	Формула для расчета дифференцированной величины прибавки
$\Pi_{шпр}$	$\Pi_{шпр i} = \Pi_{шпр 6} + 0,15 (C_{г3 i} - 48)/2 - 0,1 (P_i - 164)/6$
$\Pi_{спр}$	$\Pi_{спр i} = \Pi_{спр 6} + K1 (C_{г3 i} - 48)/2 + K2 (P_i - 164)/6$ $K1 = 0,3 - 0,5; \quad K2 = 0,2 - 0,3$
$\Pi_{шгор}$	$\Pi_{шгор i} = \Pi_{шгор 6} + 0,08 (C_{г3 i} - 48)/2$
$\Pi_{вгор}$	$\Pi_{вгор i} = \Pi_{вгор 6} + 0,06 (C_{г3 i} - 48)/2$
$\Pi_{шпн}$	$\Pi_{шпн i} = \Pi_{шпн 6} + 0,15 (C_{г3 i} - 48)/2 + 0,2 (P_i - 164)/6$
$\Pi_{оп}$	$\Pi_{оп i} = \Pi_{оп 6} - 0,1 (C_{г3 i} - 48)/2$
$\Pi_{озап}$	$\Pi_{озап i} = \Pi_{озап 6} + 0,7 (C_{г3 i} - 48)/2$

Расчетные уравнения для некоторых конструктивных прибавок приведены в табл. 1 (уравнения для расчета дифференцированных прибавок в чертежах конструкций жакета женского при переходе от базового (164-96-100) к другому размеру).

На третьем этапе разработан математический аппарат для расчета и записи в программную среду САПР переменных конструктивных прибавок по размерным и ростовым рядам одежды. Для реализации технологии автоматического построения конструкции женской плечевой одежды на всю шкалу типовых фигур выбрана САПР "Грация", поскольку ее функциональные возможности позволяют использовать дифференцированные исходные информационные базы при конструировании одежды.

По заданным базовым значениям прибавок, их межразмерных и межростовых

приращений система рассчитывает значения конструктивных прибавок для любого размера и роста и выполняет автоматическое построение чертежей конструкций.

Для проверки разработанной технологии автоматического построения конструкции выполнены разработки конструкции жакета женского базового покрова, полуприлегающего силуэта, умеренного объема с классическим втачным рукавом в диапазоне размеров от 88 до 136, ростов от 158 до 182. Показатели антропометрического соответствия и технического уровня конструкций свидетельствовали об их благополучии во всех размерных и ростовых вариантах. В табл. 2 приведены значения комплексного показателя качества конструкций жакета женского, построенных по современным системам кроя, а также по предлагаемой технологии автоматического построения конструкции.

Таблица 2

Система кроя	Значения комплексного показателя К для размерных вариантов типовых фигур женщин, рост 164 см														
	80	84	88	92	96	100	104	108	112	116	120	124	128	132	136
ЕМКО СЭВ	0,48	0,48	0,48	0,42	0,39	0,38	0,37	0,37	0,11	0,08	0,07	0,05	0,06	0,06	0,07
Рогова П.И.	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,49	0,45	0,44	0,41	0,37	0,37	0,37	0,37	0,25	0,22
Мюллер и Сын	0,18	0,38	0,42	0,37	0,37	0,25	0,17	0,18	0,11	0,06	0,03	0,03	0,01	0,01	0
МГУДГ	0,53	0,53	0,52	0,52	0,49	0,38	0,38	0,39	0,23	***	***	***	***	***	***
ЦОТШЛ	0,48	0,49	0,5	0,41	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Янчевской Е.А.	0,18	0,44	0,43	0,41	0,38	0,38	0,18	0,22	0,18	0,14	0,12	0,25	0,18	0,13	0,09
Новая технология	0,6	0,6	0,59	0,59	0,59	0,58	0,58	0,57	0,57	0,56	0,5	0,5	0,5	0,5	0,48

Примечания. 1. Значения комплексного показателя $K \leq 0,37$ считается неудовлетворительным. 2. Серым цветом в таблице выделены размерные варианты конструкций, имеющие удовлетворительные значения показателя качества. 3. Знаком "***" отмечены размерные варианты, которые невозможно построить по указанной методике в автоматическом режиме.

Улучшение качества чертежей конструкций с использованием разработанной базы данных очевидно. Дифференцированная информационная база открывает возможности для промышленной реализации новой технологии САПР одежды, которая позволит избавиться от технологических процедур градации лекал, обеспе-

чит сохранение гармоничности системы "фигура-одежда" в размерных и ростовых рядах, исключит необходимость проработки в материале конструкций крайних размерных и ростовых вариантов, значительно сократит длительность конструкторско-технологической подготовки.

ВЫВОДЫ

1. Проведены исследования промышленных конструкций женской плечевой одежды различных видов, позволившие установить характер изменения конструктивных прибавок вдоль линейки типовых размеров.

2. Установлены зависимости для расчета величин конструктивных прибавок для фигур различных размеров и ростов, которые формируют информационную базу технологии автоматического конструирования одежды на шкалу типовых фигур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева М.В. Оценка окупаемости затрат на приобретение САПР // ЛегПромБизнесДиректор, 2002, №3 (28).

2. Мокеева Н.С., Проскурина Т.А., Веретено В.А. CALS-технологии. Оценка готовности швейных предприятий к их внедрению // Швейная промышленность. – 2004, № 3. С.34...36.

3. Сурикова О.В., Сурикова Г.И., Кузьмичев В.Е. Комплексная оценка адаптированности систем кроя одежды к морфологическим особенностям фигур // Швейная промышленность. – 2008, №5. С. 39...42.

4. Кузьмичев В.Е., Ахмедулова Н.И., Юдина Л.П. Художественно-конструктивный анализ и проектирование системы "фигура-одежда". – Иваново: ИГТА, 2010.

5. Кузьмичев В.Е., Ахмедулова Н.И., Юдина Л.П. Системный анализ чертежей конструкций одежды. – Иваново: ИГТА, 2010.

6. Момот Т.В., Коблякова Е.Б., Курочкина Н.Л. Усовершенствованный метод проектирования базовых основ женского платья различных размерно-полнотных групп // Швейная промышленность. Экспресс-информация. – 1983. – выпуск № 3.

7. Булатова Е.Б., Евсеева М.Н. Конструктивное моделирование одежды. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр "Академия", 2004.

8. Шершинева Л.П. Конструирование женской одежды на типовые и нетиповые фигуры. – М.: Легкая индустрия, 1980.

9. Янчевская Е.А. Конструирование одежды. – М.: Издательский центр "Академия", 2005.

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий. Поступила 13.02.14.

УДК 746.411

ТРАДИЦИИ НАРОДНОГО КОСТЮМА В ОДЕЖДЕ АРХАНГЕЛЬСКИХ ПОМОРОВ

TRADITIONS OF FOLK COSTUME IN CLOTHES ARKHANGELSK POMORS

К.Е. РОМАНОВА, О.Н. РЯБОВА
K.E. ROMANOVA, O.N. RYABOVA

(Шуйский филиал Ивановского государственного университета)
(Shuya branch of Ivanovo State University)

E-mail: rom.ke@mail.ru

В статье рассмотрена история русского народного костюма, его положение в культурно-историческом пространстве России. Традиционный народный костюм является отражением целостной картины гармоничного мира, уникальной полифункциональной системой духовно-нравственных и эстетических ценностей, результатом многовековой эволюции народного творчества. В статье подробно рассматривается традиционный женский костюм Архангельской губернии.

The article discusses the history of Russian folk costumes, its position in the cultural and historical space of Russia. A traditional folk costume is a reflection of

a holistic picture of a harmonious world, a unique multifunctional system of moral and aesthetic values, the result of centuries of evolution of folk art. The article focuses on traditional female costume of the Arkhangelsk province.

Ключевые слова: традиционный народный костюм, традиционный женский костюм архангельской губернии

Key words: traditional folk costume, traditional female costume of the Arkhangelsk province

Русский народный костюм, как и любой другой народный костюм, отражает эпоху и является свидетелем и отражением материальной и духовной культуры народа. Если рассматривать русский народный костюм, то необходимо сказать, что к его созданию причастны славянские народности, а также различные сословные группы, социальные слои общества. Причем каждая такая группа привносила в костюм свои черты. Поэтому русский народный костюм является отражением и носителем социальных, классовых, национальных, личных ценностей, которые формировались под влиянием конкретных исторических, социальных, экономических, природных, климатических, культурных, бытовых факторов.

История русского народного костюма своими истоками уходит в древние времена. Для наших предков было характерно и целесообразно создавать практичную функциональную одежду. По данным историков и археологов, такая одежда существовала без изменения и влияния модных тенденций почти семь веков. Ученые археологи считают, что основные элементы русского народного костюма заимствованы еще у древних скифских племен. Такие части русского костюма, как кичкообразный головной убор, понева, рубаха, известны с VI-VII веков. А целостный комплект женской одежды на основе поневы сформировался только к XII-XIII векам [2].

Русский народный костюм во все времена своего существования удовлетворял образу жизни и деятельности древних славянских племён, которые занимались, в основном, земледелием. Кроме того, он всегда заметно отличался от костюмов

соседних народов. На протяжении многих веков образ жизни, быт, обряды славян и, тем более, природные условия, оставались неизменными, что обусловило статичность и практическую неизменность народного костюма. До начала XVII века он соответствовал требованиям всех сословий и основные конструктивные составляющие народного костюма носили цари, купцы, бояре, крестьяне и ремесленники [5].

Реформы Петра I коснулись и русского костюма. Император законодательно регламентировал костюм европейского (голландского, немецкого, венгерского) образца. И если во времена Петра I такой костюм был принадлежностью царя и его окружения, то к началу XIX века он становится основной одеждой горожан всех сословий. Но эти изменения коснулись лишь одежды горожан. Что же касается деревни, то традиционная крестьянская одежда практически не подверглась изменениям и сохранила своеобразие древнерусского костюма вплоть до середины XX века. Это касается кроя, дизайна костюма, способа ношения. И.П. Работнова в своей работе "Русская народная одежда" отмечает, что "... даже в 70-80 годах минувшего столетия еще можно было встретить в деревнях женщин в одежде образца времен Киевской Руси" [6].

Такая стабильность народного костюма обеспечивается его функциональностью и удобством, так необходимыми для работы и отдыха. Русский народный костюм очень практичный, не сковывает движения, поскольку имеет свободный, прямой крой. Как известно, в средней полосе России четыре времени года, и это, естественно, отразилось в народном костюме. Мы видим

и летние легкие поддевки, и закрывающие все тело армяки и тулупы [3].

Одной из важнейших особенностей русского костюма является простота изготовления и экономичность. Интересно, что покроем рубах, сарафана, зипуна, поневы, армяка почти не требовал употребления ножниц, поэтому отходы ткани (которая ткалась вручную) были минимальными. Русский традиционный костюм отличало небольшое количество швов. Это не предполагало большого швейного мастерства от женщины, поэтому каждая крестьянка самостоятельно одевала всю семью.

Русский традиционный костюм декорировался в основном комбинированием тканей разного цвета и фактуры, нашиванием лент и кружева, вышивкой. Для народного костюма характерна аппликация из ромбов и квадратов, мелкий геометрический орнамент, хотя иногда встречается и растительный.

Древнерусские узоры не менялись на протяжении веков, поскольку наши предки относились к ним как к святыне: исказить, дополнять, "улучшать" узоры не разрешалось. Г.С. Маслова в своей работе "Орнамент русской народной вышивки как историко-этнографический источник" пишет: "Народную вышивку – эту первую систему кода, изобретенную людьми и имевшую для них определенный смысл – изучают чуть более столетия. Особенно интересны сохранившиеся с древнейших времен солярные и тотемные символы. Стилизованное изображение солнечной колесницы – один из наиболее часто встречаемых узоров вышивки. Само слово "узор", "узорок" – от слов "заря", "гореть", "солнце", – идет от общеславянских понятий "свет", "блеск", "тепло" [4].

Русский костюм не ограничивался только функцией защиты от непогоды и комфортностью в работе, он был обязательной частью праздника. Одежда могла многое рассказать о человеке, носившем ее: откуда он родом, какого возраста и социального положения, женатый или холостой, чем занимается [7].

В деревне люди многие вещи делали для себя сами, проявляя при этом немалое

мастерство. А русская крестьянка, готовившая себе праздничную одежду долгими зимними вечерами, была настоящим художником. Из ткани домашней выработки и купленных на ярмарке или у ходивших между селами мелких торговцев-коробейников материалов – шелковых лент, золотых и серебряных галунов, шерстяной пряжи и многого другого, о чем и не знает современный человек, – она создавала чудо-наряд, подлинное произведение искусства, в котором не стыдно было показаться на люди. Ведь по одежде судили о трудолюбии и искусности девушки, о том, какая она будет хозяйка. Сегодня эти старинные костюмы, бережно сохраненные в бабушкиных сундуках и собранные учеными-этнографами в экспедициях по дальним селам, украшают музейные залы и вызывают наше восхищение не менее, чем картины или скульптуры известных мастеров. В одежде нашли выражение душа народа, его представления о прекрасном [7].

У русского народа праздники носили православный характер: Пасха, Благовещение, Рождество, Святки, Крещение и др. Такие праздники требовали к себе уважительного, почтительного отношения и соответствующих костюмов. Чем значительнее праздник, тем наряднее костюм. В долгие зимние вечера крестьянские женщины создавали праздничные одежды, проявляя подлинное мастерство, фантазию и усердие.

Традиционный костюм архангельских поморов впитал в себя лучшие черты народного одеяния, но, в то же время, имел и отличительные особенности. Как правило, костюм архангельских поморов изготавливался из домотканой ткани, льняной или конопляной, которая производилась крестьянками на домашних ткацких станках. В праздничном костюме приветствовалось использование шелковых тканей, привозимых с Востока, парчи, лент, золотой и серебряной тесьмы. Очень полюбились на севере России шерстяные, шелковые и хлопчатобумажные платки и шали.

У архангельских поморов самым нарядным считался штофник (сарафан из штофа, плотной шелковой ткани с разводами) в комплекте с шугаем (короткополая

кофта). Штофник и шугай изготавливали, как правило, из одной и той же ткани – тафты, бархата, кашемира. Со второй половины XIX века шугай заменила душегрея (нагрудная женская одежда с лямками). Справедливости ради надо отметить, что душегрея была известна с XVI века, но была принадлежностью боярынь и купчих. И только в XIX веке она вошла в обиход крестьянок и стала свадебной одеждой.

Основной частью костюма архангельских поморов была рубаха. Девочки (до совершеннолетия) и не молодые женщины ходили в одних рубахах, подпоясанных пояском. Рубахи изготавливали из домотканого льняного или конопляного полотна. Рубахи шили из двух цельных полотнищ, скроенными по всей длине.

Девичий костюм Архангельской губернии включал в себя сарафан, рубаху и головной убор. Для праздничной одежды девушки предназначался нарядный сарафан. Типичный праздничный сарафан выглядел следующим образом: на синем фоне с помощью набиванника нанесены оранжевые круги небольшого размера на серебристых веточках. Набиванник служил для набивки узоров на домотканый холст. Ремесло набойки было очень распространено в Архангельской губернии и им хорошо владели и мужчины, и женщины. Профессионально обучали набойке в Архангельске и Мезени. Доски для набойки можно было приобрести на ярмарке. Часто набойка была семейным занятием.

Набойка – это нанесение на ткань набивного рисунка. Искусство набойки известно на Руси еще с XV века. Доски для набойки изготавливались из твердых пород дерева, таких как береза, груша, клен. На доске вырезался узор, который хотели видеть на ткани. Доску покрывали краской, укладывали на влажный холст и били по ней деревянными молотками. Таким образом, узор переносился на ткань. В качестве узора использовали орнамент, чаще растительный, реже – геометрический. В XVIII веке стали возникать хлопчатобумажные фабрики и появились дешевые ситцы. Это

привело к угасанию ремесла домашней набойки.

Праздничный сарафан декорировался золотым галуном и вырезанными ажурными металлическими пуговицами. Пуговицы были дорогие и служили украшением одежды. Пуговицы изготавливались с помощью сложных ювелирных техник. Техника чернь, когда на поверхности пуговицы гравировали рисунок, а его выемки заливали специальным темным сплавом. Техника скань или филигрань, когда узор создавался из тонкой серебряной или золотой проволоки. Техника зернь заключалась в припайвании к поверхности пуговицы крошечных медных, серебряных или золотых шариков.

В качестве головного убора архангельские девушки носили венец, который украшали золотошвейным узором, жемчугом и жемчужной сеткой. Замужние женщины волосы убирала под кокошник. Поверх кокошника яркий платок с цветочным рисунком. Кокошник предназначался для больших праздников. Его изготавливали из проклеенного или простеганного холста, картона для того, чтобы он был твердым и держал форму. Женская одежда архангельских поморов отличалась красочностью и плавным силуэтом.

Таким образом, можно сделать вывод, что создание русского народного костюма – это процесс перекодирования жизненного опыта в эстетико-художественные образы [1]. Традиционный народный костюм делал человека красивым и, вместе с тем, он был удобным и экономичным. В русском костюме раскрывались возможности и особенности материалов. В повседневном костюме мы видим утилитарные функции, в праздничном – эстетические. Русский народный костюм является носителем национальных, сословных, личных смыслов и выразителем социокультурных норм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бакланова Т.И. Народная художественная культура в универсальной гуманитарной образовательной системе // Народная художественная куль-

тура России: Перспективы развития и подготовки кадров. — М.: МГУКИ, 2004.

2. *Калашикова Н.М.* Народный костюм в контексте традиций российской культуры. — М.: Сварог, 2002.

3. *Кирсанова Р.М.* Костюм в русской художественной культуре: (Опыт энцикл.) / Под ред. Т.Г. Морозовой, В.Д. Синюкова. — М., 1995.

4. *Маслова Г.С.* Орнамент русской народной вышивки как историко-этнографический источник. — М.: Наука, 1978.

5. *Митрягина Т.Н.* Русский народный костюм как ценностно-культурная парадигма. Дис.... канд.

наук. — Белгород: Кооперативное образование, 2009.

6. *Работнова И.П.* Русская народная одежда. — М.: Легкая индустрия, 1964.

7. *Романова К.Е., Покровская Е.П.* Традиционный народный костюм в культурно-историческом пространстве России // В мире научных открытий. — 2011, №11. С. 463...472.

Рекомендована кафедрой технологии и предпринимательства. Поступила 09.01.14.

УДК 681.518:677.054

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИКЛОВОЙ ДИАГРАММЫ
ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ
ПРИ ПОСТРОЕНИИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТКАЦКОЙ МАШИНЫ**

**USAGE OF THE CYCLE DIAGRAM
FOR FORMING INPUT DATA
WHEN CONSTRUCTING THE PARAMETRIC MODEL OF THE MACHINE**

Д.И. ЛАШКИ
D.I. LASHKHI

(Московский государственный университет дизайна и технологий)
(Moscow State University of Design and Technologies)
E-mail: lashkhi@me.com

В статье рассматриваются варианты исполнения и принцип построения цикловой диаграммы, описаны понятия фазового и циклового угла. Механизмы ткацких машин разбиваются на несколько функциональных групп, а связь между ними описывается характерными цикловыми углами, четко отражающими взаимодействие в пространстве и времени функциональных групп механизмов. Определяются значения цикловых углов для станков типа СТБ (узких и широких) и станков типа СТБУ, используемые при построении цикловой диаграммы данных станков.

The article discusses design options and principle of the cycle diagram, describes the concept of the phase angle and cyclic. Mechanisms of weaving machines are divided into several functional groups, and the relationship between them is described by the characteristic cycle angles, clearly reflecting the interaction in space and time functional groups mechanisms. The values of the angles of cycle for machine type STB (narrow and wide), and the type STBU machines used in the construction of frame data charts machines are determined.

Ключевые слова: параметрическая модель, цикловая диаграмма, модель станка, цикловые углы.

Keywords: parametric model, cycle diagram, model of the machine, cycle angle.

Ткацкие машины типа СТБ и СТБУ представляют собой сложные системы, со-

стоящие из большого количества механизмов, объединенных выполнением единого

технологического процесса, соединенных кинематически между собой и предназначенных для выполнения строго определенных движений, требуемых процессом формирования ткани. Очевидно, что нормальная работа сложной системы возможна только в том случае, когда действия всех входящих в нее механизмов согласованы между собой во времени.

Кроме того, ткацкие машины (ТМ) относятся к классу цикловых машин-автоматов. Это означает, что за период цикла работы машины осуществляется определенная совокупность работ и процессов, в результате которой машина приходит в точно такое же состояние, в котором она находилась в начале цикла.

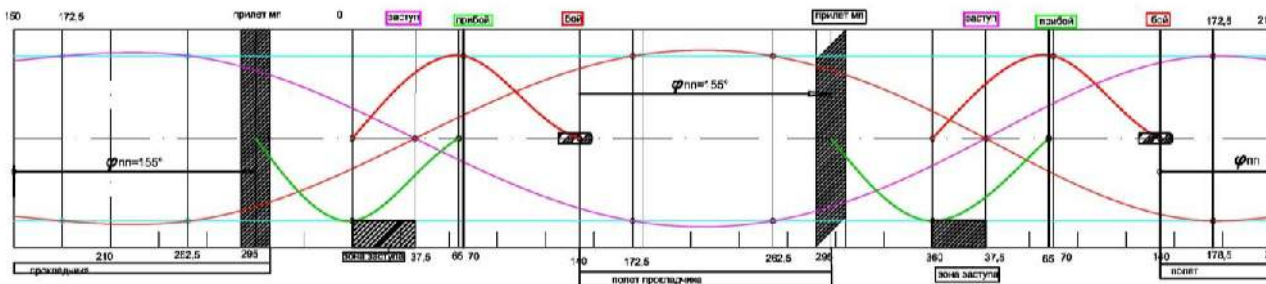


Рис. 1

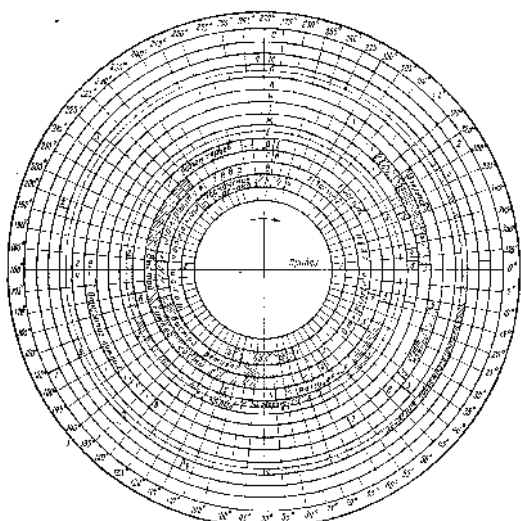


Рис. 2

Поэтому важную роль при эксплуатации ТМ типа СТБ и СТБУ играет наладка отдельных узлов и механизмов машины согласно ее цикловой диаграмме. Цикловая диаграмма (ЦД) – это графическое изображение или табулированное представление последовательности движения исполнительных звеньев механизмов или согласованности перемещений исполнительных органов за цикл работы машины. В табл. 1 (цикловая диаграмма в табличной форме), на рис. 1 (цикловая диаграмма в графическом виде) и 2 (круговая цикловая диаграмма) показаны варианты исполнения цикловых диаграмм [1...3].

Т а б л и ц а 1

№ п.п	Тип ткацкой машины, ширина заправки, Lтм	ЦУ начала движения батана, град (ЦД)	ЦУ оптимального заступа, град (ЦД)	ФУ диапазона изменения заступа, град (ЦД)	ФУ движения батана к прибою, град (ЦД)	ЦУ прибоя, град (ЦД)	ФУ движения батана к выстою, град (ЦД)	ФУ движения батана, град (ЦД)	ЦУ боя, град (ЦД)
1	СТБ 1,8-2,2	0	37,5	35	70	70	70	140	140
2	СТБ 2,5-5,1	0	22,5	22	50	50	55	105	105
3	СТБУ 1,8-5,1	335	25,0	25	80	55	65	145	120
4	СТБ-М1 1,8-2,5	335	22,5	20	75	50	60	135	110
5	СТБ-М2 2,8-5,1	335	22,5	20	80	55	55	135	110

Цикловые диаграммы делятся на 3 вида в зависимости от ширины заправки ткацкой машины. К первой группе относятся ТМ с углом боя 140° ; это так называемые "узкие" ТМ типа СТБ с заправочной шириной $L_{TM} = 180...220$ см. Вторая группа представлена ТМ с углом боя 105° ; это "широкие" ТМ типа СТБ с заправочной шириной $L_{TM} = 250...420$ см. ТМ третьей группы имеют угол боя 120° ; к этой группе принадлежат ТМ типа СТБУ всех заправочных ширин [1].

В основу разработки ЦД положено взаимодействие всех механизмов по отношению к одному механизму, работа которого не зависит от остальных. В ТМ типа СТБ и СТБУ таким механизмом является ГВМ (главный вал машины) [2], один оборот которого соответствует периоду образования одного элемента ткани. Поэтому в ЦД ТМ типа СТБ и СТБУ начало и конец действия отдельных механизмов выражается углом поворота ГВМ. За начало отсчета (0°) принят момент начала движения батана из положения выстоя в положение приборя уточной нити.

В описании ЦД имеются понятия фазового (ФУ) и циклового (ЦУ) углов поворота ГВМ [4].

ФУ ЦД – это определенный период или интервал технологического действия или механического движения исполнительного органа механизма определенной функциональной группы. Например, движение батана, период закручивания торсионного вала или полет прокладчика утка в зеве ТМ.

ЦУ ЦД – это момент начала и/или конца выполнения технологического действия или механического движения. Характерными примерами являются бой, заступ и приборя уточной нити.

При построении ЦД механизмы ТМ типа СТБ и СТБУ следует разбить на несколько функциональных групп, каждая из которых участвует в выполнении заданной технологической операции:

- механизмы отпуска и натяжения основы и навивания ткани;
- зевобразовательный механизм;

- механизмы прокладывания уточной нити;
- механизмы торможения и позиционирования прокладчиков утка;
- механизмы освобождения прокладчика утка от уточины и возврата прокладчика к левой боевой коробке;
- механизм приборя уточной нити;
- кромкообразующий механизм.

Связь между рассмотренными функциональными группами механизмов, а также и внутри них может быть осуществлена по так называемым характерным цикловым углам ТМ. Под характерными цикловыми углами ТМ будем понимать особые точки ЦД, четко отражающие взаимодействие в пространстве и времени функциональных групп механизмов и их составляющих друг с другом для обеспечения заданного технологического процесса.

Введем обозначение характерного циклового угла M_N , где N – номер функциональной группы, на которую распространяется данный угол. При этом M_N может распространяться на одну функциональную группу, на несколько функциональных групп и/или на все функциональные группы данной ТМ. Маркеры ЦД ТМ типа СТБ и СТБУ занесены в табл. 2 [4].

Анализ табл. 2 (характерные цикловые углы ЦД ТМ с малогабаритными прокладчиками утка) показал, что значения ряда маркеров являются одинаковыми для ТМ типа СТБ и СТБУ всех заправочных ширин, значения некоторых маркеров зависят от заправочной ширины ТМ (в частности, бой, приборя). Кроме того, структура ЦД работы ТМ типа СТБ и СТБУ, рассмотренная с позиции разбиения ее на функциональные группы, показывает, что маркер M_{236} (ЦУ начала боя) не должен опережать ЦУ конца движения батана. Причем ФУ рассогласования последовательности их работы не должен превышать 5° ЦД, что достаточно для стабилизации положения батана в конце его движения в исходное положение. Маркер M_{236} и связанный с ним ЦУ конца движения батана можно перемещать по ЦД от 105 до 140° , при этом ФУ работы остальных механизмов,

связанных с рассматриваемым маркером, численно не изменяются, а только смещаются вместе с маркером вдоль ЦД. При этом конструкция кулачковых приводов и

профиль их ведущих кулачков остаются неизменными, а лишь претерпевают смещение по фазе.

Т а б л и ц а 2

Название характерного циклового угла	Обозначение ЦУ	Тип ткацкой машины [ТМ]		
		"узкие" ТМ типа СТБ	"широкие" ТМ типа СТБ	ТМ типа СТБУ
ЦУ начала подачи основы	M ₁₂	200°	200°	200°
Заступ	M ₂₃₆₇	0...20°	0...20°	0...20°
Установка прокладчика с уточной нитью на линию боя	M ₃	125°	95°	100°
ЦУ начала боя	M ₂₃₆	140°	105°	120°
ЦУ предельно позднего прилета прокладчика утка в приемную коробку	M ₂₃₄₅₇	295°	300°	290°
Срабатывание от первого зуба контролера посадки прокладчика утка в ПК	M ₃₄	312°	312°	312°
Начало работы кромкообразователя с уточной нитью	левый	M ₃₄₅₆₇	0°	350°
	правый	M ₃₄₅₆₇	0°	5°
ЦУ начала движения батана к опушке ткани	M ₃₆₇	0°	0°	335°
ЦУ прибора уточины	M ₂₃₅₆₇	70°	50°	55°

ВЫВОДЫ

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследованы варианты исполнения и основные виды цикловых диаграмм, взаимодействие механизмов по отношению к одному механизму.

2. Выявлены и сгруппированы основные исполнительные механизмы, участвующие в работе ткацкой машины, выявлено понятие циклового угла работы механизмов.

3. Сформированы основные значения цикловых углов взаимодействия механизмов для ткацких машин типа СТБ (узкие и широкие) и СТБУ.

1. Алленова А.П. Автоматические ткацкие станки СТБ. – М.: Легпромбытиздат, 1985.

2. Арнаутков П.Н., Варнаков М.Я. Ткацкие автоматические станки СТБ (устройство, ремонт и обслуживание). – М.: Легкая индустрия, 1973.

3. Станки ткацкие бесчелночные СТБ с малогабаритными прокладчиками утка. Руководство по эксплуатации. – М.: Внешторгиздат, 1982.

4. Ковалева О.С. Исследование и усовершенствование механизмов, участвующих в прокладывании уточной нити на ткацких машинах с малогабаритным прокладчиком утка с целью повышения их производительности: Дис... канд. техн. наук. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и компьютерного дизайна. Поступила 15.01.14.

ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МНОГОСТУПЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ТЕКСТИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

TECHNOLOGY OF IMPROVING PERFORMANCE OF MULTISTAGE SHAFT TEXTILE EQUIPMENT

В.А.ШОРИН, О.Ф.ПШЕНИЧНЫЙ
V.A.SHORIN, O.F. PSHENICHNY

(Пензенский государственный университет)
(Penza State University)
E-mail: penzgu.tmt@inbox.ru

В статье описывается оптимизация технологии изготовления валов текстильных машин. Приведены результаты микроскопических исследований и испытаний на усталостную прочность. Предлагается математическая модель долговечности.

Article describes the technology of the manufacture of multistage shaft textile equipment, that improves their performance. This technology is based on results of theoretical and experimental studies. Mathematical model of longevity described.

Ключевые слова: многоступенчатые валы текстильного оборудования, усталостная прочность, долговечность, математическая модель.

Keywords: multistage shafts textile equipment, fatigue strength, durability, mathematical model.

Промышленные испытания текстильного оборудования показали, что около 30% отказов по количеству и 60% по времени простоя приходится на многоступенчатые валы, соединенные в линию. Одной из причин отказов многоступенчатых валов являются усталостные изломы, возникновение которых связано со знакопеременными циклическими нагрузками в областях концентрации напряжений и деформаций, резкого изменения формы и размера. Также значительное влияние на усталостное разрушение оказывают характеристики рабочих поверхностей валов [1]. Замена вышедших из строя линий валов связана с демонтажем самих валов, а также сопрягаемых узлов и деталей, с полной или частичной потерей работоспособности оборудования. На основании информации о технологиях изготовления многоступенчатых валов выбраны девять вариантов упрочняющих технологий (табл. 1 – варианты для сравнительных испытаний), по которым изготовлены опытные образцы из стали 45.

Применение цифровой электронной микроскопии в изучении процесса усталостного разрушения образцов позволило экспериментально установить специфику формирования усталостных повреждений в металле при циклическом нагружении, а анализ дефектов кристаллической решетки при усталости дает ответ о природе усталости металлов.

На примере фрактографии излома серии 6, ($\sigma = 600$ МПа, $N = 2,2 \cdot 10^6$ циклов) показаны основные зоны усталостного разрушения образцов серий 2, 4, 5, 6, 7 и 9 (рис. 1), упрочненных ППД.

Зона l_s – чистое усталостное разрушение, характеризующееся наличием усталостных микрополос, наблюдаемых при электронной микроскопии. В случае образцов, упрочненных ППД, зона l_s состоит из двух областей: l_{s1} и l_{s2} . l_{s1} – усталостная трещина распространяется в материале с исходной структурой; l_{s2} – трещина распространяется в поверхностно-упрочненном материале.

Варианты испытаний	Вид упрочняющей технологической обработки	d образ раз-ца, мм	Глубина упрочненного слоя, мм	Предел выносливости, σ_{-1} , МПа	Эффективный коэффициент (к серии 4)
Серия 1	Состояние поставки, отжиг 750°C – 6ч	7,5	-	350	0,64
Серия 2	Состояние поставки, обкатка роликами (ППД)	7,5	0,66...0,86	510	0,95
Серия 3	Состояние поставки, ППД, ТВЧ	7,5	0,65...0,80	340	0,63
Серия 4	Состояние поставки, ППД, отпуск, 200 °С – 2 ч	7,5	1,0...1,2	540	1,0
Серия 5	Состояние поставки, ППД, отпуск, 500 °С – 6 ч, ТВЧ	7,5	1,0	560	1,06
Серия 6	Состояние поставки, ППД, отпуск, 300 °С – 2 ч, ТВЧ	7,5	0,8...1,1	540	1,0
Серия 7	Состояние поставки, ППД, ТВЧ, отпуск, 200 °С – 2 ч, правка	10	1,0...1,2	520	0,96
Серия 8	Состояние поставки, ППД, ТВЧ, отпуск, 200°C – 2 ч, правка, отпуск, 300°C – 1ч	10	0,75...0,95	455	0,84
Серия 9	Состояние поставки, ППД, отпуск, 200 °С – 2 ч, ТВЧ, отпуск, 200 °С – 2 ч	10	0,7...0,8	500	0,93

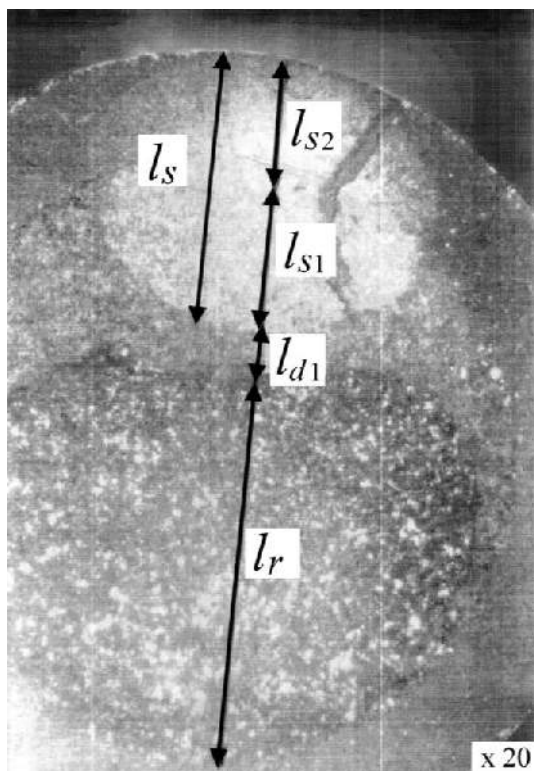


Рис. 1

Усталостное разрушение вызвано изменениями кристаллической решетки металла вследствие циклических нагружений, которые он испытывает. С первых циклов деформации на поверхности образ-

ца под оптическим микроскопом наблюдаются полосы скольжения в различных зернах металла. При продолжении циклической деформации можно наблюдать увеличение числа этих полос, распределение которых всегда сильно различается для разных зерен, и в особенности в усилении этих полос, что приводит к появлению так называемых “стойких полос”, которые нельзя устранить ни полированием, ни отжигом. Следовательно, металл подвергается необратимому повреждению. При сильном увеличении в этом случае обнаруживают наличие микротрещин.

Зона l_{d1} характеризуется межзеренным разрушением, которая по мере распространения трещины переходит в вязкое, а затем в хрупкое разрушение [2].

Поверхностное упрочнение не только увеличивает сопротивление сталей возникновению усталостной трещины, но и повышает сопротивление распространению трещины. Этот вывод справедлив для случая поверхностно-упрочненных образцов, у которых зарождение усталостной трещины происходит на границе раздела упрочненного слоя и основной массы металла. В этом случае до прорыва поверхностного слоя имеются условия для рас-

пространения трещины в условиях плоской деформации. Большая толщина упрочненного слоя влияет на общее напряженное состояние материала и напряженное состояние впереди распространяющейся усталостной трещины.

Как видно из рис. 1, в упрочненных ППД (обкаткой роликами) образцах (за исключением серии 9) усталостная трещина, зародившаяся на границе раздела упрочненного слоя и исходного металла, распространяется в условиях плоской деформации, как в глубь металла, так и в направлении его поверхности. Распространение трещины в условиях плоской деформации совпадает с выходом усталостной трещины на поверхность металла и началом ускоренного распространения трещины в условиях плосконапряженного состояния (зона l_{d1}). Окончательное разрушение образца происходит в зоне l_r .

Размер зоны l_s у образцов с упрочненным поверхностным слоем имеет тенденцию возрастать по сравнению с зоной l_s у исходного материала (серия 1).

Для экспериментов взяты ступенчатые валы, наиболее массово встречающиеся в производстве текстильного оборудования и претерпевшие в процессе формообразования механическое, тепловое воздействие, а также имеющие большое количество концентраторов напряжения (табл. 2 – варианты рассматриваемых технологий изготовления валов) [3].

Выделены факторы, оказывающие влияние на величину коробления и циклическую долговечность – температуру нагрева и время старения ($X_1 = 300, 400, 500$ °С; $X_2 = 2, 4, 6$ ч).

При проведении экспериментов использовался метод центрального композиционного ортогонального планирования второго порядка.

В качестве параметров оптимизации выбраны два показателя: Y_1 – величина коробления, мм; Y_2 – малоциклическая долговечность ($N \cdot 10^5$ тыс. циклов) при напряжении 450 МПа и частоте нагружения 1500 циклов в минуту.

Т а б л и ц а 2

№	Наименование операции	Наименование валов		
		мотальный	плющильный	рифленый цилиндр
1	Заготовительная операция	+	+	+
2	Правка заготовки	+	+	+
3	Обкатка роликами			+
*	Отпуск	+	+	+
4	Шлифование черновое	+	+	
*	Отпуск	+	+	+
5	Правка после операции обкатка роликами и шлифования	+		
6	Токарная (черновая обработка хвостовика)	+	+	+
7	Токарная операция	+	+	+
8	Токарная операция	+	+	+
9	Токарная обработка участка для лысок			+
10	Накатка рифлей			+
*	Отпуск			+
11	Фрезерование лысок под ключ	+	+	+
12	Термическая операция (ТВЧ)	+	+	+
*	Отпуск	+	+	+
13	Правка после ТВЧ	+	+	+
14	Шлифование центрирующей поверхности и под подшипник	+	+	+
15	Токарная операция (подрезка торцев)	+	+	+
16	Шлифование чистовое	+	+	+
*	Отпуск	+	+	+
17	Полировочная		+	
18	Правка окончательная	+	+	+
19	Контрольная операция	+	+	+

На первом этапе находим зависимость величины коробления Y_1 (имеются средние значения из 3-х измерений коробления валов) от исследуемых факторов.

$$Y = A_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_1X_2 + A_4(X_1)^2 + A_5(X_2)^2 + A_6(X_1)^2X_2 + A_7X_1X_2^2 + A_8X_1^2X_2. \quad (1)$$

Количество сочетаний факторов $i = 27$ ($i = 0 \dots 26$).

$$Y_1 = 0,226 + 2,5 \cdot 10^{-3}X_1 - 0,013X_2 + 2,25 \cdot 10^{-3}X_1X_2 - 0,04X_1^2 - 0,031X_2^2 + 0,012X_1^2X_2 - 8,75 \cdot 10^{-3}X_1X_2^2 + 0,052X_1^2X_2^2. \quad (2)$$

Температурное старение после операции ППД при указанных режимах на нижнем уровне дает снижение коробления при закалке нагревом поверхности ТВЧ с 0,356 до 0,182 мм.

Как показал однофакторный эксперимент, дальнейшее снижение температуры и времени старения нерационально из-за

$$Y_2 = 8,667 - 3,833X_1 - 2,167X_2 + 3,333X_1X_2 - 1,833X_1^2 - 2,167X_1^2X_2 + 3,5X_1^2X_2^2. \quad (3)$$

Зависимость (3) показывает, что для увеличения циклической долговечности (Y_2) валов значение факторов следует установить на нижнем уровне ($X_1 = 300^\circ\text{C}$; $X_2 = 2$ ч), это соответствует варианту ППД серий 4 и 6 (табл. 1).

ВЫВОДЫ

На основе экспериментальных исследований стандартных образцов из стали 45 выбран вариант поверхностного упрочнения, обеспечивающий предел выносливости: $\sigma_{-1} = 540$ МПа, состояние поставки, ППД (обкатка роликами), отпуск $200^\circ\text{C}^\circ - 2$ ч, закалка ТВЧ, отпуск $200^\circ\text{C} - 2$ ч.

Число уровней ($u = 3$); факторов ($k = 2$); параллельных экспериментов ($m = 3$).

Необходимое число экспериментов: $N = u^k$; $N = 9$. Находим математическую модель в виде:

Окончательное уравнение регрессии зависимости коробления Y_1 от факторов имеет вид:

отсутствия положительного влияния на процесс снижения коробления.

На втором этапе находим зависимость величины циклической долговечности Y_2 от температуры и времени старения. Окончательное уравнение регрессии имеет вид:

ЛИТЕРАТУРА

1. Смогунов В.В., Ардеев А.В., Кузьмин А.В. Математическая модель съема металла заготовок из стали в процессе доводки // *Сталь*. – 2013, №10.
2. Иванова В.С., Терентьев В.Ф. Природа усталости металлов. – М.: Металлургия, 1976.
3. Денисова Н.Е., Шорин В.А. Повышение сопротивления усталости валов малой жесткости конструктивно-технологическими методами // *Сб. матер. III Всерос. науч.-практ. конф.: 'Современные технологии в машиностроении. – 2000'*, Часть П.- Пенза, 2000.
4. Хартман К. и др. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. – М.: Мир, 1977.

Рекомендована кафедрой теоретической и прикладной механики. Поступила 10.01.14.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНТАКТА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО РОЛИКА С ПОВЕРХНОСТЬЮ СНОВАЛЬНОГО ВАЛА

ENSURING CONTACT OF THE MEASURING ROLLER WITH THE SURFACE OF THE WARPING SHAFT

Н.А. КУЛИДА, А.В. КРУГЛОВ
N.A. KULIDA, A.V. KRUGLOV

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)
(Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute)
E-mail: info@igta.ru

Рассмотрено взаимодействие ролика измерителя кинематических параметров партионного снования с поверхностью паковки. Установлены условия силового замыкания для намотки с эксцентричным расположением сновального вала и с поперечным сечением в форме эллипса.

Interaction of a roller of the measuring instrument of kinematic parameters of partitionny dashing about with a forging surface is considered. Conditions of power short circuit for winding with an excentric arrangement of a warping shaft and with cross section in the form of an ellipse are established.

Ключевые слова: измерительный ролик, сновальный вал, условия взаимодействия, эксцентричное расположение, нарушение контакта.

Keywords: measuring roller, warping shaft, terms of cooperation, the eccentric winding, breach of contact.

Для измерения длины нитей, наматываемых на вал партионной сновальной машины, используется устройство, основу которого составляет ролик или колесо, располагаемые на поверхности сновального вала и фрикционно взаимодействующие с намоткой. В некоторых случаях для измерения длины в стационарном режиме работы машины в качестве измерительного элемента используется укатывающий вал, связанный с соответствующим преобразователем [1]. По сравнению с измерением длины с помощью мерильного вала [2...4] машины указанный способ имеет более высокую точность, поэтому является предпочтительным. Аналогичную конструкцию имеет измеритель кинематических параметров (радиуса, толщины намотки, линейной скорости, длины нитей в слое и т.д.) для послыйного контроля характеристик напряженно-деформированного состояния паковки [5...7].

При определенных условиях из-за отличия формы паковки от цилиндрической нарушается контакт ролика (колеса) с поверхностью паковки и в результате возрастает погрешность измерения длины нитей или кинематических параметров. Определим условия, при которых это возможно.

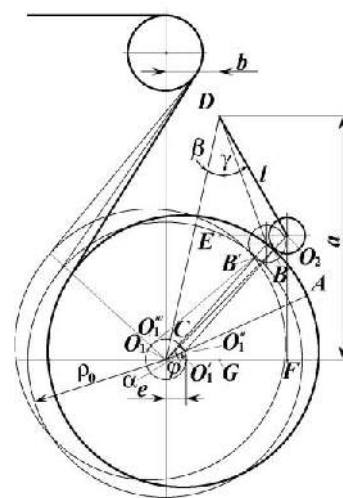


Рис. 1

При намотке с эксцентриситетом центр вращения O_1 смещен от оси паковки на величину e (рис. 1). Поскольку ролик располагается в области, достаточно небольшой по протяженности в направлении аппликаты z , изменениями координаты r по z можно пренебречь и рассматривать задачу на плоскости. При повороте сновального вала на угол ϕ центр паковки O_1 , занимая вследствие эксцентриситета e положение O'_1 , переместится в точку O''_1 . Угол α , определяющий положение измерительного ролика O_2 , зависит от длины коромысла DO_2 (рис. 1) и положения точки D его закрепления. Обозначим расстояния этой точки от горизонтальной и вертикальной осевых линий соответственно через a и b ,

а длину коромысла $DO_2 = \ell$. Тогда из треугольника DEO_2 :

$$DE = \ell \cos \gamma,$$

а из треугольника O_1O_2F :

$$a - DE / O_1B + r_k = \sin \alpha,$$

где r_k – радиус измерительного ролика. Принимая во внимание

$$O_1B = r(\phi, e) = e \cos(\alpha - \phi) + \sqrt{\rho_0^2 - e^2 \sin^2(\alpha - \phi)}$$

и учитывая, что $DE = \ell \cos \gamma$, получим:

$$\sin \alpha = (a - \ell \cos \gamma) \left(e \cos(\alpha - \phi) + \sqrt{\rho_0^2 - e^2 \sin^2(\alpha - \phi)} + r_k \right)^{-1}. \quad (1)$$

Из треугольника DO_2O_1 по теореме ко-

синусов можно определить:

$$\cos(\beta + \gamma) = \left[a^2 + b^2 + \ell^2 - \left(e \cos(\alpha - \phi) + \sqrt{\rho_0^2 - e^2 \sin^2(\alpha - \phi)} + r_k \right)^2 \right] \left(2\ell \sqrt{a^2 + b^2} \right)^{-1}. \quad (2)$$

Поскольку $DO_1^2 = a^2 + b^2$, $DO_2^2 = \ell^2$ из треугольника DGO_1 находим:

$$\cos \beta = a \left(\sqrt{a^2 + b^2} \right)^{-1}. \quad (3)$$

Объединяя (1) и (2) в систему уравне-

ний, получим

$$\left. \begin{aligned} (a - \ell \cos \gamma) \left(e \cos(\alpha - \phi) + \sqrt{\rho_0^2 - e^2 \sin^2(\alpha - \phi)} + r_k \right)^{-1} - \sin \alpha &= 0, \\ \left[a^2 + b^2 + \ell^2 - \left(e \cos(\alpha - \phi) + \sqrt{\rho_0^2 - e^2 \sin^2(\alpha - \phi)} + r_k \right)^2 \right] \left[2\ell \sqrt{a^2 + b^2} \right]^{-1} - \cos(\beta + \gamma) &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

которая при заданном угле поворота ϕ однозначно определяет углы α и γ .

Если пренебречь изменениями угла α

при качании коромысла ввиду их малости, то из второго уравнения системы (4) можно найти:

$$\gamma(\phi) = \arccos \frac{a^2 + b^2 + \ell^2 - \left[e \cos(\alpha - \phi) + \sqrt{\rho_0^2 - e^2 \sin^2(\alpha - \phi)} + r_k \right]^2}{2\ell \sqrt{a^2 + b^2}} - \beta. \quad (5)$$

При вращении сновального вала с угловой скоростью $\omega(t) = d\phi(t)/dt$ инерцион-

ная сила, действующая на измерительный ролик O_2 , равна $J\ddot{\gamma}(t)$, где J – момент инер-

ции коромысла DO_2 с роликом O_2 . Для ее вычисления найдем вторую производную от угла поворота коромысла $\ddot{\gamma}(t)$. Поскольку

функция $\gamma(t)$ является сложной, то есть $\gamma(t) = f[\phi(t)]$, то [8]:

$$d^2\gamma(t)/dt^2 = \left(\frac{d^2f(\phi)}{d\phi^2} \right) \left(\frac{d\phi(t)}{dt} \right)^2 + \left(\frac{df(\phi)}{d\phi} \right) \left(\frac{d^2\phi(t)}{dt^2} \right). \quad (6)$$

Угловая скорость сновальной машины в стационарном режиме ее работы при постоянной линейной скорости снования с ростом диаметра паковки уменьшается, однако в пределах одного оборота считаем ее постоянной, то есть $\omega(t) = \omega_0$ и

$$\phi(t) = \omega_0 t, \quad \text{отсюда} \quad \frac{d\phi(t)}{dt} = \omega_0, \\ \frac{d^2\phi(t)}{dt^2} = 0.$$

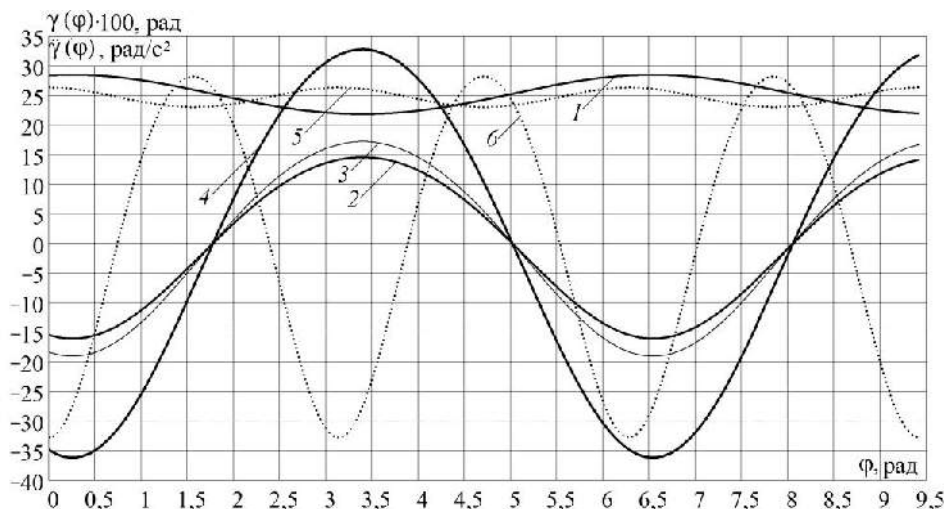


Рис. 2

Вычисление производных и построение соответствующих кривых выполнено в MathCAD [9]. На рис. 2 показаны зависимости $\gamma(\phi)$ (кривая 1) и $\ddot{\gamma}(t)$ (кривые 2, 3 и 4) при $\omega(t) = \omega_0$ и заданном радиусе намотки. С ростом радиуса величина ускорения в точке отрыва ролика от поверхности паковки изменяется незначительно (кривая 2 при радиусе 0,31 м, кривая 3 – 0,14 м), основное влияние на величину ускорения оказывает угловая скорость. С ее ростом $\ddot{\gamma}(t)$ увеличивается пропорционально квадрату угловой скорости (кривая 4 при увеличении скорости снования с 400 до 600 м/мин, рис. 2).

Аналогично могут быть определены кинематические характеристики коромысла при других формах паковки.

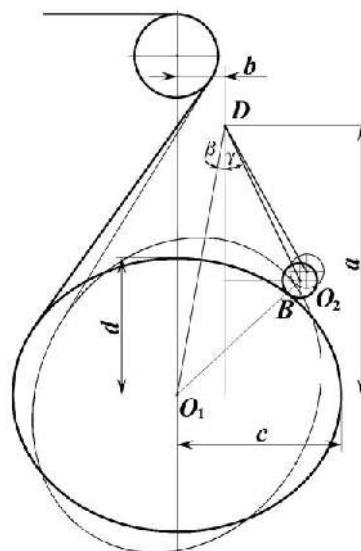


Рис. 3

Например, если в поперечном сечении паковка имеет форму эллипса (рис. 3),

длину отрезка, соединяющего центры O_1 и O_2 , в первом приближении можно определить как $O_1O_2 = O_1B + r_k$, где $O_1B = r(\phi) =$

$= cd(c^2 \sin^2 \phi + d^2 \cos^2 \phi)^{-0.5}$ [6]; c и d – полуоси эллипса. Тогда по аналогии с предыдущим:

$$\gamma(\phi) = \arccos \frac{a^2 + b^2 + \ell^2 - \left[cd(c^2 \sin^2 \phi + d^2 \cos^2 \phi)^{-0.5} + r_k \right]^2}{2\ell\sqrt{a^2 + b^2}} - \beta.$$

На рис. 2 приведены зависимости $\gamma(\phi)$ (кривая 5) и $\dot{\gamma}(\phi)$ (кривая 6) для рассматриваемого случая намотки, из которых следует, что в сравнении с намоткой с эксцентриситетом частота колебаний измерительного элемента увеличивается в 2 раза, а при разнице полуосей, составляющей 5 % от их среднего арифметического значения, и таком же значении эксцентриситета, вычисленном относительно текущего радиуса намотки, значение ускорения возрастает почти в 2 раза, то есть более неблагоприятные условия взаимодействия наблюдаются с паковкой в форме эллипса.

справочной литературой [10] или использовать экспериментальные методы определения момента инерции тел [11].

Для обеспечения силового замыкания инерционная сила, равная $J\ddot{\gamma}(t)$, должна быть скомпенсирована силой упругости пружины, то есть $J\ddot{\gamma}(t) \leq M_n(\gamma) \pm M_G(\gamma)$, где $M_n(\gamma)$ – момент, создаваемый пружиной, $M_G(\gamma)$ – момент силы тяжести механизма, зависящий от радиуса намотки. При конструктивном исполнении, показанном на рис. 4, в начале намотки момент $M_G(\gamma)$ принимается со знаком “–”, далее по мере роста радиуса паковки знак изменяется на “+”.



а) б)
Рис. 4

Величина $M_n(\gamma)$ рассчитывается при максимальном значении ускорения. С ростом диаметра намотки величина компенсирующего момента возрастает из-за увеличения угла закручивания пружины, поэтому в зоне расположения колеса возможно локальное уплотнение тела намотки, что отрицательно сказывается на качестве паковки. Это означает, что величина затяжки пружины должна быть оптимальной, не вызывающей изменения структуры паковки.

Конструкция измерителя кинематических параметров включает в себя коромысло, выполненное в виде швеллера (рис. 4-а) или трубы (рис. 4-б), на конце которых в первом случае закреплен энкодер с двумя колесами (рис. 4-а), во втором – счетчик с одним колесом (рис. 4-б).

Нарушение контакта ролика с поверхностью паковки обуславливает погрешность измерения как длины нитей, так и толщины намотки. В эксперименте, проведенном с использованием микропроцессорной системы [5], зафиксированы случаи нарушения контакта измерительных колес энкодера с поверхностью сновального вала (рис. 4-а), при котором результат измерения текущего радиуса намотки оказывался меньше предыдущего, что потребовало увеличения затяжки пружины измерительного элемента.

При определении момента инерции J такой конструкции можно воспользоваться

Фрикционное взаимодействие измерительных колес с телом паковки с учетом его

упруговязких свойств представляет интерес с точки зрения оценки возможности возникновения колебаний и их влияния на точность измерения длины нитей и других кинематических параметров. Эта задача является самостоятельной и здесь не рассматривается.

ВЫВОДЫ

1. При взаимодействии измерительного ролика (колеса) со сновальным валом возможно нарушение контакта и, как следствие, дополнительная погрешность измерения кинематических параметров процесса снования.

2. Величина углового ускорения измерительного элемента, обуславливающая нарушение контакта ролика (колеса) с поверхностью сновального вала, пропорциональна квадрату его угловой скорости и определяется отклонениями расположения паковки относительно оси вращения и ее формы от цилиндрической. Более неблагоприятные условия взаимодействия из рассмотренных наблюдаются при намотке паковки с формой поперечного сечения в виде эллипса.

3. Определено условие силового замыкания ролика (колеса) и паковки для обеспечения безотрывного режима взаимодействия.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.benningergroup.com>
2. *Корягин Е.П.* Анализ погрешности измерения длины снующихся нитей в режиме останова сно-

вальной машины СП-140 // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. –2008, № 2. С.51...55.

3. *Кулида Н.А., Гусев Б.Н.* Оценка погрешности измерения длины нитей на сновальной машине в динамических режимах. (Начало) // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. –1996, № 1. С. 41...44.

4. *Кулида Н.А., Гусев Б.Н.* Оценка погрешности измерения длины нитей на сновальной машине в динамических режимах. (Окончание) // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. –1996, № 3. С. 35...38.

5. *Кутьин А.Ю., Кутьин Ю.К.* Необходимые и достаточные условия для формирования намотки с постоянной плотностью в партионном сновании // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. –2005, № 1. С. 49...53.

6. *Кулида Н.А., Демидов Н.А.* Повышение точности косвенных измерений кинематических параметров намотки пряжи на партионной сновальной машине // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. –2012, № 1. С. 157...160.

7. *Демидов Н.А.* Микропроцессорная система контроля кинематических параметров партионного снования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – № 4, 2012. С. 159...161.

8. *Корн Г., Корн Т.* Справочник по математике (для научных работников и инженеров). – М.: Наука, 1973. С.111.

9. *Макаров Е.Г.* Инженерные расчеты в Machcad. – СПб.: Питер, 2005.

10. *Фаворин М.М.* Моменты инерции тел. Справочник / Под ред. М.М. Гернета. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1977.

11. *Гернет М.М.* Определение моментов инерции. – М.: Машиностроение, 1969.

Рекомендована кафедрой автоматизации и радиоэлектроники. Поступила 15.04.14.

УДК 677:539.374.002.28

**АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССА ДЕФОРМАЦИИ
ТРАНСПОРТИРУЕМЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**ANALYSIS OF MATHEMATICAL MODELS OF THE DEFORMATION PROCESS
OF TEXTILE MATERIALS TRANSPORTED**

В.Ф.ГЛАЗУНОВ
V. F. GLAZUNOV

(Ивановский государственный энергетический университет)
(Ivanovo State Power University)
E-mail: glazunov@drive.ispu.ru

В статье рассматриваются статические и динамические модели транспортируемых в зонах деформации текстильных материалов с учетом их вязкоупругих свойств, а также анализ их функций чувствительности к вариации параметров.

The article considers static and dynamic models transported in deformation zones textile materials based on their viscoelastic properties, as well as analysis of their functions sensitivity to parameter variations.

Ключевые слова: текстильный материал, деформация, вязкоупругость, чувствительность.

Keywords: textile material, deformation, viscoelasticity, sensitivity.

Большая часть технологических операций прядильного, ткацкого и отделочного производств связана с обработкой текстильных материалов в процессе их движения и деформации, которая зависит как от соотношения скоростей рабочих органов машин, так и действующих возмущающих факторов.

Проектирование приводных устройств рабочих органов машин, обеспечивающих заданное натяжение движущегося

текстильного материала, связано с необходимостью разработки адекватной математической модели его процесса деформации. В зависимости от свойств материала и условий нагружения может рассматриваться упругая или вязкоупругая модели.

Впервые уравнение деформации движущегося волокнистого материала получено Н.А. Васильевым [1]. В дальнейшем с различными допущениями и дополнения-

ми оно было использовано при разработке систем электроприводов и решении прикладных задач промышленного производства в работах Д.П. Морозова [2], Ю.М. Файнберга [3], Е.А. Розенмана и А.Я. Лернера [4], А.Я. Мильмана [5], Ю.М. Винтера [6], А.М. Куликова и В.П. Хавкина [7], А.М. Быстрова [8], Г.М. Иванова [9] и др.

Совершенствование приводных устройств текстильного оборудования непрерывно связано с усложнением используемых при их проектировании математических моделей процесса деформации обрабатываемых моделей. В общем случае уравнение деформации упругого материала, транспортируемого с натяжением ведущими и ведомыми валками в соответствии с [1], имеет вид:

$$\frac{d\varepsilon_2}{dt} = \frac{v_2(1+\varepsilon_2)}{L} - \frac{v_1(1+\varepsilon_2)^2}{L(1+\varepsilon_1)}. \quad (1)$$

Здесь ε_2 и ε_1 – относительные удлинения материала в зоне деформации и на ее входе; $v_{1,2}$ – скорости движения материала на входе и выходе зоны деформации.

При решении задач синтеза систем автоматической стабилизации натяжения материала в процессе его обработки используют [8...10] линеаризованный вариант уравнения (1) в виде:

$$\frac{d\varepsilon_2}{dt} = \frac{1}{L}(v_2 - v_1) + \frac{1}{k_v L}(\varepsilon_1 - \varepsilon_2), \quad (2)$$

где $k_v = \frac{1}{v_2}$.

Уравнение (2) справедливо при положительных значениях ε_1 и ε_2 , что на практике является жестким ограничением.

Ему соответствует передаточная функция процесса деформации материала:

$$H_2(s) = \frac{F(s)}{\Delta v(s)} = \frac{E}{v} \frac{(\tau s + 1)^2}{T\tau s^2 + T(1 + \Theta)s + (1 - \Theta)}. \quad (5)$$

$$H_{II}(s) = \frac{\varepsilon_2(s)}{\left(v_2 - v_1 + \frac{\varepsilon_1}{k_v}\right)(s)} = \frac{k_v}{Ts + 1}, \quad (3)$$

где $T = \frac{L}{v_2}$.

Недостатком такой модели является то, что она не позволяет учитывать процесс непрерывного замещения материала и ускорение его движения в зоне деформации, обусловленные его вязкими свойствами [11].

В первом приближении учесть эти свойства можно, представив математическую модель материала последовательным соединением двух блоков с передаточными функциями, первая из которых связывает операторные изображения относительного удлинения материала и соотношения его скоростей $\Delta v(s)$ на входе и выходе зоны деформации, а вторая – отношение изображений натяжения $F(s)$ и относительного удлинения. Тогда передаточная функция деформируемого в процессе движения материала

$$H_1(s) = \frac{F(s)}{\Delta v(s)} = \frac{E}{v} \frac{\tau s + 1}{Ts + 1}, \quad (4)$$

где E – модуль упругости материала, отнесенный к его ширине, H ; $\tau = \frac{\eta}{E}$; η – модуль вязкости, $H \cdot c$.

Передаточная функция (4) позволяет учесть увеличение жесткости материала в динамике за счет действия вязкой составляющей, в общем случае уменьшающей инерционность процесса его деформации, обусловленного соотношением скоростей $\Delta v(s)$.

Динамическая модель деформации вязкоупругого транспортируемого полотна и передаточная функция, учитывающая его движение, может быть получена на основе структурного метода распределенных систем [11]:

Здесь $\Theta = \exp\left(-\frac{T}{\tau}\right)$; L , v – соответ-

ственно длина нерастянутого материала, м, и скорость его движения, м/с, в зоне деформации.

В соответствии с [11] при $T/\tau < 0,1$ материал может рассматриваться как вязкий, а при $T/\tau > 3$ как упругий.

Приняв за исходные передаточные функции (4) и (5), построим зависимость в статике натяжения вязкоупругого материала в зоне деформации от скорости его движения при постоянных значениях Δv и E . Тогда из (4) и (5) имеем:

$$F_1 = E \frac{\Delta v}{v}, \quad (6)$$

$$F_2 = E \frac{\Delta v}{v(1-\Theta)}. \quad (7)$$

На рис. 1-а представлены зависимости F_1 и F_2 от скорости движения материала. Здесь наблюдается уменьшение его натяжения с ростом скорости движения, обусловленное изменением относительного удлинения $\Delta v/v$. Однако при любой скорости движения $F_2 > F_1$.

Соотношение постоянных времени T и τ существенно влияет на динамические ха-

рактеристики транспортируемого в зоне деформации материала.

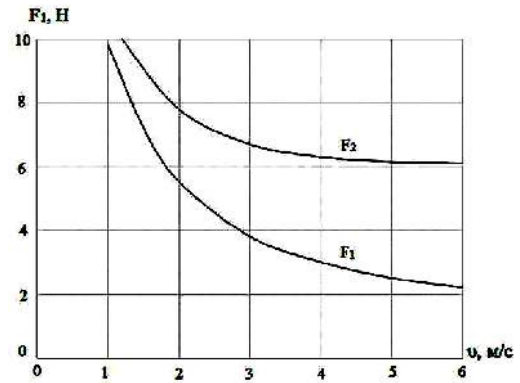
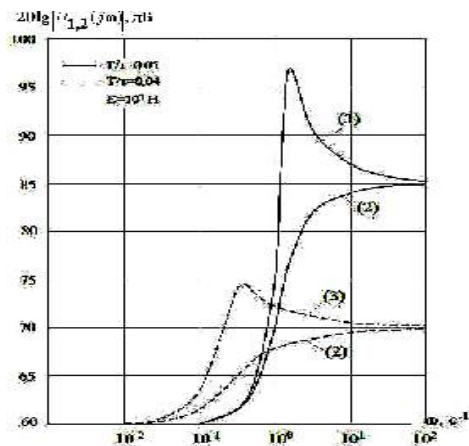
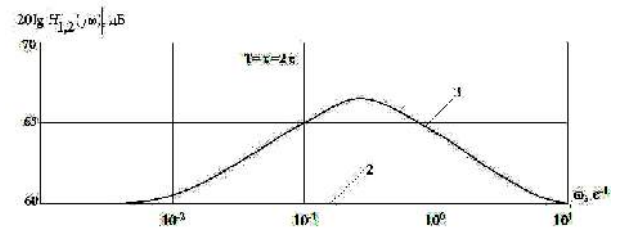


Рис. 1

Так, на рис. 2-а, б представлены расчетные логарифмические амплитудно-частотные характеристики (ЛАЧХ), построенные в соответствии с передаточными функциями (5) и (4) для различных значений T и τ . Их анализ показывает, что при $T=\tau$ транспортируемый материал в соответствии с (2) может быть представлен безынерционным звеном. Однако в соответствии с передаточной функцией (5) он имеет в существенном для систем стабилизации натяжения материала диапазоне частот ЛАЧХ форсирующего звена (рис. 2-б), что не может быть учтено передаточной функцией (4).



а)



б)

Рис. 2

Практический интерес представляет также чувствительность передаточных

функций (4) и (5) к вариации параметров T и τ .

Логарифмические функции чувствительности передаточной функции (2) к вариации T и τ соответственно имеют вид:

$$S_T^{H_1}(s) = \frac{\partial H_1}{\partial T} \frac{T}{H_1} = -\frac{sT}{Ts+1}, \quad (8)$$

$$S_\tau^{H_1}(s) = \frac{\partial H_1}{\partial \tau} \frac{\tau}{H_1} = \frac{\tau}{\tau s+1}. \quad (9)$$

После преобразований (5), разложения $\frac{T}{Ts+1}$ экспоненты $e^{-\tau s}$ в ряд Тейлора и пренебрежения членами второго и выше порядка малости, имеем:

$$H_2(s) = \frac{E(\tau s+1)^2}{L\tau s^2 + L(2 - \frac{T}{\tau})s + \frac{L}{\tau}}. \quad (10)$$

Тогда логарифмические функции чувствительности (10) соответственно к вариации T и τ имеют вид:

$$S_T^{H_2}(s) = -\frac{\frac{T}{s}}{\tau s^2 + (2 - \frac{T}{\tau})s + \frac{1}{\tau}}, \quad (11)$$

$$S_\tau^{H_2}(s) = \frac{\tau^3 s^3 + 3(\tau - T)s^2 + (3 - \frac{T}{\tau})s + \frac{1}{\tau}}{\tau^2 s^3 + (3\tau - T)s^2 + (3 - \frac{T}{\tau})s + \frac{1}{\tau}}. \quad (12)$$

Знак минус перед функциями чувствительности (8), (11) указывает на уменьшение чувствительности с увеличением соответственно T и τ .

Выполним анализ функций чувствительности (8), (9), (11), (12) в частотной области.

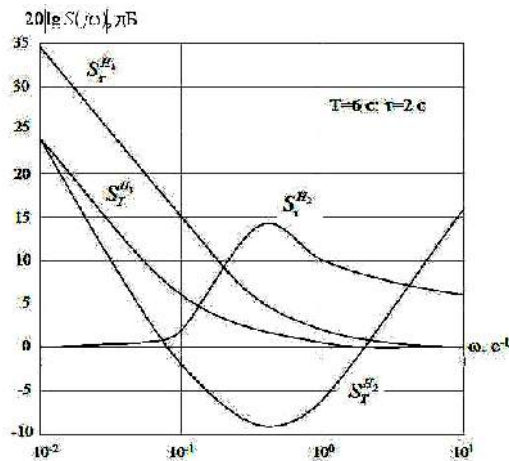


Рис. 3

На рис. 3 представлены зависимости логарифмических частотных функций чувствительности $S_\tau^{H_{1,2}}(\omega)$, $S_T^{H_{1,2}}(\omega)$.

Их анализ показывает монотонное уменьшение чувствительности передаточной функции $H_1(s)$ как к вариации τ , так и T . Функции чувствительности $S_\tau^{H_2}(\omega)$ и $S_T^{H_2}(\omega)$ имеют соответственно максимальное и минимальное значения в области существенных частот.

Анализ (11) и (12) показывает, что при $T=3\tau$ функция чувствительности $S_T^{H_2}(\omega)$, а при $T=2\tau$ функция чувствительности $S_\tau^{H_2}(\omega)$ не зависят от T и имеют вид:

$$S_\tau^{H_2}(s) = \frac{\tau^4 s^3 - 6\tau s^2 + 1}{\tau^3 s^3 + 1}, \quad (13)$$

$$S_T^{H_2}(s) = -\frac{2\tau s}{\tau^2 s^2 + 1}. \quad (14)$$

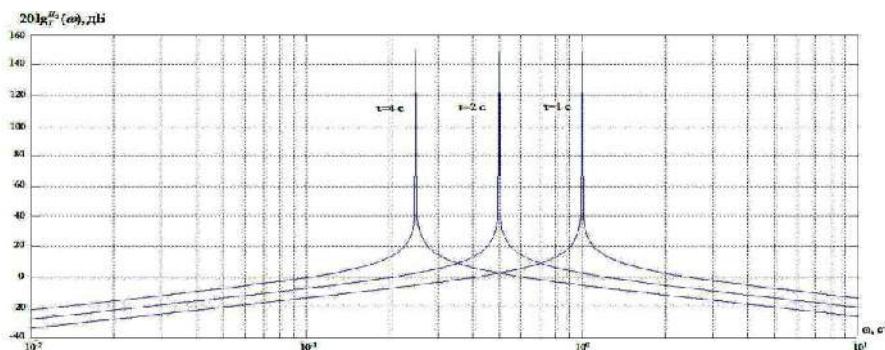


Рис. 4

На рис. 4 представлены логарифмические частотные функции чувствительности, построенные в соответствии (14), показывающие смещение с ростом τ максимума функции чувствительности к вариации постоянной времени T в область низких частот.

ВЫВОДЫ

Частотные характеристики динамической модели транспортируемого в зоне деформации вязкоупругого материала существенно зависят от его параметров, что необходимо учитывать при проектировании автоматических систем регулирования его натяжения в технологическом оборудовании непрерывного действия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев Н.А. Вопросы теории прядения. – Гизлегпром, 1932.
2. Морозов Д.П. К теории электромеханических процессов в электроприводе станов холодной прокатки // Вестник электропромышленности. – 1944, № 3.
3. Файнберг Ю.М. Авторегулирование при холодной прокатке. – Металлургиздат, 1960.

4. Розенман Е.А. Лернер А.Я. Переходные процессы при холодной прокатке с натяжением // Сталь. – 1948, № 10.

5. Мильман А.Я. Исследование динамики натяжения нитей при их сматывании с рулона // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1964, № 5.

6. Винтер Ю.М. Некоторые вопросы динамики натяжения каната // Научн.-исслед. тр. ЦНИИЛВ. – М.: Легкая индустрия, 1966, т. XXI.

7. Куликов А.М., Хавкин В.П. Многозонные перематывающие устройства как объект автоматического управления // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1968, №1. С.114...117.

8. Быстров А.М. Некоторые результаты исследования натяжения ткани, создаваемые роликовым компенсатором // Текстильная промышленность. – 1956, № 6.

9. Иванов Г.М. О регулировании натяжения в агрегатах для обработки корда // Изв. вузов. Электромеханика. – 1968, № 2.

10. Глазунов В.Ф., Прокушев С.В. Автоматизация оборудования для непрерывной обработки текстильных материалов. – Иваново: ИГЭУ, 2002.

11. Глазунов В.Ф., Бурков А.П. Динамическая модель процесса деформации вязкоупругого транспортируемого материала // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1985, №6. С.67...71.

Рекомендована кафедрой электропривода и автоматизации промышленных установок. Поступила 16.04.14.

УДК 621.892

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СБОРА ДАННЫХ МАШИНЫ ТРЕНИЯ

THE AUTOMATION OF THE SYSTEM DATA ACCEPTANCE MACHINES OF FRICTION

А.А. КАТАМАНОВ, С.А. ЕГОРОВ, А.В. ИВАНОВ
A.A. KATAMANOV, S.A. EGOROV, A.V. IVANOV

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)
(Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute)

E-mail: tmp@igta.ru; alexkat_01@mail.ru

Описана последовательность разработки системы автоматизированного сбора данных машины трения. Разработаны электронные устройства и программное обеспечение. Модернизирована маятниковая машина трения.

The sequence described for the system development automated data acceptance of the machine of friction. The electronic device and software are designed. The balance machine of friction modernized.

Ключевые слова: автоматизация, машина трения, энкодер.

Keywords: automation, machine of friction, encoder.

Большинство задач проектирования устройств текстильных машин опирается на результаты испытаний деталей на трение и износ [1...3].

Для проведения триботехнических испытаний контакта нить-металл была изготовлена маятниковая машина трения. Конструкция описана в работах [4], [5]. Она имеет механический датчик угла поворота,

позволяющего регистрировать момент трения.

В настоящее время машины трения, выпускаемые промышленностью, оснащаются компьютерными системами сбора данных. Цель исследования состояла в оснащении маятникового трибометра автоматизированной системой сбора данных и проверке ее работоспособности.

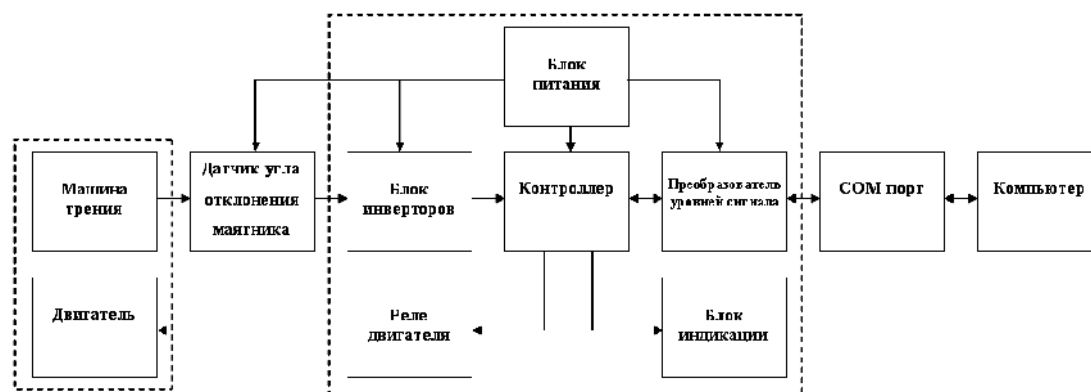


Рис. 1

Была разработана структурная схема системы (рис. 1). Работа устройства происходит следующим образом. Момент силы трения вызывает поворот оси маятника трибометра. Угол отклонения фиксируется датчиком угла поворота. Датчик представляет собой инкрементный оптический энкодер AUTONICS E40H8-3600-3-N-5. В данном устройстве механическое перемещение маятника преобразуется в электрические сигналы, дающие информацию об угле поворота и направлении движения. Точность определения угла поворота $0,1^\circ$. Цифровой сигнал с энкодера, после инвертирования, подается на вход 8-разрядного периферийного интерфейсного микроконтроллера PIC16F887. Микроконтроллер подключен к персональному компьютеру с помощью COM порта, по которому осуществляется передача данных. Преобразо-

вание уровней сигналов между контроллером и COM портом осуществляется с помощью микросхемы MAX232.

Управление двигателем машины трения осуществляется с помощью реле, подключенного к выходу контроллера. Режимы работы установки отображаются блоком индикации.

Чтобы вести запись цифрового сигнала и управлять работой машины трения, была составлена программа на языке Visual Basic. Задача программы – устанавливать скорость движения, время работы, а также фиксировать временные изменения момента трения и организовывать файл записи результатов. Разработанный алгоритм показан на рис. 2. При включении питания контроллера происходит его первичная инициализация. После ее завершения проверяется наличие связи с компьютером и

получение исходных данных для измерения: N – количество измерений и T – пауза между измерениями. Основной цикл работы состоит из получения информации об изменении положения датчика, ее обработки и передачи в компьютер. Регулируемая временная задержка осуществляет

паузу между измерениями. Двигатель установки запускается в начале измерения, а отключается при прохождении заданного периода измерений. Параллельно с основным циклом работает небольшая процедура обработки прерывания, которая позволяет получать информацию с датчика.

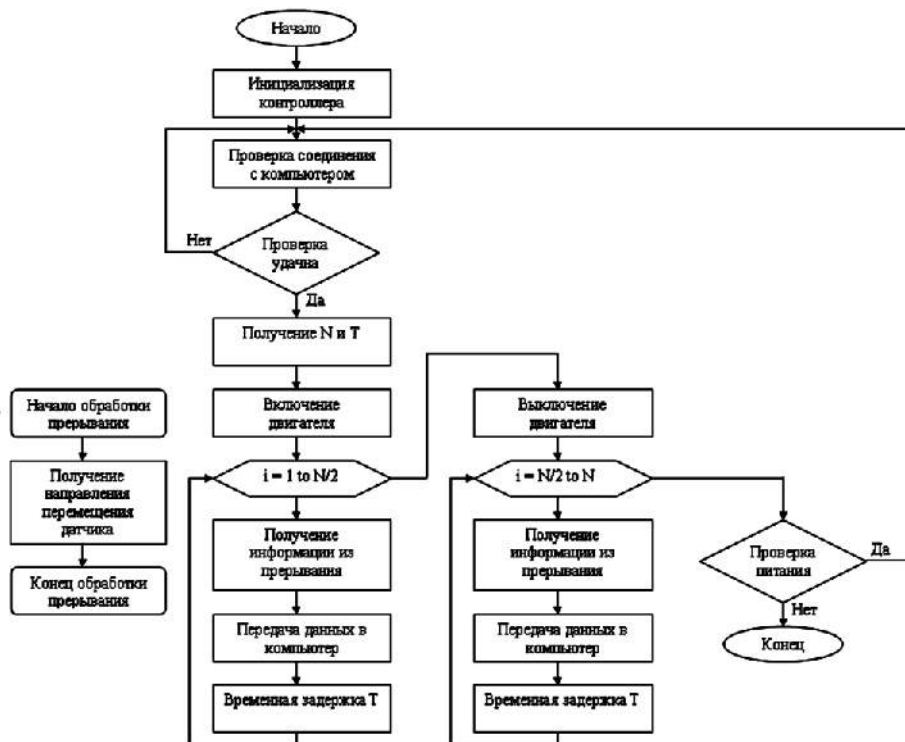


Рис. 2

После окончания цикла измерений, в присутствии питания, ожидается получение новых исходных данных.

На рис. 3 показан результат работы системы, представляющий собой график угла поворота, полученного от системы измерения с использованием разработанного программного обеспечения.

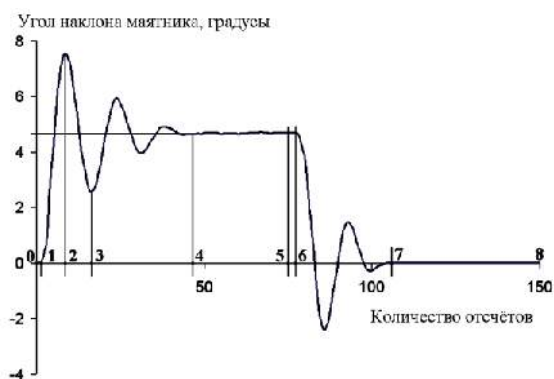


Рис. 3

На графике выделяются 8 участков. Участок 0-1 показывает время задержки старта двигателя. Включает в себя время от получения команды на запуск двигателя до начала его вращения. Участок 1-2 показывает увеличение угла наклона маятника вследствие увеличения силы трения покоя, возникающего в результате адгезии поверхностей и механического сцепления микронеровностей. Угол наклона участка показывает соотношение мощности двигателя с моментом трения и зависит от характеристик смазочной жидкости. Точка 2 показывает статический момент трения. Точка является переходом трения покоя в трение скольжения. На участке 2-3 наблюдается уменьшение угла наклона вследствие уменьшения силы трения при переходе к трению скольжения. Участок 3-4

показывает процесс затухания колебаний момента трения после схватывания и переход к установившемуся трению (участок 4-5). Точка 5 – момент выключения двигателя установки. Участок 5-6 показывает инерцию механической системы, а участок 6-7 процесс возврата маятника в исходное состояние. Точка 8 – окончание измерения.

Таким образом, представленная система позволяет автоматизировать процесс измерения момента трения, вести запись результатов опытов. Точность системы измерения зависит от предварительной настройки. Отличительной особенностью разработанной системы от существующих аналогов является универсальность средств автоматизации и программного обеспечения. Ее описанный базовый вариант можно использовать для любого узла трения маятникового типа, реализующего скольжение, включая контроль параметров, управление, исследование.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* Особенности процесса взаимодействия острия иглы игольчатой гарнитуры с льняным волокном // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 1. С. 30...33.
2. *Хосровян И.Г., Красик Т.Я., Хосровян Г.А.* Общая теория динамики волокнистых комплексов в процессе их взаимодействия с рабочими органами разрыхлителя // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №6. С. 194...197.
3. *Королев А.Н., Терентьев В.И.* Исследование натяжения основы на высокоскоростном ткацком станке // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №3. С. 100...101.
4. *Буреев С.К., Ситникова И.Н.* Определение силы натяжения петли в механизме язычковой иглы при прессовании // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №2. С.117...119.
5. *Гуляев Е.С., Прокопенко А.К.* Возможные решения проблемы износа деталей механических систем и исполнительных органов оборудования текстильного производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №1. С.108...110.
6. *Киселев Б.Р., Замятина Н.И., Березин К.Г., Егоров С.А., Комарова Т.Г.* Повышение работоспособности червячных механизмов с применением металлоплакирующих смазок // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 4. С. 93...98.
7. *Киселев Б.Р., Егоров С.А., Березин К.Г.* Исследование износостойкости стальной пары трения в смазочной композиции, содержащей стеараты металлов // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2010, № 7. С. 25...28.
8. *Ведерникова И.И., Егоров С.А.* Повышение ремонтпригодности роторов пневмопрядильных машин. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 2. С. 87...88.
9. *Егоров С.А., Шибнев А.А., Чернышова Т.А.* Исследование износостойкости дисперсно-упрочненных композиционных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 3. С.125...128.
10. *Алешин Р.Р., Егоров С.А., Корчагин Г.И.* Повышение эффективности парафинирования пряжи при изготовлении трикотажа // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 6. С.149...152.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроительного производства. Поступила 25.02.14.

УДК 621(075.8)

**МЕТОД АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ
ПРОЦЕССА СУШКИ ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА
В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ**

**METHOD OF AUTOMATIC CONTROL
OF PROCESS OF DRYING OF THE TEXTILE MATERIAL
IN REAL TIME**

Е.И. КРОТОВА
E.I. KROTOVA

(Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова)
(P.G. Demidov Yaroslavl State University)
Email: ken@uniyar.ac.ru

Разработан метод автоматического контроля влажности с применением статистического анализа и идентификацией распределения значений этого параметра в текстильном материале, разработана математическая модель и электронное устройство, реализующее рассмотренный метод.

The method of the automatic control of humidity with application of the statistical analysis and identification of distribution of values of this parameter in a textile material is developed, the mathematical model and the electronic device realizing the considered method is developed.

Ключевые слова: контроль, влажность, параметр, выборка, вид распределения, идентификация.

Keywords: the control, humidity parameter, sample, a kind of distribution, identification.

Процесс производства хлопчатобумажных тканей состоит из этапов, которые содержат воздействие влаги на ткани с последующей сушкой. При этом влагосодержание ткани оказывает существенное влияние на основные параметры в процессах ее отделки.

Объектом исследования в настоящей работе является математическая модель процесса сушки хлопчатобумажных тканей, являющаяся основой разработанного нами метода автоматического контроля процесса сушки реализуемого в реальном времени, который основан на анализе ста-

статистического распределения влажности в текстильном материале.

Известно, что технологические параметры текстильного оборудования рассчитываются из условия, что значения влажности материала имеют фиксированное значение, это требование иногда не выполняется из-за низкого качества исходного полуфабриката. Для повышения эффективности технологических процессов производства хлопчатобумажных тканей можно использовать непостоянство значений параметра остаточной влажности для получения информации о разбросе значения влагосодержания в разных частях объема материала, наличии примесей, отклонения от заданных характеристик режима функционирования теплоиспользующего оборудования и т. п.

Рассмотрим алгоритм идентификации вида распределения значений параметра влажности x . Он состоит из нескольких этапов.

Определяется значение контрэксцесса χ , для чего находится выборочное значение оценки математического ожидания:

$$m_1^* = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n x_i, \quad (1)$$

где n – объем выборки, x_i – значения случайной величины влажности.

Затем находится оценка момента 4-го порядка:

$$\mu_4^* = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n (x_i - m_1^*)^4, \quad (2)$$

вычисляется оценка дисперсии:

$$\sigma^{2*} = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n (x_i - m_1^*)^2, \quad (3)$$

находятся эксцесс:

$$\varepsilon = \frac{\mu_4^*}{\sigma^{*4}} \quad (4)$$

и контрэксцесс

$$\chi = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}}, \quad (5)$$

определяется асимметрия:

$$s = \frac{\mu_3^*}{\sigma^{*3}}. \quad (6)$$

Определяется энтропийный коэффициент по формуле:

$$k_3 = \frac{dn}{2\sigma^*} \cdot 10^{-\frac{1}{n} \sum_{j=1}^m n_j \lg n_j}, \quad (7)$$

где d – ширина столбца гистограммы; n – объем выборки; σ – среднее квадратичное отклонение, m – число столбцов гистограммы, $m = 4 \ln(n)$; n_j – число наблюдений в j -м столбце.

Используя вычисленные значения χ , k_3 , s , находим параметр идентификации Z :

$$Z = \frac{k_3}{\chi} + 4s. \quad (8)$$

Отличие исследуемого распределения от теоретического для данного закона распределения и заданного объема выборки характеризуется величиной абсолютного значения отклонения отношений $|\delta_i(Z)|$. Оно вычисляется как модуль разности:

$$|Z_{от} - Z| = \delta_i(Z), \quad (9)$$

где $Z_{от}$ – параметр отношения для нормального закона распределения; Z – параметр исследуемого распределения значений влажности.

Величина $\delta_i(Z)$ сравнивается с допустимым значением отклонения $\delta_{zi}(Z)$, результат сравнения S_i является определяющим параметром, характеризующим тип распределения.

При совпадении идентифицированного закона распределения с нормальным (этапным) S_i принимает минимальное значение:

$$S_i = \delta_i(Z) - \delta_{zi}(Z). \quad (10)$$

Точность численной величины допустимого значения отклонения выбирается для каждой конкретной задачи.

Функциональная схема устройства автоматического контроля параметра технологического оборудования должна обеспечивать возможность наблюдения за контролируемым параметром без вмешательства в технологический процесс в условиях реального времени и своевременно выдавать информацию об отклонении параметра от допустимой нормы [2]. Структурную схему системы контроля влажности, основанную на применении предложенного метода, можно представить в виде основных блоков (рис. 1).

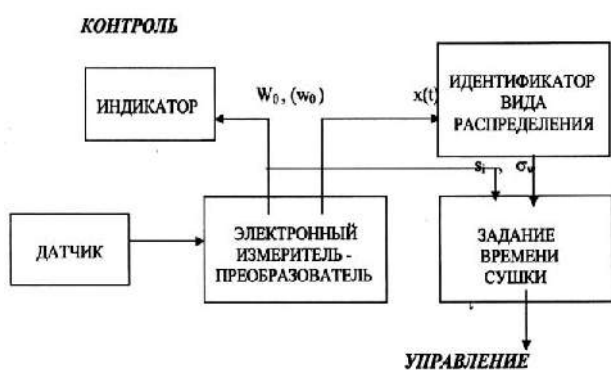


Рис. 1

Датчик влажности подключен на вход электронного измерителя-преобразователя, один из выходов которого соединен с индикатором (лампочка или светодиод), другой выход служит для подключения к ПЭВМ, в которой реализуется предлагаемый алгоритм контроля влажности, блок задания времени сушки является частью алгоритма контроля влажности.

На рис. 2 представлена структурная схема электронного измерителя- преобразователя.

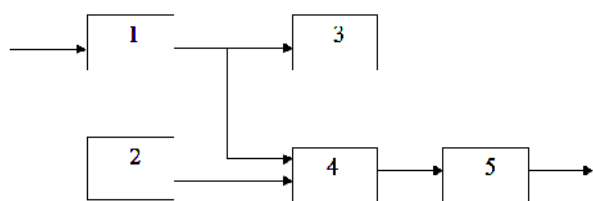


Рис. 2

Сопротивление датчика включено в схему измерительного генератора 1, при изменении сопротивления от влажности материала происходит изменение частоты генератора.

С помощью частотомера 2 это изменение фиксируется и вводится в виде числового файла (вручную или автоматически с выхода частотомера на ЭВМ) на вход идентификатора вида распределения. Для обеспечения оперативного контроля сушки предусмотрена операция сравнения частоты измерительного генератора 1 с частотой опорного генератора 2 с помощью устройства сравнения 4. Выходное напряжение устройства сравнения интегрируется с помощью интегратора 5. Время интегрирования выбирается с учетом инертности датчика. При равенстве частот на выходе интегратора напряжение достигает определенного уровня. Это напряжение характеризует влажность и используется для включения индикатора достижения требуемой технологической влажности. Индикатор представляет собой ключевую схему, состоящую из компаратора и транзисторного ключа, управляющего включением и выключением лампочки или светодиода. Идентификатор закона распределения реализует алгоритм (9). Эффективность предложенного метода автоматического контроля процесса сушки с идентификацией распределения влажности можно оценить с помощью относительного уменьшения времени технологического процесса [3]:

$$\Delta = [(\tau' - \tau) / \tau'] \cdot 100\% , \quad (11)$$

где τ – время сушки с применением автоматического контроля влажности с идентификацией вида распределения ее выборочных значений, τ' – время сушки без идентификации.

Градуировочный график электронного измерителя влажности представлен на рис. 3. Зависимость Δ от влажности гранул w_0 приведена в табл. 1.

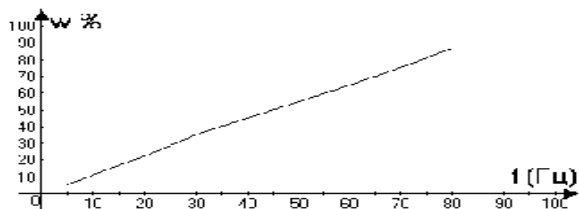


Рис. 3

Т а б л и ц а 1

$w_0, \%$	$\tau', \text{ч}$	$\tau, \text{ч}$	$\Delta, \%$
25	17	6	64
20	13	5	61
15	11	4	63

ВЫВОДЫ

1. Разработан метод контроля влажности с применением статистического анализа значений влажности с идентификацией вида распределения этих значений, основой которого является разработанная нами математическая модель, учитывающая связь начальной влажности и конечной (заданной технологически) влажности.

2. Разработаны структурная схема электронного измерителя-преобразователя и электронное устройство для автоматиче-

ского контроля влажности текстильного материала, которое позволяет обеспечить наблюдение за процессом сушки в реальном времени, что снижает производственные энергозатраты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кротова Е.И. Идентификация типа распределений результатов экспериментальных исследований // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 1998, № 1. С. 57...59.

2. Кротова Е.И. Моделирование работы алгоритма идентификации закона распределения влажности гранулированных материалов // Междунар. сб. тр.: Информационные технологии моделирования и управления. / Под ред. д.т.н., проф. О.Я. Кравца. – Воронеж: Изд-во Научная книга, 2004. Вып. 18. С. 95...101.

3. Кротова Е.И. Метод автоматического контроля качества технологических систем в текстильном производстве // Сб. мат. Междунар. научн.-техн. конф.: Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной промышленности (Прогресс-2013). Часть 1. – Иваново: Текстильный институт ИВГПУ. 2013. Часть 1. С.210...211.

Рекомендована кафедрой динамики электронных систем. Поступила 13.02.14.

УДК 677.01

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИЛУЧШЕГО ПОКАЗАТЕЛЯ НЕРАВНОМЕРНОСТИ
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СМЕСИ ВОЛОКОН
В ТАНГЕНЦИАЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ СЕЧЕНИЯ ПРЯЖИ
МЕТОДОМ СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**THE DETERMINATION OF THE BEST INDEX TO UNEVENNESS
OF THE DISTRIBUTION MIXTURE FILAMENTS
IN TANGENTIAL DIRECTION OF THE SECTION OF THE YARN
BY METHOD OF STATISTICAL MODELING**

Ю.М. ВИНТЕР
J.M. WINTER

(Московский государственный университет дизайна и технологии)
(Moscow State University of Design and Technology)
E-mail: retniw35@mail.ru

С помощью статистического моделирования определен наилучший показатель, оценивающий неравномерность распределения смеси волокон в тангенциальном направлении сечения пряжи. В статье рассмотрены два показателя, предложенные автором, и традиционный показатель, основанный на разделении сечения на секторы.

By means of statistical modeling is determined best index, evaluating unevenness of the distribution mixture filaments in tangential direction of the section of the yarn. In article are considered two indexes, offered by author, and traditional index, founded on division of the section on sectors.

Ключевые слова: сечение пряжи, показатель, неравномерность распределения компонентов, число серий, моделирование.

Keywords: yarn section, indicator, unevenness of distribution of components, number of series, modeling

Показатели, разработанные различными исследователями, базируются в основном на разделении сечения пряжи на секторы и оценке неравномерности распре-

ления волокон компонентов по ним. Автором [1] были предложены два новых показателя, основанных на понятии серии. Это понятие поясняет рис. 1 (сечение пряжи).

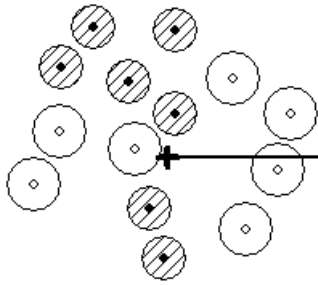


Рис. 1

Будем вращать изображенный на этом рисунке луч, исходящий из центра сечения пряжи, против часовой стрелки. При прохождении луча через центр волокна светлого компонента запишем 0, а через центр темного – 1. В результате получим последовательность 00111110001100. Последовательность рядом стоящих нулей или единиц назовем серией. В данном примере число серий равно 5. Однако замечаем, что первая и последняя серия на самом деле являются одной серией, разрезанной надвое выбором начала отсчета. Фактическое число серий = 5-1=4. Назовем 5 числом серий в строчной последовательности (массиве), а 4 числом серий в кольцевой последовательности. Число серий в кольцевой последовательности всегда четное и совпадает с числом серий в строчной последовательности только тогда, когда последнее четно, в противном случае оно на единицу меньше. Показатель "Индекс числа серий" определяется следующим образом:

- вычисляется число серий в строчной последовательности.
- если полученное число нечетно, то оно уменьшается на 1.
- полученное значение делится на число серий, вычисленное для абсолютно случайного распределения волокон (формула дана ниже).
- общая оценка образца пряжи дается средним арифметическим из значений, полученных для отдельных сечений.

Чем больше индекс числа серий (ИЧС), тем лучше перемешаны компоненты. Для абсолютно случайного распределения во-

локон ИЧС =1, реальные пряжи имеют меньшее значение ИЧС.

Найдем математическое ожидание (МОЖ) числа серий в кольцевой последовательности. В [2, с. 74] даны вероятности P_{2v} и P_{2v+1} количества $2v$ и $2v + 1$ серий в строчной последовательности при абсолютно случайном распределении.

Там же [2, с. 479] дана формула определения МОЖ числа серий в строчной последовательности, но она неверна. Из сказанного следует, что в кольцевой последовательности вероятность наблюдать ровно $2v$ серий равна:

$$K_{2v} = P_{2v} + P_{2v+1}. \quad (1)$$

С помощью сложных расчетов (а, может быть, есть более простой путь) было найдено МОЖ числа серий в кольцевой последовательности:

$$\bar{u} = \frac{2n_1n_2}{(N-1)}, \quad (2)$$

где n_1 и n_2 – числа волокон компонентов в рассматриваемом сечении, $N=n_1 + n_2$.

Другим показателем, связанным с сериями, является сумма квадратов длин серий в кольцевой последовательности данного сечения. Для этого показателя не удалось найти точной формулы для МОЖ. Однако для всех возможных для пряжи значений n_1 и n_2 можно путем компьютерного моделирования составить треугольную матрицу, содержащую суммы квадратов длин серий при абсолютно случайном распределении, что и было сделано. Показатель "Индекс квадратов длин серий" определяется следующим образом.

– Вычисляется сумма квадратов длин серий в строчной последовательности.

– Если 1-я и последняя серии состоят из волокон одного и того же компонента, то они объединяются в одну серию, рассчитывается квадрат ее длины, который прибавляется к найденной ранее сумме квадратов. Из последней вычитаются квадраты длин 1-й и последней серии (для сечения рис. 1 строчная последователь-

ность 00111110001100, сумма квадратов длин = $4+25+9+4+4+(16-4-4)=54$.

– Полученное значение делится на сумму квадратов длин серий, вычисленную для абсолютно случайного распределения волокон (берется из упомянутой выше матрицы).

– Общая оценка образца пряжи дается средним арифметическим из значений, полученных для отдельных сечений.

Третий показатель основан на традиционном разделении сечения пряжи на секторы. При этом показатель должен базироваться на измерении неравномерности доли компонента в секторах (но не чисел волокон компонентов). В качестве статистики можно выбрать величину:

$$R = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (p_i - p)^2, \quad (3)$$

где m – число секторов; i – номер сектора; p_i – доля 1-го компонента в i -ом секторе; p – доля 1-го компонента в сечении.

К сожалению, не удалось найти точное выражение для МОЖ статистики R для абсолютно случайного распределения компонентов по сечению пряжи. Если считать, что число волокон компонента в выбранном секторе распределено по гипергеометрическому закону, то МОЖ статистики R будет равно:

$$\bar{R} = \frac{p(1-p)}{n_1 + n_2 - 1} \left(\frac{n_1 + n_2}{g} - 1 \right), \quad (4)$$

где p – доля волокон 1-го компонента в сечении; g – среднее гармоническое из чисел всех волокон в секторах сечения.

Ясно, что приближение (4) дает несколько преувеличенное значение, поскольку не учитывает, что суммы волокон компонентов в секторах для каждого сечения фиксированы. Компьютерный эксперимент показал, что формула (5) дает лучшее приближение:

$$\bar{R} = \frac{p(1-p)}{n_1 + n_2 - 1} (m - 1), \quad (5)$$

где m – число секторов, на которое разделено сечение.

Показатель "Индекс неравномерности доли компонента в секторах" определяется так.

– Сечение пряжи разделяется на m секторов.

– Вычисляется статистика R по формуле (3).

– Вычисляется значение \bar{R} статистики при абсолютно случайном распределении волокон по формуле (5).

– Вычисляется значение показателя

$$S = \sqrt{R / \bar{R}}. \quad (6)$$

– Общая оценка образца пряжи дается средним арифметическим из значений, полученных для отдельных сечений.

Для оценки различительной способности показателей с помощью компьютерного моделирования необходимо генерировать сечения пряжи с различной степенью неравномерности распределения волокон компонентов по угловой координате. При абсолютно случайном распределении волокон компонента мы имеем равномерное распределение на отрезке $(0, 2\pi]$:

$$f(\varphi) = \frac{1}{2\pi}. \quad (7)$$

Чтобы управлять степенью неравномерности распределения, можно выбрать в качестве модельного распределения функцию вида:

$$f(\varphi) = a + b \cos(c\varphi), \quad (8)$$

где φ – угловая координата; a, b – параметры; c – параметр, отражающий ручьистость расположения компонентов в сечении. При $c=1$ мы имеем 2 ручья (то есть пряжа получена прядением 2-х сложенных ровниц компонентов). Очевидно, что взвешенная сумма распределений центров волокон компонентов по углу есть равномерное распределение на $(0, 2\pi]$:

$$p_1 f_1(\varphi) + p_2 f_2(\varphi) = \frac{1}{2\pi}, \quad (9)$$

где $p_1, p_2 = 1 - p_1$ – числовые доли компонентов в рассматриваемом сечении.

Из условия равенства интеграла от плотности распределения 1 параметр a распределения всегда равен $1/(2\pi)$. Параметр b нужно сначала выбирать для компонента, доля которого меньше 0,5, причем

$$|b| \leq 1/(2\pi). \quad (10)$$

Для первого компонента (доля которого, положим, больше или равна 0,5) коэффициент b_1 вычисляется по формуле:

$$b_1 = -\frac{p_2}{p_1} b_2, \quad (11)$$

которая вытекает из (9), где b_2 – параметр распределения второго компонента, выбран с учетом (10). Примеры распределений при $p_1 = 0,6$ и $b_2 = 1/(2\pi)$ приведены на рис. 2 (распределение компонентов при числе ручьев 4 ($c = 2$)).

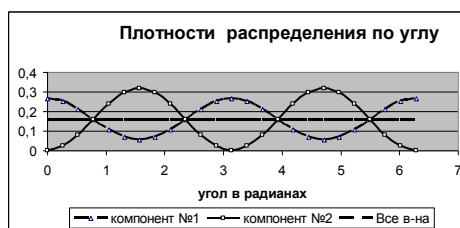


Рис. 2

В отличие от других показателей значение показателя числа серий тем меньше, чем больше неравномерность распределения волокон по углу, что неудобно. Чтобы избавиться от этого недостатка, его можно легко пересчитать в среднюю длину серий. Однако в этом случае возрастет дисперсия показателя и появится смещение.

Для компьютерного эксперимента важен также выбор параметра c , отражающего число ручьев компонентов в сечении и, в конце концов, число сложений компонентов при подготовке к прядению и интенсивность процессов, препятствующих индивидуализации волокон.

В результате компьютерного эксперимента выяснилось, что при наличии двух ручьев компонентов в сечениях пряжи наибольшей различительной способностью обладает третий показатель, причем оптимальное число секторов равно 2. Но такой случай (2 ручья) почти не встречается. С ростом числа ручьев различительная способность третьего показателя быстро падает даже при оптимальном числе секторов.

В табл. 1 отражены результаты компьютерного эксперимента при наличии 16 ручьев компонентов в сечениях пряжи (это значение примерно отражает типичную ситуацию).

Таблица 1

Числа волокон компонентов в сечении		Различительная способность показателей		
n_1	n_2	индекс числа серий	индекс квадрата длины серий	индекс секториальной неровноты (число секторов=12)
50	50	2,94	2,77	0,82
40	60	1,80	1,78	0,52
30	70	1,17	0,96	0,42
20	80	0,66	0,41	0,19
10	90	0,25	0,11	0,19
5	95	0,14	0,03	0,04

Как видно из табл. 1, наибольшей различительной способностью обладает индекс числа серий, ему уступает индекс квадрата длины серий.

При количестве ручьев 16 индекс секториальной неровноты значительно усту-

пает индексу числа серий. Если содержание компонента находится в пределах 20...80% (то есть наиболее популярном диапазоне), индекс секториальной неровноты уступает и индексу квадрата длины серий. Для индекса секториальной неров-

ноты выгодно при росте числа ручьев увеличивать число секторов. Однако при общем числе волокон ≤ 100 число секторов нельзя сделать больше 12, так как неприемлемо возрастет доля сечений, в которых хотя бы один сектор не содержит центров волокон даже при максимально возможной плотности упаковки в сечении. Подобная картина различительной способности показателей наблюдается и при других значениях общего числа волокон в сечении.

Таким образом, компьютерное моделирование позволило нам выявить наилучший показатель неравномерности распределения компонентов по сечению пряжи в

тангенциальном направлении без проведения очень большого количества трудоемких экспериментов. Таким показателем является индекс числа серий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Винтер Ю.М.* Прогнозирование и оценка эффективности процесса смешивания в прядении: Дис.... докт. техн. наук. – М., 1982.
2. *Феллер В.* Введение в теорию вероятностей и ее приложения. – М.: Мир, 1967.

Рекомендована кафедрой автоматизированных систем обработки информации и управления. Поступила 23.05.14.

УДК 539.434:677.494

ВАРИАНТ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ И РЕЛАКСАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ СЛОЖНОГО СТРОЕНИЯ

WAYS OF MODELING DEFORMATION AND RELAXATION PROPERTIES OF TEXTILE MATERIALS WITH A COMPLEX STRUCTURE

А.Г. МАКАРОВ, Н.В. ПЕРЕБОРОВА, М.А. ЕГОРОВА, В.И. ВАГНЕР
A.G. MAKAROV, N.V. PEREBOROVA, M.A. EGOROVA, M.A. WAGNER

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)
(Saint-Petersburg State University of Technology and Design)
E-mail: makvin@mail.ru

Методы исследования нелинейно-наследственной вязкоупругости синтетических нитей переносятся на текстильные материалы сложного строения (пряжи, ткани, и т.п.). Разрабатываются аналитические и компьютерные методики исследования их деформационных и релаксационных свойств. Предлагается аналитический вариант нормированной релаксационной функции и функции ползучести, наиболее подходящий для исследования текстильных материалов сложного строения.

Methods for studying the nonlinear viscoelastic hereditary synthetic fibers are transferred to the complex structure of textile materials (yarn, fabric, etc.). Developed analytical techniques and computer studies of deformation and relaxation properties. An analytical version of the normalized relaxation function and creep function is most suitable for the study of textile materials with a complex structure.

Ключевые слова: текстильные материалы сложного строения, нелинейно-наследственная вязкоупругость, компьютерные методики.

Keywords: textile materials with a complex structure, nonlinear viscoelasticity hereditary, computer techniques.

Многообразие текстильных материалов диктует необходимость создания методик исследования и прогнозирования вязкоупругих свойств объектов различной структуры, в том числе и сложной, которым уделяется недостаточно внимания.

Сложность структур текстильных материалов, заключающаяся прежде всего в разнообразии методов технологического производства и последующей обработки, существенно сказывается на свойствах материалов. В силу этого для изучения и про-

гнозирования деформационных свойств указанных материалов требуется разработка новых и совершенствование имеющихся методик. Чем больше разнообразие предлагаемых методик, тем свободнее выбор, способствующий получению наиболее точного прогноза.

Исследование свойств текстильных материалов сложной макроструктуры затруднено наличием у них более широкого спектра релаксации и ползучести. Данное обстоятельство стимулировало поиск новых релаксационных функций, отличающихся расширенным спектром. Если для синтетических нитей считается общепризнанным, что механические воздействия являются активирующими, то есть ускоряют эндохронные (внутренние) реакции микромеханизмов протекающих процессов, уменьшая времена запаздывания в процессе ползучести и времена релаксации в процессе релаксации, то среди текстильных материалов сложного строения можно выделить как материалы, обладающие

этим свойством, так и группу материалов, на которые механические воздействия оказывают затормаживающие воздействия, увеличивающие времена запаздывания и релаксации [1...5].

Традиционно применяемые методики прогнозирования [6...8], построенные на использовании таких нормированных функций, как интеграл вероятностей (ИВ), функции Кольрауша (ФК), гиперболического тангенса (ГТ), дают хорошие результаты при исследовании синтетических нитей, что объясняется наличием у них спектра релаксации и ползучести, соответствующего указанным нормированным функциям. Группа материалов сложного макростроения, например, некоторые пряжи [9], тканые ленты [10], плащевые ткани, используемых в спецодежде [11] (табл. 1 – технические характеристики текстильных материалов) и т.п., имеют более широкий спектр релаксации, как было показано в ходе исследования.

Т а б л и ц а 1

Название	Ширина, мм	Состав	Плотность		Разрывная деформация, %	Разрывная нагрузка, Н
			объемная, г/см ³	линейная, тек основа/уток/прижимная		
Пряжа № 8 (кольцевое прядение)	-	хлопок - 30%, лен - 20%, лавсан - 50%	1,45	-	14	10,5
Пряжа № 12 (самкруточная)	-	хлопок - 35%, лен - 15%, нитрон - 50%	1,34	-	15	4,5
Тканая лента ТК-2	59	капрон - 100%	-	182/182/-	36,5	37,6·10 ³
Тканая лента ТК-16	50	капрон - 100%	-	182/182/182	43,0	32,5·10 ³
Плащевая ткань № 11	100	полиэстер-60%, капрон - 40%	-	6,7/18,8/-	18,4	2,9·10 ³
Плащевая ткань № 14	100	капрон - 100%	-	3,3/5/-	22,6	3,7·10 ³

Поэтому для прогнозирования их деформационных процессов целесообразно выбирать нормированные функции, обладающие расширенным спектром по сравнению с традиционным. Одной из таких элементарных функций является нормированный арктангенс логарифма приведенного времени (НАЛ) [12]:

$$E_{et} = E_0 - (E_0 - E_\infty)\varphi_{et}, \quad (1)$$

$$\varphi_{et} = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \arctg \left(\frac{1}{b_{ne}} \ln \frac{t}{\tau_e} \right),$$

$$D_{ot} = D_0 + (D_\infty - D_0)\varphi_{ot}, \quad (2)$$

$$\varphi_{ot} = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \arctg \left(\frac{1}{b_{no}} \ln \frac{t}{\tau_\sigma} \right),$$

где t – время; $1/b_{не}$ – параметр интенсивности процесса релаксации; $1/b_{пс}$ – параметр интенсивности процесса ползучести; τ_ε – время релаксации; τ_σ – время запаздывания; $E_{\varepsilon t} = \sigma/\varepsilon$ – модуль релаксации; E_0 – модуль упругости; E_∞ – модуль вязкоупругости; $D_{\sigma t} = \varepsilon/\sigma$ – податливость; D_0 – начальная податливость; D_∞ – предельная равновесная податливость; ε – деформация, σ – напряжение.

Выбор функции для модели вязкоупругих свойств текстильных материалов осложняется тем, что нельзя априорно отдать предпочтение какой-то из них. Основным критерием для отбора служит эксперимент. Наличие нескольких нормированных функций позволяет сделать более правильный выбор и тем самым повысить надежность прогнозирования. Как показал эксперимент, модели с использованием ИВ и функции НАЛ для широкого класса синтетических нитей дают достаточно точный прогноз. Что же касается сложных структурных материалов, то там проявляются преимущества математической модели с функцией НАЛ.

Медленная сходимость функции НАЛ к своим асимптотическим значениям позволяет аппроксимировать обобщенные кривые релаксации и податливости в более широком временном диапазоне, чем при использовании других функций, что дает возможность прогнозирования физико-

механических свойств не только синтетических нитей, но и текстильных материалов сложной макроструктуры, обладающие двумя различными видами нелинейности вязкоупругих свойств. Кроме того, функция НАЛ подходит для моделирования свойств текстильных материалов с "рыхлой" макроструктурой благодаря расширенному спектру времен релаксации и ползучести. Применение функции НАЛ увеличило значение начального модуля упругости, что приблизило его к акустическому значению $E_{ак}$ – это физически обосновано, так как скорость распространения упругих взаимодействий в полимерах близка к звуковой. Уменьшилось значение модуля вязкоупругости E_∞ , обосновав возможность прогнозирования длительных процессов релаксации.

Аналитическое задание функции НАЛ и принадлежность ее к классу элементарных функций упрощает дифференциально-интегральные преобразования в рамках рассматриваемой математической модели и тем самым ускоряет процесс нахождения вязкоупругих характеристик. Разработанные методики достаточно точно прогнозируют вязкоупругие состояния рассмотренных объектов, используя при этом минимальное число возможных параметров, что упрощает процесс расчета.

В табл. 2 представлены расчетные характеристики релаксации и ползучести текстильных материалов.

Т а б л и ц а 2

Название продукта	E_0 , ГПа	$E_0 F$, кН	E_∞ , ГПа	$E_\infty F$, кН	$\frac{1}{b_{не}}$	D_0 , ГПа ⁻¹	$D_0 \cdot F^{-1}$, кН ⁻¹	D_∞ , ГПа ⁻¹	$D_\infty \cdot F^{-1}$, кН ⁻¹	$\frac{1}{b_{пс}}$
Пряжа № 8, T = 20°C	5,26	-	1,887		0,104	0,190	-	0,530	-	0,160
Пряжа № 12, T = 20°C	1,21	-	0,39		0,340	0,826	-	2,564	-	0,335
Лента ТК-2, T = 20°C	-	45,7	-	14,8	0,213	-	0,0219	-	0,0676	0,318
Лента ТК-16, T = 20°C	-	42,2	-	16,2	0,249	-	0,0237	-	0,0617	0,356
Плащевая ткань № 11, T = 20°C	-	53,5	-	22,6	0,709	-	0,0187	-	0,0443	1,081
Плащевая ткань № 14, T = 20°C	-	57,4	-	18,3	0,647	-	0,0174	-	0,0546	1,019

Разработка методик моделирования вязкоупругих свойств получила дальнейшее развитие в виде программного продукта [13], позволяющего автоматизировать процесс вычисления. Компьютеризация методик дает простой способ выбора

наилучшей нормированной функции из числа имеющихся – по величине отклонения расчетных точек от эксперимента, что положительно сказывается на точности прогноза.

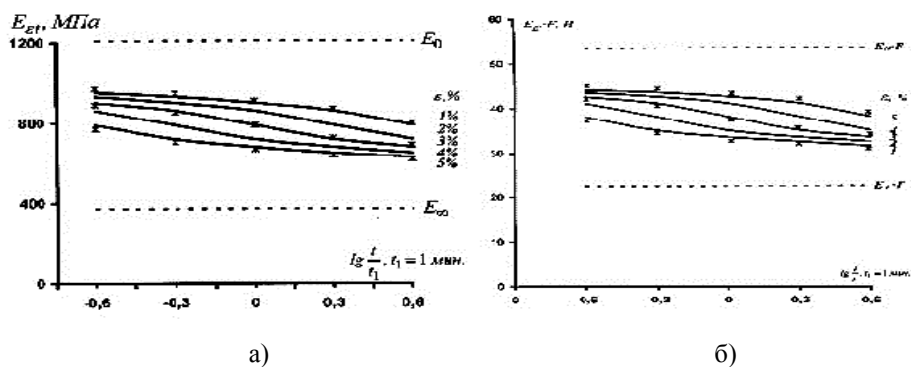


Рис. 1

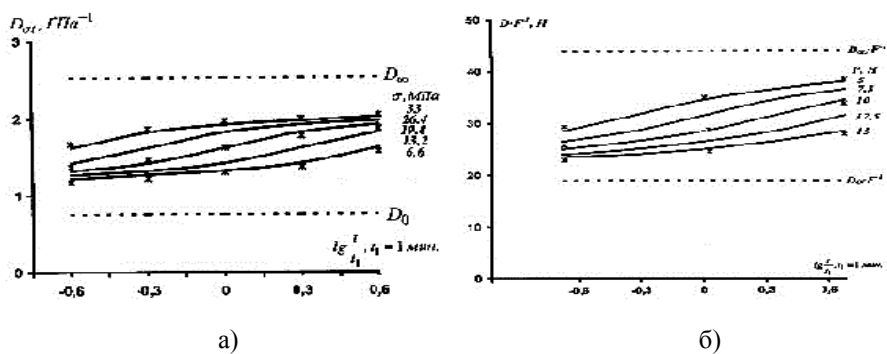


Рис. 2

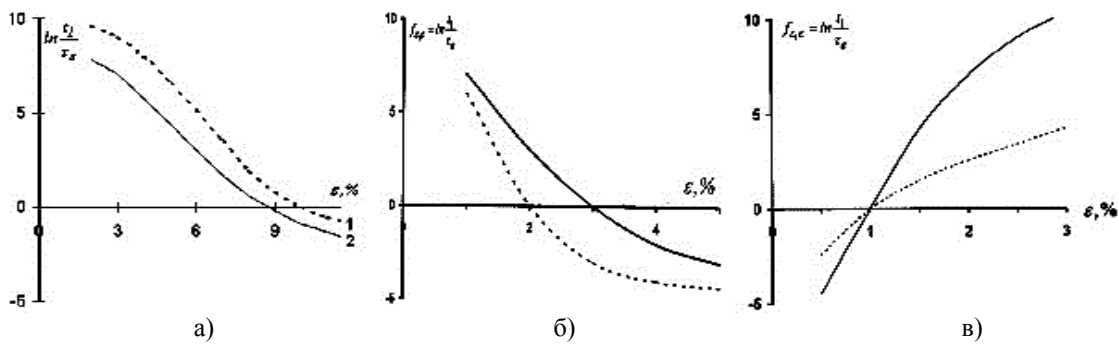


Рис. 3

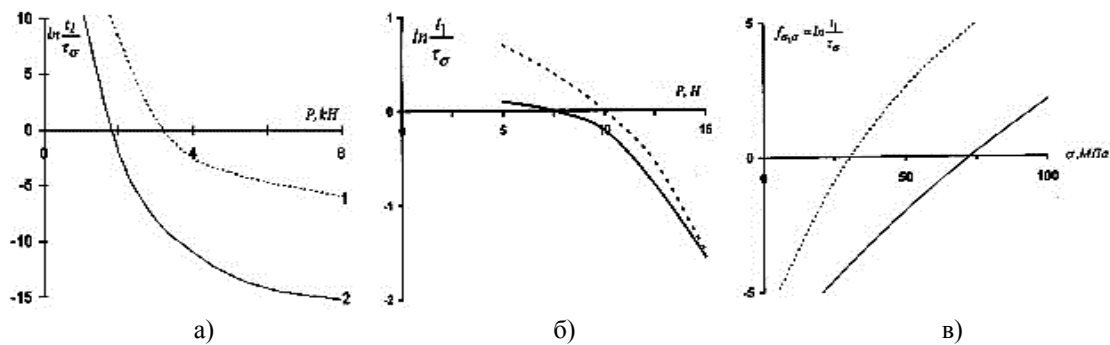


Рис. 4

Текстильные материалы сложной макро­структуры можно условно разделить на две категории по принципу влияния механических воздействий на времена релаксации и запаздывания. К первой группе материалов, у которых в процессе деформирования уменьшаются времена релаксации и запаздывания, можно отнести некоторые виды пряжи [14] (рис. 1-а, рис. 2-а, рис.3-в, рис. 4-в). Аналогичные процессы происходят и при деформировании синтетических нитей. В этом случае механические воздействия являются активизирующими, то есть ускоряют эндохронные (внутренние) реакции микромеханизмов протекающих процессов.

Менее изученной, с точки зрения влияния деформационных воздействий на макро­структуру, остается вторая группа материалов, представленных тканями капроновыми лентами и плащевыми тканями [15] (рис. 1-б; рис. 2-б; рис. 3-а, б; рис. 4-а, б), у которых процессы деформирования вызывают увеличение времен релаксации и запаздывания. В данном случае мы имеем дело с затормаживающим воздействием механической нагрузки. Это обстоятельство обусловлено наличием у материалов менее плотного строения, чем свойственно синтетическим нитям и пряже. Увеличение времен релаксации и запаздывания происходит по причине упрочнения материала по мере растяжения.

Рис. 1 – модуль релаксации (* – расчетные точки для значений деформации 1%, 3%, 5%): а – пряжи № 12, $T = 20^{\circ}\text{C}$, б – плащевой ткани № 11, $T = 20^{\circ}\text{C}$. Рис. 2 – податливость: а – пряжи № 12, $T = 20^{\circ}\text{C}$ (* – расчетные точки для значений напряжений 6,6; 19,8; 33 МПа), б – плащевой ткани № 11, $T = 20^{\circ}\text{C}$ (* – расчетные точки для значений нагрузки 5, 10, 15 Н). Рис. 3 – функции среднестатистических времен релаксации τ_{ϵ} текстильных материалов ($t_1 = 60$ с): а – лента ТК-2 (1 - $T = 20^{\circ}\text{C}$), лента ТК-16 (2 - $T = 20^{\circ}\text{C}$); б – плащевая ткань №11 (- - - - $T = 20^{\circ}\text{C}$), плащевая ткань №14 (----- $T = 20^{\circ}\text{C}$); в - пряжа № 8 (- - - - $T = 20^{\circ}\text{C}$); пряжа № 12 (----- $T = 20^{\circ}\text{C}$). Рис. 4 – функции среднестатистических времен

запаздывания τ_{ϵ} текстильных материалов ($t_1 = 60$ с): а – лента ТК-2 (1 - $T = 20^{\circ}\text{C}$), лента ТК-16 (2 - $T = 20^{\circ}\text{C}$); б – плащевая ткань №11 (- - - - $T = 20^{\circ}\text{C}$), плащевая ткань №14 (----- $T = 20^{\circ}\text{C}$); в – пряжа № 8 (- - - - $T = 20^{\circ}\text{C}$), пряжа № 12 (----- $T = 20^{\circ}\text{C}$).

ВЫВОДЫ

1. Методы наследственной механики полимеров, применявшиеся ранее к синтетическим нитям, оказались применимыми и для решения задач нелинейно-наследственной вязкоупругости текстильных материалов сложного макро­строения.

2. При моделировании и исследовании деформационных и релаксационных свойств сложных текстильных объектов, в отличие от нитей более простого строения, наиболее продуктивной, по сравнению с изученными вариантами релаксационных функций и функций ползучести, является функция НАЛ.

3. С учетом специфики сложного строения текстильных материалов разработаны аналитические и компьютерные методики исследования их деформационных и релаксационных свойств.

4. Выявлена группа текстильных материалов сложной макро­структуры (тканые капроновые ленты и плащевые ткани), для которой в процессе деформирования и релаксации увеличиваются времена запаздывания и релаксации, то есть деформация и нагрузка носят антиактивирующий характер. В данном случае мы имеем дело с затормаживающим воздействием механической нагрузки. Это обстоятельство обусловлено наличием у материалов менее плотного строения, чем свойственно синтетическим нитям и пряже. Увеличение времен релаксации и запаздывания происходит по причине упрочнения материала по мере растяжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демидов А.В., Макаров А.Г., Сталевич А.М. Вариант моделирования нелинейно-наследственной вязкоупругости полимерных материалов // Изв. Российск. акад. наук. Механика твердого тела. – 2009, № 1. С. 143...153.

2. Жуковский В.А., Макаров А.Г., Ростовцева Н.Г., Слуцкер Г.Я., Столяров О.Н., Терушкина О.Б., Гриднева А.В. Деформационные свойства синтетических монокристаллов медицинского назначения // Химические волокна. – 2008, № 4. С. 25...28.

3. Макаров А.Г., Ростовцева Н.Г. Моделирование деформационных свойств полимерных материалов // Дизайн. Материалы. Технология.– 2008, №1. С. 140...145.

4. Макаров А.Г., Ростовцева Н.Г., Литвинов А.М. Вариант прогнозирования деформационных процессов полимерных материалов // Дизайн. Материалы. Технология. – 2008, № 3. С. 85...91.

5. Макаров А.Г., Ростовцева Н.Г., Литвинов А.М., Каланчук О.Э. Компьютерное прогнозирование вязкоупругих процессов полимерных материалов // Дизайн. Материалы. Технология. – 2008, № 4. С. 80...83.

6. Демидов А.В., Макаров А.Г., Сталевич А.М. Вариант моделирования нелинейно-наследственной вязкоупругости полимерных материалов // Изв. Российск. акад. наук. Механика твердого тела. – 2009, № 1. С. 143..153.

7. Макаров А.Г., Ростовцева Н.Г., Литвинов А.М., Абрамова И.В. Компьютерное прогнозирование вязкоупругих процессов полимерных материалов // Дизайн. Материалы. Технология. – 2009, № 1. С.100...104.

8. Ростовцева Н.Г., Абрамова И.В., Макаров А.Г. Вариант прогнозирования упругой, вязкоупругой и пластической компонент деформации полимерных нитей // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2009, № 1. С. 53...56.

9. Ростовцева Н.Г., Литвинов А.М., Федорова С.В., Макаров А.Г. Прогнозирование деформационных процессов полимерных материалов в условиях ме-

няющейся температуры // Дизайн. Материалы. Технология. – 2009, № 3. С. 69...71.

10. Ростовцева Н.Г., Литвинов А.М., Федорова С.В., Макаров А.Г. Вариант спектральной интерпретации релаксации и ползучести полимерных нитей // Дизайн. Материалы. Технология. – 2009, № 4. С. 66...68.

11. Ростовцева Н.Г., Макаров А.Г., Пушкарь Д.В. Прогнозирование процессов обратной релаксации полимерных материалов // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2010, № 1. С. 64...65.

12. Макаров А.Г., Ростовцева Н.Г., Артемьева Е.Н., Лебедева С.В. Моделирование деформационных свойств арамидных материалов // Дизайн. Материалы. Технология.– 2010, № 2. С. 25...29.

13. Макаров А.Г., Киселёв С.В., Рыбачук С.В., Пушкарь Д.В. Вариант моделирования релаксации и ползучести полимерных одноосно ориентированных материалов // Дизайн. Материалы. Технология. – 2011, № 1. С. 91...94.

14. Макаров А.Г., Киселёв С.В., Рыбачук С.В., Зурахов В.С. Высокоскоростное деформирование одноосно-ориентированных полимерных материалов // Дизайн. Материалы. Технология. – 2011, № 2. С. 64...66.

15. Слуцкер Г.Я., Жуковский В.А., Терушкина О.Б., Дроботун Н.В., Филипенко Т.С., Едомина Н.А., Макаров А.Г. Упругие характеристики ПП и ПВДФ монокристаллов и сетчатых эндопротезов на их основе // Химические волокна. – 2013, № 1. С. 1...5.

Рекомендована кафедрой интеллектуальных систем и защиты информации. Поступила 15.02.14.

УДК 677.071:531:517.9

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЛОЯ ЛУБЯНОГО ВОЛОКНА С ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

COMPUTER SIMULATION OF LAYER BAST FIBERS WITH A CYLINDRICAL SURFACE

С.Н.РАЗИН, Н.И.КОВАЛЕНКО
S.N.RAZIN, N.I.KOVALENKO

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

В работе рассматривается задача по определению соотношения между силами натяжения в предельном состоянии в двух сечениях слоя лубяного волокна, лежащего на шероховатой цилиндрической поверхности.

This paper considers the problem of determining the ratio between the forces of tension in the ultimate limit state in the two sections of the layer bast fibers lying on a rough cylindrical surface.

Ключевые слова: лубяное волокно, нить, силы трения, силы натяжения.

Keywords: bast fiber, thread, friction force, tension force.

В работах [1...14] рассматривается вопрос, связанный с исследованием условий работы зажимного механизма трепальной машины по переработке льна агрегата МТА-2Л. Зажимной механизм состоит из двух фигурных транспортирующих ремней и нажимного ролика. Между поверхностями сопряжения ремней зажимается слой лубяного волокна (рис.1 – линия сопряжения ремней агрегата МТА-2Л: 1, 5 – вертикальные участки; 3 – горизонтальный; 2, 4 – вертикальные участки; I – верхний ремень, II – нижний ремень, III – слой).

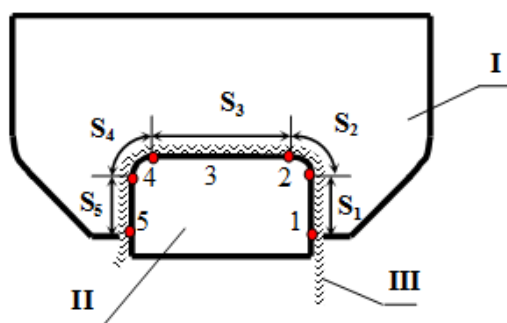


Рис. 1

Надежность зажима определяет эффективность работы этого механизма. Для оценки эффективности работы механизма и, следовательно, всего процесса трепания льна необходимо знать силу трения слоя льна о поверхности ремней и силу его натяжения, возникающую в нем от воздействия трепальных барабанов. Из соотношения сил трения и сил натяжения можно сделать заключение о надежности работы зажимного механизма.

Для определения предельной силы трения разработана математическая модель [15]. Так как слой волокна находится под действием внешнего давления, передаваемого через верхний ремень от нажимного

ролика, то оно учитывалось в математической модели. Исследование проведено для случая, когда слой огибает поверхность нижнего ремня, профиль которого имеет наряду с прямолинейными и участки, являющиеся дугами окружности.

Однако профиль сечения транспортирующих ремней может быть и другим, в частности, криволинейным. В литературных источниках неизвестны работы, посвященные определению наиболее рациональной линии сопряжения ремней зажимного механизма трепальных машин. Поэтому для оценки эффективности работы зажимных механизмов необходимо разработать математическую модель по расчету сил трения слоя о контактирующие с ним поверхности различной формы.

На первом этапе решаем задачу по определению сил трения слоя о шероховатую криволинейную поверхность произвольного профиля при отсутствии внешнего давления.

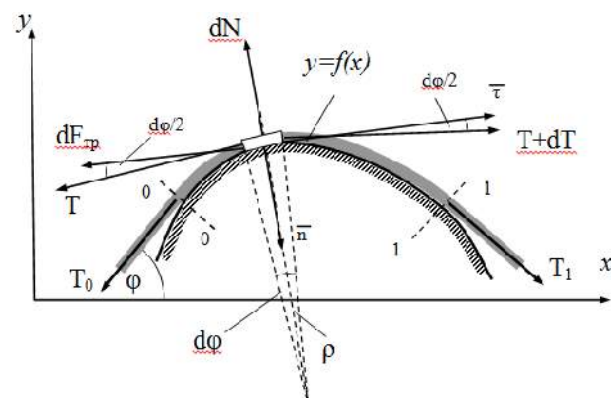


Рис. 2

Пусть, например слой лежит на шероховатой поверхности, профиль которой описывается уравнением $y = f(x)$ (рис. 2 – схема сил, действующих на слой волокна,

лежащего на поверхности цилиндра произвольной формы). Решаем задачу при следующих допущениях. Будем считать слой в любом сечении ремней по длине транспортирующей секции равномерным по толщине и плотности, тонким, несминаемым и нерастяжимым. Кроме того, будем пренебрегать весом слоя, вследствие его относительной малости, а также будем считать поверхности ремней недеформируемыми. При сделанных допущениях слой волокон можно считать тканью. Согласно положениям механики нити [16] простейшая теоретическая модель ткани представляет собой идеально гибкую материальную поверхность, имеющую нулевую толщину и нулевую жесткость при

деформации изгиба. Выделив в слое полосу шириной 1 см, рассмотрим силы действующие на нее. Поскольку волокна слоя в выделенной полоске находятся примерно в одинаковых условиях (различия заключаются в том, что по длине ремня нагрузка на него со стороны роликов, а также нагрузка на обрабатываемый слой со стороны бильных планок изменяется), то будем считать выделенную полосу слоя нитью – предельный образ тела, поперечными размерами которого можно пренебречь. Выделим бесконечно малый участок нити и укажем силы, действующие на данном участке. Записываем уравнения равновесия в проекциях на координатные оси:

$$\left. \begin{aligned} \sum F_x &= (T + dT) \cos\left(\phi - \frac{d\phi}{2}\right) - T \cos\left(\phi + \frac{d\phi}{2}\right) - dF_{\text{тр}} \cos \phi - dN \sin \phi = 0, \\ \sum F_y &= (T + dT) \sin\left(\phi - \frac{d\phi}{2}\right) - T \sin\left(\phi + \frac{d\phi}{2}\right) - dF_{\text{тр}} \sin \phi + dN \cos \phi = 0, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где T – сила натяжения в ведомой ветви нити; $T + dT$ – сила натяжения в ведущей ветви нити; N – равнодействующая сил реакции цилиндра на нить; $F_{\text{тр}}$ – сила трения; ϕ – угол наклона касательной к кри-

вой $y = f(x)$. Используя тригонометрические формулы для синуса и косинуса разности аргументов и свойства бесконечно малых величин, получаем:

$$\left. \begin{aligned} \cos\left(\phi \pm \frac{d\phi}{2}\right) &= \cos \phi \cdot \cos \frac{d\phi}{2} \mp \sin \phi \cdot \sin \frac{d\phi}{2} \approx \cos \phi \mp \frac{d\phi}{2} \sin \phi, \\ \sin\left(\phi \pm \frac{d\phi}{2}\right) &= \sin \phi \cdot \cos \frac{d\phi}{2} \pm \cos \phi \cdot \sin \frac{d\phi}{2} \approx \sin \phi \pm \frac{d\phi}{2} \cos \phi. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Подставляя (2) в (1), получим:

$$\left. \begin{aligned} \sum F_x &= (T + dT) \left(\cos \phi + \frac{d\phi}{2} \sin \phi\right) - T \left(\cos \phi - \frac{d\phi}{2} \sin \phi\right) - dF_{\text{тр}} \cos \phi - dN \sin \phi = 0, \\ \sum F_y &= (T + dT) \left(\sin \phi - \frac{d\phi}{2} \cos \phi\right) - T \left(\sin \phi + \frac{d\phi}{2} \cos \phi\right) - dF_{\text{тр}} \sin \phi + dN \cos \phi = 0. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Раскрывая скобки, приводя подобные члены и пренебрегая малыми второго по-

рядка, получаем:

$$\left. \begin{aligned} T d\phi \sin \phi + dT \cos \phi - dN \cos \phi - dN \sin \phi &= 0, \\ -T d\phi \cos \phi + dT \sin \phi - dN \sin \phi + dN \cos \phi &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где f – коэффициент трения нити о поверхность цилиндра.

Умножив обе части первого уравнения системы на $\cos \phi$, обе части второго уравнения на $\sin \phi$, сложив получившиеся уравнения и приведя подобные члены, получим:

$$dN = \frac{1}{f} dT. \quad (5)$$

Подставляя полученное равенство, в первое уравнение системы, получим:

$$\frac{dT}{T} = f d\phi. \quad (6)$$

Исходя из геометрического смысла производной имеем:

$$y' = \operatorname{tg} \phi,$$

или

$$\phi = \operatorname{arctg}(y'),$$

тогда

$$d\phi = \frac{y''}{1+y'^2} dx. \quad (7)$$

Подставив равенство (7) в (6), дифференциальное уравнение будет иметь вид:

$$\frac{dT}{T} = f \frac{y''}{1+y'^2} dx. \quad (8)$$

Интегрируя данное дифференциальное уравнение, получаем:

$$T_1 = T_0 \exp\left(\int_a^b f \frac{y''}{1+y'^2} dx\right), \quad (9)$$

где T_1 , T_0 – силы натяжения в ведущей и ведомой ветвях нити, f – коэффициент трения нити о поверхность цилиндра.

Исходя из физического смысла задачи, если ветвь 0 – ведомая, а 1 – ведущая, то $T_1 > T_0$. Данное неравенство будет выполняться, если в формуле (9) будет выполне-

но условие $y'' > 0$. Это соответствует только вогнутой кривой. Для того, чтобы по формуле (9) можно было находить соотношение между силами натяжения в предельном случае для выпуклых кривых, запишем (9) в следующем виде:

$$T_1 = T_0 \exp\left(\int_a^b f \frac{|y''|}{1+y'^2} dx\right). \quad (10)$$

Отметим, что формула (10) справедлива только для тех случаев, когда нить располагается в плоскости, перпендикулярной оси цилиндрической поверхности, на которой она лежит и, кроме того, на всем интервале $[a; b]$ вторая производная не меняет знак. Рассмотрим несколько частных случаев.

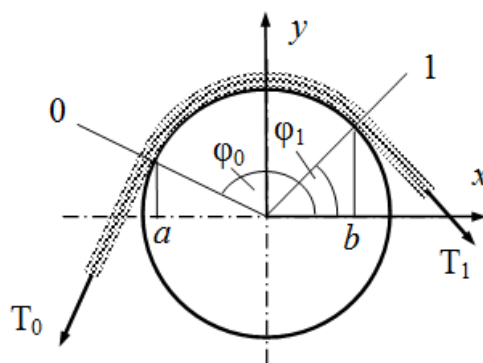


Рис. 3

1. Нить контактирует с цилиндром радиуса R (рис. 3 – взаимодействие слоя с поверхностью кругового цилиндра). В этом случае:

$$\begin{aligned} y &= \sqrt{R^2 - x^2}, \\ y' &= \frac{-x}{\sqrt{R^2 - x^2}}, \\ y'' &= \frac{-R^2}{\sqrt{(R^2 - x^2)^3}}, \end{aligned}$$

тогда формула (10) принимает вид:

$$T_1 = T_0 \exp\left(\int_a^b f \frac{\frac{R^2}{\sqrt{(R^2 - x^2)^3}}}{1 + \left[\frac{-x}{\sqrt{R^2 - x^2}}\right]^2} dx\right),$$

упростив данное равенство, получаем:

$$T_1 = T_0 \exp\left(f \int_a^b \frac{dx}{\sqrt{R^2 - x^2}}\right),$$

$$T_1 = T_0 \exp\left(f \int_a^b \frac{dx}{\sqrt{R^2 - x^2}}\right) = T_0 \exp\left(f \int_{\arccos \frac{a}{R}}^{\arccos \frac{b}{R}} \frac{-R \sin \phi \cdot d\phi}{R \sin \phi}\right) = T_0 \exp\left[-f \left(\arccos \frac{b}{R} - \arccos \frac{a}{R}\right)\right]$$

Но $\arccos\left(\frac{b}{R}\right) = \phi_1$, $\arccos\left(\frac{a}{R}\right) = \phi_0$, то
есть

$$T_1 = T_0 \exp[f(\phi_0 - \phi_1)],$$

но $\phi_0 - \phi_1 = \phi$ – угол охвата, то есть получаем формулу Эйлера:

$$T_1 = T_0 e^{f\phi}.$$

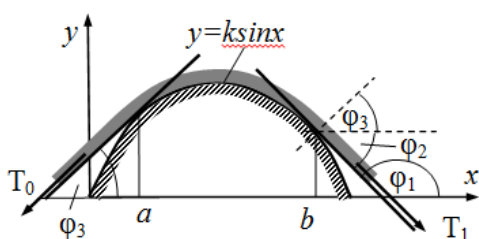


Рис. 4

$$T_1 = T_0 \exp[-f(\arctg(k \cos b) - \arctg(k \cos a))]. \quad (11)$$

Учитывая, что геометрический смысл производной – это тангенс угла наклона

$$\arctg(k \cos b) = \arctg(y'(b)) = \arctg(\operatorname{tg}\phi_1) = \arctg(-\operatorname{tg}\phi_2) = -\phi_2, \quad (12)$$

$$\arctg(k \cos a) = \arctg(y'(a)) = \arctg(\operatorname{tg}\phi_3) = \phi_3. \quad (13)$$

С учетом этого формула (11) примет вид:

$$T_1 = T_0 \exp[-f(-\phi_2 - \phi_3)] = T_0 \exp[f(\phi_2 + \phi_3)] = T_0 \exp(f\Delta\phi). \quad (14)$$

Таким образом, последнюю формулу можно представить в виде, аналогичном формуле Эйлера:

$$T_1 = T_0 e^{f\Delta\phi}.$$

вычисляя интеграл с заменой переменной $x = R \cos \phi$, получаем:

2. Нить контактирует с криволинейной поверхностью профиль которой описывается уравнением $y = k \sin x$ (рис. 4 – взаимодействие слоя с поверхностью, профиль которой описывается уравнением $y = k \sin x$). В этом случае контакт нити с поверхностью будет происходить на всем интервале $[a; b]$, если $[a; b] \in [0; \pi]$, така как на этом интервале функция $y = k \sin x$ является выпуклой ($y'' < 0$). Подставив $y' = k \cos x$ и $y'' = -k \sin x$ в (10), получим:

$$T_1 = T_0 \exp\left(f \int_a^b \frac{fk \sin x dx}{1 + k^2 \cos^2 x}\right).$$

Проведя интегрирование, находим:

касательной к кривой, имеем:

Но в этом случае $\Delta\phi$ – угол поворота касательной к нити при переходе от сечения 0 к сечению 1, а не угол обхвата, который в данном случае не имеет геометрического смысла, поскольку центры кривизны нити на разных участках расположены в разных точках.

ВЫВОДЫ

1. Получена математическая модель, связывающая силы натяжения гибкой нити в ведущей и ведомой ветвях для случая контакта нити с шероховатой цилиндрической поверхностью произвольной формы;

2. Связь между силами натяжения гибкой нити при контакте с поверхностью произвольной формы имеет вид формулы Эйлера, где под углом охвата следует понимать угол между касательными к нити в ведомой и ведущей ветвях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разин С.Н., Гришин А.Г., Коваленко Н.И. Проверка формулы Эйлера при исследовании взаимодействия гибкой нити с шероховатым цилиндром // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №4С.

2. Коваленко Н.И., Разин С.Н. Определение силы зажима пряжи произвольной длины в транспортирующих ремнях трепальной машины // Вестник КГТУ. – Кострома, 2006, №13.

3. Коваленко Н.И., Разин С.Н. Возможности снижения сил натяжения прядей льна вблизи их зажима при трепании // Вестник ВНИИЛК. – Кострома, 2007, №3.

4. Коваленко Н.И. Анализ конструктивных решений транспортирующих ремней трепальных машин на основе их компьютерного моделирования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №6С.

5. Коваленко Н.И., Разин С.Н. Компьютерное моделирование процесса взаимодействия гибкой нити с шероховатой поверхностью. – Деп. в ВИНТИ. - №432-В2008.- М., 2008.

6. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Балабаев П.С., Соколов А.В. Экспериментальное определение жесткости транспортирующих ремней трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №4С.

7. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В. Направления исследования и совершенствования

расчетов элементов транспортирующего механизма трепальной машины для льна // Вестник КГТУ. – Кострома, 2009, №21.

8. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В. Моделирование напряженно-деформированного состояния моделей транспортирующих ремней трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №5.

9. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В. Моделирование некоторых параметров нажимного устройства трепальной машины // Вестник КГТУ. – Кострома, 2010 №23.

10. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В. Моделирование взаимодействия элементов транспортирующего механизма трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5.

11. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Буров М.С., Коржнев В.Н. Компьютерное моделирование транспортирующих ремней зажимного механизма трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4.

12. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Буров М.С. Математическое моделирование зажима слоя в транспортирующих ремнях трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №5.

13. Разин С.Н., Коваленко Н.И., Буров М.С. Моделирование процесса взаимодействия слоя льна с рабочими органами трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1.

14. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В. Влияние расстояния между нажимными роликами на силу зажима слоя в ремнях трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №2.

15. Коваленко Н.И. Совершенствование транспортирующего механизма трепальной машины: Дис. ... канд. техн. наук. – Кострома, 2005.

16. Мигушов И.И. Механика текстильной нити и ткани. – М.: Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой инженерной графики, теоретической и прикладной механики. Поступила 22.03.14.

УДК 677.052.484.4:677.074.33

**ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА БАРАБАНЧИКА
С ИГОЛЬЧАТОЙ ГАРНИТУРОЙ К УСТРОЙСТВУ
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАСОРЕННОСТИ ЛЕНТЫ**

**THE SELECTION OF THE OPTIMAL VARIANTS
OF THE TWO-HEADED DRUM WITH NEEDLES HEADSET
TO THE UNIT FOR DETERMINATION OF DEBRIS TAPE**

О.С. МЕДВЕДЕВ, С.В. КУВАЕВА, В.М. ЗАРУБИН, Н.Ф. ВАСЕНЕВ
O.S. MEDVEDEV, S.V. KUVAEVA, V.M. ZARUBIN, N.F. VASENEV

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)
(Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute)
E-mail: n.vasenev@gmail.com

В статье приведены результаты исследования работы барабанчиков с игольчатой гарнитурой с целью выбора оптимального варианта к устройству для определения засоренности ленты. Оптимальным признан барабанчик В.

The article presents the results of the research work rollers with needles headset, with the aim of choosing variants of the device to determine debris of the tape. Drum B is recognized optimal.

Ключевые слова: дискретизирующий барабанчик, игольчатая гарнитура, засоренность, длина волокна, оптимальный вариант.

Keywords: combing roller, pinned garniture, debris, fiber length, optimal variant.

Чесальная лента – это хорошо разработанный волокнистый материал с малым содержанием сорных примесей.

Ранее проводились исследования [1] на устройстве для определения засоренности ленты, которые показали возможность использования его на предприятиях текстильной промышленности.

В студенческом конструкторско-исследовательском бюро (СКИБ) ИГТА (ныне ТИ ИВГПУ) разработано несколько

вариантов игольчатых дискретизирующих барабанчиков, которые подходят как для пневмомеханических прядильных машин, так и к устройству для определения засоренности ленты.

Испытания с применением барабанчиков А, В, Г, Д на ППМ-120МС проводились для производства пряжи 29 текс на ПФТ №3 ОАО ХБК «Шуйские ситцы», г. Фурманов Ивановской области [2].



а)

б)
Рис. 1

в)

В СКИБ ИГТА проводились исследования с барабанчиками: А, В, Д (рис. 1 – барабанчики с игольчатой гарнитурой: а) – барабанчик А; б) – барабанчик В; в) – ба-

рабанчик Д) для подбора оптимального варианта к устройству для определения засоренности ленты.

Таблица 1

Вариант	Шаг, мм		Угол наклона зубьев	D иглы, мм	Рабочая высота иглы, мм	Плотность на 1 см ²
	между рядами игл	игл в ряду				
А	5,37	3,0	8	1,3	2,65	7
В	6,6	4,0	5	0,9	2,65	4,5
Д	8,4	4,0	5	0,9	2,45	2,7

Полученные результаты зависят от технической характеристики дискретизирующих барабанчиков, которая представлена в табл. 1.

Из рис. 2 (эффективность очистки) видно, что максимальная очистка волокнистого продукта достигается с барабанчиком В, а минимальная очистка происходит с барабанчиком А.

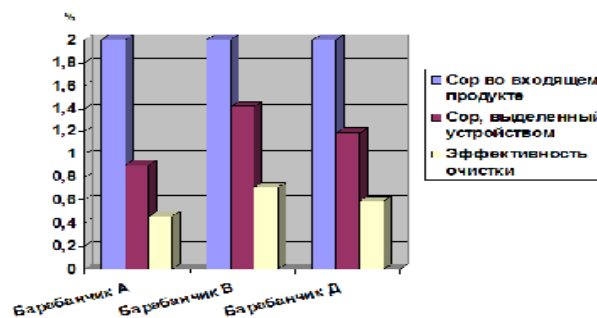
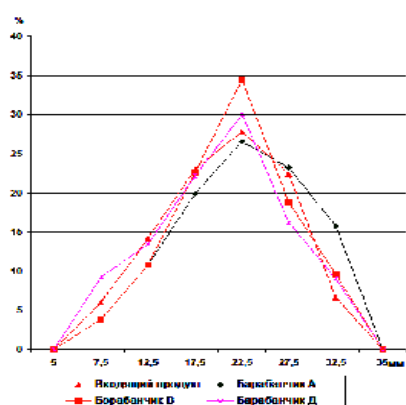
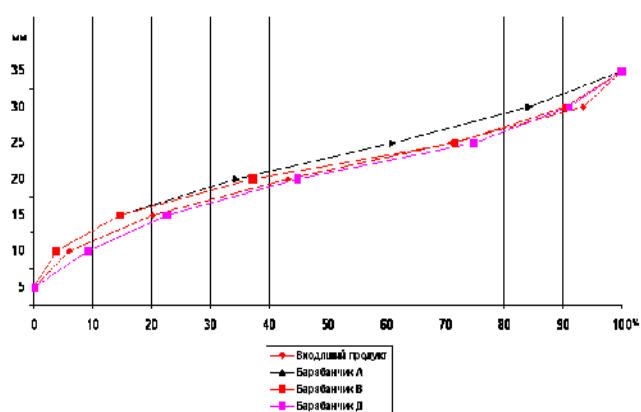


Рис. 2



а)



б)

Рис. 3

Из диаграммы распределения волокон по длинам (рис. 3-а) видно, что минимальное количество коротких волокон достигается с барабанчиком А и барабанчиком В; также с барабанчиком А достигается максимальное количество длинных волокон, а с барабанчиком В максимальный процент волокон в группе длин 20...25 мм.

Из штапельной диаграммы (рис. 3-б) видно, что с барабанчиком А процентное количество прядомых волокон получается больше, чем с остальными барабанчиками. С барабанчиком Д количество коротких волокон больше, чем во входящем продукте, но количество волокон в группе длин 30...35 больше, чем во входящем.

На выходе из устройства происходит уменьшение содержания сорных примесей: с барабанчиком А – на 45,4%, с барабанчиком В – на 71%, с барабанчиком Д – на 59,5%. В зависимости от типа используемого барабанчика с игольчатой гарнитурой происходит изменение длины и содержание коротких волокон. С барабанчиком А средняя длина выходящего продукта увеличивается на 7,7%, с барабанчиком В 3,8%, а с барабанчиком Д уменьшается на 1,9%. Модальная длина с барабанчиком А увеличивается на 8,6%, с барабанчиком В – на 4,1%, а с барабанчиком Д уменьшается на 2,3%. Штапельная длина с бара-

банчиком А увеличивается на 7,9%, с барабанчиком В – на 3,9%, а с барабанчиком Д уменьшается на 2,0%. Количество коротких волокон с барабанчиком А уменьшается на 38,4%, с барабанчиком В на 38,4%, а с барабанчиком Д увеличивается на 11,9%.

ВЫВОДЫ

Оптимальный вариант барабанчика с игольчатой гарнитурой является барабанчик В, так как с этим барабанчиком достигается наибольшая эффективность очистки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Медведев О.С., Куваева С.В., Зарубин В.М., Васенев Н.Ф.* Исследование работы дискретизирующего барабанчика с БД-200 на устройстве для определения засоренности ленты // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №4. С.46...49.

2. *Голубева Е.Н., Зарубин В.М., Васенев Н.Ф.* Определение оптимального варианта конструкции дискретизирующего барабанчика // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №3. С. 30...33.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 21.11.13.

УДК 677.027

ГИДРОФОБНАЯ ОТДЕЛКА КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, НАПЕЧАТАННЫХ ПИГМЕНТАМИ

HYDROPHOBIC FINISHING OF THE PRINTED BY PIGMENTS TEXTILE MATERIALS BY THE SILICONES

Д.С. КАЧУК, Л.А. НЕСТЕРОВА, Е.А. ВЕНГЕР
D.S. KACHUK, L.A. NESTEROVA, E.A. VENGER

(Херсонский национальный технический университет, Украина
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины)
(Kherson National Technical University, Ukraine,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine)
E-mail: dasha-kachuk@yandex.ru

Показано отличие в формировании гидрофобного эффекта на тканях, напечатанных пигментами, состоящее в наличии на поверхности волокна

полимерной пленки связующего и в разном характере взаимодействия полимера-гидрофобизатора с субстратами неодинаковой химической природы: слабом взаимодействии "полимер-гидрофобизатор – пигментированная полимерная пленка связующего" и взаимодействии "полимер-гидрофобизатор – полимер волокна". Предложен путь повышения качества водоотталкивающей отделки кремнийорганическими соединениями тканей, напечатанных пигментами, который состоит в применении промоторов адгезии.

The difference in forming of the hydrophobic effect on the printed by pigments fabrics that consists in a presence of the polymeric tape of the binding on the surface of fibre and the different character of the interaction between the polymer of water-repellent agent and the substrates with unequal chemical nature: the weak interaction "the polymer of water-repellent agent – the pigmented polymeric tape of the binding" and the interaction "the polymer of water-repellent agent – the polymer of fibre" is shown in the article. On the basis of this the way of the upgrading of the quality of water-repellent finishing of the printed by pigments fabrics by the silicones, that consists in the application of the adgesion promoters, has been proposed.

Ключевые слова: ткань, печать, пигмент, гидрофобизация, кремнийорганические соединения, промотор адгезии, устойчивость эффекта.

Keywords: fabric, printing, pigment, hydrophobization, silicones, adgesion promotor, stability of the effect.

Значительную роль в обеспечении качества и, как следствие, конкурентоспособности текстильной продукции играет заключительная отделка тканей [1].

В последнее время наиболее востребованными являются специальные виды отделки, после которых ткань приобретает новые свойства. Ведущее место занимает гидрофобная отделка тканей [2], а среди препаратов, способных формировать на текстильных материалах водоотталкивающий эффект, наиболее весомое практическое значение имеют кремнийорганические соединения (КОС) [2], [3]. Однако не каждый текстильный материал после заключительной отделки с применением си-

ликонов приобретает требуемые водоотталкивающие свойства. К таким тканям относятся расцветочивающиеся по пигментной технологии, являющейся сегодня одной из ведущих при печатании тканей [4]. По этой технологии обрабатывают плащевые и камуфляжные ткани, выпуск которых имеет значительный объем.

Исследования в условиях производства показали [5], что на тканях, которые предварительно были колорированы по пигментной технологии, не удастся получить такой же высокий гидрофобный эффект, как на тканях, которые пигмент не содержат (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

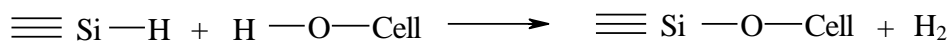
Вид предварительной обработки ткани	Водоотталкивание, у.е. (по ДСТУ ГОСТ 30292 – 2003)
Окрашенная активными и дисперсными красителями	80...100
Окрашенная активными и дисперсными красителями и напечатанная пигментами	50

Из табл. 1 видно, что на напечатанной пигментами ткани полученные показатели

водоотталкивания значительно ниже. Такие результаты связаны с тем, что на ней

содержится пленка, которая удерживает пигмент на волокне и препятствует формированию гидрофобного эффекта.

При отделке кремнийорганическими соединениями отбеленного или окрашенного красителями текстильного материала полимерный гидрофобизатор взаимодействует непосредственно с полимером во-



При этом образуется адсорбционный комплекс "полимер-гидрофобизатор – полимер волокна" и изменяются поверхностные характеристики тканей. На рис. 1 при-

локна ткани, при этом поверхность каждого волокна покрывается пленкой гидрофобизирующего полимера. Основной реакцией, которая приводит к образованию водоотталкивающих пленок из кремнийорганических соединений, является их взаимодействие с функциональными группами полимера волокна [2]:

ведена общая схема взаимодействия полимера-гидрофобизатора с полимером волокна текстильного материала.

ПОЛИМЕР- ГИДРОФОБИЗАТОР	+	ПОЛИМЕР ВОЛОКНА ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА	=	ПОЛИМЕР- ГИДРОФОБИЗАТОР
				ПОЛИМЕР ВОЛОКНА ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

Рис. 1

При отделке тканей, на которые предварительно наносили полимер связующего, полимерный гидрофобизатор взаимодействует не с волокном, а с предварительно нанесенной пленкой, которая фиксирует пигмент на ткани и в которой размещен пигмент, то есть имеет место связь

"окрашенный пигментом полимер связующего – полимер-гидрофобизатор", вместо связи "полимер волокна – полимер-гидрофобизатор". На рис. 2 приведена схема взаимодействия полимера-гидрофобизатора с текстильным материалом, напечатанным пигментами.

ПОЛИМЕР- ГИДРОФОБИЗАТОР	+	ПИГМЕНТИРОВАННАЯ ПОЛИМЕРНАЯ ПЛЕНКА	-	ПОЛИМЕР- ГИДРОФОБИЗАТОР
		ПОЛИМЕР ВОЛОКНА ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА		ПИГМЕНТИРОВАННАЯ ПОЛИМЕРНАЯ ПЛЕНКА
				ПОЛИМЕР ВОЛОКНА ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

Рис. 2

Приведенные выше схемы показывают основные отличия процесса гидрофобизации тканей, напечатанных пигментами.

Не имея возможности химически соединиться с волокном, гидрофобизатор удерживается на поверхности ткани недостаточно прочно. Этим авторы [2] и объясняют ухудшение результатов водоотталки-

вающей способности тканей и меньшую устойчивость отделки к стирке.

Цель нашего исследования состояла в повышении качества водоотталкивающего эффекта на напечатанных пигментами тканях.

Задача заключалась в реализации особенного механизма фиксации полимера-гидрофобизатора – "пришивания" макро-

молекул КОС к поверхности, представляющей собой полимерную пленку, которая фиксирует пигмент. Ее решали с помощью введения в аппрет компонентов, которые могут усиливать адгезию, в том числе за счет химической реакции пленки гидрофобизатора с пленкой связующего, а именно – промоторов адгезии. Это – современный путь решения поставленной задачи, обусловленный сочетанием особенностей строения и свойств промоторов адгезии: наличия нескольких видов функциональных групп и способности смачивать субстрат [6], [7].

В текстильной промышленности в качестве пленкообразующих полимеров применяются, главным образом, акриловые дисперсии – водные дисперсии латексов производных акриловой и метакриловой кислот. При выборе промотора адгезии необходимо рассматривать возможность его взаимодействия со следующими функциональными группами: гидроксильной, карбоксильной, метилольной и другими группами, которые содержат указанные полимеры.

Учитывая необходимость наличия соответствующих групп, в работе был использован бифункциональный силан общей формулы $X_3Si(CH_2)_nY$ (где $n = 0-3$, X – группа, которая подвергается гидролизу, Y – органическая функциональная группа).

Силан вводили в аппретирующий состав, который содержал КОС в качестве полимера-гидрофобизатора, нитрогенорганическое вещество (НОВ), соль d-металла в качестве комплексообразователя [8]. Отделке подвергали хлопкополиэфирную ткань, напечатанную пигментами. Все образцы после пропитки и отжима подлежали сушке при температуре 120°C. Термообработку тканей не осуществляли, то есть схему отделки заканчивали сушкой тканей. Оценивали водоотталкивающую способность обработанных образцов согласно ДСТУ ГОСТ 30292–2003.

Влияние концентрации компонентов пропиточной ванны на эффект гидрофобной отделки напечатанной пигментами ткани КОС приведено в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Концентрация компонентов в пропиточной ванне, г/л			Водоотталкивание на поверхности напечатанного рисунка, у.е., при концентрации бифункционального силана, г/л					
гидрофобизатор	нитрогенорганическое вещество	препарат, содержащий соль d-металла	0	3	5	7,5	10	12
30	10	10	50	70	80	70	70	70
		15	50	70	70	70	70	80
	15	10	50	85	85	80	75	60
		15	50	50	80	80	90	90
15	10	10	0-50	80	85	90	90	95
		15	0-50	60	70	70	70	90
	15	10	0-50	70	60	80	75	70
		15	0-50	70	80	85	70	100

Как видно из табл. 2, введение бифункционального силана в состав рабочей ванны вызывает повышение водоотталкивающей способности образцов.

Для определения оптимального гидрофобизующего состава и соотношения компонентов в нем проведено исследование по определению устойчивости отделки к стирке. Данные исследования приведены в табл. 3.

Сравнивая показатели водоотталкивания сразу после обработки и после стирки,

можно заключить, что оптимальным составом аппрета для придания гидрофобности является следующий: КОС – 30 г/л, препарат, содержащий соль d-металла – 10 г/л, бифункциональный силан – 5 г/л, НОВ – 10...15 г/л. Именно такой состав обеспечивает достаточно высокие эксплуатационные характеристики ткани при наименьших расходах на реагенты и отсутствии дополнительных расходов электроэнергии на термофиксацию.

Таблица 3

Концентрация компонентов в пропиточной ванне, г/л				Водоотталкивание, у.е.						
гидрофобизатор	нитроорганическое вещество	препарат, содержащий соль d-металла	бифункциональный силан	после обработки	после стирки, циклы					
					1	2	3	4	5	
30	10	10	3	70	50	0	-	-	-	
		15		70	50	0	-	-	-	
	15	10		85	80	80	80	60	50	
		15		50	0	-	-	-	-	
	10	10	5	80	80	80	80	80	70	
		15		70	50	0	-	-	-	
		15		10	85	80	80	80	80	50
	15			80	80	80	80	50	0	
	10	10		7,5	70	50	0	-	-	-
		15			70	50	0	-	-	-
		15	10		80	80	80	80	50	0
			15		80	80	80	70	65	50
	10	10	10		70	50	0	-	-	-
		15			70	50	0	-	-	-
		15			10	75	70	50	0	-
	15				90	90	80	80	80	0
	10	10		12	70	50	0	-	-	-
		15			80	90	85	80	65	50
15		10	60		50	0	-	-	-	
		15	90		90	80	80	70	50	
15	10	10	3		80	80	80	70	50	0
		15			60	50	0	-	-	-
	15	10			70	50	0	-	-	-
		15			70	50	0	-	-	-
	10	10	5	85	80	70	50	0	0	
		15		70	50	0	-	-	-	
		15		10	60	50	0	-	-	-
	15			80	80	80	80	70	70	
	10	10		7,5	90	90	80	80	0	-
		15			70	50	0	-	-	-
		15	10		80	80	80	65	50	0
			15		85	85	50	0	-	-
	10	10	10		90	90	80	80	50	0
		15			70	50	0	-	-	-
		15			10	75	70	50	0	-
	15				70	50	0	-	-	-
	10	10		12	95	80	75	70	50	0
		15			90	90	80	85	50	0
15		10	70		50	0	-	-	-	
		15	100		80	50	0	-	-	

Добавление бифункционального силана позволяет улучшить также и физико-

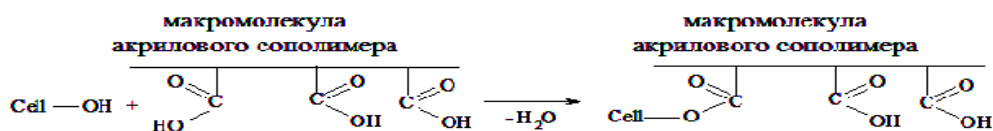
механические свойства ткани, что отображено в табл. 4.

Компоненты состава	Концентрация, г/л	Устойчивость к истиранию, количество циклов
Необработанный образец	–	5970
Гидрофобизатор НОВ Препарат, содержащий соль d-металла Бифункциональный силан	30 10 10 5	7932
Гидрофобизатор НОВ Препарат, содержащий соль d-металла Бифункциональный силан	30 15 10 5	10275

Как видно из табл. 4, наблюдается еще одно положительное влияние исследуемых составов: увеличение устойчивости обработанных образцов к истиранию.

Бифункциональный силан способствует улучшению адгезии в результате образования сложной системы взаимодействий прототера с субстратом и отделочным полимером, выполняя при этом роль посредника между КОС и полимером, который находится на волокне.

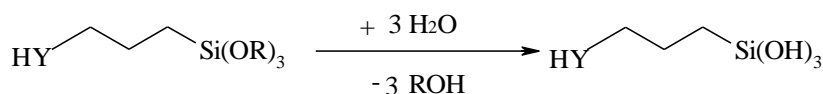
Определяющим в реакциях макромолекул акрилового сополимера с макромолекулами волокнообразующего полимера является взаимодействие его карбоксильных групп с реакционноспособными группами полимера волокна. Поскольку функциональные группы макромолекул полимера волокна блокируются вследствие их взаимодействия с функциональными группами макромолекул акрилового сополимера по схеме:



химически активные силаны, содержащие на одном конце цепи протонсодержащую функциональную группу и на другом – силанольную группировку, по-видимому, взаимодействуют со свободными карбоксильными группами акрилового сополи-

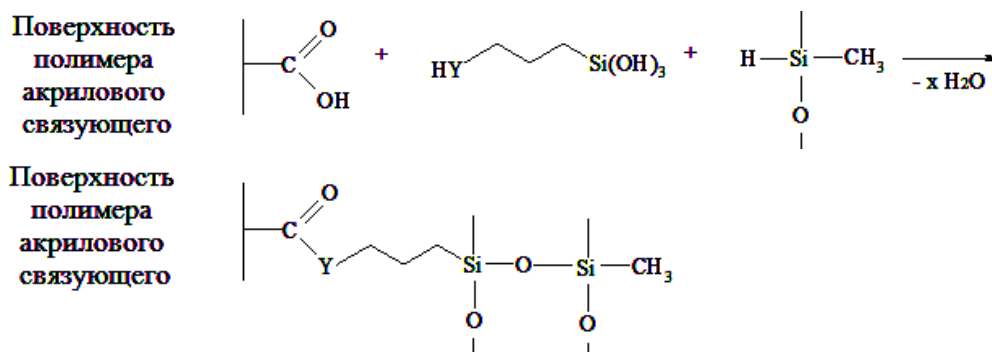
мера и молекулами олигометилгидридсилоксана с образованием полимера сетчатой структуры, "пришитого" к пленке связующего:

Гидролиз бифункционального силана:

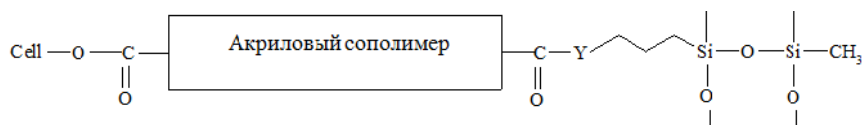


Взаимодействие макромолекул гидрофобизатора с поверхностью полимера ак-

рилового связующего посредством бифункционального силана:



Очевидно, что добавлением к аппретам на основе КОС бифункциональных силанов обеспечиваются условия для образо-



Из приведенной схемы видно, что на поверхности, которая подвергается гидрофобизации, увеличивается количество кремнийсодержащих групп, обеспечивающих снижение критической поверхностной энергии волокна и повышение гидрофобного эффекта.

Аналогично будут проходить реакции функциональной группы промотора с другими функциональными группами полимера акрилового связующего.

Таким образом, предложенные на основе КОС и активных агентов составы дают возможность получить на напечатанных пигментами текстильных материалах высокий гидрофобный эффект, устойчивый при эксплуатации. За счет применения данных составов в процессе заключительной отделки одновременно решается проблема формальдегида благодаря отсутствию в аппрете препаратов, которые обычно вносят для повышения устойчивости эффекта и которые могли бы стать причиной его выделения. Проведенные исследования показали целесообразность использования бифункционального силана в качестве промотора адгезии и аппретов для водоотталкивающей отделки тканей кремнийорганическими соединениями.

ВЫВОДЫ

1. Показаны коллоидно-химические особенности гидрофобизации текстильных материалов, предварительно напечатанных по пигментной технологии, которые обусловлены наличием на поверхности волокна полимерной пленки связующего пигментного состава, что препятствует взаимодействию полимера гидрофобизатора с полимером волокна.

вания комплекса, соответствующего схеме, приведенной на рис. 2:

2. Доказана эффективность применения промоторов адгезии на основе бифункционального силана в составах для гидрофобизации текстильных материалов кремнийорганическими соединениями, введение которых дает возможность значительно повысить эффект водоотталкивания и его устойчивость к стирке на тканях, колорированных по пигментной технологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глубіш П.А. Хімічна технологія текстильних матеріалів. Завершальне оброблення. – К.: Серістест, 2005.
2. Міщенко Г.В., Назарова В.В. Кремнієорганічні сполуки в сучасних технологіях гідрофобного оброблення тканин. – Херсон: Грінь Д.С., 2011.
3. Zisman W.A. Influence of constitution on adhesion // Ind. Eng. Chem. – 1963, №1. P. 18...24.
4. Алешина А.А., Козлова О.В., Мельников Б.Н. Современное состояние и перспективы развития пигментной печати // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2007. Том 50, вып. 6. С. 3...8.
5. Назарова В.В. Розробка матеріало- та енергозберігаючої технології гідрофобної обробки тканин кремнійорганічними олігомерами: Дис. ... канд. техн. наук. – Херсон: ХНТУ, 2009.
6. Verkholantsev V.V. Adhesion promoters // European Coatings Journal. – 1999, № 11. P. 52...60.
7. M. Arif Butt, Arshad Chughtai, Javaid Ahmad, Rafiq Ahmad, Usman Majeed, I.H. Khan Theory of Adhesion and its Practical Implications. A Critical Review // Journal of Faculty of Engineering & Technology. – 2007-2008. P. 21...45.
8. Назарова В.В., Міщенко Г.В., Погоріла О.В. Інтенсифікація процесу гідрофобізації текстильних матеріалів кремнійорганічними сполуками // Вісник Хмельницького національного університету. – 2009, № 2. С. 112...115.

Рекомендована кафедрой химии и экологии Херсонского национального технического университета. Поступила 30.05.14.

**ОБУЧЕНИЕ И ВОСПИТАНИЕ СТУДЕНТОВ
В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОФИЛЯ
И АДАПТАЦИЯ СТУДЕНТОВ К ОБУЧЕНИЮ В ВУЗЕ**

**TRAINING AND EDUCATING STUDENTS
OF TEXTILE PROFILE AND ADAPTATION OF STUDENTS
TO STUDY AT THE UNIVERSITY**

Т.И. АВДЕЕВА, Д.М. САДЫКОВА
T.I. AVDEEVA, D.M. SADYKOVA

(Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г.Разумовского)
(Moscow State University of Technologies and Management K.G. Razumovsky)
E-mail: sdelia@yandex.ru

Рассматривается вопрос о качестве обучения при получении образования по направлению подготовки «Технология текстильных изделий». Современные технологии обучения и воспитания обеспечивают формирование специалиста новой формации. Его знания обеспечат оптимальное использование новых поколений техники и технологий.

The question of quality of teaching towards training «Technology of textile products» is considered. Modern technologies of training and education provide to form the specialist of new generation. His knowledge will provide optimum use of new generations of equipment and technologies.

Ключевые слова: обучение, адаптация, технология, эффективность.

Keywords: teaching, adaptation, technology, efficacy.

Содержание образования и технология обучения должны обеспечить формирование у человека творческого подхода к делу, научить адаптироваться в условиях быстрой смены поколений техники и технологий, постоянно обновлять свои профессиональные знания, переоценивать сложившиеся стереотипы, воспитать новые профессиональные качества и сформировать новые социальные роли.

Воспитывающий характер обучения – это отчетливо проявляющаяся закономерность, действующая непреложно в любые эпохи и в любых условиях. Результат воспитательного воздействия может быть повышен при соблюдении ряда условий. Если результаты исследований, относящиеся к спортивной команде, творчески переложить на учебную группу, то одно из условий состоит в придании учебной деятельности и учебным достижениям широкого социального смысла, то есть перевод внутригрупповых целей на внегрупповые. Важным усло-

вием также является формирование у студентов установок на личный результат как на часть коллективной цели. Далее: организация функциональной структуры учебной группы должна быть такой, чтобы она предполагала отношения взаимной зависимости и активности, то есть следует организовать взаимосвязанную деятельность, от осуществления которой зависит общий результат. Отношения в коллективе необходимо обогатить общением в других видах совместной деятельности: культурной, общественной, трудовой.

При переходе РФ к многоукладной экономике обществу потребовались руководители и специалисты нового типа, способные самостоятельно принимать решения, добиваться их реализации и отвечать за наступающие последствия. Мощное социализирующее, воспитательное воздействие на личность студенческой среды, особенностей студенческой группы само по себе уже оказалось недостаточным, не-

смотря на то, что в студенческой группе по-прежнему происходят динамические процессы структурирования, формирования и изменения межличностных взаимоотношений, распределения групповых ролей и выдвижения лидеров.

Воспитательный процесс в системе высшего заочного образования должен протекать более эффективно, чем при традиционной очной форме, так как за минимальный срок необходимо подготовить специалиста и воспитать личность (воспитательная задача). Повысить эффективность воспитательного процесса может, параллельно с ним идущая, ускоренная социализация личности.

Учитывая тенденцию дальнейшего сокращения часов очных занятий до 5...10% (как в других странах), требуется искать пути более интенсивного социализирующего влияния педагогической среды на студента-заочника в условиях короткого периода педагогического взаимодействия.

Современный выпускник вуза должен уметь адаптироваться к складывающимся условиям рыночной экономики, быть гибким в своей профессиональной деятельности. Он должен быть знаком с новейшими технологиями, уметь пользоваться компьютером, базами и банками данных, обобщающими весь мировой опыт. Но главное, за годы обучения в вузе он должен развить в себе черты творческой личности, сформировать навыки исследователя, способность находить и выделять существенное, предвидеть и предотвращать или сводить к минимуму аварийные ситуации, разрабатывать или учить экологически чистые технологии.

В целом проблема развития творческих способностей является достаточно серьезной и неоднократно поднималась различными авторами. Развивающий характер обучения также объективно вытекает из самой природы этого социального процесса. В контексте традиционных подходов к организации обучения осуществление развивающей функции, как правило, сводится к развитию речи и мышления, поскольку именно развитие вербальных процессов нагляднее других выражает общее развитие обучающегося. Это сужающее разви-

вающую функцию понимание направленности обучения упускает из виду, что и речь, и связанное с нею мышление эффективнее развиваются при соответствующем развитии сенсорной, эмоционально-волевой, двигательной и мотивационно-потребностной сфер личности. То есть развивающий характер обучения предполагает ориентацию на развитие личности как целостной психической системы.

Повышение эффективности умственного труда предполагает активную перестройку мыслительного процесса на основе освоения наиболее продуктивных индивидуальных и коллективных методов, апробированных на практике. В последнее время разработаны различные методы повышения КПД мозга, который по оценкам специалистов в среднем нагружен лишь на 5,0...7,0%. Одним из таких методов является генерация идей. При этом методе целью обучения группы участников является выработка максимального числа идей (даже самых нереалистичных) по конкретной проблеме, обязательно осознанных и актуальных для каждого из них.

Поступив в вуз, обучающиеся попадают в новые условия (лекционно-семинарскую систему), которые предъявляют к ним высокие требования: уметь рационально распределять и планировать свое время, организовать свое рабочее место, работать с книгой и специальной литературой и т.п. Для того, чтобы прививать учебные умения необходимо: научить студентов быстрее читать (у них низкая скорость чтения), работать в электронной библиотеке и самостоятельно искать информацию; научить понимать прочитанное, выделять главное, составлять конспект; научить работать над усвоением выделенного содержания. Осуществление образовательной функции неразрывно связано с формированием навыков работы с книгой, справочной работы, конспектирования и др.

Овладение навыками самостоятельной работы и умениями рациональной организации учебного труда свидетельствует о сформированности культуры умственного труда, которая включает: культуру мыш-

ления, проявляющуюся в умениях анализа и синтеза, сравнения и классификации, абстрагирования и обобщения, «переноса» полученных знаний и приемов умственной деятельности в различные новые условия. Студента совместно с преподавателем характеризуют устойчивый познавательный интерес, умения и навыки творческого решения познавательных задач, способность сосредоточиться на главных, наиболее важных в данный момент проблемах; рациональные приемы и методы самостоятельной работы по добыванию знаний, а также интересуют совершенное владение устной и письменной речью; гигиена умственного труда и его педагогически целесообразная организация, умение разумно использовать свое время и расходовать физические и духовные силы.

В других исследованиях процесса адаптации к вузу выделены следующие главные трудности, которые касаются студен-

тов-заочников: неумение осуществлять психологическое саморегулирование поведения и деятельности, усугубляемое отсутствием повседневного контроля преподавателей; поиск оптимального режима труда и отдыха в новых, напряженных условиях работы и учебы; налаживание быта и самообслуживания при приезде на очную сессию; отсутствие навыков самостоятельной работы, неумение конспектировать, работать с первоисточниками, словарями, справочниками, указателями.

Объединяющей идеей ведущих научных исследований и педагогической практики развивающего обучения является мысль о необходимости существенного расширения сферы развивающего влияния обучения.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 20.02.14.

СОДЕРЖАНИЕ

Экономика и организация производства

<i>Темнова Н.К., Пирогов К.М.</i> Новая управленческая технология регионального развития текстильной промышленности	5
<i>Омельченко И.В., Халезов А.В.</i> Некоторые вопросы применения теории организационных систем в управлении региональными программами Ивановской области (по материалам обзорного исследования) ..	11

Материаловедение

<i>Демократова Е.Б., Белянина Е.А.</i> Оценка качества льняных костюмных тканей	17
<i>Комиссаров И.И., Шаммут Ю.А., Корнилова Н.Л., Тойчубекова Г.М.</i> Методика определения условного модуля упругости текстильного материала	20
<i>Шубин А.С., Матрохин А.Ю.</i> Разработка алгоритма псевдодинамического определения структурных характеристик текстильных нитей	25
<i>Грузинцева Н.А., Овчинников А.А., Лысова М.А., Гусев Б.Н.</i> Совершенствование номенклатуры показателей и оценки качества геотекстильных материалов	28
<i>Добрынина Н.Н., Смирнова Н.А., Лапшин В.В.</i> Прогнозирование характеристик сдвига льнохлопковых тканей по переплетению	32

Первичная обработка. Сырье

<i>Орлов А.В., Пашин Е.Л., Бойко С.В., Енин М.С.</i> Исследование условий снижения интенсивности воздействий на пряжи льняного сырья на начальных этапах трепания	35
---	----

Прядение

<i>Волков В.В., Бочков А.М., Волков С.В., Пакулова Н.К.</i> К вопросу о выборе заправочных параметров ленточных машин в хлопкопрядении	41
<i>Столяров А.А.</i> Влияние устройства выпуска мычки кольцевой прядильной машины на свойства вырабатываемой пряжи	45

Ткачество

<i>Панин А.И., Ракова О.А., Рыбаулина И.В., Панин И.Н., Николаева Н.А.</i> Разработка методики и устройств для снижения вибрации трубчатых початков	49
---	----

Отделка

<i>Шибашова С.Ю., Шибашов А.В.</i> Использование ультразвуковых обработок для повышения прочностных характеристик синтетических волокон	52
<i>Демина Н.М., Михайлова Н.М., Трофимов А.Н.</i> Исследование пропитываемости высокопрочных стеклянных волокон	55
<i>Чешкова А.В., Рудовский П.Н., Киселев М.В., Смирнова С.В., Жариков В.В.</i> Особенности структуры оленьей шерсти как текстильного сырья	58

Трикотажное производство

<i>Щербаков В.П., Заваруев Н.В., Полякова Т.И., Панин А.И., Гончарова О.А.</i> Теория и критерии устойчивости нити при вязании	63
<i>Шильева Т.С., Строганов Б.Б.</i> Квазимногослойный трикотаж с ячейками для прокладывания вертикального и горизонтального утка	69

Швейное производство и дизайн

<i>Сурикова О.В., Сурикова Г.И., Кузьмичев В.Е.</i> Разработка автоматического адаптированного конструирования женской одежды по размерным и ростовым рядам	71
<i>Романова К.Е., Рябова О.Н.</i> Традиции народного костюма в одежде архангельских поморов	75

Текстильные машины и агрегаты

<i>Лаиши Д.И.</i> Использование цикловой диаграммы для формирования исходных данных при построении параметрической модели ткацкой машины	80
<i>Шорин В.А., Пиеничный О.Ф.</i> Повышение работоспособности многоступенчатых валов текстильного оборудования	84
<i>Кулида Н.А., Круглов А.В.</i> Обеспечение контакта измерительного ролика с поверхностью сновального вала	88

Автоматизация технологических процессов

<i>Глазунов В.Ф.</i> Анализ математических моделей процесса деформации транспортируемых текстильных материалов	93
<i>Катаманов А.А., Егоров С.А., Иванов А.В.</i> Модернизация системы автоматизированного сбора данных машины трения	97

Экологическая и производственная безопасность. Промтеплоэнергетика

<i>Кротова Е.И.</i> Метод автоматического контроля процесса сушки текстильного материала в реальном времени	101
---	-----

Информационные технологии

<i>Винтер Ю.М.</i> Определение наилучшего показателя неравномерности распределения смеси волокон в тангенциальном направлении сечения пряжи методом статистического моделирования	105
---	-----

Механика нити и полотен

<i>Макаров А.Г., Переборова Н.В., Егорова М.А., Вагнер В.И.</i> Вариант моделирования деформационных и релаксационных свойств текстильных материалов сложного строения	110
<i>Разин С.Н., Коваленко Н.И.</i> Математическое моделирование взаимодействия слоя лубяного волокна с цилиндрической поверхностью	115

Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

<i>Медведев О.С., Куваева С.В., Зарубин В.М., Васнев Н.Ф.</i> Подбор оптимального варианта барабанчика с игольчатой гарнитурой к устройству для определения засоренности ленты	121
<i>Качук Д.С., Нестерова Л.А., Венгер Е.А.</i> Гидрофобная отделка кремнийорганическими соединениями текстильных материалов, напечатанных пигментами	123
<i>Авдеева Т.И., Садыкова Д.М.</i> Обучение и воспитание студентов в высшем учебном заведении текстильного профиля и адаптация студентов к обучению в вузе	130

CONTENTS

Economics and Production Planning

<i>Temnova N.K., Pirogov K.M.</i> The New Management Technology for Regional Development of the Textile Industry	5
<i>Omelchenko I.V., Khalezov A.V.</i> Some Issues of the Theory of Organizational Systems Application in Regional Target Program Management (Russian Federation, Ivanovo Region Data Overview)	11

Materials

<i>Demokratova E.B., Belyanina E.A.</i> Evaluation of Linen Fabrics for Closes	17
<i>Komissarov I.I., Shammut Y.A., Kornilova N.L., Toychubekova G.M.</i> Procedure for Determining the Elastic Modulus of Textile Materials	20
<i>Shubin A.S., Matrokhin A.Yu.</i> Development of an Algorithm for Quasidynamic Determination of Structural Features of Textile Threads	25
<i>Gruzintseva N.A., Ovchinnikov A.A., Lysova M.A., Gusev B.N.</i> The Nomenclature of Parameters Indexes and Quality Assessment of Geotextile Materials	28
<i>Dobrynina N.N., Smirnova N.A., Lapshin V.V.</i> Forecasting Characteristics Shear Linen and Cotton Fabrics by Interweaving	32

Preliminary Treatment. Raw Materials

<i>Orlov A.V., Pashin E.L., Boyko S.V., Enin M.S.</i> Analysis of Conditions for Reducing Intensity of the Impacts on Raw Flax Strand During Initial Stage of Scutching Process	35
---	----

Spinning

<i>Volkov V.V., Bochkov A.M., Volkov S.V., Pakulova N.K.</i> On the Selection Filling Parameters Tape Machines in Cotton Spinning	41
<i>Stolyarov A.A.</i> Influence of Device Issue Sliver Ring on Properties Spinning Machine Yarn Produced ...	45

Weaving

<i>Panin A.I., Rakova O.A., Rybaulina I.V., Panin I.N., Nikolaeva N.A.</i> Developing Methods and Devices for Reducing Vibrations Tubular Cobs	49
--	----

Finishing

<i>Shibashova S.Yu., Shibashov A.V.</i> The Strength Characteristics Increasing of Synthetic Fibres by Ultrasound Processing	52
<i>Demina N.M., Mikhailova N.M., Trofimov A.N.</i> Research of Impregnability of High-Strength Glass Fibres ..	55
<i>Cheshkova A.V., Rudosky P.N., Kiselev M.V., Smirnova S.V., Zharikov V.V.</i> Features of the Structure of the Deer Wool as Textile Raw Materials	58

Knitting

<i>Shcherbakov V.P., Zavaruev N.V., Poljakova T.I., Panin A.I., Goncharova O.A.</i> The Theory and Criteria of Stability of the String at Knitting	63
<i>Shilyaeva T.S., Stroganov B.B.</i> The Quasi-Multilayer Knitwear with Cells for Threading Vertical and Horizontal Weft	69

Sewing and Design

<i>Surikova O.V., Surikova G.I., Kuzmichev V.E.</i> Pattern Design Technology for Whole Range of Women's Wear Sizes	71
<i>Romanova K.E., Ryabova O.N.</i> Traditions of Folk Costume in Clothes Arkhangelsk Pomors	75

Textile Machines and Aggregates

<i>Lashkhi D.I.</i> Usage of the Cycle Diagram for Forming Input Data when Constructing the Parametric Model of the Machine	80
<i>Shorin V.A., Pshenichny O.F.</i> Technology of Improving Performance of Multistage Shaft Textile Equipment	84
<i>Kulida N.A., Kruglov A.V.</i> Ensuring Contact of the Measuring Roller with the Surface of the Warping Shaft	88

Automation of Technological Processes

<i>Glazunov V.F.</i> Analysis of Mathematical Models of the Deformation Process of Textile Materials Transported	93
<i>Katamanov A.A., Egorov S.A., Ivanov A.V.</i> The Automation of the System Data Acceptance Machines of Friction	97

Ecological and Industrial Safety. Heat Engineering

<i>Krotova E.I.</i> Method of Automatic Control of Process of Drying of the Textile Material in Real Time	101
--	-----

Information Technologies

<i>Winter J.M.</i> The Determination of the Best Index to Unevenness of the Distribution Mixture Filaments in Tangential Direction of the Section of the Yarn by Method of Statistical Modeling	105
---	-----

Mechanics of Threads and Fabrics

<i>Makarov A.G., Pereborova N.V., Egorova M.A., Wagner V.I.</i> Ways of Modeling Deformation and Relaxation Properties of Textile Materials with a Complex Structure	110
<i>Razin S.N., Kovalenko N.I.</i> Computer Simulation of Layer Bast Fibers with a Cylindrical Surface	115

Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items

<i>Medvedev O.S., Kuvaeva S.V., Zarubin V.M., Vasenev N.F.</i> The Selection of the Optimal Variants of the Two-Headed Drum with Needles Headset to the Unit for Determination of Debris Tape	121
<i>Kachuk D.S., Nesterova L.A., Venger E.A.</i> Hydrophobic Finishing of the Printed by Pigments Textile Materials by the Silicones	123
<i>Avdeeva T.I., Sadykova D.M.</i> Training and Educating Students of Textile Profile and Adaptation of Students to Study at the University	130