

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 (345)
2013**

Издание Ивановского государственного политехнического университета.
Текстильный институт

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор *Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ*.

Заместители главного редактора: *Н.М. АШНИН, Б.Н. ГУСЕВ, М.В. КИСЕЛЕВ, Н.Л. КОРНИЛОВА, В.Л. МАХОВЕР, К.Э. РАЗУМЕЕВ, Б.Б. СТРОГАНОВ*.

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

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ*.

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@igta.ru

http://www.igta.ru

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 05.07.2013. Подписано в печать 20.07.2013. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 19,99; Усл. кр.-отт. 20,24. Заказ 155.

Тираж 400 экз.

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

Текстильный институт
153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 21.
E-mail: info@igta.ru; ttp@igta.ru

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 (345)
2013**

Published by Ivanovo State Polytechnic University
Textile Institute

EDITORIAL BOARD

Chief editor *G.I. CHISTOBORODOV*.

Deputy editors: *N.M. ASHNIN, B.N. GUSEV, M.V. KISELEV, N.L. KORNILOVA, V.L. MAKHOVER, K.E. RAZUMEEV, B.B. STROGANOV*.

Editorial board members: *V.S. BELGORODSKII, V.N. BLINICHEV, A.P. BOLOTNYI, V.V. VESELOV, V.F. GLASUNOV, V.M. ZARUBIN, E.N. KALININ, S.M. KIRYUKHIN, A.M. KISELEV, K.I. KOBRAKOV, A.B. KOZLOV, A.R. KORABELNIKOV, N.A. KULIDA, V.V. LYUBIMTSEV, N.I. MAKSIMOV, R.M. MALAFEEV, S.D. NIKOLAEV, YU.V. PAVLOV, E.L. PASHIN, K.M. PIROGOV, A.G. REPIN, L.P. ROVINSKAYA, V.E. ROMANOV, P.N. RUDOVSKII, V.V. SAFONOV, P.A. SEVOSTYANOV, N.A. SMIRNOVA, G.G. SOKOVA, A.P. SORKIN, F.YU. TELEGIN, V.I. TERENCEV, V.D. FROLOV, I.G. TSITOVICH, L.P. SHERSHNEVA, YU.S. SHUSTOV, V.P. TSHERBAKOV, S.S. YUKHIN, F.N. YASINSKII*.

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@igta.ru
http://www.igta.ru*

Registered with the Ministry of Printing of Russian Federation. Registration no. 796. Passed for typesetting on 05.07.2013. Signed for printing on 20.07.2013. Format 60×84 1/8. Book/journal paper. Offset printing. 19.99 conventional sheets. 20.24 conventional. Order 155.

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: info@igta.ru; ttp@igta.ru

Publishing-printing complex "PresSto"

153025, Ivanovo, Dzerdzinskogo, 39, of. 307

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

E-mail: pressto@mail.ru

КГТУ ПРАЗДНУЕТ 80-ЛЕТНИЙ ЮБИЛЕЙ !**KSTU CELEBRATES 80-th ANNIVERSARY !***М.В. КИСЕЛЕВ**M.V. KISELEV**(доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе КГТУ)
(doctor of technical sciences, professor, vice-rector of research KSTU)*

В конце 2012 года Костромской государственной технологической университет отметил свой 80-летний Юбилей. У вуза славная, богатая традициями история. Первый в стране и в мире льновтуз, в то время – Текстильный институт – был открыт 15 октября 1932 года в Костроме. Его торжественное открытие прошло 7 ноября 1932 г. в лучшем здании города – театре им. А.Н. Островского. Со стороны руководства страны выбор города для открытия льновтуза был продуманным и удачным. Не один век Кострома являлась центром льняной промышленности, а в 30-е годы XX века в ней были сосредоточены Всесоюзный государственный льняной трест и четыре крупных предприятия по производству льняной пряжи, тканей и технической ленты. Тогда КТИ являлся первым и единственным вузом в городе. Становление его образовательной и научной базы проходило постепенно.

Главное управление учебных заведений (ГУУЗ) в 1934 г. направило в КТИ лишь двух доцентов. Основной путь в формировании преподавательского состава – приглашение ученых из других городов – благодаря этому в становлении КТИ сыграли свою роль традиции лучших научных и инженерных школ ведущих

вузов России. На 1 января 1941 г. в КТИ работал 71 преподаватель, в том числе 1 доктор наук, профессор, 2 профессора; 12 кандидатов наук, доцентов, 9 доцентов, 7 старших преподавателей, 20 ассистентов, 10 преподавателей, 10 аспирантов. На период открытия КТИ в 1932 г. у института не было ни оборудования, ни даже здания, где можно было бы разместить лаборатории. Так, в 1934 г. по распоряжению наркома легкой промышленности И.Е.Любимова КТИ получил 25 тысяч рублей валютой, на которые было приобретено в Германии самое необходимое оборудование для лаборатории сопротивления материалов. У фирмы Цейс купили микрофотографическую камеру, 10 микроскопов и немного оборудования для кафедры "Учение о волокнах" [1]. Большинство приборов научной и учебной базы тогда изготавливались в вузе самостоятельно, так как многое нельзя было купить. С этой целью в 1936 г. при кафедре физики была создана мастерская, которую в 1940 г. выделили из кафедры и преобразовали в мастерскую точной механики. Лаборатория сопромата сумела купить лишь универсальную машину и машину для скручивания у фирмы Амслер. Дальнейшее пополнение лаборатории

проходило за счет передачи оборудования из Промышленной академии им. Молотова и других государственных учреждений. Все эти мероприятия позволили уже с февраля 1934 г. проводить лабораторные занятия по всем видам испытания металлов и строительных материалов. Уже накануне войны в КТИ работали 19 лабораторий.

Это – история становления вуза, в жизни которого были разные этапы. Даже в тяжелые годы Великой Отечественной войны ученые текстильного института продолжали исследования, направленные на цели оборонной промышленности. Всего за годы войны было закончено и передано для использования соответствующими военными учреждениями 20 научно-исследовательских работ и изобретений. Этому во многом содействовал научно-исследовательский сектор, созданный 3 января 1940 г. для руководства научной работой, во главе с профессором А.Н. Сивцовым.

Но и в военные годы, и в экономически сложные девяностые вуз всегда двигался вперед, развивался и справлялся со всеми задачами. За успехи в учебной и научной деятельности в 1982 году институт был удостоен ордена Трудового Красного Знамени. А в 1995 году из статуса института КТИ перешел в статус технологического университета, став КГТУ.

Сейчас Костромской государственный технологический университет – высоко-развитый центр образования, науки, культуры, базовый вуз в области науки, техники, технологии и образования. В научно-производственном сообществе вуз признается одним из лидеров в области переработки волокнистых материалов и текстильной технологии, текстильного материаловедения, экономических, юридических и гуманитарных наук.

Первый выпуск нашего вуза в 1937 году составил 74 человека, а в июне 2012 года выпуск специалистов достиг 1112

человек. Сегодня обучение в КГТУ осуществляется по 11 укрупненным группам специальностей/направлений, высшее профессиональное образование насчитывает 27 специальностей, бакалавриат – 22, специальное профессиональное – 1. Качественную подготовку студентов для текстильной, деревообрабатывающей, ювелирной промышленности, машиностроения и других отраслей обеспечивает мощный интеллектуальный потенциал КГТУ: более 400 преподавателей, в числе которых 52 профессора и доктора наук, 227 доцентов, кандидатов наук. Профессиональная переподготовка и повышение квалификации осуществляет институт дополнительного профессионального образования.

В рамках научной деятельности в КГТУ успешно решается основная задача – выполнение научных исследований, развитие творческой и инновационной деятельности научно-педагогических работников и студентов, а также подготовка научно-педагогических кадров высшей квалификации в аспирантуре и докторантуре. Аспирантура в вузе была открыта в ноябре 1939 года на трех кафедрах и по 5 отраслям, первый набор тогда составил 9 аспирантов. Первым заведующим аспирантурой был В.Н. Аносов. Докторантура КГТУ начала готовить ученых высшей квалификации с 1994 года. Если в 1964 г. из 200 преподавателей всего 46 человек имели ученые степени и звания (23%), то сегодня этот показатель по вузу составляет 70%. Университет осуществляет подготовку научно-педагогических и научных кадров через аспирантуру по 17, докторантуру – по 4 специальностям.

Особо хочется остановиться на научных школах университета. В России и за ее пределами известны научные школы профессоров Н.Н. Сулова., В.Н. Аносова, П.П. Трыкова, Б.И. Смирнова, В.Г. Комарова, М.И. Худых, Н.Д. Хомуцкого,

Г.К. Кузнецова, А.М. Ипатова, Р.В. Корабельникова, С.П. Сироткина, А.В. Соловьева, Г.М. Валова и многих других ученых, чьи научные труды и разработки нашли широкое применение в различных отраслях промышленности при внедрении новых технологий, машин, механизмов, а также в развитии экономической теории, экономики управления и естественно-научных проблем. Научные школы развивались, росли и переходили на новый качественный уровень, защищали докторские диссертации уже ученики вышеназванных признанных ученых. Сегодня в КГТУ функционируют 20 научных школ, которые известны не только в России, но и за ее пределами. Эти школы возглавляют доктора наук, профессора, осуществляющие руководство крупными проектами федерального уровня. Общий объем финансирования научных разработок за период 2007-2012 гг. составляет более 70 млн. руб.

Достижения в научно-исследовательской и педагогической деятельности отмечены высокими государственными наградами: четырежды ученые КГТУ были награждены Премией Правительства РФ в области науки и техники.

С 1992 по 2012 гг. вуз подготовил 369 кандидатов наук, докторские диссертации защитили 69 ученых. В результате в КГТУ сложился сильный научно-педагогический коллектив, с мощным исследовательским и творческим потенциалом.

С 2010 г. КГТУ активно участвует в федеральных целевых программах. За 2010 - 2012 гг. подано более 150 заявок на финансирование научных проектов в рамках программ "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" и "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России". С 2011 года успешно работает служба интеллектуальной собственности, созданная на базе патентного отдела. За 80

лет университетом получено более 1500 патентов на разработки, которые успешно внедрены на текстильных предприятиях, предприятиях деревообрабатывающей промышленности, машиностроения и др.

За пять последних лет опубликованы 88 монографий, 60 сборников научных трудов, проведены 45 международных, российских и региональных конференций на базе университета. Издаются научные журналы "Вестник КГТУ" (по различным направлениям исследований). В университете ежегодно проводится более 25 мероприятий (конференций, конкурсов, кафедральных олимпиад и т.п.) для реализации научно-исследовательского потенциала студентов. Давно стала традиционной апрельская студенческая межвузовская научно-техническая конференция "Студенты и молодые ученые КГТУ – производству", в работе которой принимают участие многочисленные гости из почти 20 вузов, студенты, магистранты, аспиранты.

Университет всегда идет в ногу со временем. С 2010 г., согласно Федеральному закону РФ № 217, бюджетным научным учреждениям было предоставлено право становиться учредителями хозяйственных обществ, деятельность которых заключается в практическом применении результатов интеллектуальной деятельности. Реализация этого закона позволила открыть с участием КГТУ 10 малых инновационных предприятий.

В свой юбилейный год вуз успешно сдал еще один экзамен: приказом Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки № 239 от 11 марта 2013 г. наш университет признан прошедшим государственную аккредитацию по 10 укрупненным группам направлений подготовки, по программам послевузовского и дополнительного профессионального образования сроком на 6 лет с установлением государственного статуса – университет.

Университет активно участвует в обучении иностранных граждан и международном научно-техническом сотрудничестве в области высшего и послевузовского профессионального образования. Традиционными направлениями международного сотрудничества является обмен студентами между вузами, преподавателями для чтения лекций, информацией в области учебно-методической работы, участие в семинарах, конференциях, симпозиумах, стажировка преподавателей за рубежом. Университет имеет разносторонние международные связи с университетами Англии, Германии, Китая, Турции и других стран.

Все достижения университета – это огромная заслуга преподавателей и сотрудников, преданно служащих делу обучения, научных исследований и воспитания, а также студентов, аспирантов и докторантов, которые своими учебными, научными, спортивными и творческими

успехами помогают университету развиваться. КГТУ по праву может гордиться славной историей, крепкими традициями, высокой компетентностью и профессионализмом в благородном служении образованию и науке.

Сегодня, празднуя 80-летний Юбилей, университет, опираясь на лучшие традиции и богатый опыт, твердо держит курс на динамичное развитие, инновации и новые достижения в будущем. Желаем Костромскому государственному технологическому университету побед и процветания, новых успехов на благо своего родного Костромского края и России !!!

ЛИТЕРАТУРА

1. Костромской государственный технологический университет. 1932 - 2012. 80 историй к 80-летию / Автор-сост. Е.Ю.Волкова. – Кострома: Костромаиздат, 2012.

УДК 65.014.12

**АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ТЕКСТИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

**THE ANALYSIS OF INFORMATIONAL STREAMS
IN TECHNOLOGICAL PROCESSES
ON TEXTILE MANUFACTURES**

Л.Ю. КИПРИНА, Г.Г. СОКОВА, М.В. ИСАЕВА
L.U. KIPRINA, G.G. SOKOVA, M.V. ISAEVA

(Костромской государственной технологической университет)
(Kostroma State Technological University)

E-mail: lskipr@gmail.com, sokoff1@rambler.ru, mary_is@rambler.ru

Цель настоящей работы – оптимизация организации производства на текстильных предприятиях Костромского региона за счет разработки и применения новой методологии обработки, передачи и хранения информации, основанной на ИПИ–технологиях. В статье представлены модели "как есть" и "как должно быть" бизнес-процессов в нотации IDEF0, описывающие движение текстильных полуфабрикатов и информационных потоков технологических процессов на типовом текстильном предприятии.

The optimizing of organization of production on textile manufactures in the Kostroma region by the development and application of a new methodology of processing, transmission and storage of information, based on CALS technologies is the perspective subject of this work. This article presents models of business processes, like "as is" and "as it should be" in notation IDEF0, that describing the movement of textile semi-finished products and informational streams of technological processes, which are applied on typical textile manufactures.

Ключевые слова: модели бизнес-процессов, информационные модели, технологические переходы, текстильное предприятие.

Keywords: business process models, technological transitions, the production of fabric, the movement of semi-finished products, informational flows.

Ранее в работах [1...5] указывалось на необходимость информатизации текстиль-

ного производства, на начальном этапе которой должен быть проведен анализ биз-

нес-процессов предприятия с последующей систематизацией информационных потоков на различных технологических переходах. Результаты проведенных исследований для ООО "Звольма" представлены в [4], [5]. Однако разработанные модели не охватывают все бизнес-процессы производственного цикла текстильного предприятия.

В настоящей статье представлены модели бизнес-процессов и информационные модели 0- и 1-уровней для всех переходов типового текстильного предприятия в нотации IDEF0 (рис. 1...3). Типовое текстильное предприятие включает в себя, как правило, следующие производства: прядильное, ткацкое, бельно-отделочное, каждое из которых имеет сложную и разветвленную сеть информационных потоков.

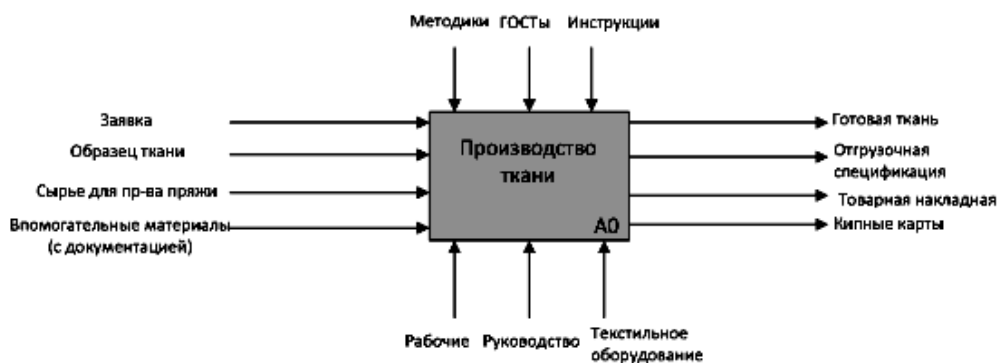


Рис. 1

На рис. 1 представлена модель бизнес-процессов типового производства ткани 0-уровня в нотации IDEF0. Одним из компонентов, поступающих на вход в данной модели, является сырье для производства пряжи, представленное в информационной модели соответствующей документацией,

а именно сведениями, полученными при входной оценке качества сырья (рис. 2 – информационная модель бизнес-процессов 0-уровня типового производства текстиля (АСУД – автоматизированная система управления данными)).

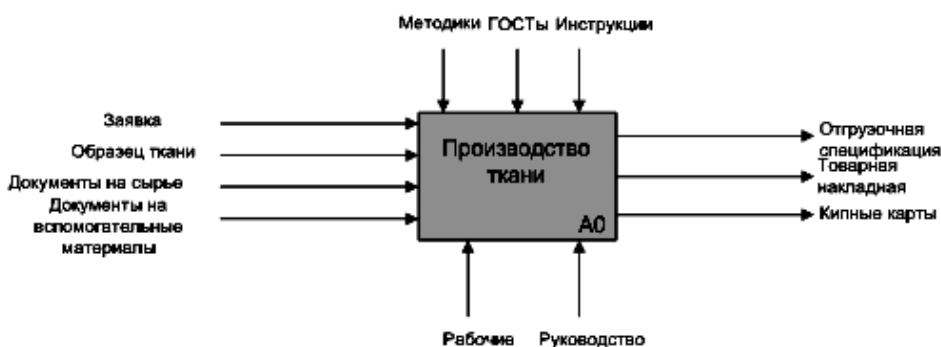


Рис. 2

Для реализации поставленной в работе глобальной цели – оптимизации организации производства за счет ИПИ-технологий – потребуется персонал, владеющий навыками на уровне пользователя компьютером. В дальнейшем, при построении других моделей 1-уровня, данная документа-

ция будет использоваться как "сквозная". При добавлении в схему прядильного производства – блока "Прядение" (блок А1.2 на рис. 3) на диаграмме появляется еще один внутренний информационный поток, содержащий данные о выработке продукции в прядильном производстве, переда-

ваемой на учет. Выходная информация из отдела планирования производства теперь поступает и в ткацкое, и в прядильное

производство и содержит задание на выработку ткани и пряжи.

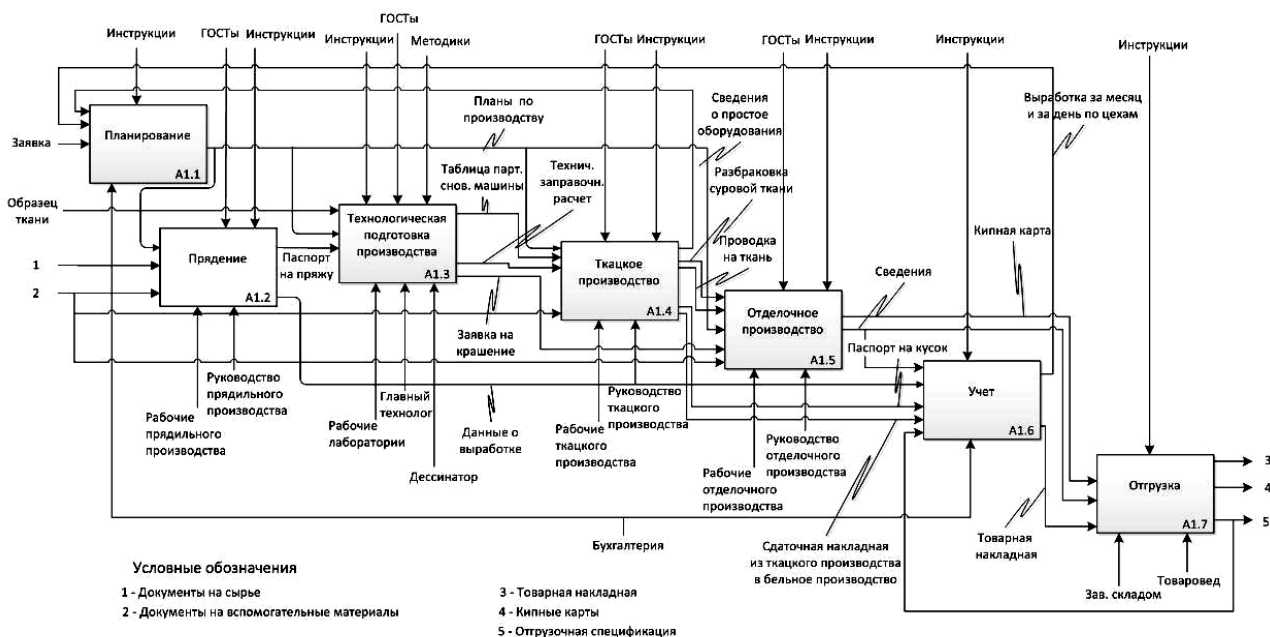


Рис. 3

На рис.3 приведена информационная модель "как есть" 1-уровня технологических процессов типового текстильного предприятия, из которой следует, что в входной информационный поток включает в себя:

- заказ;
- параметры ткани, заявленные заказчиком (сырьевой состав, ширина ткани, масса квадратного метра, число нитей на 10 см, параметры внешнего оформления ткани: вид и раппорт переплетения, для пестроткани раппорт цвета);
- характеристики сырья (вид и линейная плотность пряжи, ее прочностные характеристики, их неровнота);
- документация на вспомогательные материалы, необходимые для организации производства.

Результатом производственной деятельности текстильного предприятия является ткань, которая сопровождается следующей документацией: товарной накладной, отгрузочной спецификацией, кипной картой. На основании данных, содержащихся в этих документах, формируется выходной информационный поток: арти-

кул (образец) ткани, ширина, метраж, вес, сорт. Из схемы видно, что на предприятии, кроме описанных выше данных о текстильном материале, существует большое количество внутренних информационных потоков, представленных в сопроводительной документации на полуфабрикаты и в документах, характеризующих их качество. Анализ информационной модели (рис. 3) позволяет сделать вывод о том, что существующая система документооборота на текстильном предприятии организована нерационально. Одним из доказательств этого является тот факт, что одна и та же информация на каждом этапе производства многократно дублируется в различных документах. Например, кипная карта, товарная (сдаточная) накладная, сведения ткацкого и отделочного производства, товарная накладная, отгрузочная спецификация содержат общую информацию (артикул (образец) ткани, смеска, ширина, метраж, вес, сорт). На каждом переходе все эти документы заполняются заново, чаще всего вручную, что приводит к большому количеству ошибок и потере информации.

Разработка и внедрение автоматизированной системы управления данными (рис. 4 – информационная модель "как должно быть" 1-уровня типового текстильного производства) позволит реализовать централизованное накопление, хранение и обработку информации, что, в свою очередь, станет основой для устране-

ния недостатков существующей системы документооборота текстильного производства и повышения ее эффективности. Для реализации поставленной в работе глобальной цели – оптимизации организации производства за счет ИПИ-технологий, потребуется персонал, владеющий навыками пользователя компьютером на уровне ПО.

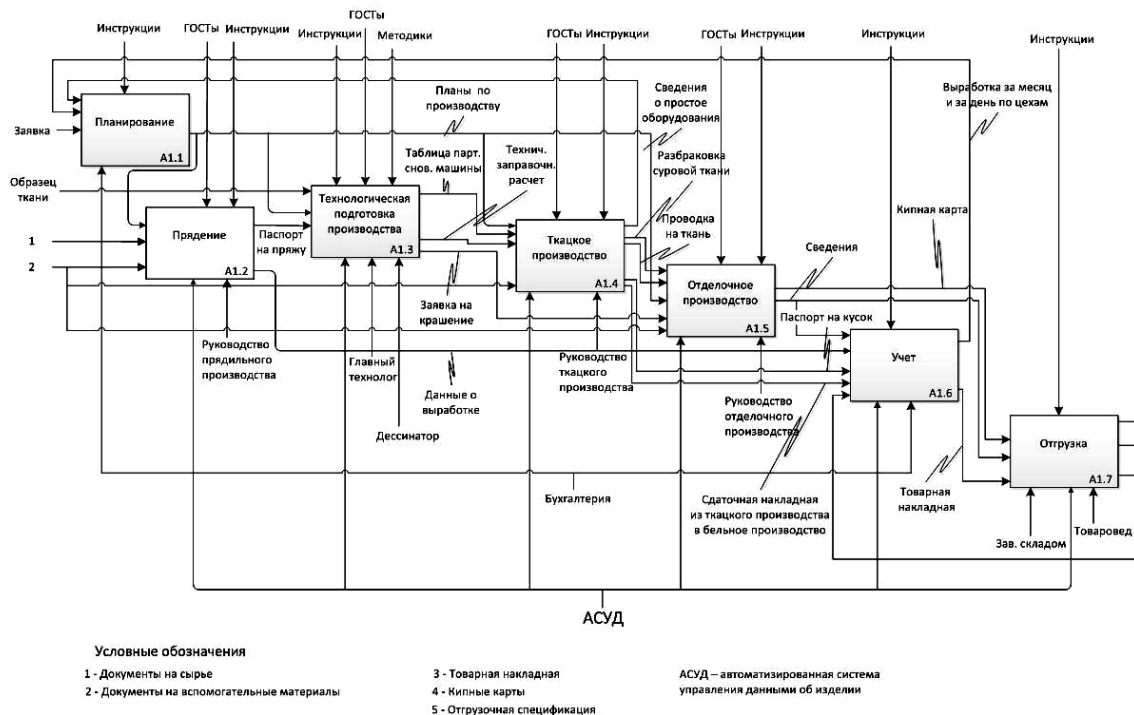


Рис. 4

ВЫВОДЫ

В настоящее время процесс информатизации производства текстиля находится на 0-уровне, который характеризуется большим количеством документов, хранящихся на бумажных носителях. Необходимо разработать и внедрить информационную систему, позволяющую автоматизировать информационные процессы предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сокова Г.Г., Землякова И.В. Процессные модели автоматизированной системы проектирования ткани // Вестник КГТУ. – Кострома: КГТУ, 2009.
2. 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.

3. Киприна Л.Ю. Использование CALS-технологий в системе управления качеством на предприятиях текстильной промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5.

4. Сокова Г.Г., Исаева М.В., Киприна Л.Ю. Анализ бизнес-процессов текстильных предприятий на примере ООО "Зворыкинская мануфактура", г. Кострома: систематизация информационных потоков // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 4С.

5. Сокова Г.Г., Исаева М.В., Киприна Л.Ю. К вопросу о внедрении CALS-технологий на текстильных предприятиях // Вестник КГТУ. – Кострома: КГТУ, 2012, № 29.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 07.06.13.

УДК 677.017

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ ОДЕЖДЫ
НА ТЕЛО ЧЕЛОВЕКА**

**ANALYSIS OF METHODS OF MEASURING THE PRESSURE OF GARMENTS
ON A HUMAN BODY**

М.А. СОБОЛЕВА, Л.Л. ЧАГИНА
M.A.SOBOLEVA, L.L.CHAGINA

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

В статье приведен сравнительный анализ существующих методов определения давления одежды на тело человека, отмечены преимущества и недостатки методов.

The article presents the comparative analysis of existing methods of measuring the pressure of garments on the human body, and describes the advantages and disadvantages of these methods.

Ключевые слова: давление одежды на тело, методы, классификация, устройства, принцип действия, преимущества, недостатки.

Key words: the pressure of garments on a body, methods, classification, devices, the principle of operation, advantages, disadvantages.

В последние годы наблюдается увеличение спроса на компрессионные изделия [1]. Эти изделия создают на поверхности тела человека дозированное давление, распространяющееся на глубже лежащие органы, и способствуют развитию лечебного и/или профилактического эффекта. Одним из основных критериев при определении размеров компрессионных изделий является давление, оказываемое изделиями на тело человека. Его значение определяет класс компрессии. Чрезмерное давление

изделия на тело может вызывать неприятные и болезненные ощущения, поэтому вопрос о допустимом давлении очень важен.

Существуют различные методы для измерения и контроля контактного давления, вызываемого компрессионной одеждой (рис. 1). Для сенсорной оценки давления, создаваемого компрессионной одеждой, используются датчики различных типов, устройства, основанные на механическом принципе работы.

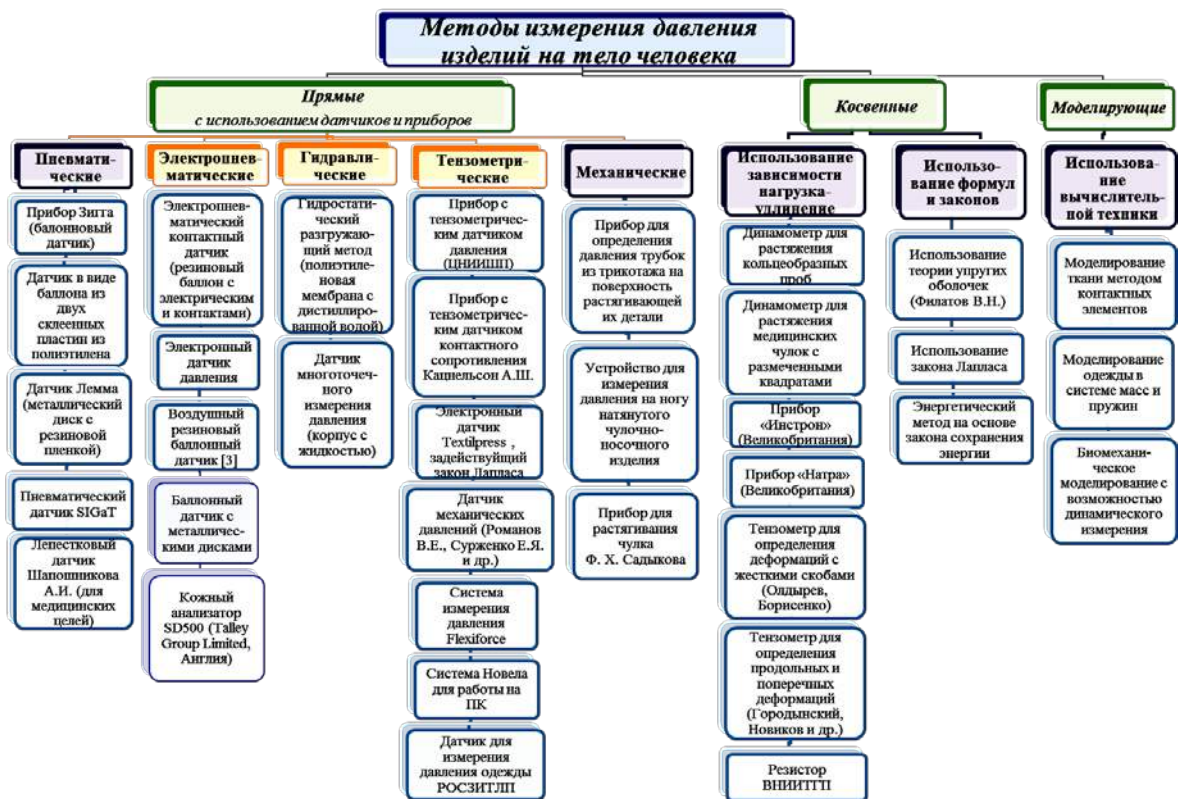


Рис. 1

Устройства с использованием резиновых или металлических баллонных датчиков [2] основаны на принципе нагнетания воздуха в баллон и помещении последнего между изделием и телом человека. Воздух нагнетается до определенного давления (прибор Зигга), до момента выравнивания давлений внутри датчика и наружного давления (лепестковый датчик Шапошникова А.И.), также давление может регулироваться вручную (датчик Лемма). Давление в данных конструкциях фиксируется с помощью манометра.

Разновидностями методов, основанных на пневматическом принципе измерения давления, являются приборы, в которых обычный баллон заменен электропневматическим контактным датчиком. Электрические контакты внутри баллона могут быть выполнены в виде металлических проволок, наклеенных на стенку или расположенных перпендикулярно друг к другу, в виде двух металлических дисков,

соединенных проводами с электронной записывающей системой.

В промышленном цифровом кожном анализаторе SD500 (Talley Group Limited, Англия) для измерения давления корсета используется аналогичный способ измерения давления [3], однако диаметр используемого датчика составляет 10 см, поэтому полученные показания не воспроизводят точное нагружение.

В гидравлических методах измерения давления [4] датчик, представляющий собой полиэтиленовую мембрану или жесткий корпус, наполняется дистиллированной водой или другой жидкостью. Давление может считываться с помощью преобразователя или посредством определения разницы гидростатического давления жидкости внутри корпуса и давления, измеренного манометром.

Пневматические и гидравлические методы требуют сложной структуры, полученной в результате относительно большой плотности измерений поверхностного давления.

Механические методы измерения давления на тело представлены несколькими конструкциями приборов, принцип действия которых основан на измерении усилий, необходимых для растяжения оболочки или для выравнивания вогнутой части упругой оболочки. В приборе, разработанном в ЛИТЛП им. С.М. Кирова, трикотажная трубка надевается на цилиндр нужного диаметра. Давление, оказываемое на площадку, перемещает ее внутрь цилиндра, и изделие при этом изгибается. Для определения давления площадку возвращают на уровень поверхности цилиндра. Принцип действия другого устройства для измерения давления натянутого на ногу чулочно-носочного изделия основан на оттягивании изделия от формы.

Недостаток механических методов состоит в том, что давление может быть измерено для одного радиуса, хотя тело является криволинейной поверхностью.

Описанные выше методы измерения известны в теории измерений под названием "измерения с ручной наводкой". При отсутствии квалификации у оператора точность измерений получается невысокой. Гораздо удобнее методы с непосредственным отсчетом – в этом случае устройство показывает на шкале измеряемую величину. К ним, в частности, относятся тензометрические методы измерения давления, основанные на использовании тензодатчиков в сочетании с измерительной и регулирующей аппаратурой [2]. Они представлены следующими конструкциями: диск с проточенным пазом, который частично разделяет его верхнее и нижнее основания (прибор ЦНИИШП); пакет пластин, установленный между двумя металлическими обкладками, связанными с выводными проводниками. В устройстве ЦНИИШП предложена конструкция датчика, снабженного демпферной прокладкой для выполнения измерения независимо от показателей упругих свойств различных участков тела. Датчик, разработанный в РОСЗИТЛП, выполнен в виде микробаллона с тонкими резиновыми стенками и наполнен газом. Датчик Flexiforce (США) состоит из основания из

одного проводящего слоя серебра и красящего вещества, чувствительного к давлению. Склеенные слои основания образуют датчик усилий. Существует датчик с пластинками из проводящего материала, соединенными с двумя сторонами широкого непроводящего ток эластомерного листового материала (емкостный метод [5]). Преимущество емкостного метода заключается в том, что результат в меньшей степени зависит от температуры и человеческого фактора.

Существуют системы датчиков, позволяющие выводить результаты на компьютер и измерять распределение давления в различных условиях испытания, например, при совершении человеком повторяющихся движений [6]. Среди них есть сверхтонкие, толщиной всего 0,2 мм, что позволяет избегать увеличения давления во время измерений. Системы могут иметь сотни мест измерения. Несмотря на то, что прямые методы более точные, датчики зачастую служат причиной излишнего беспокойства испытуемого, поэтому они не пользуются популярностью.

Известно несколько методов оценки давления эластомерных изделий, основанных на использовании устройств для измерения зависимости нагрузка – удлинение. Устройства представляют собой динамометры, тензометры, тензорезисторы (прибор ВНИИТГП). Испытания проводятся на прямоугольных образцах полотен или на размеченных определенным образом изделиях. Некоторые тензорезисторы выводят результаты измерения продольной и поперечной деформаций по отдельности, или условный коэффициент Пуассона. В большинстве случаев вышеперечисленные методы подходят лишь для проведения лабораторных исследований. Обработка полученных результатов выполняется с использованием различных формул. Формула, представленная в [2], затрагивает геометрический и механический аспекты, определяемые кривизной поверхности тела и распределенными силами натяжения в оболочке. Она включает такие неизвестные, как жесткость при растяжении, ус-

ловный коэффициент Пуассона, радиус кривизны поверхности тела. Менее громоздкое уравнение [7] основывается на преобразовании формулы давления сферы. В этом случае необходимо знать модуль Юнга, толщину оболочки, радиус кривизны поверхности. Закон Лапласа, адаптированный к текстильным изделиям, позволяет оценить давление одежды посредством деления натяжения ткани в соответствии с радиусом кривизны поверхности тела [8]. Закон Лапласа имеет ценность в тех случаях, когда применяется к телам цилиндрической формы или когда объемы не превышают 30 см. Энергетический метод, представленный в [9], основан на законе сохранения энергии и смещении блоков трикотажного полотна. Математические методы дают достаточно точные результаты, не доставляют беспокойства испытуемому, но требуют большого объема косвенных измерений. Они эффективны при автоматизации процесса.

С развитием имитирующих устройств и компьютеров давление одежды все чаще стало измеряться с помощью компьютерных моделирующих программ. Модели ткани и человека, а также контакт между ними являются главными компонентами при имитации давления, оказываемого изделием.

В методах, имитирующих структуру ткани, применяются такие подходы, как моделирование продольных и поперечных волокон посредством контактной механики [10], приравнивание структуры ткани к системе масс и пружин. Цилиндрические модели с нанесенными метками, определяющими степень удлинения, позволяют не только оценить, но и рассчитать давление заранее с использованием программного обеспечения FEAANSYS.

В биомеханических моделях, изучающих динамическое давление на тело человека, изделия смоделированы как тонкие эластичные оболочки со свойствами линейных материалов [11]. В некоторых случаях используется градуирование изделий. Внешняя сила, приложенная к биомеханической модели, относится к динамическим воздействиям. Однако первоначальное

воздействие на тело оказывает компрессионное изделие, что сложно отобразить в процессе моделирования.

Моделирующие системы еще одного типа направлены на определение распределения давления по областям тела [12]. В этом случае тело человека представлено в виде пространственной шестигранной решетки. Рост числа вершин повышает точность процесса моделирования, но требует большого количества времени.

Компьютерные модели измерения и прогнозирования давления одежды на тело просты и удобны в использовании, не требуют непосредственного присутствия человека, позволяют получать информацию, касающуюся величин показателей давления, проводить подробный анализ, сравнивать результаты, предварительно рассчитывать значения характеристик. Однако программное обеспечение такого типа является дорогим или труднодоступным, что ограничивает его использование.

ВЫВОДЫ

1. На основе обзора и анализа отечественной и зарубежной литературы по вопросу оценки давления одежды на тело человека предложена классификация основных методов определения давления одежды на тело человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чагина Л.Л., Смирнова Н.А. Направления повышения конкурентоспособности льняных трикотажных изделий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 6. С. 90...92.
2. Филатов В.Н. Упругие текстильные оболочки: Монография. – М.: Легпромбытиздат, 1987.
3. Chan A.P. Effect of clothing pressure on the tightness sensation of girdles/ A.P. Chan, J. Fan // International Journal of Clothing Science and Technology. – 2002. - 14(2). p. 100...110.
4. Mitsuno T. Studies on the clothing pressure (part 1) - measurements by a hydrostatic pressure-balanced method / T. Mitsuno, H. Makabe, H. Momota, K. Ueda // Journal of the Japan Research Association for Textile End-Uses. – 1991. - 32(8). - p. 362-367.
5. Lai C.H.Y. Validation of the Pliance X System in measuring interface pressure generated by pressure garment / C.H.Y. Lai, C.W.P. Li-Tsang // Burns. - 2009. -35(6). - p.845-851.

6. Mann R. A new tool to measure pressure under burn garments / R. Mann, E.K. Yeong, M.L. Moore, L.H. Engraph // The Journal of Burn Care & Rehabilitation. - 1997b. - 18(2). - p.160-163.

7. Seo H. Validating a cloth simulator for measuring tight-fit clothing pressure / H. Seo, S. Kim, F. Cordier, K. Hong // Proceedings of the 2007 ACM symposium on Solid and physical modeling. - 2007. - June 04 - 06. - p. 431-437.

8. Maklewska E. Modelling and Designing of Knitted Products Used in Compressive Therapy / E. Maklewska, A. Nawrocki, J. Ledwon, K. Kowalewski // Fibres and Textiles in Eastern Europe. - 2006. - 14(5). - p. 111-113.

9. Dias T. Modelling the interface pressure applied by knitted structures designed for medical-textile applications / T. Dias, D. Yahathugoda, A. Fernando, S.K. Mukhopadhyay // Journal of the Textile Institute Part 1: Fibre Science and Textile Technology. -2003. - 94(3). - p. 77-86.

10. Provatidis C.G. Contact mechanics in two-dimensional finite element modelling of fabrics / C.G. Provatidis, S.G. Vassiliadis, E.A. Anastasiadou // International Journal of Clothing Science and Technology. -2005. - 17(1). - p. 29-40.

11. Liu R. A three-dimensional biomechanical model for numerical simulation of dynamic pressure functional performances of graduated compression stocking (GCS) / R. Liu, Y.-L. Kwok, Y. Li, T.-T. Lao, X. Zhang, X.Q. Dai // Fibers and Polymers. - 2006. - 7(4). - p. 389-397.

12. Wang J.M. The application of the volumetric subdivision scheme in the simulation of elastic human body deformation and garment pressure / J.M. Wang, X.N. Luo, Y. Li, X.Q. Dai, F. You // Textile Research Journal. -2005. - 75(8). - p. 591-597.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 07.06.13.

УДК 677.017

ОЦЕНКА СПОСОБНОСТИ МАТЕРИАЛОВ К ИЗГОТОВЛЕНИЮ ПЛЕТЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

ASSESS THE ABILITY OF MATERIALS TO PLAITING

M.V. ТОМИЛОВА, Н.А. СМЕРНОВА, В. В. ЛАПШИН
M.V. TOMILOVA, N. A. SMIRNOVA, V.V. LAPSHIN

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

Статья посвящена вопросу оценки способности полос для плетения с целью их рационального выбора для изготовления плетеных изделий.

The article focuses on assessing the ability of bands to weave with a view to the rational choice for plaiting.

Ключевые слова: плетеные изделия, полосы для плетения, льняные ткани, изгиб, упругость.

Keywords: basketry, weaving lanes, linen cloth, bending elasticity.

Плетение на сегодняшний день является одним из самых древних ремесел, известных людям. Изготовление изделий плетением исключает использование скрепляющих материалов, швов и припусков к ним, поэтому является актуальным. На

качество плетеных изделий оказывают влияние свойства материалов и вид полос, из которых они изготавливаются.

Для плетения используют различные материалы, но их выбор не основывается на конкретных показателях свойств, опре-

деляющих способность материалов к изготовлению плетеных изделий.

Основным свойством материалов для плетения является их способность к изгибу. Для оценки деформационных свойств при изгибе использована методика [1], разработанная в КГТУ и реализуемая на автоматизированном устройстве [2]. В качестве показателей изгиба исследовались условная упругость, условная жесткость, работа изгиба, работа восстановления после изгиба, разность работ изгиба и восстановления и резильянс, которые успешно зарекомендовали себя при оценке формоустойчивости пакетов одежды [3].

В процессе изготовления швейных изделий остаются межлекальные выпады и концевые остатки тканей, которые можно использовать для изготовления плетеных изделий.

Объектами наблюдений и испытаний явились концевые остатки и межлекальные выпады тканей двух видов: в виде полос ткани с двухмиллиметровой бахромкой и в виде полос со швом (по типу бейки), выкроенных в разных направлениях.

Наибольший интерес представляют ткани из натуральных волокон, например, льняные костюмно-платьевые ткани.

Для исследования изготовлены полосы из тканей полотняного переплетения разной поверхностной плотностью. Ткани полотняного переплетения наиболее распространены, технологичны при изготовлении бейки и полос с бахромкой, так как длина перекрытий у тканей полотняного пере-

плетения минимальная. Предпочтительны ткани равноплотные и изготовленные из нитей одинаковой толщины в основе и утке, например, льняная костюмно-платьевая ткань (табл. 1).

На рис. 1 представлены схемы структурных единиц плетеных изделий.

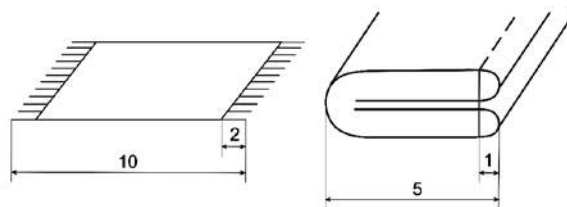


Рис. 1

Для изготовления бейки использованы армированные хлопколавсановые швейные нитки 36 ЛХ, а в качестве взаимозаменяемых – штапельные лавсановые 30 ЛШ и армированные лавсановые 35 ЛЛ.

Таблица 1

Переплетение	Поверхностная плотность ткани, г/м ²	Линейная плотность нитей, текс		Количество нитей на 10 см	
		T _о	T _у	Π _о	Π _у
Полотняное	200	100	100	152	174

Исследования характеристик изгиба, определяющих способность материалов к плетению, позволили установить рациональные конструкции полос и направление раскроя полос (табл. 2).

Таблица 2

Направление раскроя основного материала и вид пробы	Условная упругость У, %	Условная жесткость Р, сН	Работа, мкДж		Разность работ ΔА, мкДж	Резильянс
			изгиба А _{изг}	восстановления А _{вост}		
1. По основе	67,9	19,8	78,954	32,133	46,821	0,407
2. По утку	70,7	14,6	56,165	25,423	30,742	0,453
3. Под 45°	58,4	6,3	19,456	7,929	11,527	0,408
4. По утку	83,9	1,3	4,738	3,513	1,225	0,741

Примечание. №1...3 – полосы со швом; №4 – полоса с бахромкой.

Лучшей способностью к плетению обладают полосы, выкроенные в направлении нитей утка. Они имеют высокие показатели упругости и

резильянса (рис. 2 – показатели упругости при изгибе полос в виде беек (№1...3), выкроенных разных направлениях, и полосы с бахромкой, выкроенной по утку

(№4); рис. 3 – показатели резильянса при изгибе полос в виде беек (№ 1...3), выкроенных разных направлениях, и полосы с бахромкой, выкроенной по утку

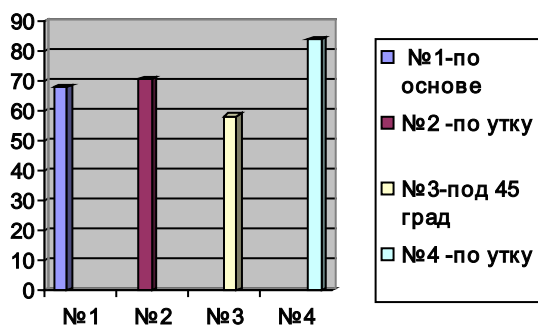


Рис. 2

При создании плетеных изделий мягкой формы целесообразно выбирать полосы с бахромкой по утку, обладающие меньшей жесткостью. Для плетеных изделий средней и большой жесткости требуются полосы в виде беек, выкроенных в ортогональных направлениях.

Использование методики КГТУ позволяет также оценить влияние характеристик строения льняных тканей на показатели изгиба и выбрать оптимальные варианты тканей для изготовления полос для плетеных изделий требуемой жесткости.

ВЫВОДЫ

1. Предложена методика оценки способности материалов к изготовлению плетеных изделий по характеристикам изгиба: условная жесткость, условная упругость и резильянс.

2. Показатели изгиба полос для плетения позволяют выбрать вид полос и рациональное направление их раскроя для реализации технологии переработки межлекальных выпадов и концевых

(№4)). Чем ближе значения резильянса к единице, тем выше способность к восстановлению после изгиба.

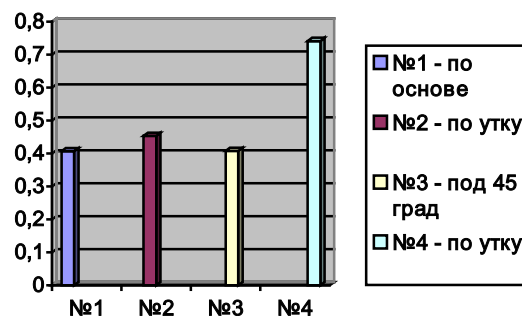


Рис. 3

остатков льняных тканей в плетеные изделия.

3. Для льняных тканей установлено рациональное направление раскроя полос (по утку), имеющих высокие показатели упругости при изгибе и резильянса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Способ определения релаксационных свойств материалов при изгибе. Пат. 2422822 РФ / Замышляева В.В., Смирнова Н.А., Лапшин В.В. [и др]. Бюл. № 18. Оpubл. 27.06.2011.
2. Лапшин В.В., Смирнова Н.А., Козловский Д.А. Автоматизированное устройство для определения жесткости и упругости материалов и пакетов материалов // Вестник КГТУ. – 2004, № 9. С. 32...34.
3. Замышляева В.В., Сурженко Е.Я., Смирнова Н.А. Оценка формоустойчивости клеевых соединений одежды из льна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 5.
4. Дружинина Р.Д. Справочник по льноткачеству / Под. ред. Р.Д. Дружининой. – М.: Легпромбытиздат, 1985.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 07.06.13.

**АНАЛИЗ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТОМОГРАФОВ
ДЛЯ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ ЦЕЛЬНОТКАНЫХ АРМИРУЮЩИХ СТРУКТУР***

**THE ANALYSIS OF COMPUTER TOMOGRAPHS
FOR DEFECTOSCOPY OF WHOLLY-WOVEN REINFORCING STRUCTURES**

В.А. ИВАНОВСКИЙ
V.A. IVANOVSKY

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

Работа посвящена обзору и анализу характеристик компьютерных томографов с точки зрения возможности применения для дефектоскопии многомерных тканых структур. Рассмотрены основные критерии выбора томографов для поставленной задачи. Определены типы наиболее подходящих аппаратов.

Work is devoted to the review and the analysis of characteristics of computer tomographs from the point of view of possibility of their application for defectoscopy of multidimensional woven structures. The main criteria of a choice of tomographs are considered. Types of the most suitable devices are defined.

Ключевые слова: контроль качества тканых структур, компьютерная томография, основные характеристики компьютерных томографов.

Keywords: quality control of woven structures, computer tomography, main characteristics of computer tomographs.

На сегодняшний день в авиакосмической отрасли существует задача создания многомерных армирующих тканых структур для производства деталей из композитных материалов. Процесс создания таких деталей делится на два основных этапа – создание тканой арматуры и заливка связующим. Представляется целесообразным производить автоматизированный контроль качества армирующей тканой структуры до заливки связующим. Подобные армирующие полуфабрикаты имеют сложную геометрию, а следовательно, представляют собой серьезную задачу для автоматизации контроля качества. Анализ традиционных методов неразрушающего контроля [1...5] показал, что для контроля как внешней, так и внутренней структуры,

геометрии и дефектов наиболее эффективным является применение метода компьютерной томографии. Цель работы заключается в определении наиболее важных характеристик компьютерных томографов для данной задачи и в определении наиболее подходящего оборудования.

Согласно [6] можно выделить следующие основные технические характеристики компьютерных томографов: 1) габариты и масса исследуемого объекта; 2) энергия источника излучения, определяющая проникающую способность; 3) предел пространственного разрешения внутри объекта контроля; 4) формат и качество томограмм; 5) чувствительность к локальным дефектам и разноплотностям; 6) точность измерения размеров внутри исследуемого

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук С.Н.Титова.

объекта; 7) производительность; 8) надежность оборудования, техническая и методическая поддержка; 9) средства радиационной защиты; 10) цена.

В рамках данной статьи рассмотрены наиболее важные характеристики с точки зрения возможности технического применения для указанной задачи: габариты исследуемого объекта, энергия источника излучения, предел пространственного разрешения, формат и качество томограмм.

Энергия ионизирующего излучения является одним из важных параметров при выборе томографов. Оптимальная энергия определяется по следующей формуле [7]:

$$\mu(E) = 4 / \rho \ell, \quad (1)$$

где $\mu(E)$ – массовый коэффициент ослабления контролируемого материала при заданном значении энергии рентгеновского излучения E , $\text{см}^2 / \text{г}$; ρ – средняя плотность материала, $\text{г}/\text{см}^3$; ℓ – средняя толщина контролируемого изделия, см .

Композитные материалы имеют относительно низкую плотность, следовательно, метод компьютерной томографии адекватен для контроля изделий из данных материалов. Согласно исследованию [8] контроль изделий из композитных материалов с $\rho \ell \leq 40 \text{ г}/\text{см}^2$ может быть осуществлен при помощи рентгеновских трубок $E \leq 40 \text{ кВ}$. Для контроля изделий, содержащих металлические части, следует учитывать, что, например, для стали толщиной 50 мм необходимо 450 кВ, а для стали толщиной 150 мм уже необходимо применение тормозного излучения ускорителей электронов с энергией 4...6 МэВ. Практически все универсальные промышленные томографы могут использовать трубки 450 кВ, однако ускорителями на 5 МэВ оснащены отечественные томографы, например ВТ-600(800) ХА.

В табл. 1 приведены наиболее известные модели зарубежных и отечественных томографов с габаритными характеристиками контролируемых объектов.

Т а б л и ц а 1

Зарубежные			Отечественные		
Фирма производитель	Марка томографа	Максимальный диаметр ОК, мм	Фирма производитель	Марка томографа	Максимальный диаметр ОК, мм
Marconi	Mx8000Dual	1020	"Проминтро"	ВТ-1200	1500
Siemens	SomatomPlus 4	1020		ВТ-800	850
Toshiba	AsteionMulti	1000		ВТ-600ХА	600
Ge	HiSpeed NX/i	950		ВТ-500	600
Varian	BIR600/450	600		ВТ-50	50

При производстве изделий из композитных материалов для авиакосмической отрасли, таких как лонжероны, лопасти, обтекатели ракет и т.д., можно сузить требования к габаритным характеристикам, так как диаметральные размеры в основном колеблются до 1 метра, однако очевидно, что разумное расширение данных характеристик томографа всегда благоприятно в плане универсальности.

Одним из необходимых параметров для идентификации структуры армирующего тканого полуфабриката является определение геометрического расположения нити. Как показано в исследовании [9], эффективным средством для анализа допус-

тимого геометрического расположения нитей, а также определения рисунка переплетения ткани является математический аппарат нечеткой логики. При этом на качество распознавания сильное влияние оказывают такие факторы, как разрешение, формат и качество изображений.

Предел пространственного разрешения (ППР) – комплексный параметр функции рассеяния ("резкости"), зависящий от многих факторов, таких как размер фокусного пятна, интервала между детектирующими элементами, положение объекта контроля, формата, алгоритма свертки, точности механизмов системы, жесткости механики и др.

В табл. 2 приведены уровни пространственного разрешения и формат реконструируемых томограмм для исследуемых томографов.

руируемых томограмм для исследуемых томографов.

Т а б л и ц а 2

Зарубежные			Отечественные		
Марка томографа	Уровень ППР, пер/см	Формат томограммы	Марка томографа	Уровень ППР, пер/см	Формат томограммы
Mx8000Dual	24	1024x1024	BT-1200	10	512x512
SomatomPlus 4	15	512x512	BT-800	30	1024x1024
AsteionMulti	14	512x512	BT-600XA	50(100)	2048x2048
HiSpeed NX/i	17	512x512	BT-500	30(50)	1024x1024
BIR600/450	25	2048x2048	BT-50	200	512x512

Для распознавания структуры ткани необходим анализ фрагментов изображения с линейными размерами L_{\min} :

$$L_{\min} = d/2, \quad (2)$$

где d – условный диаметр нити ткани. Как показало исследование [10], на каждый фрагмент (нить или межниточное расстояние) изображения должно приходиться не менее 4 пикселей, следовательно, на поперечный размер нити должно быть порядка 8 пикселей. Учитывая, что исследуемые ткани ткнутся из нитей с условным диаметром от 0,4 мм, размер одного пикселя должен быть не более 0,05 мм, что соответствует размеру элемента томограммы при пространственном разрешении 50 пер/см. Уровень погрешности измерений при данном пространственном разрешении обеспечивается на уровне $< \pm 20$ мкм. Как видно из табл. 2 наилучшими характеристиками ППР в совокупности с форматом реконструируемых томограмм обладают томографы марок BT-600XA, BIR600/450 и BT-50.

Стоит учитывать, что при повышении разрешения кардинально увеличивается объем вычислений, так, например, повышение разрешения в N раз ведет к увеличению объема обработки информации в N^3 раз. Однако, несмотря на это, данный параметр является одним из основополагающих для решения поставленной задачи.

На качество томограмм помимо пространственного разрешения и высокого формата оказывают влияние различные артефакты: артефакт жесткости излучения, артефакт частичного объема, артефакт

подвыборки, артефакты при спиральном сканировании, артефакт конусности пучка, ступенчатый артефакт и др.

Влияние данных артефактов на качество может быть уменьшено за счет малой толщины срезов, большого числа проекций, малого интервала между проекциями, алгоритмов фильтрации низкоэнергетических компонентов, применения узких коллиматоров, большого числа рядов детекторов. Данные параметры необходимо также учитывать при выборе томографа.

В Ы В О Д Ы

Таким образом, как показало исследование, существуют универсальные современные томографы, которые применимы для анализа изделий из композитных материалов, анализа геометрической структуры пространственного армирования.

В частности, для решения задачи автоматизированной дефектоскопии армирующих тканых структур при производстве изделий из композитных материалов наиболее подходящими оказались томографы марок BT-600XA и BIR600/450. Также томограф марки BT-50 дает возможность исследования минимальных структур анализируемых материалов (при малых диаметрах объекта контроля) за счет своего уникального пространственного разрешения.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Павлихина И.Ю., Сумарукова Р.И. Исследование расположения нитей в многослойной ткани облегченного типа // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №4. С.28...31.

2. Некрасова Н.П. Анализ существующих методов неразрушающего контроля параметров строения ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №4. С.54...56.
3. Ивановский В.А. Применение вейвлет-анализа при распознавании дефектов ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5. С.124...126.
4. Стенюгина О.В., Коробов Н.А., Гусев Б.Н., Алешина Д.А. Определение геометрических характеристик петлеобразования трикотажного полотна по компьютерному изображению // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №1. С.134...136.
5. Волгин А.Б., Рудовский П.Н. Обработка и распознавание цифрового изображения самокрученных нитей с целью определения значения и направления крутки // Вестник КГТУ. – 2012, №2. С.37...38.
6. Вайнберг И.А., Вайнберг Э.И. Универсальные компьютерные томографы для отработки технологии и сертификации ответственных промышленных изделий. Критерии выбора. Двигатель. – 2011, №4(76).
7. Бугаков И.С., Митряйкин В.И., Павлова Н.В. Результаты использования компьютерного томо-

графа при неразрушающем контроле композиционных деталей вертолета // Сб. тр.: Научно-технические проблемы приборостроения и машиностроения. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2004. С.31...35.

8. Бугаков И.С. Расчетно-экспериментальная оценка несущей способности многослойных композиционных конструкций летательных аппаратов с учетом внутренних дефектов, определенных компьютерным томографом: Дисс. ... канд. техн. наук. – Казань, ОАО "Казанский вертолетный завод", 2006.

9. Романов В.В., Ивановский В.А. Детектирование пороков ткани на основе аппарата нечеткой логики // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №3. С.134...136.

10. Ивановский В.А. Совершенствование методики распознавания пороков тканых полотен на основе применения математического аппарата нечеткой логики: Дисс. ... канд. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 2002.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 07.06.13.

УДК 539.3:621.002.3 (035)

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ТКАНЕЙ

MODELLING OF FABRICS STRUCTURE

В.В. БЕНЕЦКАЯ, В.Ю. СЕЛИВЕРСТОВ, А.М. КИСЕЛЕВ, П.Н. РУДОВСКИЙ, М.В. КИСЕЛЕВ
V.V. BENETSKAYA, V.YU. SELIVERSTOV, A.M. KISELEV, P.N. RUDOVSKIY, M.V. KISELEV

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

Предложен новый метод описания структуры ткани. Метод основывается на новом способе описания положения нитей друг относительно друга и характера поведения нитей в пространстве, на этой базе предложена векторная структура. В программном продукте SolidWorks с помощью разработанного ПО построены модели основных тканых структур.

A new method of a description of a woven fabrics structure has created. This method is based on a new way of description of yarns locations and yarns paths types, which results in a fabric structure vector. Models of base woven structures have constructed in the SolidWorks software product by using specially created software.

Ключевые слова: текстильные материалы, структура ткани, компьютерное моделирование.

Keywords: textile materials, woven fabrics structure, computer modeling.

На сегодняшний день сложилась довольно обширная классификация тканых материалов. Современные методы исследования материалов таковы, что каждый изучаемый экземпляр нуждается в достоверной геометрической модели, которая необходима для проведения конечно-элементного анализа. Для построения достоверной геометрической модели необходимо достоверное однозначное описание структуры материала.

Большинство методов построения геометрической модели представляют ткань при помощи набора математических инструментов (матрицы, уравнения) увязывающих нити друг с другом. Таким образом, в одном инструменте получаем данные по разным нитям и данные по одной нити в разных инструментах, что очень сильно осложняет корректировку моделируемой структуры.

Объектом настоящей статьи является новый подход к описанию структуры ткани, сводящийся к определению поведения отдельной нити относительно самой себя в контексте трехмерного пространства материала, дефрагментированного по трем направлениям с определенным шагом, зависящим от диаметра нитей и плотности материала, и составления набора из произвольного числа нитей. Данный метод разработан в ходе исследования трехмерных тканей и в силу своей универсальности оказался потенциально применим для любого вида текстильных материалов на основе нитей.

Рассмотрим модель структуры многослойной ткани с использованием упрощающих приближений и подходов, предложенных другими исследователями. Все эти методы представляют положение одной нити (слоя) относительно другой нити (слоя).

Авторы работ [1...5] в процессе кодирования структуры ткани, как однослойной, так и многослойной, используют матричное описание структуры готовой ткани, описывая взаимное расположение нитей с помощью рангов.

Каждый метод предполагает заполнение ряда матриц взаимосвязанными данными. В принципе, трудности заполнения матриц возможно решить программными средствами, как поступил автор работы [4], создав целую среду для моделирования трехмерных материалов WiseTex. Однако объем исходной информации, обилие взаимосвязей данных и количество манипуляций остались высоки. Предложенные матричные методы слишком узкоспециализированы и, как следствие, не находят места в универсальных САД-системах.

Суть векторного представления структуры материала. Итак, объект проектирования – ткань, представленная в трехмерном пространстве. Поскольку на этапе построения геометрической модели конечным элементом является нить, то представим ткань как набор нитей, каждая из которых проходит в пространстве определенный путь. Наша задача – описать это движение, абстрагировавшись от других нитей, и использовать полученную модель каждой нити в качестве шаблона для заполнения им в необходимом объеме пространство моделируемого материала.

При подобном описании нити в трехмерном пространстве идентифицирующей информацией будут координаты начальной точки и закон изменения координат. В случае ткани закон изменения координат нити в пространстве описать уравнением крайне затруднительно, поэтому определяем периодический путь нити, разбиваем его на участки с постоянным направлением с одновременным образованием точек смены направления. Теперь идентифицирующая информация для отдельной нити – это последовательность точек смены направления. Положение каждой точки смены направления представим относительно положения предшествующей точки данной нити. Единицами измерения координат будет являться количество интервалов, на которые дефрагментировано все пространство материала по трем направлениям.

Таким образом, структура материала будет представлена вектором материала M :

$$M = [I, N1, N2, \dots, Nn],$$

где $I = [I_x, I_y, I_z]$ – вектор, описывающий дефрагментацию по осям; $N1, N2, \dots, Nn$ – векторы нитей.

Дефрагментация по каждой оси представляется последовательностью отрезков определенной размерности:

$$I_x = [I_{x_1} \dots I_{x_{n_x}}], I_y = [I_{y_1} \dots I_{y_{n_y}}], \\ I_z = [I_{z_1} \dots I_{z_{n_z}}].$$

А именно, размер каждого отрезка определяется следующим образом:

$$I_{x_i} = F_x(Dx_i, kx_i),$$

где $i \in [1..n_x]$; n_x – число разноописываемых нитей вдоль оси x ; I_{x_i} – размер i -го интервала; Dx_i – линейный размер сечения i -й нити вдоль оси x ; kx_i – показатель разреженности в окружении i -й нити; F_x – определенный закон;

$$I_{y_j} = F_y(Dy_j, ky_j),$$

где $j \in [1..n_y]$; n_y – число разноописываемых нитей вдоль оси y ; I_{y_j} – размер j -го интервала; Dy_j – линейный размер сечения j -й нити вдоль оси y ; ky_j – показатель разреженности в окружении j -й нити; F_y – определенный закон;

$$I_{z_k} = F_z(Dz_k, kz_k),$$

где $k \in [1..n_z]$; n_z – число разноописываемых нитей вдоль оси z ; I_{z_k} – размер k -го интервала; Dz_k – линейный размер сечения k -й нити вдоль оси z ; kz_k – показатель разреженности в окружении k -й нити; F_z – определенный закон.

Структура векторов нитей имеет следующий вид:

$$N1, N2, \dots, Nn = [Dx, Dy, Dz, T0, SN_{1..q}],$$

где Dx, Dy, Dz – линейные размеры сечения нити по осям; $T0$ – вектор начальной точки системы координат нити; SN – вектор шаблона движения нити.

$$T0 = [p, x_0, y_0],$$

где $p \in ["Спереди", "Слева", "Снизу"]$ ("Спереди" – направление вдоль оси Y в сторону увеличения значений, "Слева" – направление вдоль оси X в сторону увеличения значений, "Снизу" – направление вдоль оси Z в сторону увеличения значений); x_0, y_0 – координаты точки на поверхности выбранной стороны.

Поскольку шаблонов движения нити предполагается большое (неограниченное) количество, их можно объединить в один массив:

$$SN = [SN_1, \dots, SN_q]$$

с неограниченным числом элементов q .

$$SN_1, \dots, SN_q = [T1, T2, \dots, Tn],$$

где $T1, T2, \dots, Tn$ – векторы точек смены направления нити.

$$T1, \dots, Tn = [dx, dy, dz],$$

где dx, dy, dz – координаты точки Tn относительно точки $Tn-1$.

Реализация векторного метода. Рассмотрим предложенный метод на примере структуры, изображенной на рис. 1 (эскиз 3D-ткани).

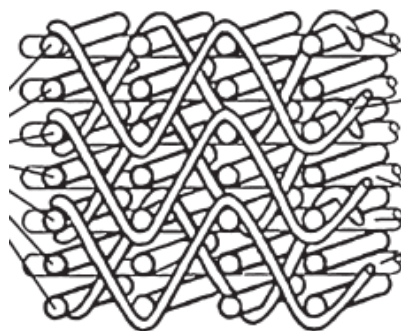


Рис. 1

В данной модели можно выделить три типа нитей, выбрав в качестве типопределяющего признака поведение в пространстве. Нити первого типа двигаются прямо, нити второго и третьего типа двигаются лежащей на плоскости волной с разницей в фазе. Вектор материала в силу периодичности имеет следующий вид:

$$SN = [SN_1, SN_2, SN_3] - \text{три шаблона}$$

движения,

$$SN_1 = [T1], T1 = [1, 0, 0],$$

$$SN_2 = [T1, T2], T1 = [3, 0, 6],$$

$$T2 = [3, 0, -6],$$

$$SN_3 = [T1, T2], T1 = [3, 0, -6],$$

$$T2 = [3, 0, 6].$$

$$M = [I, N1, N2, N3, N4],$$

где

$$I = [[d], [d], [d, d/2, d/2]],$$

где d – диаметр нити,

$$N1 = [d, d, d, T0, SN_1],$$

где $T0 = ["\text{Снизу}", 2, 2],$

$$N2 = [d, d, d, T0, SN_1],$$

где $T0 = ["\text{Слева}", 1, 3],$

$$N3 = [d/2, T0, SN_2],$$

где $T0 = ["\text{Слева}", 2, 1],$

$$N4 = [d/2, T0, SN_3],$$

где $T0 = ["\text{Слева}", 3, 7].$

В итоге создается коллекция нитей с уникальными координатами начальной точки, первичным направлением и законом движения в виде вектора смещений, визуализация которой представлена на рис. 2 (трехмерная модель 3D-ткани).

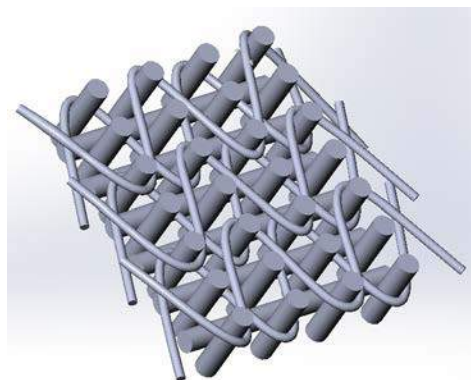
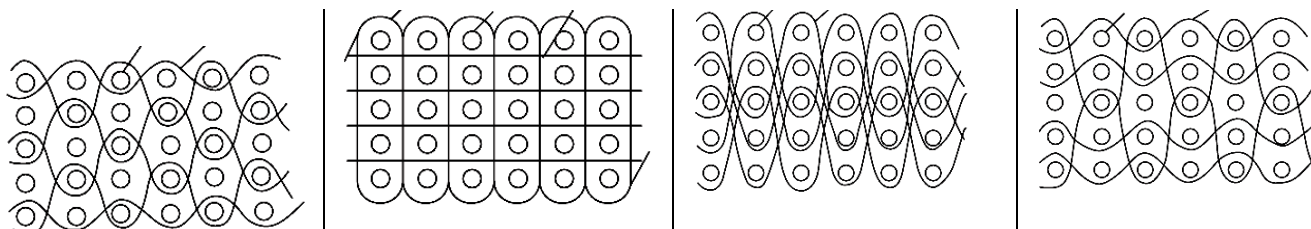


Рис. 2

На рис. 3 (трехмерные модели 3D-тканей основных переплетений: а) – ортогональная структура с переплетением слоев, б) – ортогональная структура, в) – структура наклонный интерлок, г) – модифицированная структура наклонный интерлок) представлены модели материалов основных классификационных групп многослойных тканей [7], реализованные с использованием предложенного метода.



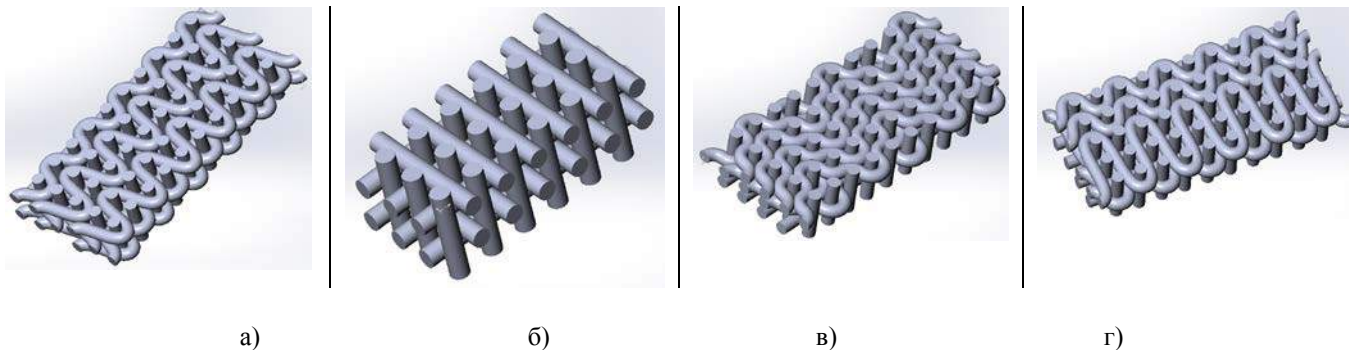


Рис. 3

Рассмотрим преимущества векторного метода. Поскольку элементарной единицей при описании полотна векторным методом является нить (ее поведение в пространстве относительно себя), этот метод применим для любых материалов на основе нитей (волокон). Предложенный векторный метод не требует таких понятий, как слой, уток, основа и т.п., вследствие чего не привязан к конкретному типу ткани. В реальности любой материал трехмерен, а наличие слоев, их количество лишь частный случай неструктурированного материала. По этой причине единственным условием для применимости данного метода является волокно-основа моделируемого материала. Так, на базе предложенного метода смоделированы структуры простейших тканых полотен (рис. 4 – трехмерные модели структуры 2D-ткани).

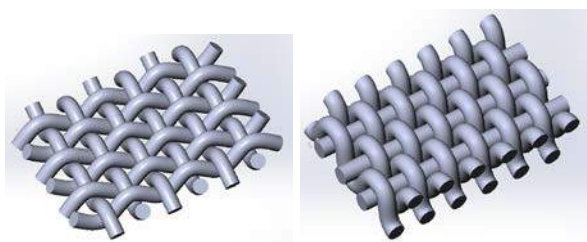


Рис. 4

Однослойная в классическом понимании ткань в рамках метода представляется двуслойным материалом. В случае прямых

нитей основы материал будет рассмотрен как трехслойная конструкция.

Предложенный метод также позволяет моделировать скручивание нитей (рис. 5 – трехмерная модель скрученных нитей).



Рис. 5

Выполнение моделирования полного спектра нитей станет возможным после перехода на цилиндрическую систему координат, что позволит разместить любое количество нитей (выбрать участки после дефрагментации), равноудаленных от определенной точки, с последующим скручиванием.

Все приведенные построения были выполнены в универсальной CAD системе универсальными инструментами при использовании разработанного одним из авторов программного обеспечения (ИС "Ткань"), интерфейс которого позволяет в несколько кликов мыши выбирать необходимый тип нити, определять ей положение в материале, устанавливать размеры элементов. Для материала, приведенного на рис. 3-б, окно программы будет иметь вид, представленный на рис. 6 (окно ввода исходных данных ИС "Ткань").

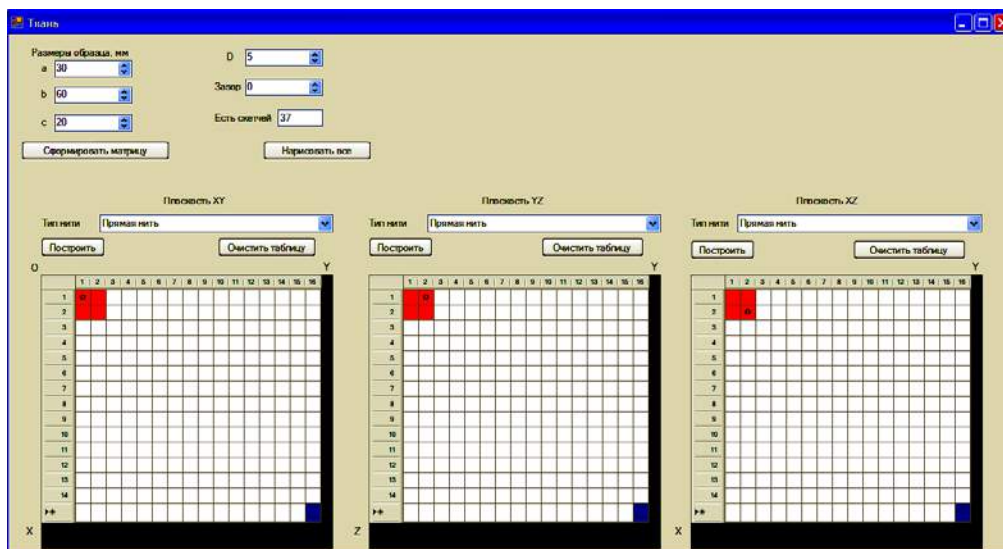


Рис. 6

Поскольку большинство материалов имеют в своей основе нити либо волокна, то обеспечивается высокий процент применимости изложенного в статье подхода к моделированию трехмерной структуры этих материалов.

ВЫВОДЫ

Предложен новый метод описания структуры многослойной ткани, предполагающий независимость описания каждой нити относительно соседних. Основными преимуществами этого метода перед матричными методами являются: возможность реализовать модели абсолютно любых трехмерных материалов, имеющих в основе нити (волокна); возможность реализации на базе универсальных CAD-систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колтышева Н.Г. Разработка структур и технологии выработки льносодержащих многослойных тканей: Дис...канд. техн. наук. – СПб., 2001.
2. Grunbaum B. and Shephard G.C. *Satin and Twills – An Introduction to the Geometry of Fabrics.* – Math. Mag. – 1980.
3. Pedersen J.J. *Geometry: The Unity of Theory and Practice // The Mathematical Intelligencer.* – 1983.
4. Ломов С.В., Гусаков А.В. Метод кодирования многослойных тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1993, №3. С. 40...45.
5. Гусаков А.В. и др. *Производство технического текстиля.* – СПб.: Недра, 1999.
6. Newton A. and Sarkar B.P. *An Analysis of Compound Weaves // J. Text. Inst.* – 1979, 70. P. 427...438.
7. HU J. *3D-fibrous assemblies. Properties, applications, and modeling of three-dimensional textile structures.* – Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute, 2008.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 07.06.13.

УДК 677.021.151.2

**ОБОСНОВАНИЕ УСЛОВИЙ ПОВЫШЕНИЯ
ВЕРОЯТНОСТИ НЕРАЗВОРОТА СТЕБЛЕЙ
В ПРОЦЕССЕ ИХ СЛОЕУТОНЕНИЯ***

**CONDITIONS JUSTIFICATION TO INCREASE
PROBABILITY OF STALKS TURNLESS
IN THE COURSE OF THEIR DIVIDING**

Е.Л. ПАШИИ, М.С. ЕНИИ
E.L. PASHIN, M.S. ENIN

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: kaf_tplv@mail.ru

На основе вероятностных моделей формирования показателя пригодности стеблей в слое к трепанию установлено, что на увеличение вероятности разворота стеблей при слоеутонении существенно влияют повышенные значения их начальных углов наклона и угловой дезориентации. Рекомендовано при совершенствовании конструкций слоеутоняющих механизмов особое внимание уделять узлам, позволяющим улучшить перед слоеутонением указанные параметры структуры слоя.

On the basis of probabilistic models of forming of index of fitness of stems in a layer it is set to scutching, that on the increase of probability of stems turn at reduction of thickness of layer the enhanceable values of their initial angles of slope and angular disorientation influence substantially. The special attention is recommended at perfection of constructions of machines for reduction of thickness of layer of mechanisms it is necessary to spare to the knots allowing to improve the indicated parameters of layer structure before treatment.

Ключевые слова: утонение стеблевого слоя, угловая дезориентация, сгущение.

Keywords: thinning of a stem layer, angular disorientation, condensation.

* При написании статьи использованы материалы дипломного проекта студента 5-го курса КГТУ специальность 260701 "Технология и оборудование производства натуральных волокон" Е.В. Туренкова.

Выход трепаного льняного волокна на всех существующих типах мяльно-трепальных агрегатов в условиях переработки стланцевой льняной тресты из рулонов во многом определяется качеством подготовки слоя перед трепанием. Прежде всего, это относится к процессу слоеутонения. Поэтому актуальной задачей при совершенствовании конструкции слоеуто-няющих машин (далее – питателей) является выявление условий их эффективной работы при переработке льна из рулонов. Доказано, что слой тресты после размотки рулонов характеризуется повышенной угловой дезориентацией стеблей [1]. Иногда это наблюдается при наличии общего угла наклона стеблей к линии направления движения слоя. Были исследованы условия взаимодействия зубчатых дисков питателя с таким слоем и получены математические модели, определяющие изменение вероятности упомянутой угловой дезориентацией и угла наклона стеблей [2]. По результатам исследований сформулированы практические рекомендации для совершенствования конструкции питателя: изменение формы направляющих полозков [1], сокращение числа зон утонения [3], использование вибрирующих воздействий на концевые участки стеблей в процессе слоеутонения [4]. Известны также и иные решения, суть которых связана с формированием порций стеблей перед утонением [5], [6]. При этом авторы исходили из желания исключить стеблевое сцепление при отрыве горсти от основного слоя, провоцирующего при утонении дополнительный разворот стеблей. Однако при анализе решений [5], [6] с учетом [7] был сделан вывод, что данная операция усиливает локальную дезориентацию стеблей и негативно влияет на конечные результаты утонения слоя. Обобщенный анализ указанных решений выявил в качестве наиболее эффективного использование конструкции с изменяющимся количеством зон утонения, что ведет к усложнению питателя.

Поэтому была поставлена задача выявить условия, при которых без изменения

конструкции слоеуто-няющих органов оказалось бы возможным повысить эффективность качества процесса.

Установлено, что при равной длине стеблей L и их растянутости D качество процесса утонения будет зависеть от начальных значений угловой дезориентации S_a и среднего угла наклона A_0 стеблевого слоя [1].

Для решения поставленной задачи необходимо исследовать влияние этих параметров на эффективность слоеутонения. В качестве оценки эффективности слоеутонения (при $L = \text{const}$ и $D = \text{const}$) приняли вероятность неразворота стеблей P . Применяя вероятностную модель формирования угловой дезориентации стеблей, был использован алгоритм ее расчета [8]. С его помощью было исследовано влияние S_a и A_0 на величину P с учетом i зон утонения применительно к питателю марки ПЛ.

Используя ППП «Statistica 6.0», была составлена матрица различных сочетаний параметров, определяющих вероятность неразворота стеблей при слоеутонении. К числу изменяющихся параметров, наряду с S_a и A_0 , дополнительно было отнесено число зон утонения i . Статистическую оценку значимости параметров осуществляли при уровне значимости 0,1. Результаты расчетов представлены графически на рис. 1 и 2: рис. 1 – зависимость вероятности P от начального угла наклона стеблей A_0 и начальной угловой дезориентации S_a ; рис. 2 – зависимость вероятности P от количества зон утонения i и начальной угловой дезориентации S_a .

Оказалось, что изменения S_a , выраженной в виде среднего квадратического отклонения от среднего угла наклона стеблей в слое от $3,5$ до $8,5^\circ$ и A_0 от 0 до 50° , вызывает существенное изменение P . Так, при отсутствии общего наклона стеблей ($A_0 = 0^\circ$), но при угловой дезориентации, равной примерно 8° , вероятность неразворота снижается в два раза и составляет 50%. При низкой S_a ($\approx 3...4^\circ$) рост общего угла поворота стеблей до $40...50^\circ$ ведет к снижению P на $15...25\%$.

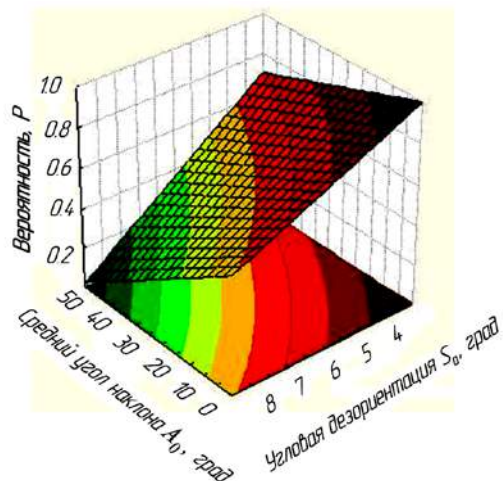


Рис. 1

В таких условиях даже использование наиболее эффективного решения на основе уменьшения числа зон утонения оказывается недостаточным для формирования требуемого по качеству слоя (рис. 2). При $S_a \approx 7...8^\circ$ снижение числа зон утонения с 5 до 2 обеспечивает рост P лишь до 45...55%.

Такой результат предопределяет целесообразность создания конструкций слоеутоняющих машин с наличием технических решений, снижающих исходную дефектность слоя, а именно угловую дезориентацию, а также общий угол наклона стеблей в исходном слое. При этом работа этих узлов не должна базироваться на формировании стеблевых порций, отделяемых от слоя и провоцирующих местную дезориентацию [7], а снижение S_a и A_0 должно осуществляться на иных принципах, например, на основе сгущения слоя перед утоняющей машиной [9].

Возможность такого решения была проверена на основе наблюдения за изменением состояния стеблей в слое перед питателем ПЛ. Был сформирован типовой стеблевой поток, поступающий к питателю. Далее слой стеблей был принудительно сгущен и пропущен через питатель. Влияние изменения исходного состояния стеблей оценивали на выходе из питателя по изменению S_a . Проведенный эксперимент подтвердил эффективность нового предложения (рис. 3 – угловая дезориентация стеблей после утонения слоя при раз-

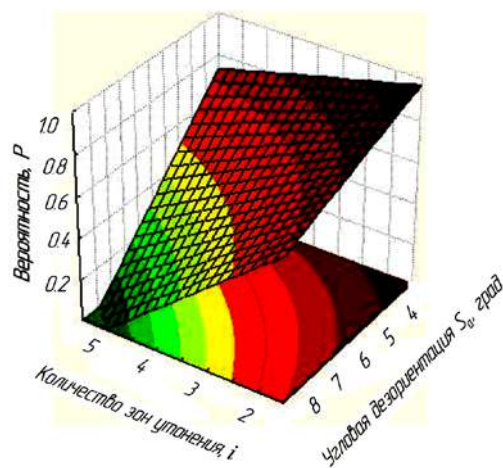


Рис. 2

ных вариантах его предварительной подготовки).

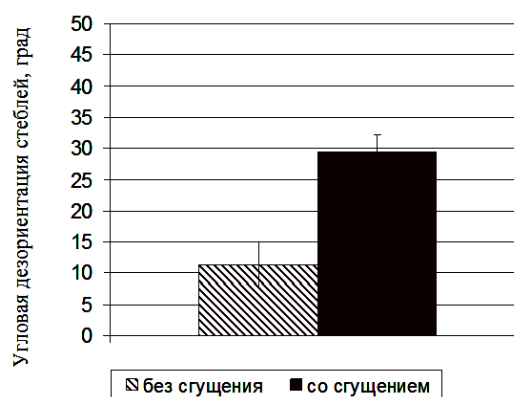


Рис. 3

На выходе из питателя угловая дезориентация с предварительным сгущением снизилась на 34% (отн.) при доверительной вероятности 95%. Такой результат будет способствовать росту выхода длинного волокна и повышению рентабельности его производства при использовании существующего на льнозаводах оборудования.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что на увеличение вероятности разворота стеблей в слое после слоеутонения существенно влияют начальные угол наклона стеблей и их угловая дезориентация. Поэтому при совершенствовании конструкции слоеутоняющих механизмов особое внимание следует уде-

лять узлам, позволяющим снизить указанные параметры структуры слоя.

2. Предложено в качестве нового решения, улучшающего процесс слоеутонения, использовать сгущение слоя перед его утонением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лапшин А.Б. Развитие теории процесса трепания льна. – Кострома: КГТУ, ВНИИЛК, 2004.

2. Пашин Е.Л., Лапшин А.Б., Маянский С.Е. Механическая подготовка льна для получения трепаного волокна (проблемы и направления совершенствования): Монография. – Кострома: ВНИИЛК, 2006.

3. Пашин Е.Л., Лапшин А.Б., Вихарев С.М., Антонов С.И. Технические решения по модернизации оборудования для получения трепаного льняного волокна. – Кострома, ВНИИЛК, 2002. С.77.

4. Маянский С.Е., Пашин Е.Л. Анализ и совершенствование процессов подготовки льна к трепанию: Монография. – Кострома, КГТУ, 2011.

5. Головий А.В., Мохер Ю.В., Гилязетдинов Р.Н. О возможности использования плоскопараллельного движения для слоеформирования // Вестник ВНИИЛК. – 2003, №1. С. 31...33.

6. Науменко В.М. Исследование рабочих органов и разработка усовершенствованной слоеформирующей машины для льнотресты //Сб. научн. трудов. – РУП НПЦ НАН Беларуси по механ. сельск. хоз-ва вып. 44, т. 1. С. 185...193.

7. Пигалов А.Н. Исследование процесса разделения стеблевой массы льна при формировании слоя: Дис... канд. техн. наук. – Кострома, 1983.

8. Маянский С.Е., Пашин Е.Л., Енин М.С. Параметрическое исследование вероятности неразворота стеблей в процессе их слоеутонения // Вестник КГТУ. – Кострома: КГТУ, 2011, №1 (26). С. 10...15.

9. А.с. 1054462 СССР, МКИ D 01 B 1/32. Устройство для формирования и подачи слоя стеблей лубяных культур / Т.М. Машанова, А.Е. Солдатова. – Оpubл. 15.11.1983, Бюл. № 42.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 07.06.13.

УДК 677.11

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА ЛЬНЯНЫХ СТЕБЛЕЙ

DEVELOPMENT OF A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE FLAX STALKS' TECHNOLOGICAL QUALITY

Н.М. ФЕДОСОВА, А.С. СОКОЛОВ, С.М. ВИХАРЕВ
N.M. FEDOSOVA, F.S. SOKOLOV, S.M. VIKHAREV

(Костромской государственный технологический университет)

(Kostroma State Technological University)

E-mail: fedosovanm@mail.ru, svixarev@yandex.ru

В статье рассмотрена проблема обобщения результатов морфологического и анатомического анализов льняных стеблей при оценке их технологического качества. Проведен сравнительный анализ комплексных оценок образца льна, полученных при свертывании оценок его морфологических и анатомических свойств, доказана целесообразность использования метода среднего квадратического взвешенного с целью повышения прогнозирующей способности комплексной оценки технологического качества льна.

The article considers the problem of the results' generalization of flax stalks' morphological and anatomical analyses in assessing their technological quality. A comparative analysis of comprehensive assessments of the sample flax has been received. The feasibility of using the method weighted mean square has been proved to improve the predictive power of integrated assessment of technological quality flax.

Ключевые слова: качество, свойства стеблей, комплексная оценка, метод, корреляция.

Keywords: quality, stalks' properties, complex assessment, method, correlation.

Одной из проблем оценки технологического качества льняных стеблей по результатам морфологического и анатомического анализов является отсутствие единой методики определения комплексного показателя образца.

Технологическое качество льняных стеблей – это комплексная оценка совокупности свойств льняных стеблей, обуславливающих пригодность их для переработки с получением длинного волокна*.

В КГТУ предложен перечень характеристик морфологического и анатомического строения льняных стеблей, определяющих их технологическое качество [1], [2]. В качестве основных морфологических свойств выбраны общая длина, мыклость, удельная сбежистость. Поскольку именно они наиболее полно характеризуют стебель с точки зрения количества и качества длинного волокна, которое можно из него выделить при механических воздействиях. В качестве контролируемых анатомических свойств [1] предложены доля волокнистых веществ в стеблях и степень одревеснения волокнистых пучков, которые можно оценить только с помощью специальных программных средств [3]. При проведении анатомического анализа традиционным способом (вручную под микроскопом), на наш взгляд, следует учитывать количество лубяных пучков на срезе, количество элементарных волокон на срезе и долю одревесневших элементарных волокон. Для обобщения полученных данных применен метод средней геометрической комплексной оценки, основанный на вычислении относительных индексов качества [1], [2]. Ввиду отсутствия нормативов для базовых показателей оцениваемых свойств при вычислении индексов качества использовали лучшие в анализируемом массиве данных показатели отдельных ха-

рактеристик с учетом характера их влияния на качество образца в целом (позитивное или негативное). С учетом этого следует отметить, что полученные результаты будут актуальны только для конкретного массива экспериментальных данных.

В этой связи актуальной становится разработка универсальной методики определения комплексного показателя технологического качества льняных стеблей. Поскольку на практике для обобщения результатов морфологического и анатомического анализов чаще всего применяется качественная интерпретация, возможным решением может стать применение алгоритмов и правил нечеткой логики. Подходы к решению, пример реализации алгоритма морфологического анализа программными средствами КОНГРАФ и полученные результаты подробно рассмотрены в [4]. Подобная работа проведена авторами и для обработки результатов анатомического анализа.

Результатом определения комплексной морфологической и комплексной анатомической оценки качества льняных стеблей на основе аппарата нечеткой логики является получение значения от 0 до 100 единиц каждой из комплексных оценок. В случае использования только одного из этих анализов для сравнительной оценки качества разных образцов выбор лучшего не представляет трудности. Однако по мнению экспертов-селекционеров [5...10], наибольшая точность прогноза технологического качества льняных стеблей достигается при совместном использовании методов морфологического и анатомического анализов. В этом случае возникает необходимость обобщения двух комплексных оценок в одну – комплексную оценку технологического качества.

* Определение этого термина предложено авторами статьи.

В случае невозможности выражения комплексной оценки качества через единичные показатели с помощью объективной функциональной зависимости применяют способ образования комплексной оценки по принципу среднего взвешенного. Выбор функции для комплексной оценки имеет существенное значение, поскольку расхождение оценок, вычисленных по формулам различных средних, достаточно велико [11], [12]. На практике наиболее распространены среднее арифметическое взвешенное, среднее геометрическое взвешенное, среднее квадратическое взвешенное, среднее гармоническое взвешенное.

Для определения весовых коэффициентов применяют экспертные и аналитические методы.

В нашем случае нет однозначного мнения о том, какие свойства – морфологические или анатомические – оказывают большее влияние на технологическое качество льняных стеблей. Поэтому при вычислении комплексной оценки технологического качества примем их влияние одинаковым ($q_1 = q_2 = 0,5$).

На основании этого комплексную оценку технологического качества K вычисляли по следующим зависимостям:

$$K_1 = \sqrt{MA},$$

$$K_2 = \sqrt{0,5(M^2 + A^2)},$$

$$K_3 = \frac{2}{\frac{1}{M} + \frac{1}{A}},$$

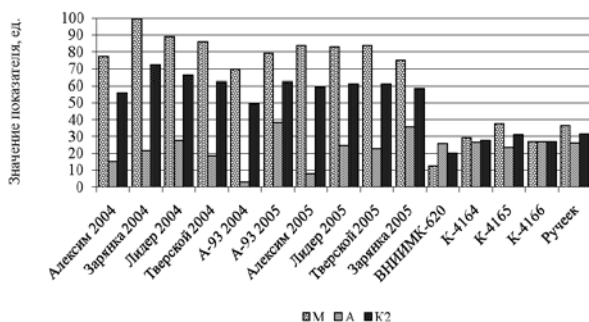


Рис. 1

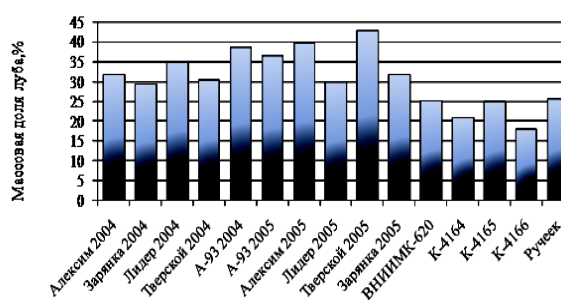


Рис. 2

$$K_4 = \frac{M + A}{2},$$

где M – оценка по морфологическим свойствам; A – оценка по анатомическим свойствам.

Для выбора зависимости, наиболее полно отражающей связь комплексной оценки технологического качества стеблей с их хозяйственной ценностью, провели корреляционный анализ полученных оценок с массовой долей луба, результаты которого представлены в табл. 1.

Таблица 1

	Связь комплексных оценок технологического качества льняных стеблей с массовой долей луба			
	K_1	K_2	K_3	K_4
Величина коэффициента корреляции	0,288	0,714*	0,050	0,626*

Примечание. * – коэффициент значим при уровне доверительной вероятности 95%.

Из табл. 1 видно, что тесную связь с массовой долей луба имеет комплексная оценка технологического качества, вычисленная по методу среднего квадратического взвешенного. На рис. 1 представлена величина оценок по морфологическим (M), анатомическим (A) свойствам и комплексных оценок технологического качества (K) изучаемых селекционных сортов льна, а на рис. 2 – величина массовой доли луба в стеблях изучаемых селекционных сортов льна).

Использование предложенного подхода позволит принимать обоснованные решения об уровне технологического качества исследуемых сортообразцов льна, выбирать направления их переработки, сравнивать между собой массивы экспериментальных данных, полученных из различного сырья (регионы, годы, сорта и др.).

ВЫВОДЫ

Обосновано применение для вычисления комплексной оценки технологического качества льна средней квадратической взвешенной оценки при обобщении результатов контроля морфологических и анатомических свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болонкин В.А. Совершенствование методов и средств изучения строения льна по анатомическим и морфологическим признакам: Дис. ... канд. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 2010.

2. Федосова Н.М., Вихарев С.М., Болонкин В.А. Совершенствование способа оценки льна-долгунца по морфологическим признакам // Достижения науки и техники АПК. – 2012, №11. С. 68...70.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011611914. Автоматизированный анализ льняных стеблей по анатомическим и морфологическим признакам / Болонкин В.А., Вихарев С.М., Федосова Н.М.

4. Соколов А.С., Федосова Н.М., Вихарев С.М. Программная реализация алгоритма автоматизированного анализа качества льносырья на основе аппарата нечеткой логики // Электронный научный журнал «Научный вестник КГТУ», 2011, №1. Дата выпуска 04.05.2011. Режим доступа: <http://vestnik.kstu.edu.ru/6/viewnumber.aspx>.

5. Рожмина Т.А. и др. Мировой генофонд льна, как источник исходного материала в решении проблемы качества волокна // Мат. Междунар. науч.-техн. конф.: Проблемы повышения технологического качества льна-долгунца. – Торжок, 2005. С. 26...33.

6. Тихвинский С.Ф. и др. Методы оценки качества льняного волокна на первых этапах селекции // Вестник ВНИИЛК. – 2003, №1. С. 73...75.

7. Рожмина Т.А. и др. Основные направления и результаты изучения генофонда льна во ВНИИЛ. Научные достижения – льноводству // Мат. науч.-практ. конф.: Основные результаты и направления развития научных исследований по льну-долгунцу. – Торжок: ГНУ ВНИИЛ Россельхозакадемии, 2010. С. 20...27.

8. Павлова Л.Н., Герасимова Е.Г., Румянцова В.Н. Новые сорта – основа повышения урожайности и качества льна-долгунца. Внедрение инновационных разработок в целях повышения экономической эффективности в льняном комплексе России // Материалы деятелей науки вузов отечественных и зарубежных стран, научных работников организаций по производству и переработке льна, а также текстильных и машиностроительных предприятий. – Вологда, 2012. С. 47...50.

9. Рожмина Т.А. и др. Повышение конкурентоспособности льнопродукции на основе широкого использования в селекции современных методов оценки и генофонда культуры // Достижения науки и техники АПК. – 2005, №10. С. 7...11.

10. Полякова А.К. Сравнительное изучение методов оценки и качество волокна на первых этапах селекции льна-долгунца: Дис. ... канд. с.-х. наук. – Л., 1975.

11. Варжапетян А.Г. Квалиметрия: Учебное пособие. – СПб.: СПбГУАП, 2005.

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

Рекомендована кафедрой автоматизации и микропроцессорной техники. Поступила 07.06.13.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕЦИРКУЛЯЦИИ ВОЗДУХА ПРИ СУШКЕ ЛЬНЯНОЙ ТРЕСТЫ В РУЛОНАХ*

ABOUT THE RECIRCULATION OF HOT AIR IN THE DRYING PROCESS OF FLAX STOCK ROLLS

A.G. НОСОВ, Н.В. КИСЕЛЁВ
A.G. NOSOV, N.V. KISELEV

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

Предложена компьютерная модель процесса сушки льняной тресты в рулонах с учетом неоднородности слоя по плотности. На основе моделирования показаны преимущества аксиальной продувки рулона, а также возможность снижения затрат на сушку на 40...50% при использовании рециркуляции теплоносителя.

The computer model of the drying process of flax stock in rolls with the heterogeneity of the layer density is proposed. Analysis of computer model shows the advantages of axial blow during a drying rolls with non-uniform density. Found that the use of recirculation reduces the cost of drying roll by 40% with radial and 50% with axial blowing.

Ключевые слова: льняная треста, рулон, сушка тресты, компьютерная модель сушки, схема продувки, рециркуляция воздуха.

Keywords: tread flax fibers, belt, fiber drying, computer model of drying, blowing schematic, air recycling.

В настоящее время широко используется комбайновая технология уборки льна с прессованием его в рулоны. Уборка проводится во второй половине августа и в сентябре, когда погодные условия становятся неблагоприятными, что приводит к растягиванию периода уборки и к ежегодным потерям 40...50% выращенного урожая [1]. Рулоны льна в таких условиях имеют влажность 35...40% [2], а льнозаводы принимают льнотресту с влажностью не более 20%. В связи с этим требуется досушка льна в рулонах до кондиционной влажности на специализированных сушильных установках.

В существующих сушильных машинах СЛР-3, СЛР-3 М2 реализован способ пода-

чи теплоносителя в рулон в направлении его оси (аксиальная продувка). Однако в настоящее время предлагаются и альтернативные способы подачи воздуха в слой тресты в рулоне, отличающиеся продувкой его в радиальном направлении, за счет введения в центр рулона прокалывателя диаметром до 250 мм с равномерной перфорацией, выполняющего функции распределителя теплоносителя [2].

Исследования процесса сушки льняной тресты в рулонах с целью повышения качества сырья и энергоэффективности процесса с использованием различного оборудования и режимов сушки выполнялись преимущественно экспериментальными методами [2...5], что объясняется сложно-

* В работе принимал участие студент А.И. Архипов.

стью решения задачи в общей постановке применительно к многоуровневой структуре льняного стебля и рулона в целом.

Целью данной работы является теоретическое сравнение эффективности аксиальной и радиальной подачи теплоносителя в рулон на основе компьютерной модели процесса сушки, в том числе с использованием рециркуляции сушильного агента, которая в существующих сушильных машинах не применяется. Использован подход к моделированию процессов массообмена при сушке лубоволокнистых материалов, описанный в [6] и позволяющий в значительной степени упростить процесс решения и повысить общность результатов по сравнению с чисто экспериментальными методами.

Модель разработана в среде CAE-системы ANSYS CFX 14.0 и учитывает основные геометрические характеристики объекта, параметры рулона и сушильного агента, способ подачи воздуха в слой тресты. Для ускорения счета учтена осевая симметрия рулона, рассматривался сектор величиной 2 угловых градуса.

Компьютерная модель в целом соответствует [6], однако с учетом особенностей рассматриваемого объекта сушки имеются существенные уточнения, в первую очередь отражающие неоднородность рулона по плотности, а следовательно, по проницаемости, что не может не сказаться на показателях процесса сушки. Исследования распределения плотности по высоте [4, с. 86] и радиусу рулона [4, с. 95] показывают, что наибольшей неравномерностью отличается распределение по высоте, а распределение по радиусу в первом приближении подчиняется линейному закону. В среднем, по данным [4], соответствующая функция может быть аппроксимирована зависимостью:

$$P(x, y) = \frac{21,39 + 43,6y}{1 - 3,442y + 4,045y^2} (1,084 - 0,1876x), \quad (1)$$

где P – плотность слоя, кг/м^3 ; x, y – координаты по радиусу и высоте рулона соответственно, м.

Характер распределения плотности по координатам y и x представлен на рис. 1.

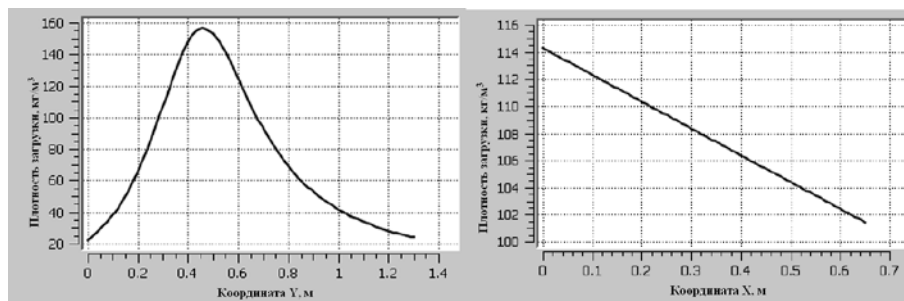


Рис. 1

Зависимость проницаемости слоя от его плотности, диаметра и ориентации стеблей, по данным [7], [8], после преобразования выражалась следующими функциями:

$$c = 0,187 \left(\frac{v}{w} \right)^{0,277} \left(d_{\text{ст}} \left(\frac{\beta}{P} - 1 \right) \right)^{1,723}, \quad (2)$$

при $Re < 560$,

$$c = 1,613 \left(\frac{v}{w} \right)^{0,618} \left(d_{\text{ст}} \left(\frac{\beta}{P} - 1 \right) \right)^{1,382}, \quad (3)$$

при $Re = 560 - 7500$,

$$c = 0,158 \left(\frac{v}{w} \right)^{0,845} \left(2 d_{\text{ст}} \left(\frac{\beta}{P} - 1 \right) \right)^{1,155}, \quad (4)$$

где c – проницаемость, м^2 ; $d_{\text{ст}}$ – средний диаметр стеблей, м; β – тяжеловесность стебля, кг/м^3 ; P – плотность слоя, кг/м^3 ; v –

коэффициент кинематической вязкости воздуха, m^2/c ; w – скорость фильтрации воздуха в слое, m/c .

Формулы (2), (3) соответствуют проницаемости в направлении оси y (параллельно стеблям, без учета дезориентации), формула (4) – в направлении оси x (перпендикулярно стеблям).

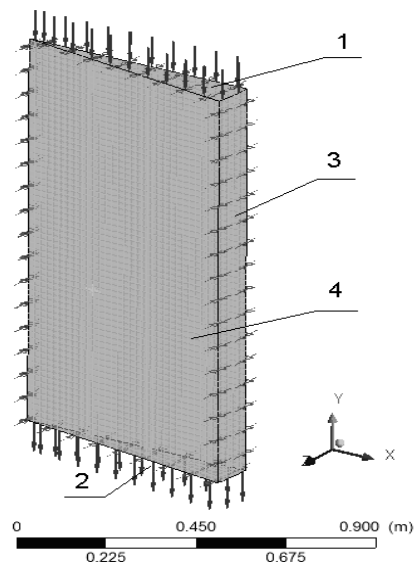


Рис. 2

Кроме того, при формировании граничных условий для сечений 1, 2 (рис. 2 – элемент рулона с граничными условиями при аксиальной продувке: 1, 2 – входные (выходные) сечения (Opening), 3 – непроницаемая граница (Wall), 4 – плоскости симметрии (Symmetry)) учтена возможность реверсирования подачи воздуха, что соответствует сушильной машине СЛР-3 М2.

Расчеты выполнены при следующих условиях: массовый расход воздуха на входе 2 кг/с (средняя скорость в слое 2,5 м/с), относительная влажность подогретого атмосферного воздуха 17%, температура 80°C, смена направления подачи воздуха через 2 мин, степень рециркуляции варьировалась в интервале 0...8. Начальная влажность тресты 40%, средняя конечная влажность 8%. При этом для повышения равномерности раздачи воздуха в схеме с радиальной продувкой учтено сопротивление перфорации трубы прокальвателя 300 Па. При расчете затрат на сушку учтены только стоимость тепла (830 руб. за Гкал), электроэнергии (4,3 руб. за кВт·ч) и тарифная ставка рабочего (102 руб. на т тресты). Полученные зависимости параметров процесса от степени рециркуляции представлены на рис. 3.

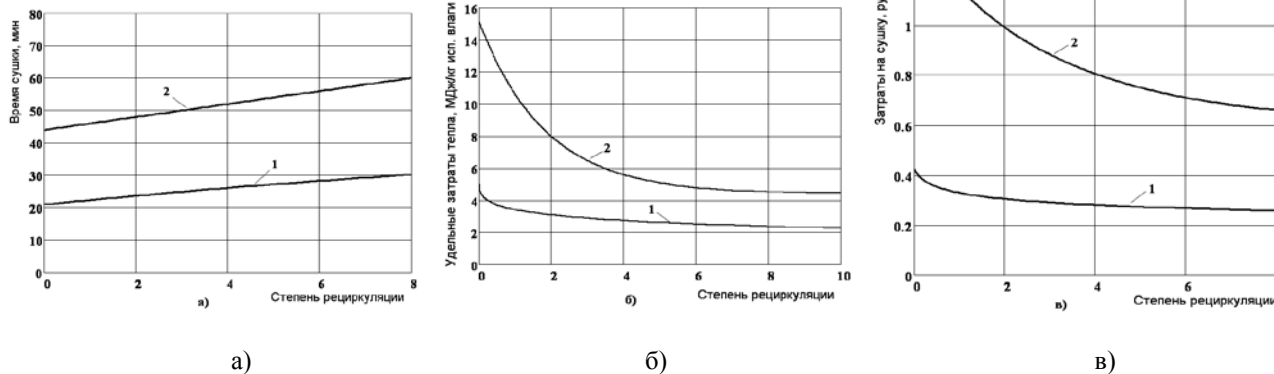


Рис. 3

Из рис. 3 (зависимость времени сушки: а) – удельных затрат тепла; б) – затрат на сушку; в) – от степени рециркуляции при аксиальной (1) и радиальной (2) продувке рулона) видно, что аксиальная продувка рулона показывает значительно лучшие результаты. Это объясняется как способом подвода воздуха, так и распределением

проницаемости по объему рулона. В-первых, неравномерность по плотности, а следовательно, по проницаемости, по высоте рулона значительно более высока, чем по диаметру.

Это приводит к ускоренному высыханию участков с высокой проницаемостью с последующей утечкой через них су-

шильного агента с неиспользованным потенциалом сушки. Именно поэтому повышение степени рециркуляции дает в данном случае значительно больший эффект. Во-вторых, при использовании прокалывателя, в силу неравномерного распределения потока по его высоте, поле скоростей в сечении рулона также получает дополнительную неравномерность.

На рис. 4 представлены поле скоростей и линии тока воздуха в сечении рулона: а) – аксиальная продувка; б) – радиальная продувка, при подаче от центра; в) радиальная продувка, при подаче к центру.

При сопротивлении перфорации 300 Па, диаметре трубы 250 мм и средней плотности рулона 74 кг/м^3 в нем даже образуется зона рециркуляции (рис.4-б).

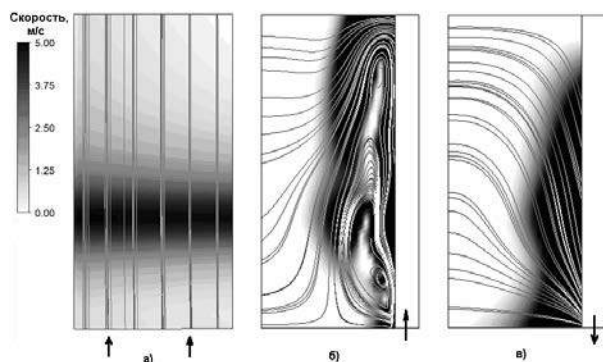


Рис. 4

Бороться с этим можно только увеличением диаметра трубы и повышением сопротивления перфорации, закон изменения которого по высоте рулона должен учитывать наиболее вероятное распределение плотности. В-третьих, сопротивление слоя тресты при продувке поперек стеблей существенно выше, чем при продольной продувке, что приводит к повышению затрат на электроэнергию для привода вентилятора. Доля затрат на электроэнергию составляет примерно 8% при аксиальной и 25% при радиальной продувке.

Использование рециркуляции дает значительный эффект как при радиальной, так и при аксиальной продувке рулона. В первом случае можно ожидать уменьшения

затрат на сушку на 50%, во втором – на 40%, что является существенным резервом снижения себестоимости.

ВЫВОДЫ

1. На основе анализа компьютерной модели показаны преимущества аксиальной продувки при сушке льняной тресты в рулонах с неравномерной плотностью.

2. Установлено, что использование рециркуляции воздуха позволяет снизить затраты на сушку рулона на 40% при радиальной и на 50% при аксиальной продувке.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Оробинский Д. Ф.* Уборка льна в условиях Северо-Западного региона России: Учебное пособие. – Вологда–Молочное: ИЦ ВГМХА, 2007.

2. *Шушков Р.А., Кузнецов Н.Н., Оробинский Д.Ф.* Обоснование способа досушивания прессованного в рулоны льна // Молочнохозяйственный вестник. – 2012, №2 (6), II кв. С.85.

3. *Шушков Р.А., Кузнецов Н.Н., Оробинский Д.Ф.* Особенности процесса досушки рулонов льна // Молочнохозяйственный вестник. – 2012, №3 (7), IV кв. С. 84.

4. *Дубкова И.А.* Совершенствование технологии подготовки льнотресты в рулонах к механической переработке : Дис. ... канд. техн. наук. – Кострома, 2000.

5. *Кузнецов Н. Н.* Повышение эффективности заготовки прессованного в рулоны сена путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования: Дис. ... канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2007.

6. *Васильев Ю.В., Киселев Н.В., Пашин Е.Л.* Компьютерная модель сушки слоя льняной тресты // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. –2011, №3. С.119...123.

7. *Гаврилова А.Н.* Аэродинамическое сопротивление льносоломы при горизонтальном расположении стеблей //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1972, №2.

8. *Гаврилова А.Н.* Уравнение для определения гидравлического сопротивления льносоломы при вертикальном расположении стеблей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.–1968, №5.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 07.06.13.

**ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ШТАПЕЛЬНОЙ ДЛИНЫ ОТХОДОВ ТРЕПАНИЯ
ПРИ ОБРАБОТКЕ В ДЕЗИНТЕГРАТОРЕ**

**INFLUENCE MOISTURE IN THE PROBABILITY DISTRIBUTION PARAMETERS
STAPLE LENGTH SCUTCHER WASTE TREATMENT
IN A DISINTEGRATOR**

А.Г. НОСОВ, С.М. ВИХАРЕВ, В.Г. ДРОЗДОВ
A.G. NOSOV, S.M. VIHAREV, V.G. DROZDOV.

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

Проведен анализ штапельного состава отходов трепания. Оценено влияние влажности материала на вероятностные параметры распределения штапеля по длине.

We analyzed the composition of the waste Scutching staple. The effect of moisture content on the probabilistic parameters of the distribution of staple length.

Ключевые слова: штапельный состав, отходы трепания, влажность, длина волокна, характеристики качества тресты и отходов трепания.

Keywords: makeup staple, scutching waste, moisture, fiber length and quality characteristics of trusts scutcher waste.

В процессе обработки отходов трепания необходима постоянная коррекция интенсивности обработки поступившей партии сырья [1...3]. Это обусловлено неоднородностью свойств отходов трепания по влажности и связано с несколькими причинами. Во-первых: тонкие стебли тресты имеют меньшую сорбционную способность, чем толстые, поэтому может возникать разная влажность при одних и тех же условиях. Во-вторых, на этапе размотки и сушки рулона создается неравномерное просушивание центральных и поверхностных слоев рулона. В-третьих, в технологическом процессе наблюдается неоднородность плотности загрузки материала по ширине транспортной ленты и т.д. В соответствии с указанными причинами возникает необходимость в создании модели влияния влажности на параметры переработки отходов трепания.

Согласно ГОСТ 9394–76 [4] влажность короткого волокна должна составлять не более 12 процентов. Как показывает опыт работы Шолоховского льнозавода, в том случае, когда сушильная машина не обеспечивает оптимальной влажности, надежность работы обрабатывающих машин (особенно трепальной части) из-за бесконечных намотов и забивок рабочих органов существенно падает.

Исследование влияния влажности исходного сырья на эффективность обработки волокна в дезинтеграторе представляет большой практический интерес, так как это позволяет определить оптимальную схему технологического процесса и сделать процессы переработки отходов трепания в дезинтеграторе гибкими в зависимости от влажности поступившей партии.

Отходы трепания отличаются крайним разнообразием штапельного состава. Очевидно, что промятые стебли одной и той

же влажности, но различной длины при обработке в дезинтеграторе или КПАЛ будут подвергаться разной степени очистки от костры [5]. Наименьшей обработке подвергается короткоштапельный материал. Короткостебельные отрезки могут проходить зону обработки при малом взаимодействии с рабочими органами. При увеличении длины волокнистых комплексов усиливаются интенсивность обработки и силы натяжения волокна.

Как известно, распределение волокон подчиняется нормальному закону распределения [6]. В.Г. Внуковым были получены данные по определению штапельного состава короткого волокна разных классов влажности (обработка велась на дезинте-

граторе с постоянной скоростью вращения $n = 1300$ и 1000 мин^{-1}).

Нами была проведена аппроксимация полученного штапеля кривыми нормального закона распределения и установлена связь между параметрами данного распределения и влажностью исходных отходов трепания.

На рис. 1 (распределение штапельных длин полученного короткого волокна при влажности соответственно 6...8, 14...16, 20...25, 40...45% и его аппроксимация нормальным законом) приведены полученные варианты нормальных распределений для каждого класса влажности. Графики аппроксимации получены в пакете Statistica 6.0.

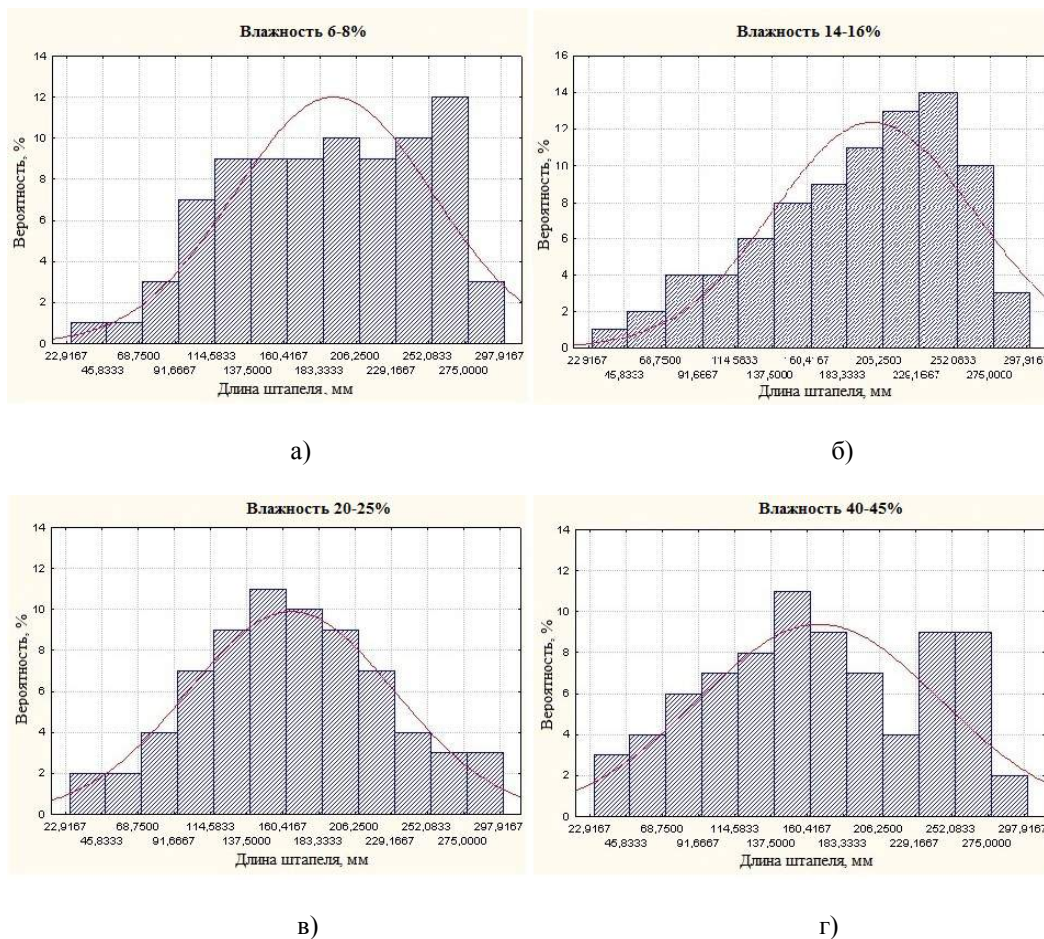
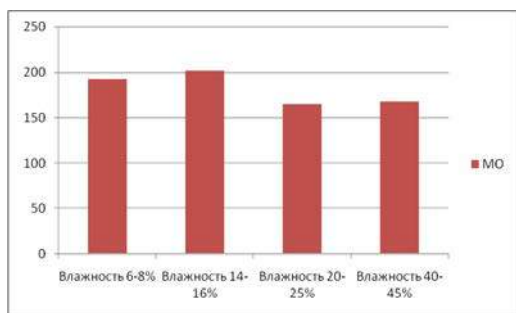


Рис. 1

Параметры распределения волокна по штапельной длине будут связаны с характеристиками качества получаемого материала. Например, математическое ожидание, как мера центральной тенденции наи-

более ожидаемого значения из ряда, характеризует выходную длину короткого волокна. Параметр СКО, как стандартизованное средних арифметических отклонений, отвечает за однородность по длине

выходного продукта. На рис.2 приведены 2 графика, отражающие, как изменение влажности сказывается на математиче-



ском ожидании и СКО случайных распределений штапеля.

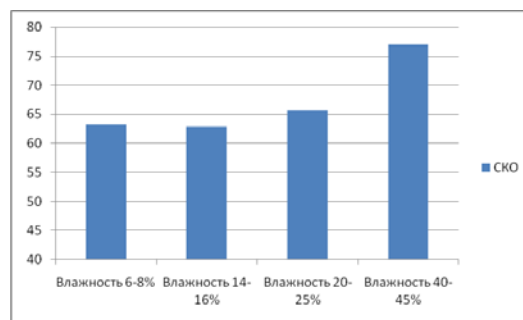


Рис. 2

Как и указано в работе [6], наиболее длиноволокнистые комплексы получают для класса влажности 14...16%, в котором математическое ожидание принимает самое большое значение. Это следствие того, что влажность оказывает существенное влияние на различие модуля упругости волокна и древесины, причем наибольшее снижение модуля упругости древесины наблюдается при влажности 14%.

Анализируя влажность первых двух групп в интервале 6...16%, можно убедиться в том, что прочность волокна увеличивается, что сказывается на длине штапеля [в работе Волкова В.В. доказывалось, что увеличение происходит на 20%]. В нашем случае, если сравнивать среднее значение длин для первых групп влажности (6...8 и 14...16%) и третьей и четвертой групп влажности (20...25 и 40...45%), разница составляет 18%.

Значения СКО для влажности от 6 до 25% показывают примерно одно и то же значение отклонений возможных реализаций процесса от средней длины штапеля. Для влажности 40...45% имеет резко выраженный скачок, связанный с увеличением разброса по длинам.

Таким образом, из анализа экспериментальных кривых распределения можно заключить, что изменение влажности имеет существенное влияние на среднюю длину получаемого продукта, и, в пределах рабочей области значений, практически не влияет на однородность волокон по длине.

ВЫВОДЫ

Проанализировано влияние влажности на вероятностные параметры распределения штапеля длин конечного продукта при обработке отходов трепания в дезинтеграторе. Отмечено отсутствие влияния влажности на неоднородность длины конечного продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дроздов В.Г., Катков А.А., Ефремов А.С. Автоматический контроль влажности льнотресты методом ИК-спектроскопии // Вестник ВНИИЖ. – 2007, №3. С. 52...54.
2. Ефремов А.С., Катков А.А. Автоматический контроль влажности льнотресты // Тез. докл. Междунар. научн.-техн. конф. молодых ученых: Актуальные вопросы развития отраслей льноводства и коноплеводства. – Глухов, Институт лубяных культур УААН, 2007.
3. Ячменева Ю.Р. Исследование технологического процесса в куделеприготовительной машине КЛ-25: Дис...канд. техн. наук. – Кострома. Изд-во Всесоюзного научно-исследовательского института льна, 1970.
4. ГОСТ 9394–76. Волокно льняное короткое. – М.: Изд-во стандартов, 1990.
5. Волков В.В. Исследование технологического значения влажности стеблей льна в процессе лубо-выделения: Дис...канд.техн.наук. – Кострома, 1971.
6. Внуков В.Г. Исследование влияния влажности исходного сырья на эффективность обработки в дезинтеграторе.// Научно-технический потенциал ученых и специалистов производству. Методические рекомендации, III часть. – Кострома, 1989.

Рекомендована кафедрой автоматики и микропроцессорной техники. Поступила 07.06.13.

УДК 677.052

**АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ,
ВЫРАБОТАННОЙ МОКРЫМ СПОСОБОМ ПРЯДЕНИЯ
ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА РОВНИЦУ УЛЬТРАЗВУКА И БЕЗ ТАКОВОГО
С РАЗЛИЧНЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ ВЫТЯЖКИ**

**THE ANALYSIS OF PARAMETERS OF FLAX YARN,
WORK OUT WET SPINNING WHEN EXPOSED
TO ULTRASOUND AND ROVING WITHOUT IT
WITH DIFFERENT DRAFT**

К.В. СЕРГЕЕВ, В.И. ЖУКОВ
K.V. SERGEEV, V.I. ZHUKOV

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: spinner@kstu.edu.ru

В материалах статьи приводится комплексный анализ качественных показателей суровой льняной пряжи, полученной при воздействии на ровницу ультразвука и без него с разными вытяжками, оценивается возможность выработки пряжи меньшей линейной плотности при применении ультразвукового воздействия на льняные волокна.

The materials of the paper, a comprehensive analysis of qualitative harsh linen yarn obtained when exposed to ultrasound roving and without with different extracts, evaluated the possibility of a smaller yarn linear density in the application of ultrasound treatment on the linen fibers.

Ключевые слова: льняные волокна, пряжа, ультразвук, вытяжка.

Keywords: linen fibers, yarns, ultrasound, draft.

Как известно, процесс мокрого прядения льна технологически сложен и энергоемок. Это один из ключевых процессов в льноперерабатывающей промышленности. Процесс прядения состоит из ряда последовательных этапов. Это смачивание ров-

ницы в прядильном корыте; ее вытягивание в вытяжном приборе; кручение выходящей из вытяжного прибора мычки и наматывание готовой пряжи на патрон. При этом ровница, из которой вырабатывается пряжа, может быть разной: суровой и хи-

мически обработанной. При выработке суровой пряжи ровница поступает в прядение напрямую после ровничного перехода. При использовании химически обработанной ровницы (вареной, беленой и пр.) ровница, прежде чем попасть в прядение, подвергается обработке в специальных котлах типа АКД, что требует значительных энергетических и иных затрат.

Прядение из суровой ровницы должно происходить при достаточно высокой температуре воды в прядильном корыте (до 80°C). Это также влечет существенные энергозатраты на нагрев воды и, как следствие, удорожание продукта (пряжи). В связи с этим снижение энергоемкости, удешевление производства суровой пряжи – это обязательные задачи, которые требуется решить на современном этапе развития льнопрядения.

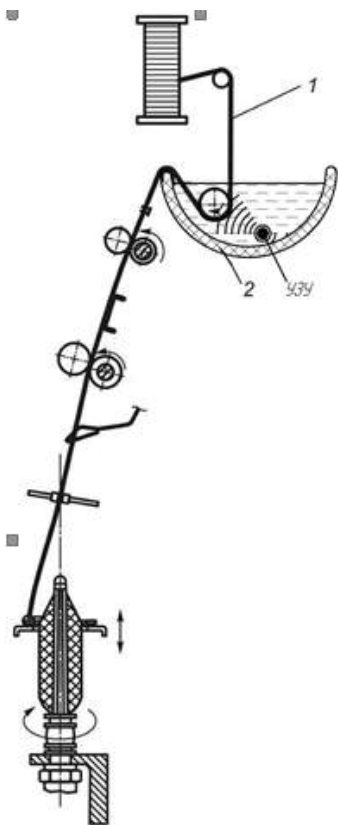


Рис. 1

С этой целью предлагается использование ультразвукового воздействия на льняную ровницу в процессе прядения. Суть данной технологии в том, что на ровницу 1, при прохождении ею водной среды прядильного корыта 2 прядильной машины,

воздействуют ультразвуковые колебания, создаваемые специальным ультразвуковым устройством (УЗУ) (рис. 1 – технологическая схема прядильной машины ПМ-88-Л8 с УЗУ в прядильном корыте).

На данном этапе исследования доказано, что ультразвук (УЗ) способствует повышению мацерационной способности льняного волокна [1], что ведет к снижению неровноты пряжи по линейной плотности и увеличению ее прочностных показателей [2]. Данный эффект достигается при применении УЗ только в водной среде [3]. Ультразвуковые колебания при этом должны иметь характер "пачек" импульсов [4]. Это соответствует доводам проф. А.Н. Гребенкина, что: "... для получения эффекта разрушения лубяного комплекса по межфазной границе раздела между адгезивом и субстратом можно использовать импульсные давления до сотен или даже тысяч атмосфер. Для получения таких давлений необходимо использовать методы, осуществляющие какие либо ударные способы, которые позволяли бы получать локальные или объемные практически мгновенные напряжения в материале, то есть использовали удар или взрыв" [5].

С целью выявления влияния УЗ на процесс прядения льна мокрым способом проведены сравнительные испытания выработки суровой пряжи из ровницы линейной плотности 530 текс при постоянной крутке 503 кр/м с применением УЗ и без него ("базовый" способ). Ровница выработана из чесаного льна № 18.

Вытягивание, то есть утонение ровницы в вытяжном приборе прядильной машины, – это основной технологический процесс при выработке льняной пряжи, поскольку именно от его стабильности зависит уровень разделения технических льняных волокон на элементарные волокна и их комплексы, что определяет качество получаемого продукта.

Эксперимент по исследованию влияния УЗ на процесс вытягивания льняной ровницы проводился на прядильной машине ПМ-88-Л8 с вытяжками: 10,9; 11,5; 11,7; 12,9; 13,2, при температуре воды в прядильном корыте 80°C.

дильном корыте 25°С. Качественные показатели наработанной пряжи определялись при исследовании ее на автоматизированном лабораторном комплексе КЛА-М и измерительной системе Uster Tensorapid.

На приборе КЛА-М оценивались: неровнота пряжи по линейной плотности, коэффициент вариации по линейной плотности, величина дисперсии в интервале длин волн 12...400 мм и общей дисперсии. При использовании средств программного обеспечения КЛА-М в ходе подбора идеальных спектров определялись также средняя линейная плотность элементарных волокон и их комплексов, а также их средняя длина.

Посредством измерительной системы Uster Tensorapid определялись характеристики пряжи: абсолютная разрывная нагрузка Р и абсолютная работа разрыва А, относительная разрывная нагрузка F и относительная работа разрыва G. Полученные значения приведены в сводной табл. 1 параметров льняной пряжи, выработанной на машине ПМ-88-Л8 при различных вытяжках с применением УЗ и "базовым" способом. Несоответствие значений фактической линейной плотности пряжи ее расчетным значениям обусловлено естественной неровнотой ровницы по линейной плотности.

Таблица 1

Способ выработки пряжи	Без УЗ					При наличии УЗ				
	10,9	11,5	11,7	12,9	13,2	10,9	11,5	11,7	12,9	13,2
Заправочная вытяжка E	10,9	11,5	11,7	12,9	13,2	10,9	11,5	11,7	12,9	13,2
Средняя линейная плотность ровницы, текс	530					530				
Параметры выработанной пряжи										
Фактическая линейная плотность пряжи, Тпр.ф, текс	49	47	45	-	-	48	46	45	41	40
Абсолютная разрывная нагрузка Р, Н	5,03	3,89	3,73	-	-	6,10	4,86	4,04	5,11	4,01
Абсолютная работа разрыва А, Н	29,32	39,34	28,89	-	-	38,06	41,41	36,30	43,12	32,83
Относительная разрывная нагрузка F, Н/текс	0,10	0,08	0,08	-	-	0,13	0,11	0,09	0,125	0,10
Относительная работа разрыва G, Н/текс	0,59	0,84	0,64	-	-	0,79	0,90	0,81	1,052	0,821
Средняя линейная плотность комплексов волокон, мтекс	3500	2950	3200	-	-	2500	2850	2800	2500	2400
Средняя длина комплексов волокон, мм	80	55	75	-	-	45	50	50	50	60
Дисперсия в интервале длин волн 12...400 мм	1243,40	1428,67	1554,01	-	-	1160,71	1312,16	1373,88	1589,69	1646,70
Общая дисперсия, C_v^2	1827,38	1982,63	2327,95	-	-	1480,84	1729,82	1782,80	2088,09	2160,62
Коэффициент вариации (по КЛА-М) по линейной плотности пряжи, %	42,75	44,53	48,25	-	-	38,48	41,59	42,22	45,70	46,48

Таким образом, анализируя данные табл. 1, можно констатировать следующее.

1. При наличии УЗ получаемая пряжа имеет большие по сравнению с "базовым" вариантом (без УЗ) значения абсолютной разрывной нагрузки ($R_{уз} > R$), которая ха-

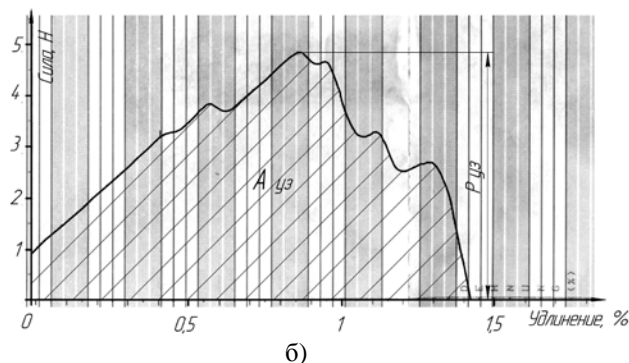
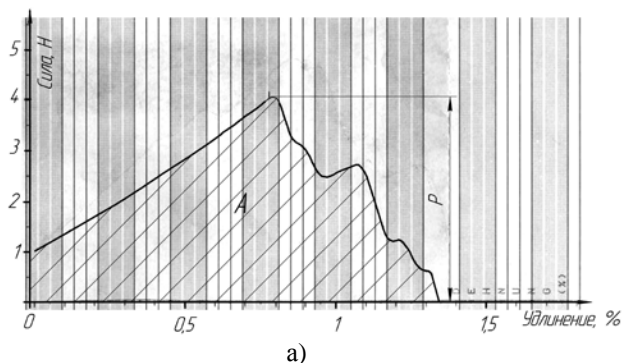


Рис. 2

2. У пряжи, выработанной с применением УЗ, значение абсолютной работы разрыва A , превосходит аналогичный показатель пряжи, выработанной "базовым" способом ($A_{уз} > A$). Абсолютная работа разрыва оценивается площадью фигуры, ограниченной линией диаграммы и осью абсцисс (рис. 2). Чем больше площадь, тем больше прочность продукта (пряжи).

3. Относительные значения разрывной нагрузки F и работы разрыва G у пряжи, наработанной с применением УЗ, также превосходят показатели образцов, полученных "базовым" способом.

4. При сравнении спектров на КЛА-М (рис. 3 – графики спектрограмм пряжи, полученной при воздействии на ровницу ультразвука (утолщенная линия) и без такового) установлено, что пряжа, выработанная с применением УЗ? в своем составе, имеет комплексы волокон, средняя линейная плотность и средняя длина которых меньше аналогичных параметров "базового" варианта, что свидетельствует о лучшем дроблении волокон в вытяжном приборе и большей равномерности получаемой пряжи. Визуально это соответствует "смещению" вершины (пика) спектра пряжи, выработанной с ультразвуком вниз и влево по отношению к спектру пряжи, выработанной "базовым" способом.

рактически характеризует пиковое значение разрывного усилия при разрыве заправленного образца (рис. 2 – диаграммы сила-удлинение пряжи, выработанной без воздействия на ровницу ультразвука (а) и при его наличии (б) с вытяжкой 11,7).

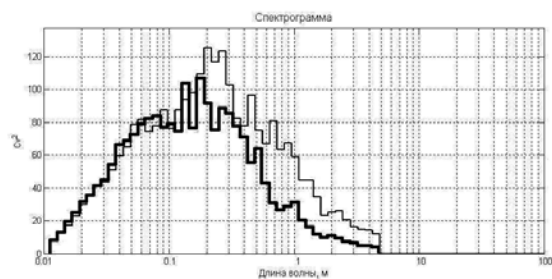


Рис. 3

5. Коэффициент вариации по линейной плотности у льняной пряжи, выработанной с применением УЗ, имеет значение меньшее, чем у "базового" образца. Это говорит о том, что пряжа формируется из более тонких и коротких комплексов волокон, что в результате обеспечивает формирование более равномерной пряжи по свойствам.

6. Применение УЗ в процессе прядения снижает уровень общей дисперсии и дисперсии по коротким отрезкам в интервале длин волн 12...400 мм. Известно, что вытяжной прибор прядильной машины создает неровноту в интервале длин волн примерно до 400 мм, поэтому можно сделать вывод о том, что применение УЗ снижает неровноту пряжи, вызываемую работой вытяжного прибора прядильной машины, а это означает, что движение воло-

кон в зоне вытягивания становится более закономерным.

7. При использовании УЗ возможна выработка льняной пряжи меньшей линейной плотности (то есть более тонкой). Наличие ультразвуковых колебаний в жидкой среде прядильного корыта позволило выработать пряжу линейных плотностей 41 и 40 текс, что оказалось невозможным при "базовом" способе прядения.

8. Применение УЗ при выработке суровой пряжи может обеспечить снижение энергозатрат, так как затраты на создание УЗ колебаний значительно меньше затрат на тепловую энергию для нагрева воды в прядильном корыте до 70...80°C.

ВЫВОДЫ

Наличие ультразвукового воздействия на суровую ровницу в процессе мокрого прядения льна позволяет вырабатывать более прочную и равномерную по свойствам пряжу. Применение ультразвуковых колебаний делает возможным производство более тонкой пряжи при прочих равных условиях.

Таким образом, использование УЗ в процессе прядения способствует улучшению качества пряжи при одновременном

снижении энергозатрат на ее производство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Титова У.Ю., Сергеев К.В., Воеводин П.Н. Повышение мацерационной способности льняного волокна с помощью ультразвука // Научные труды молодых ученых КГТУ. – 2010, № 11. С.32...36.

2. Сергеев К.В., Жуков В.И. Снижение неровности по линейной плотности и упрочнение льняной пряжи с помощью применения ультразвуковых колебаний в процессе мокрого прядения льна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 5.

3. Сергеев К.В., Жуков В.И. Использование ультразвука в процессе получения льняной пряжи мокрым способом // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2011, №2(27). С.20...22.

4. Сергеев К.В., Жуков В.И. К вопросу об ультразвуковом воздействии, как факторе интенсификации мацерационной способности волокна при мокром способе прядения льна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 5.

5. Гребенкин А. Н. Взаимосвязь структуры, свойств и технологии диспергирования лубоволокнистого сырья в ультразвуковых и гидродинамических полях: Дис...докт. техн. наук. – СПб., 2003. С. 167.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 07.06.13.

УДК 677.021

ДИНАМИКА КРУЧЕНИЯ ПРЯЖИ ПРИ ВЬЮРКОВОМ ПРЯДЕНИИ

DYNAMICS IN TWISTED YARN SPINNING FINCHES

Н.С. КУЗНЕЦОВА
N.S. KUZNETSOVA

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: spinner@kstu.edu.ru

В статье рассматриваются вопросы кручения пряжи вращением воздуха при вьюрковом способе прядения. Вращение воздуха во вьюрках может быть как в одинаковом направлении, так и в противоположном. Осуществлено решение системы уравнений баланса кручений для противоположного вращения воздуха, представлены переходные характеристики.

Дополнено существующее описание динамики кручения при одинаковом направлении вращения воздуха во вьюрках, построены переходные характеристики.

In the article the questions of twisting of yarn the rotation of air are examined at the brambling method of spinning. Rotating air into reels can be in the same direction and in the opposite. The theoretical description of the dynamics of three-zone air CRA rotating in different directions missing. We propose a dynamic model, made up of the balance equation of the torsion three-zone version of the CRA. The decision of the system of equations balance of twisting is carried out for contrarotating of air, transitional descriptions are presented. Existent description of twisting dynamics is complemented at identical direction of rotation of air in bramblings, transitional descriptions are built.

Ключевые слова: аэродинамическое крутильное устройство, льняная пряжа, баланс кручений, динамика.

Keywords: aerodynamic twisted the device, linen yarn, torsion balance, dynamics.

Среди новых способов прядения, имеющих достаточно широкое использование в промышленности, обращает на себя внимание вьюрковый способ формирования пряжи с помощью сжатого воздуха (рис. 1 – технологическая схема двухвьюрковой прядильной машины).

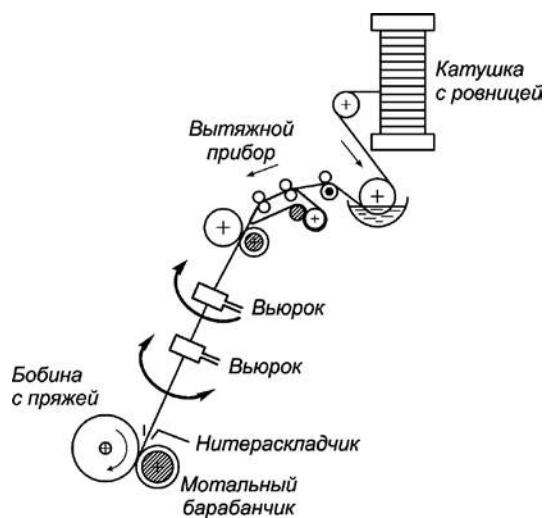


Рис. 1

Особенностью способа является формирование пряжи с помощью кручения продукта вращением воздуха в пневмовьюрках. Использование этого способа позволит существенно повысить производительность получения льняной пряжи, которая на сегодняшний день вырабатывается преимущественно кольцевым способом прядения.

Процесс кручения продукта при вьюрковом формировании пряжи на сегодняшний день изучен недостаточно. Пряжа, сформированная таким способом, имеет непостоянную локальную крутку, при этом места с круткой чередуются с зонами без крутки. Для понимания характера распределения крутки обратимся к динамике процессов кручения.

Уравнения динамики кручения, описанные П.М. Мовшовичем, Л.Н. Гинзбургом [1], [2], не рассматривают процесс кручения вьюрками, воздух в которых вращается в противоположные стороны. Для составления уравнений баланса кручений при формировании продукта двумя АКУ, воздух в которых вращается в противоположные стороны, предлагается использовать следующую динамическую модель кручения трехзонного АКУ (рис. 2).

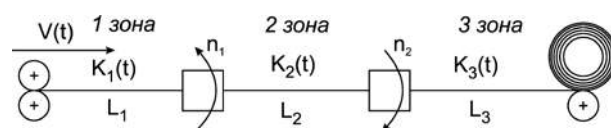


Рис. 2

Продукт движется из зажима вытяжной пары со скоростью $V(t)$, попадает под действие первого вьюрка, в котором вращается, при этом в первой зоне появляется крутка $K_1(t)$. Выходя из первого вьюрка, продукт попадает под действие воздушного вихря во втором вьюрке, который вращается в противоположном направлении, при этом продукту сообщается крутка про-

твояположного направления, в результате формируется крутка двойной интенсивности $K_2(t)$. Далее, попадая в зону наматывания, продукту снова сообщается крутка противоположного направления $K_3(t)$.

$$\begin{aligned} M_1(n_0 - n_1) &= C(n_0 - n_1) = M_K(K_1) + 2M_K(K_2) = J(K_1 - 2K_2), \\ M_2(n_0 - n_2) &= C(n_0 - n_2) = 2M_K(K_2) + M_K(K_3) = J(2K_2 - K_3), \end{aligned} \quad (1)$$

где n_0 – частота вращения воздушного вихря; n_1, n_2 – фактическая частота вращения пряжи в сечениях первого и второго АКУ соответственно; M_1 и M_2 – вращающие аэродинамические моменты, создаваемые первым и вторым АКУ соответственно; $M_K(K_1), M_K(K_2)$ и $M_K(K_3)$ – моменты сопротивления продукта, находящегося соответственно в первой, второй и третьей зонах; J – жесткость пряжи на кручение; C – константа, характеризующая конструкцию и размеры вьюрка.

Выражая фактические частоты вращения пряжи n_1 и n_2 , получаем систему уравнений:

$$\begin{aligned} n_1 &= n_0 - \frac{J}{C}(K_1 - 2K_2), \\ n_2 &= n_0 - \frac{J}{C}(2K_2 - K_3), \end{aligned} \quad (2)$$

Баланс крутки представляет собой систему из трех уравнений:

$$\begin{aligned} L_1 \frac{dK_1}{dt} &= n_1 - VK_1(t), \\ L_2 \frac{dK_2}{dt} &= -n_1 - n_2 + VK_1(t) - VK_2(t), \\ L_3 \frac{dK_3}{dt} &= n_2 + VK_2(t) - VK_3(t). \end{aligned} \quad (3)$$

Подставляя из системы (2) значения n_1 и n_2 в систему уравнений (3), последнюю можно решить при граничных условиях: $t=0, K_1=K_2=K_3=0$.

Решение системы осуществлено численным методом в программе Mathcad, при этом построены переходные процессы кручения в трехзонном АКУ при вьюрковом формировании пряжи в противоположных направлениях (рис. 3).

Пренебрегая инерционными силами, реактивные крутящие моменты и моменты, создаваемые в АКУ, можно связать следующей системой уравнений:

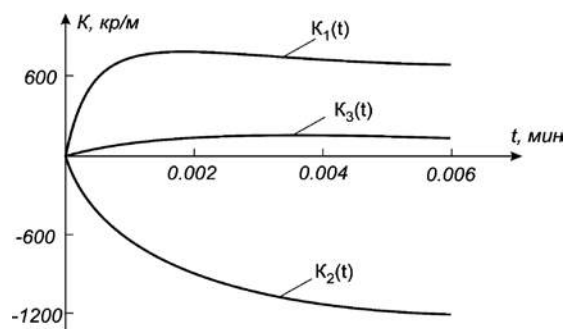


Рис. 3

Анализируя полученные графики, отмечаем, что в готовой пряже возможно возникновение крутки ($K_3 \neq 0$). При этом видно, что в первой зоне (K_1) образуется крутка одного направления, во второй зоне (K_2) – противоположного направления. Однако фактическая крутка готовой пряжи имеет участки нулевой крутки, которые, вероятно, можно объяснить наличием нитераскладчика в зоне наматывания продукта при вьюрковом формировании (рис. 4).

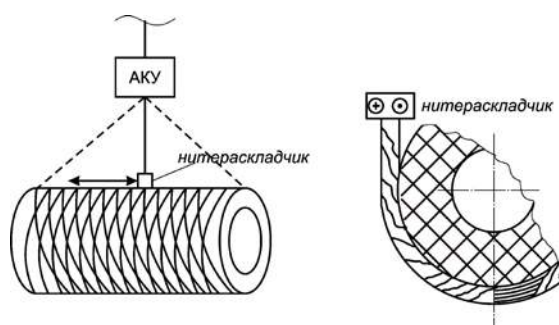


Рис. 4

Нитераскладчик в крайних положениях при наматывании пряжи выступает порогом кручения, не пропуская распространения крутки на пряжу в бобине, таким образом, появляются небольшие по длине участки нулевой крутки.

Динамика кручения пряжи при одинаковом направлении вращения воздуха во вьюрках описана в [1]. При этом отсутствует графическое решение системы диф-

$$M_1(n_0 - n_1) = C(n_0 - n_1) = M_K(K_1) + M_K(K_3) = J(K_1 - K_3),$$

$$n_1 = n_2 = n_0 - \frac{J}{C}(K_1 - K_3). \quad (4)$$

Баланс кручений для данного варианта выглядит следующим образом:

$$L_1 \frac{dK_1}{dt} = n_1 - VK_1(t),$$

$$L_2 \frac{dK_2}{dt} = VK_1(t) - VK_1(t) = 0, \quad (5)$$

$$L_3 \frac{dK_3}{dt} = -n_2 + VK_1(t) - VK_3(t).$$

Решение системы уравнений (5) также осуществлено в программе Mathcad, сделано допущение: предположено, что в зоне между вьюрками осуществляется только транспортировка пряжи с круткой K_2 , приобретенной продуктом в I зоне между вытяжной парой и первым вьюрком ($K_2=K_1$). Образование двойного баллона в зоне между вьюрками 1 и 2, вращение воздуха в которых происходит в одинаковом направлении, подтверждает, что в этой зоне крутка либо транспортируется, либо количество образованных кручений продукта ничтожно мало.

На рис. 5 (переходные процессы кручения в трехзонном АКУ при вращении воздуха во вьюрках в одном направлении) показано решение системы дифференциальных уравнений баланса кручений при вращении воздуха во вьюрках в одинаковом направлении.

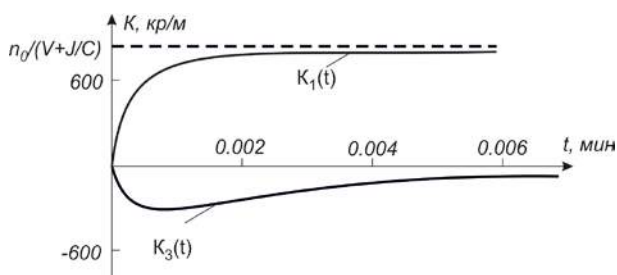


Рис. 5

ференциальных уравнений. Моменты, создаваемые в АКУ, вычисляются, исходя из уравнений:

Анализируя графические зависимости, видно, что крутка K_1 имеет экспоненциальный характер и асимптотически приближается к значению прямо пропорциональному n_0 и обратно пропорциональному скорости продукта V и жесткости пряжи на кручение J . K_3 стремится к нулю, хотя и не достигает этого значения. По нашему мнению, на крутку K_3 опять же влияет нитераскладчик при наматывании пряжи на бобину. В крайних положениях, когда нитераскладчик выступает порогом кручения, вероятно продукт накапливает кручения в зоне между вторым вьюрком и нитераскладчиком, а при дальнейшем движении нитераскладчика накопленные кручения проходят на пряжу в бобине, образуя локальные участки с круткой.

ВЫВОДЫ

1. Предложена система уравнений, описывающая динамику кручений при двухвьюрковом формировании пряжи, воздух в которых вращается в противоположные стороны, построены и проанализированы переходные процессы кручения.

2. Построены переходные процессы кручения при решении системы уравнений, описывающих динамику кручения при двухвьюрковом формировании пряжи, воздух в которых вращается в одну сторону.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург Л.Н. Динамика основных процессов прядения. – Ч. III. – М.: Легкая индустрия, 1976.

2. Мовшович П.М. Самокруточное прядение. – М.: Легпромбытиздат, 1985.

Рекомендована кафедрой прядения натуральных и химических волокон. Поступила 07.06.13.

ПОДГОТОВКА РОВНИЦЫ К ПРЯДЕНИЮ В РЕАКТОРЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ВОДЫ

PREPARATION OF ROVINGS TO SPINNING IN THE REACTOR FOR ELECTROCHEMICAL ACTIVATION OF WATER

П.Н. РУДОВСКИЙ, А.П. СОРКИН, С.Г. СМЕРНОВА
P.N. RUDOVSKIY, A.P. SORKIN, S.G. SMIRNOVA

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: pavel_rudovsky@mail.ru

Обоснован процесс обработки ровницы электрохимически активированным раствором в процессе ее формирования, позволяющий существенно снизить энергозатраты на подготовку льняной ровницы к прядению, по сравнению с существующими методами, и уменьшить количество отходов химического производства, подлежащих утилизации.

Justified process rovings electrochemically activated solution in the process of its formation, allowing essentially to reduce the energy consumption for the preparation of linen rovings to spinning, compared with existing methods, and reduce the amount of chemical production waste to be recycling.

Ключевые слова: электрохимически активированный раствор, льняная ровница, прядение.

Keywords: electrochemically activated solution, flax roving, spinning.

Известно, что в лубе льняные волокна залегают в виде комплексов (пучков), скрепленных срединными пластинами. Таких комплексов в каждом стебле может содержаться до 20...25, а каждый комплекс состоит из 15...30 элементарных волокон [1].

На всех этапах подготовки льна к прядению стоит задача извлечения из луба комплексов без распадаения их на элементарные волокна, поскольку именно пучки-комплексы используются в прядении.

Для обеспечения стабильного протекания процесса вытягивания ровницы необходимо провести разрушение связей между пектиновыми веществами и целлюлозой в срединных пластинках между техническими волокнами, то есть произвести их разделение, не разрушая их по длине.

Для разрушения лубяных комплексов требуется значительно уменьшить водородные связи между пектиновыми ве-

ществами и макромолекулами целлюлозы, расположенными в пограничном слое между адгезивом (пектиновыми веществами) и субстратом (микрофибриллами целлюлозы, находящимися на поверхности технических волокон).

При рассмотрении клеточной и молекулярной структуры лубяных волокон с точки зрения фибриллярного строения основного компонента клеточных стенок целлюлозы считается, что в межфибрилярном пространстве образуется лигнин, который требует оптимальной деструкции.

Научные исследования в области разработки текстильных материалов показывают, что молекулы воды и ее растворы при определенных условиях оказывают довольно сложное влияние на технологические процессы переработки льняного сырья.

Из анализа патентной литературы следует перспективность использования метода электрохимической активации воды и ее растворов в новых технологиях переработки текстильных материалов.

Электрохимическая активация воды [2] заключается в когерентных процессах преобразования внешних физических полей в ион-радикальные формы соединений кислорода и водорода, (состояние воды в виде комплексов) которые образуют активированные системы, имеющие свободные радикалы, обладающие специфичными свойствами.

Сущность явления электрохимической активации состоит в том [3], что обычная вода в результате анодной или катодной (униполярной) обработки в диафрагменном электрохимическом реакторе переходит в метастабильное состояние, характеризующееся аномальной физико-химической активностью, которая постепенно убывает во времени (релаксирует). Именно в период релаксации электрохимической активации (ЭХА) исходная вода проявляет свои главные физико-химические свойства при получении оксидантов.

ЭХА позволяет без применения химических реагентов направленно изменять в очень широких пределах кислотно-основные, окислительно-восстановительные и каталитические свойства обычной воды и использовать такие метастабильные жидкости вместо традиционных растворов химических реагентов в различных технологических процессах с целью экономии затрат труда, времени и дорогостоящих материалов и реактивов.

Применение ЭХА растворов для интенсификации процессов первичной обработки лубоволокнистых материалов изложено в [4], [5].

Основными процессами при униполярной электрохимической анодной обработке воды являются электролитическое, а также гетерофазное и жидкофазное электролитическое окисление воды и содержащихся в ней веществ.

В анодной камере реактора вода в течение долей секунды насыщается высокоактивированными окислителями: HClO ,

ClO_2 , ClO_2^- , O_3 , O_2^{*-} , H_2O_2 , OH^\cdot , HO_2^\cdot , концентрация которых может изменяться до 10 мг/л.

При катодной обработке вода также в течение долей секунды насыщается высокоактивными восстановителями: OH^- , H_2O_2 , HO_2^- , O_2^{*-} .

Аномально высокое значение окислительно-восстановительного потенциала воды непосредственно в анодной камере (свыше +2000 мВ) и метастабильные соединения активного хлора и активного кислорода, участвующие в реакциях, исключают образование токсичных хлорорганических соединений.

Анодная униполярная электрохимическая обработка технологической воды приводит к окислительной деструкции таких органических и неорганических соединений, которые мешают эффективной первичной обработке льна.

В [6] предлагается использовать раствор католита в корыте прядильной машины с целью интенсификации процесса разрушения лигнина в ровнице. Это позволяет снизить интенсивность предшествующей процессу прядения химической обработки ровницы, снизить энергозатраты и уменьшить количество отходов химического производства, подлежащих утилизации. Однако полностью исключить этот процесс не удастся [7...9].

В [3] отмечается, что в результате электрохимической обработки вода внутри реактора переходит в метастабильное состояние, характеризующееся аномальной физико-химической активностью, которая постепенно убывает во времени (релаксирует). Процесс релаксации протекает по закону [10]:

$$X_i(t) - \bar{X}_i = (X_i - \bar{X}_i)_{t=0} e^{-t/\tau_i}, \quad (1)$$

где X_i – параметр, описывающий состояние системы; \bar{X}_i – равновесное значение параметра; τ_i – время релаксации.

Из выражения следует, что наибольшей активностью раствор обладает в момент его формирования, после чего активность быстро снижается, за время $t=\tau_i$ в е раз. После этого процесс снижения активности

раствора существенно замедляется. Заполнение корыта прядильной машины раствором, приготовленным накануне, и использование его в течение нескольких дней, приводит к тому, что он с самого начала обладает малой активностью. Этим, по-видимому, объясняется малая эффективность его применения для расщепления лигнина в льняной ровнице.

В [11] предложено запатентованное решение, которое позволяет существенно сократить время от момента электрохимической активации раствора до его использования.

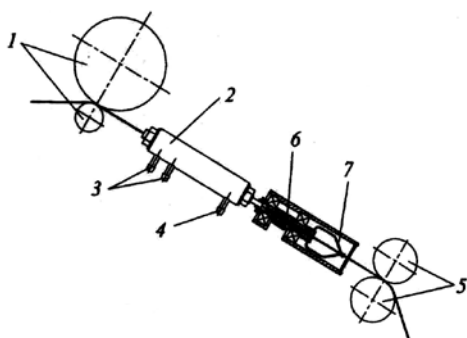


Рис. 1

Указанная цель достигается тем, что ровница формируется путем увлажнения мычки электрохимически активированным раствором, причем процессы электрохимической активации раствора и формирования ровницы совмещены и производятся в одном устройстве. Технологическая схема устройства представлена на рис. 1.

Процесс формирования ровницы и подготовки ее к прядению происходит следующим образом. Мычка, сформированная в вытяжном приборе ровничной машины с линейной плотностью от 0,25 до 2,0 ктекс, выходит из вытяжной пары 1 вытяжного прибора, проходит через отверстие в центральном электроде электрохимического реактора 2, где подвергается обработке электрохимически активированным раствором (анолитом или католитом), который получается при разложении слабонерализованной воды, подаваемой в реактор через штуцеры 3. При этом происходит разрушение лигнина в срединных пластинках технических волокон и ослабление связей между элементарными волок-

нами, что обеспечивает в дальнейшем стабильное протекание процесса вытягивания полученной ровницы в вытяжном приборе прядильной машины. Не используемый для обработки раствор католит или анолит соответственно отводится через штуцер 4. Движение продукта через реактор обеспечивается за счет подачи его в зону обработки вытяжной парой 1 и вывода из зоны обработки тянульной парой 5. Для упрочнения мычки в зоне обработки установлен вьюрок 6, вращающийся вокруг своей оси. Он зажимает мычку подпружиненными губками 7 и сообщает ей ложную крутку. В результате действия на льняную мычку электрохимически активированного раствора и упрочнения ее в зоне обработки ложной круткой происходит формирование ровницы, пригодной для переработки в пряжу на машинах мокрого прядения льна без предварительной химической обработки.

На рис. 2 показана конструктивная схема реактора для получения электрохимически активированного раствора и обработки в нем льняной ровницы.

Он состоит из двух коаксиально расположенных электродов, внутреннего 1 и наружного 2. Электроды располагаются наклонно, таким образом, чтобы их ось совпала с осью обрабатываемой ровницы.

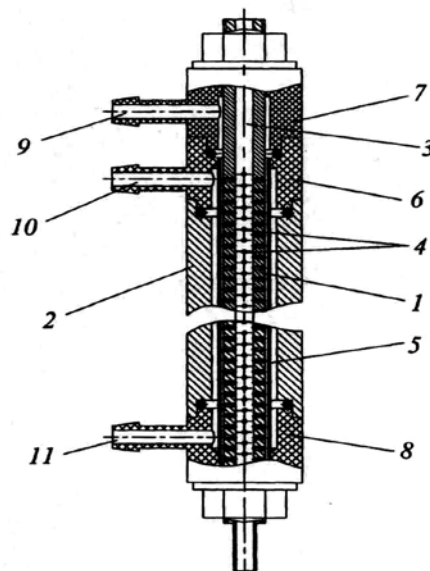


Рис. 2

Внутренний электрод представляет собой трубку с центральным каналом 3. В

ВЫВОДЫ

средней части электрод 1 имеет перфорации 4, соединяющие центральный канал с межэлектродным пространством. Между электродами 1 и 2 находится диафрагма 5, разделяющая межэлектродное пространство на две камеры – анодную и катодную. Полость камер герметизирована втулками 6, 7 и 8, изготовленными из изоляционного материала. Штуцеры 9 и 10 предназначены для подачи в реактор исходного раствора NaCl. Штуцер 11 предназначен для слива раствора, не используемого для обработки ровницы. Устройство работает следующим образом. К электродам 1 и 2 подводится постоянный ток, полярность которого выбирается в зависимости от того, каким раствором должна осуществляться обработка ровницы. При подключении отрицательного полюса к внутреннему электроду для обработки будет использоваться анолит, а при подключении положительного полюса – католит. Через штуцеры 9 и 10 в полость реактора подается 5%-ный раствор NaCl, который под действием электрического тока разлагается на анолит и католит. Раствор, используемый для обработки ровницы, вытекает из межэлектродного пространства в канал 3, через который движется волокнистая мычка. В этом канале происходит пропитка ее соответствующим раствором, и начинается разрушение лигнина, содержащегося в волокне.

Раствор, не используемый для обработки ровницы, стекает через штуцер 11. Раствор смачивает мычку, при этом за счет сил поверхностного натяжения жидкости возникают силы, прижимающие волокна друг к другу. Это приводит к тому, что сформированный таким образом продукт – ровница, имеет прочность, достаточную для его наматывания на катушку. Одновременно с формированием ровницы начинается расщепление комплексов, содержащихся в техническом волокне, на элементарные волокна, причем ослабление связей между волокнами продолжается в ровнице, намотанной на катушку, что обеспечивает стабильный процесс вытягивания ровницы в вытяжном приборе прядильной машины.

Предложен вариант реализации процесса обработки ровницы электрохимически активированным раствором в процессе ее формирования, что может существенно снизить энергозатраты на химическую обработку ровницы, по сравнению с существующими методами, и уменьшить количество отходов химического производства, подлежащих утилизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кричевский Г.Б., Никитков В.А.* Теория и практика подготовки текстильных материалов. – М.: Легпромбытиздат, 1989.
2. *Бахир В.М., Вторенко В.И., Задорожний Ю.Г., Леонов Б.И., Паничева С.А., Прилуцкий В.И.* Некоторые аспекты получения и применения электрохимически активированного раствора – анолита АНК // Третий международный симпозиум: Электрохимическая активация в медицине, сельском хозяйстве, промышленности. – М.: Всероссийский научно-исследовательский и испытательный институт медицинской техники, 28-29 октября, 2001.
3. *Бахир В.М., Задорожний Ю.Г., Битюцков О.П., Измайлов М.Г.* Установки СТЭЛ: общие сведения, основные правила эксплуатации и технического обслуживания // Третий международный симпозиум: Электрохимическая активация в медицине, сельском хозяйстве, промышленности. – М.: Всероссийский научно-исследовательский и испытательный институт медицинской техники, 28-29 октября, 2001.
4. Патент № 2139374 РФ МПК D01C 1/02 Способ подготовки лубоволокнистого материала / Петров В.Л., Алексов Н.В., опублик. 10.10.1999.
5. Патент № 61719 РФ МПК D01C 1/02. Поточная линия ускорения физико-химической обработки содержащего луб волокнистого материала / Петров В.Л., Алексов Н.В., опублик. 10.10.1999.
6. Патент РФ №2404300. Способ формирования и подготовки льняной ровницы к прядению / Рудовский П.Н., Петров В.Л., Гаврилова А.Б., Соркин А.П., Алексов Н.В., Красильщик Э.Г., Филлипок А.Н., опублик. 20.11.2010 Бюл. №32
7. *Смирнова С.Г., Соркин А.П.* Анализ влияния на прочность некрученной ровницы электрохимически активированного водного раствора // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №4С. С.56...58.
8. *Смирнова С.Г., Соркин А.П.* Исследование качественных показателей пряжи, полученной из ровницы разной структуры // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №4С. С. 56...58.
9. *Смирнова С.Г., Соркин А.П., Рудовский П.Н. и др.* Экспериментальная проверка влияния

обработки трепаного льна католитом на качественные параметры прочеса // Вестник КГТУ. – 2008, №17. С. 18...21.

10. Физика: Энциклопедия / Под. ред. Ю.В. Прохорова. – М.: Большая российская энциклопедия, 2003.

11. Патент РФ на изобретение №2467103. Способ формирования и подготовки некрученой льняной ровницы к прядению и устройство для его осуществления / Рудовский П.Н., Соркин А.П.,

Смирнова С.Г., Гаврилова А.Б., опублик. 20.11.12, Бюл. №32.

Рекомендована кафедрой инженерной графики, теоретической и прикладной механики. Поступила 07.06.13.

УДК 677.022;677.024

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КРУТИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ПРЯДИЛЬНОЙ САМОКРУТОЧНОЙ МАШИНЫ

EVALUATION OF TECHNOLOGICAL CAPABILITIES OF THE TWISTING DEVICE OF THE SELF-TWISTING SPINNING MACHINE

Н.А. ЕЛИСЕЕВА, А.А. ТЕЛИЦЫН, И.А. ДЕЛЕКТОРСКАЯ
N.A. ELISEEVA, A.A. TELITSYN, I.A. DELEKTORSKAYA

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

В статье приведены результаты испытаний СК-пряжи как с увеличенной, так и с уменьшенной длиной периода крутки. Впервые введено понятие "удельная крутка", характеризующая эффективность работы крутильного устройства. Установлено, что использование существующей конструкции крутильного устройства для производства СК-пряжи с уменьшенной длиной периода крутки нецелесообразно.

The article shows the results of the tests on self-twisted yarn with the increased and reduced length of the period of twisting. First time introduced the concept of "specific twist", characterizes the efficiency of the torsion device work. Established that the use of existing designs of twisting apparatus for producing self-twisted yarn with the reduced length of the period of twisting is inexpedient.

Ключевые слова: самокрученая пряжа, разрывная прочность, длина периода крутки, нулевая зона, удельная крутка, крутильное устройство, пневматический переключатель, блок вихревых камер.

Key words: self-twist yarn, tensile strength, length of a twist period, zero area, the specific twist, twisting device, a pneumatic switch, unit of the vortex chambers.

В работе [1] приведены результаты экспериментальной проверки третьей гипотезы прочности самокрученной (СК) пряжи, согласно которой ее разрывную нагрузку определяют потенциально разрываемые волокна [2]. Исследования проводились в условиях действующего производства ЗАО "Суворовская нить" (г. Суворов). Образцы пряжи вырабатывались на находящейся в эксплуатации с 1989 года машине ПСК-225-ШГ2. В результате проведенных испытаний было установлено, что потенциально разрываемые волокна обеспечивают около 80% прочности СК-пряжи. Однако исследователей насторожил тот факт, что вырабатываемая СК-пряжа имела несколько увеличенную среднюю протяженность "нулевых" зон, составившую 35 мм (рис. 1 – общий вид пряжи СК-структуры: l_s – участок S крутки; l_z – участок Z крутки; l_0 – длина нулевой зоны; T – длина периода крутки).

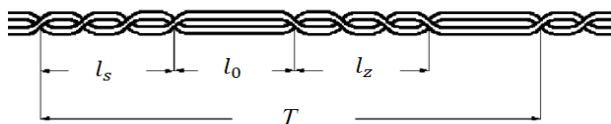


Рис. 1

Было высказано предположение, что это вызвано увеличившимися в процессе многолетней эксплуатации зазорами меж-

ду ротором и корпусом пневмопереключателей крутильного устройства, что приводит к перетечкам сжатого воздуха между магистралями сопловых каналов камер. Это неизбежно приводит к увеличению длительности переходного процесса изменения знака крутки и, как следствие, к увеличению протяженности "нулевых" зон. Поэтому было принято решение провести дополнительную серию экспериментов на лабораторном образце машины, оснащенном практически не находившимися в эксплуатации пневмопереключателями. При этом ставилась задача оценки возможности прогнозирования прочности СК-пряжи для различных значений длин периода крутки. Испытания проводились при скорости выпуска пряжи 150 метров в минуту. Вырабатывалась СК-пряжа из полиакрилонитрильных волокон (100%) линейной плотностью 29 текс×2. Угол сдвига фаз круток составлял 60 градусов. Остальные заправочные параметры соответствовали "Нормам технологического режима" Курского трикотажного комбината, являвшегося базовым предприятием в период освоения СК-способа. Результаты испытаний пряжи при различных значениях длины периода крутки T приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование показателей	$T=100$ мм	$T=120$ мм	$T=150$ мм	$T=180$ мм	$T=240$ мм	$T=300$ мм	$T=360$ мм
Разрывная нагрузка (прогноз), сН	814	745	670	640	557	475	370
Разрывная нагрузка (факт), сН	388	514	580	611	536	452	356
Крутка, кручений на метр	150	162	182	205	218	223	232
Удельная крутка, кручений на 1 см	2,08	2,26	2,48	2,8	2,9	2,9	3,0
Частота вращения вала пневмопереключателя, об/мин	749	624	500	416	312	250	208

Прогнозируемая разрывная нагрузка СК-пряжи рассчитывалась по методике, приведенной в [1] и [3]. Ключевым моментом расчетов было определение величины X_1 , представляющей длину вработки волокна в участки S и Z-крутки, при которой обеспечивается сила сцепления, равная его разрывной прочности. В эксперименте, описанном в [1], величина X_1 была

определена в условиях прядильного производства ЗАО "Суворовская нить" путем введения в смеску волокон мерной длины и контрастирующего с основным цвета с последующим их извлечением из участков S и Z-крутки. Данный опыт не мог быть повторен в лабораторных условиях. Поэтому для последующего определения этой величины расчетным путем авторами было введено понятие "удельная крутка" ($K_{уд}$),

ранее не применявшееся для описания показателей СК-пряжи. Величина $K_{уд}$ представляет собой число кручений, приходящееся на 1 см длины участков S и Z-крутки. Получим выражение для расчета $K_{уд}$. Если крутка СК-пряжи составляет K кручений на 1 метр длины пряжи, то число кручений на длине периода крутки, равной T (мм), составит $\frac{KT}{1000}$, а в пересчете на участок длиной ℓ_s или ℓ_z : $\frac{KT}{2 \cdot 1000}$ (рис. 1). Учитывая, что $\ell_s = \ell_z = \frac{T - 2\ell_0}{2}$, нетрудно получить значение удельной крутки $K_{уд}$, приходящейся на 1 сантиметр длины участка ℓ_s или ℓ_z :

$$K_{уд} = \frac{KT}{100(T - 2\ell_0)} \quad (1)$$

Для эксперимента, описанного в [1], величина $K_{уд}$ составила 2,8 кручений на 1 см при крутке пряжи K = 198 кручений на метр. При этом экспериментально определенная величина X_1 составила 9,6 мм. Поскольку в лабораторном эксперименте при длинах периода T = 180, 240, 300 и 360 мм удельная крутка $K_{уд}$ составила соответственно 2,8; 2,9; 2,9 и 3,0 кручений на 1 см, для прогнозирования разрывной нагрузки величина X_1 была принята равной 9,6 мм [1]. В ходе расчетов был получен промежуточный результат, дающий материал для анализа. Это расчетные значения доли потенциально разрываемых волокон при различной длине периода крутки, приведенные в табл. 2 (структурные характеристики СК-пряжи).

Таблица 2

Длина периода крутки T, мм	360	300	240	180	150	120	100
Доля потенциально разрываемых волокон, %	27	34,5	40	45,5	47,5	52	57
Средняя длина нулевой зоны L, мм	43	36	30	24	20	17	14

Здесь все выглядит логично. При возрастании длины периода крутки уменьшается длина нулевой зоны, что повышает долю волокон, оба конца которых вработаны в участки S и Z-крутки. Поэтому при использовании предложенного авторами в [1] выражения (2) с ростом количества потенциально разрываемых волокон (m_p), уменьшением ℓ_0 , при сохранении X_1 , прогнозируемая разрывная прочность СК-пряжи также растет:

$$P_{СК} = 2P_1 = 2P_0 m_p \left(1 - \frac{2X_1}{L_{\max} - \ell_0}\right) \quad (2)$$

Для проверки этого положения было решено провести опытную наработку образцов пряжи с длиной периода крутки меньшим, чем 180 мм.

Обратимся теперь к табл. 1. Из нее следует, что прогнозируемая при помощи предложенной авторами методики разрывная нагрузка СК-пряжи при длинах периода крутки T от 180 до 360 мм отличается от фактической на величину от 3,9 до 5,1%, что следует признать хорошим результатом. Одна-

ко для длин периода крутки 150, 120 и 100 мм это отклонение составляет соответственно 16, 45 и 109%. Попробуем объяснить полученные результаты следующим образом. В машине ПСК-225-ШГ2 программу подачи импульсов сжатого воздуха в сопловые каналы камер определяет пневматический переключатель. Он состоит из неподвижного корпуса, выполненного в виде полого цилиндра, внутри которого вращается переключающий элемент – ротор, имеющий поперечные пазы. В корпусе имеются выпускные отверстия, соединенные с сопловыми каналами рабочих камер. При совмещении паза на вращающемся роторе с выпускным отверстием корпуса в соответствующий сопловой канал камеры подается импульс сжатого воздуха. Конструктивно переключатель выполнен таким образом, что за 1 оборот ротора в каждый сопловой канал камер подается два импульса сжатого воздуха. На рис. 2 графически показано влияние длины периода крутки на прочность СК-пряжи.

Из рис. 2 видно, что фактическая разрывная нагрузка СК-пряжи при увеличе-

нии длины периода крутки со 180 до 360 мм снижается практически линейно. Причиной этого является постепенное увеличение длин нулевых зон (табл. 2). При этом удельная крутка растет незначительно с 2,8 до 3,0 кручений на 1 см длины зон S и Z- крутки (рис. 2).

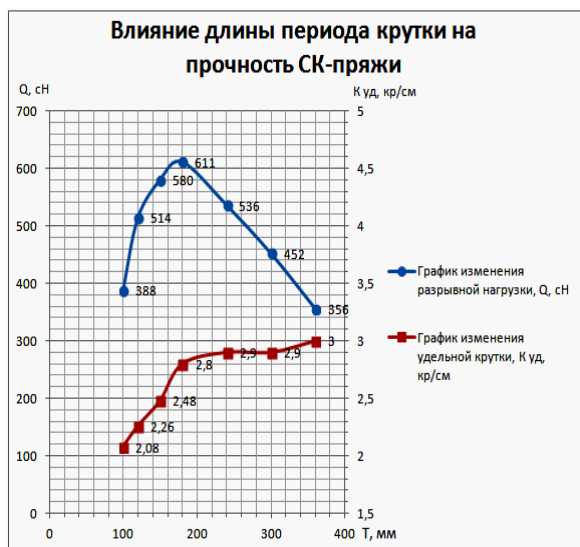


Рис. 2

Максимальное значение разрывной нагрузки СК-пряжи достигается при $T = 180$ мм и составляет величину 611 сН. Уменьшение длины периода крутки со 180 до 100 мм должно было бы привести к росту фактической разрывной нагрузки СК-пряжи, так как при этом уменьшается средняя длина нулевых зон (табл. 2). Однако, как видно из табл. 1 и рис. 2, этого не происходит, и величина Q начинает резко падать. Причиной этого является уменьшение удельной крутки при малых длинах периода, что связано со снижением интенсивности кручения, обеспечиваемой системой пневматический переключатель – блок вихревых камер. При длине периода $T=180$ мм и скорости выпуска 150 метров в минуту ротор пневмопереключателя совершает 416 оборотов в минуту. Это означает, что за 1 секунду в каждый сопловой канал камер подается 14 импульсов сжатого воздуха. При длине периода крутки 150; 120; 100 мм количество импульсов за 1 секунду составит соответственно 17;

21 и 25. Из этого следует, что применяемая в машине ПСК-225-ШГ2 конструкция системы пневматический переключатель – блок вихревых камер не обеспечивает необходимой интенсивности кручения при таких высоких частотах переключений. Решение этой проблемы требует специальных исследований. Продолжение работ по повышению прочности СК-продукта актуально еще и потому, что в последнее время получен опыт использования комбинированных нитей СК-структуры в ткачестве [4...6].

ВЫВОДЫ

1. Предложенная авторами методика прогнозирования прочности СК-пряжи обеспечивает точность прогноза в пределах 3...5% при длинах периода крутки от 180 до 360 мм.
2. Введенная авторами величина "удельная крутка" позволяет оценить эффективность работы крутильного устройства.
3. Использование существующей конструкции крутильного устройства для производства СК-пряжи с длиной периода крутки менее 180 мм нецелесообразно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Елисеева Н.А., Телицын А.А., Делекторская И.А. Экспериментальная проверка третьей гипотезы прочности самокрученной пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 4. С. 72...74.
2. Телицын А.А., Елисеева Н.А., Делекторская И.А. К вопросу повышения прочности пряжи самокрученной структуры // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5. С. 111...115.
3. Гурьев А.Н., Телицын А.А., Разумев К.Э. Влияние длины периода крутки на положение концов волокон в самокрученной пряже // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 4С. С. 59...62.
4. Рудовский П.Н., Королева М.Л., Миникова И.В., Лапшин В.В. Влияние регулируемых параметров на натяжение утка при выработке высокоэластичных тканей // Вестник КГТУ. – 2009, № 2.
5. Рудовский П.Н., Королева М.Л., Миникова И.В. Исследование изменения ширины тканей с трехкомпонентными СК-структуры нитями в утке // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, № 4С. С.72...74.

6. Королева М.Л., Смирнова Н.А., Рудовский П.Н., Мининкова И.В. Влияние эластичных комбинированных самокруточных (КСК-структуры) нитей на анизотропию усадки льносодержащих тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №1. С.18...20.

Рекомендована кафедрой ТММ, ДМ и ПТМ.
Поступила 07.06.13.

УДК 677. 024

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ НИТЯМИ УТКА
В ПЕРЕХОДНОМ РЕЖИМЕ ФОРМИРОВАНИЯ ТКАНИ
ПЕРЕМЕННОЙ ПЛОТНОСТИ ПО УТКУ**

**DETERMINE THE DISTANCE BETWEEN WEFT THREADS
IN A TRANSIENT MODE OF FABRICS FORMING PROCESS
WITH VARIABLE WEFT DENSITY**

А. П. ГРЕЧУХИН, В.Ю. СЕЛИВЕРСТОВ
A.P. GRECHUKHIN, V.Y. SELIVERSTOV

(Костромской государственной технологической университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: niskstu@yandex.ru

В статье представлен расчет расстояний между уточными нитями при формировании переходного участка ткани с переменной плотностью по утку. Разработана установка для определения величины приборной полосы. Определен характер изменения величины приборной полосы при формировании переходного участка ткани с переменной плотностью по утку.

The paper presents the calculation of distances between the weft yarns in a transient mode of fabrics forming process with variable weft density. Developed a system for determining the value of the fabric beating deformation. Determine the character of change of the fabric beating deformation during formation fabric with variable weft density.

Ключевые слова: ткань переменной плотности, приборная полоска, переходный участок плотности, абсолютная плотность ткани по утку.

Keywords: fabric of variable density, beat strip, transition area of density, welt density of fabric.

Изучению параметров строения тканей с переменной плотностью по утку посвящено множество работ [1...5]. Одна из главных технологических проблем при выработке ткани с переменной плотностью по утку – это обеспечение четких (при необходимости) границ перехода плотностей

при смене плотности по утку, особенно при переходе к уплотненному участку (в этом случае требуется подача ткани на бердо). Нерешенным остается и вопрос прогнозирования плотностей по утку при выработке ткани с переменной плотностью по утку с плавным переходом плотностей.

Изучение этого вопроса позволит определить критерий четкости границ перехода плотностей по утку.

Традиционно считается [6], что плотность ткани по утку определяет величину приборной полосы. Приборную полосу определяем как расстояние, пройденное n -й уточной нитью (n – количество скользящих уточных нитей в зоне формирования ткани) относительно n -й нити в момент крайнего переднего положения берда. Это определение полностью отражает определение Ямщикова С.В. [7, с.295] с корректировкой на количество скользящих в зоне формирования уточных нитей. Количество скользящих уточин в зоне формирования ткани теоретически определено в работе [8]. Величину приборной полосы и величину, на которую снижается деформация ткани при приборе, отождествляем.

При формировании ткани с переменной плотностью по утку с плавным переходом плотностей возникает избыточная длина ткани в заправке при переходе к разреженному участку и наоборот; при переходе к уплотненному участку возникает недостаток длины ткани в заправке, так как для формирования ткани заданной плотности необходима определенная сила прибора, которая будет являться следствием увеличения величины приборной полосы. Поэтому сделаем вывод о том, что при формировании ткани в заправке должна быть определенная длина ткани для достижения необходимой силы прибора и величины приборной полосы. Следовательно, в переходном режиме величина, на которую снижается деформация ткани при приборе, будет определять плотность ткани по утку. Поясним на примере перехода к разреженному участку. При формировании этого участка величина приборной полосы постепенно снижается. Это приводит к тому, что плотность ткани по утку снижается постепенно. Величина приборной полосы будет уменьшаться за каждый цикл формирования ткани на величину отвода ткани товарным регулятором за вычетом расстояния между нитями, соответствующего предыдущей плотности по утку. При фор-

мировании первой уточной нити переходного участка:

$$Ly_0 = f(\text{Дупл} - (L_{yp} - L_{упл})), \quad (1)$$

где Ly_0 – текущее расстояние между нитями утка, мм; Дупл – величина приборной полосы при выработке уплотненного участка ткани, мм; L_{yp} – расстояния между уточными нитями при формировании разреженного участка, мм; $L_{упл}$ – расстояния между уточными нитями при формировании уплотненного участка, мм; $f(\dots)$ – функциональная зависимость приборная полоска – плотность ткани по утку.

Для второй прокидки утка:

$$Ly_1 = f(\text{Дупл} - (L_{yp} - L_{упл}) - (L_{yp} - Ly_0)). \quad (2)$$

Тогда для всех уточин запишем общее уравнение:

$$Ly_i = f(\text{Дупл} - (i + 1)L_{yp} + L_{упл} + \sum_{j=1}^i Ly_{j-1}). \quad (3)$$

При переходе к уплотненному участку ткани уравнение примет вид:

$$Ly_i = f(\Delta p + L_{yp} - (i + 1)L_{упл} + \sum_{j=1}^i Ly_{j-1}). \quad (4)$$

В работе исследовали процесс формирования льняной ткани переменной плотности по утку, где в основе и в утке использовалась льняная пряжа 50 текс БМВЛ, плотность ткани по основе по берду 164 нит/10 см, плотность ткани по утку 130 нит/10 см (участок из 20 нитей), 90 нит/10 см (участок из 10 нитей).

Для экспериментального исследования процесса формирования тканей с переменной плотностью по утку в работе применен метод скоростной видеосъемки. Изготовлена экспериментальная установка на основе цифрового фотоаппарата CasioFH25. Фотоаппарат позволяет осуществлять скоростную видеосъемку со скоростью до 1000 кадров в секунду с разрешением 226×56 пикселей. Исследования проводились на станке СТБ2-175. Частота

вращения главного вала составляла 200 об/мин, то есть в секунду главный вал станка совершает 3,33 оборота, что составляет 1200 градусов. На один кадр видеозаписи приходится $1,2^\circ$ поворота главного вала (без учета неравномерности вращения, фактически этот показатель будет су-

щественно ниже, так как операция прибором самая энергоемкая и в этот момент главный вал существенно замедляется). Этого вполне достаточно для измерения расстояния, которое проходит бердо после контакта с опушкой ткани.

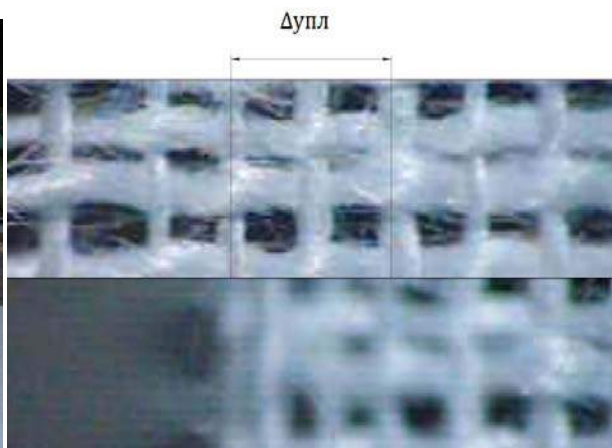


Рис. 1

Рис. 2

Внешний вид установки для скоростной видеосъемки показан на рис. 1. На рис. 2 (прибой уточины переходного участка) представлен момент начала смещения уточин (верх) и момент крайнего переднего положения батана (низ). Измеряли перемещение четвертой (вместе с уже прибитой уточной нитью) уточины (как и в работе [8], предполагали скольжение трех уточин в зоне формирования ткани).

График изменения величины приборной полоски при переходе к уплотнению представлен на рис. 3.

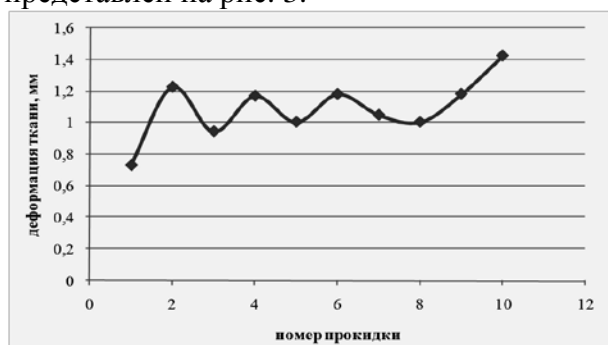


Рис. 3

Диапазон изменения величины приборной полоски колеблется в пределах от 0,7 до 1,45 мм. При этом плотность по утку изменяется в пределах от 90 до 130 нит/10см. Используем линейную зависимость приборная полоска – расстояние между уточными нитями:

$$L_y = -0,481\Delta + 1,462. \quad (5)$$

Тогда, используя формулы (3), (4), получаем прогноз по расстояниям между уточными нитями. Прогноз представлен на рис. 4 (прогнозирование расстояний между нитями утка при переходе к разрежению) и 5 (прогнозирование расстояний между нитями утка при переходе к уплотнению).

Максимальное отклонение расчетных и экспериментальных данных составляет 15,3%.

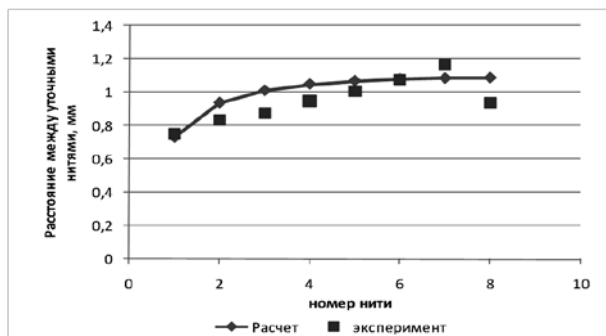


Рис. 4

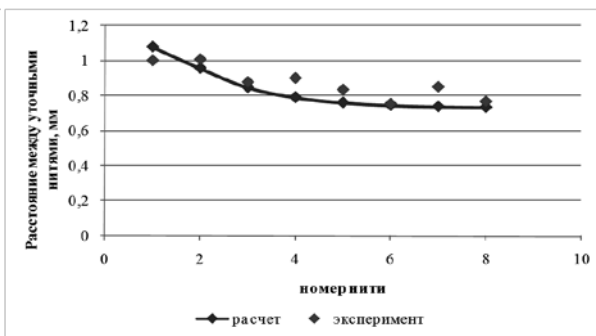


Рис. 5

ВЫВОДЫ

Предложенный метод позволяет использовать полученные данные для прогнозирования параметров строения переходного участка ткани переменной плотности с помощью разработанного нами способа на основе нелинейной теории изгиба [9...11] (а также строить его трехмерную геометрическую модель [12...15]), что необходимо для проектирования технологии производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Велиев Ф. А.* Определение технологических параметров тканей переменной плотности по утку // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1990, № 3. С. 41...43.
2. *Велиев Ф. А.* Влияние динамики товарного регулятора на расстояние между уточными нитями при выработке тканей с переменной плотностью по утку // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1989, № 6. С. 45...48.
3. *Синицын В.А., Ерохин Ю.Ф., Карева Т.Ю.* Создание эффекта переменной плотности ткани по утку на ткацком станке с модернизированным кулачковым зевообразовательным механизмом // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1997, № 4. С. 40...44.
4. *Шлыков А.С., Краснословова В. В., Синицына И. В. и др.* Оценка характера расположения нити основы в опушке ткани с переменной плотностью по утку // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, № 4. С. 47...49.
5. *Селиверстов В. Ю., Гречухин А.П.* Исследование процесса формирования тканей с переменной плотностью по утку на станке СТБ с товарным регулятором периодического действия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, № 4 С.С. 62...64.
6. *Гордеев В.А., Волков П.В.* Ткачество: Учебник. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

7. *Ямщиков С. В.* Развитие теории формирования ткани и методов прогнозирования технологических параметров ткачества: Дис. ... докт. техн. наук. – Кострома, КГТУ, 1997.

8. *Степанов С. Г.* Развитие теории формирования и строения ткани на основе нелинейной механики гибких нитей: Дис. ... докт. техн. наук. – Иваново, ИГТА, 2007.

9. *Гречухин А.П., Зайцев Д.В.* Совершенствование методики прогнозирования параметров строения ткани полотняного переплетения на основе нелинейной теории изгиба // Научный вестник Костромского государственного технологического университета [электронный ресурс], <http://vestnik.kstu.edu.ru/>, 12 С.

10. *Зайцев Д.В., Гречухин А.П.* Реализация метода расчета параметров строения ткани полотняного переплетения на основе нелинейной теории изгиба // Научн. тр. молодых ученых КГТУ. – Кострома: КГТУ, 2012, вып. 13. С. 42...46.

11. *Зайцев Д.В., Гречухин А.П.* Расчет параметров строения тканей полотняного переплетения на основе нелинейной теории изгиба. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2012612560 от 11.03.2012.

12. *Гречухин А.П., Селиверстов В.Ю.* Способ построения границ профиля нити в ткани с переменной плотностью расположения нитей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 1. С. 46...49.

13. *Гречухин А.П., Селиверстов В.Ю.* Способ построения профиля нити в ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 5. С. 52...55.

14. *Гречухин А.П., Селиверстов В.Ю.* Трехмерная модель формы нити в однослойной ткани полотняного переплетения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 5. С. 62...64.

15. *Зайцев Д.В., Гречухин А.П.* Компьютерное трехмерное моделирование строения ткани полотняного переплетения на различных этапах формирования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 4. С. 85...88.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 07.06.13.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ СИСТЕМЫ ЗАПРАВКИ ТКАЦКОГО СТАНКА**THE STUDY OF RIGILITY OF THE SYSTEM FILLING LOOMS**

М.С. БОГАТЫРЕВА, И.В. СТАРИНЕЦ
M.S BOGATYREVA, I.V. STARINES

(Костромской государственной технологической университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: marin-bogatyrev@yandex.ru

В статье представлены результаты исследования жесткости системы заправки ткацких станков с негативными и позитивными механизмами подачи основы.

The results of the study of rigidity of the system filling looms with negative and positive mechanisms feed basis.

Ключевые слова: ткацкий станок, жесткость заправки, подача основы.

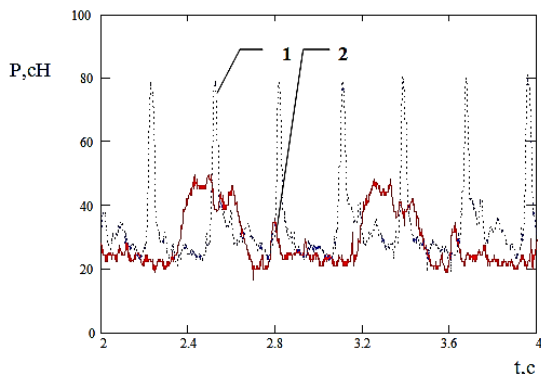
Keywords: the loom, the rigidity of filling , the main thread? submission of the basics.

Жесткость системы заправки ткацкого станка – один из главных факторов, определяющих напряженность процесса образования ткани. Жесткость также является одним из основных параметров при расчете технологических параметров процесса ткачества и при его моделировании. Жесткость системы заправки ткацкого станка определяется строением ее отдельных элементов, их длиной и условиями деформации в процессе ткачества. От величины жесткости заправки и ее деформации на станке зависит натяжение, уровень которого определяет напряженность процесса образования ткани. Согласно [1] в упругую систему заправки ткацкого станка входят основные нити и некоторая длина ткани в рабочей зоне. Эти элементы имеют различную длину, упругие свойства и коэффициенты жесткости при деформации растяжения. В определенные моменты рабочего периода отдельного цикла деформация воспринимается всей системой заправки, а во время другой части, например, во время прибоя, основа и ткань деформируются как два независимых элемента.

Кроме того, условия деформации заправки различны по ширине ткацкого станка, так как ткань в зоне шпаруток имеет значительно меньшую длину, как компонент системы заправки. Поэтому на ткацком станке можно выделить две зоны, различающиеся по структуре системы заправки. Первая – шпаруточная, где деформация воспринимается практически только основными нитями, без ткани, и вторая – центральная часть фона, где соотношение длин компонентов системы заправки в течение цикла постоянно меняется. Например, при прибое больше деформируется основа, а при зевобразовании деформируются и основа, и ткань.

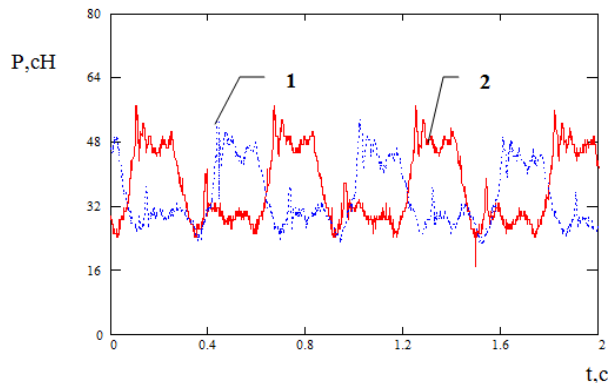
В лаборатории кафедры ткачества КГТУ проведены исследования жесткости системы заправки на ткацких станках АТ с позитивными и негативными механизмами подачи основы. Эксперимент проводился следующим образом: сначала проводили измерения натяжения в шпаруточной и центральной части фона, затем шпарутку снимали и эксперимент повторяли. При этом особый интерес представляет характер изменения

в шпартучной зоне при наличии шпартутки и без нее. На рис. 1 представлены тензограммы натяжения основных нитей для станка АТ с основным тормозом: а) –



а)

шпартучная часть заправки, б) – фоновая часть заправки; 1 – со шпартуткой, 2 – без шпартутки.



б)

Рис. 1

По полученным тензограммам определяли среднее значение натяжения в цикле работы станка. Результаты эксперимента

представлены в табл.1, где станок №1 – АТ с планетарным регулятором, станок №2 – АТ с основным тормозом.

Таблица 1

Номер станка	Среднее натяжение в цикле работы ткацкого станка					
	Шпартучная зона			Фон		
	со шпартуткой, сН	без шпартутки, сН	степень изменения, %	со шпартуткой, сН	без шпартутки, сН	степень изменения, %
1	16,328	19,475	19,3	22,565	21,479	4,8
2	14,918	20,593	38	38,198	36,573	4,25

Эксперименты показали, что в отсутствие шпартутки среднее натяжение в цикле работы станка увеличивается как на станке с негативным, так и с позитивным основным регулятором. Степень изменения натяжения на двух разных станках практически одинакова. Увеличение натяжения говорит об изменении жесткости системы заправки. Так как средняя деформация в заправке не изменилась, следовательно, жесткость системы заправки увеличилась. Таким образом, жесткость системы заправки при большем участии ткани возрастает. Это объясняется тем, что жесткость ткани выше жесткости основы, а доля компонентов системы заправки при изменении условий эксперимента изменяется – длина основы уменьшается, а ткани – увеличивается. Интерес представляет также сравнение с фоновой частью. В фоновой части при отсутствии шпартутки на-

блюдается незначительное уменьшение среднего натяжения, которое вызвано смещением опушки ткани.

В настоящее время известно несколько методов определения жесткости элементов заправки. Например, жесткость основы можно определить по тензограмме натяжения [2]. Профессором Синицыным предложена методика определения жесткости системы заправки в динамических условиях при разном натянутом зеве [3]. Нами предлагается метод определения жесткости элементов системы заправки по разнице натяжений в шпартучной части заправки, измеренных при наличии шпартутки и без нее.

Для расчета жесткости воспользуемся формулой Гордеева В.А. [1]:

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}, \quad (1)$$

где C – жесткость системы заправки; C_1 – жесткость основы; C_2 – жесткость ткани.

Пусть имеем две жесткости заправки – для разных условий проведения экспериментов. Примем допущение, что при наличии шпартутки жесткость ткани в шпартуточной зоне заправки равна нулю, то есть $C_2 = 0$, так как длина ткани составляет всего 2,5 мм. Тогда из формулы (1) имеем:

$$C' = \frac{C_1}{2}. \quad (2)$$

После снятия шпартутки жесткость системы равна:

$$C'' = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}. \quad (3)$$

Разделим (3) на (2), получим:

$$\frac{C''}{C'} = \frac{C_1 C_2 \cdot 2}{(C_1 + C_2) C_1} = \frac{2C_2}{(C_1 + C_2)}. \quad (4)$$

В левой части уравнения имеем отношение жесткостей. Согласно закону Гука жесткость прямо пропорциональна натяжению, то есть:

$$\frac{C'}{C''} = \frac{P''}{P'} = \Delta. \quad (5)$$

Подставляя (5) в (4) и решая относительно C_2 , можем найти жесткость ткани по формуле:

$$C_2 = \frac{\Delta C_1}{2 - \Delta}. \quad (6)$$

При расчете по формуле (6) получили следующие результаты: на первом станке жесткость основы составила 37,5 сН/м, жесткость ткани – 55,5 сН/м, на втором станке: жесткость основы составила 40 Н/м, жесткость ткани – 65 сН/м.

ВЫВОДЫ

1. Проведены исследования жесткости системы заправки на ткацком станке, которые показали, что ткань, как компонент заправки, увеличивает жесткость всей системы.

2. Получены формулы для расчета жесткости основы и ткани в системе заправки ткацкого станка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеев В.А., Волков П.В. Ткачество: Учебник для вузов. – 4 изд. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

2. Богатырева М.С., Ступников А.Н. Определение релаксационных параметров основных нитей в заправке ткацкого станка // Вестник КГТУ. – Кострома, 2003, № 5.

3. Шлыков А.С., Быкадоров Р.В., Бобылькова И.С., Сокерин Н.М. Исследование и пути стабилизации натяжения нитей основы на бесчелночном ткацком станке // Изв. вузов, Технология текстильной промышленности. – 2011, №6.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 07.06.13.

**СНИЖЕНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ
НА СНОВАЛЬНОЙ МАШИНЕ
ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНИЧЕСКИХ ПАКОВОК
СОМКНУТОЙ КРЕСТОВОЙ НАМОТКИ**

**REDUCTION OF THREAD TENSION UNEVENNESS
ON SPINDLE-DRIVEN WARPERS
BY USING WEFTPACKAGES OF JOINED CROSSED WIND**

А.Г. БЕЗДЕНЕЖНЫХ
A.G. BEZDENEGHNYH

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

Для выполнения технологических требований к процессу снования на сновальной машине предложено использовать в качестве питающих конических паковки сомкнутой крестовой намотки, позволяющие снизить неравномерность натяжения одновременно снующихся нитей.

To meet the requirement of technological process of spindle-driving on spindle-driven warper the author of the article suggests using conic forgings of joined crossed wind allowing to reduce unevenness of a tension of threads being spindled at the same time.

Ключевые слова: сновальная машина, текстильная нить, натяжение, сомкнутая крестовая намотка, структура намотки, обрывность нити.

Keywords: spindle-driven warper, textile thread, tension, joined crossed wind, wind structure, textile thread breakage.

Экспериментальные исследования по контролю натяжения нитей в различных технологических процессах текстильной отрасли предоставляют возможность совершенствовать оборудование и технологию производства. К числу необходимых технологических требований процесса снования относятся постоянство натяжения одновременно снующихся текстильных нитей при формировании партии сновальных валиков для обеспечения одинаковой по всей ширине сновального валика (ткацкого навоя) плотности намотки и наличие строго определенного количества нитей одинаковой длины в сновке. Однако значительные по величине колебания натяжения нити при сматывании с установленных на сновальной рамке конических пако-

вок приводят к повышенной обрывности основы на ткацком оборудовании. Особенно высокий уровень неравномерности натяжения нити при сматывании имеет место при перематывании льняной текстильной нити [1]. Исследования показали, что до 44% всех обрывов нитей в сновании происходит вследствие пороков структуры намотки питающих паковок. Неравномерность натяжения нитей происходит уже при сматывании с паковки, увеличивается при прохождении через натяжной прибор и нитенаправляющие устройства [2].

Характер изменения натяжения текстильной нити в процессе наматывания на сновальный валик в основном определяется неравномерностью натяжения в вершине баллона при сматывании с паковки,

складывающейся из начального натяжения и составляющей натяжения от баллона [3]. Начальное натяжение нити, зависящее от скорости сматывания, структуры паковки и текущего диаметра тела намотки, определяется силами сцепления витков на паковке и силами трения отделяемого от намотки витка о витки, остающиеся на паковке. При высоких скоростях сматывания нитей с паковок беспорядочной намотки (с машин М-150-2, М-2, МЛМ-2) образуется большое количество слетов витков с поверхности паковки на ее торец и вследствие этого наблюдается обрывность сматываемых нитей. К существенным недостаткам паковок беспорядочной намотки относятся и наличие зон ленточной и жгутовой намотки, невысокая плотность паковок, разноплотность по слоям и вдоль образующей тела намотки. При формировании паковки беспорядочной намотки угол скрещивания витков остается неизменным в течение всей наработки, количество витков нити с увеличением диаметра паковки уменьшается, что влечет за собой рост натяжения текстильной нити при осевом сматывании витка с паковки при сновании. Все это обусловлено способом получения паковки, формирующим структуру текстильной паковки. Поэтому величина начального натяжения в случае применения паковок беспорядочной намотки является сложной переменной и в статистическом смысле в некоторой части случайной, так как строение такой паковки неоднородно и имеет дефекты [4]. Немаловажное влияние на процесс сматывания нитей с паковки оказывает плотность их намотки: сматывание нитей с паковки малой плотности сопровождается большим числом слетов витков из-за малых сил межвиткового сцепления, провоцируя повышенную обрывность снующихся нитей.

Целью работы являлось выявление рациональной структуры паковки сомкнутой крестовой намотки, предназначенной для снования: структура паковки должна обеспечивать легкость схода нити; иметь строго определенную (по возможности) максимальную длину нити на паковке; натяжение нити должно быть постоянным; па-

ковка должна сохранять свою форму и при переработке не иметь слетов витков на торцы тела намотки. При изучении колебаний натяжения текстильной нити при сматывании особое внимание уделялось структуре паковки, так как именно структура является одной из причин неравномерности натяжения при сматывании в процессе снования [5]. Благодаря прецизионному способу наматывания паковок на серийной машине марки МПМ-8 (с лопастным нитераскладчиком) были получены конические паковки различных структур с хлопчатобумажной (10текс×3, 50 текс) и льняной нитью (46, 56 и 83 текс). Высота образующей паковок не превышала 152 мм, максимальный диаметр 210 мм. Паковки наматывались на стандартные патроны с различным углом конусности. При равных размерах диаметров входных паковок длина нити в паковках сомкнутой намотки превышала паковку с беспорядочной намоткой нити на 15...21%. Исследования процесса сматывания нитей с этих паковок проводились в лаборатории качества КГТУ на сновальной машине марки СП-140-2 с использованием блочной автоматической системы измерения натяжения нитей [6].

При осевом сматывании с неподвижной паковки текстильная нить совершает поступательное движение относительно своей оси и переносное вращательное вокруг оси паковки. При сматывании нити образуется баллон с меняющейся формой. Форма баллона зависит от скорости сматывания, сил сцепления витков на паковке и сил трения отделяемого витка о витки, остающиеся на паковке, а также действия на нить центробежной силы и силы сопротивления воздуха. В результате измерения натяжения при осевом сматывании с паковок беспорядочной намотки и трех различных структур паковок сомкнутой крестовой намотки были получены характеристики (табл. 1, 2) натяжения нити в вершине баллона (средняя величина натяжения, вычисленная по 1000 значениям; коэффициент вариации, сила отрыва витка от паковки), позволившие выявить рациональные структуры паковок прецизионного

способа наматывания для процесса снования. Табл. 1 – экспериментальные данные измерения натяжения при осевом сматывании с паковок хлопчатобумажной нити

10 текс×3; табл. 2 – экспериментальные данные измерения натяжения при осевом сматывании с паковок льняной нити 56 текс.

Т а б л и ц а 1

Передаточное отношение	Средняя величина натяжения, сН	Коэффициент вариации, %	Сила отрыва витка отпаковки, сН
2,967	2,8	11	1,6
2,562279	1,5	8	1,2
3,0526	2,3	14	1,8
Паковка беспорядочной намотки	5,6	15	4

Т а б л и ц а 2

Передаточное отношение	Средняя величина натяжения, сН	Коэффициент вариации, %	Сила отрыва витка отпаковки, сН
2,967	3,3	15	2,1
2,562279	2,5	11	1,9
3,0526	3,6	14	2,3
Паковка беспорядочной намотки	8,3	21	7,2

Эксперименты показали также, что величина колебаний натяжения нити при сматывании с паковок сомкнутой крестовой намотки на 25...30% ниже, чем при сматывании с конических паковок беспорядочной намотки. Это объясняется тем, что тела намотки имели четкие структуры (без жгутов и лент). Из табл. 1, 2 видно, что паковка, намотанная с соблюдением передаточного отношения 2,562279 между паковкой и нитераскладчиком, наиболее удовлетворяет технологическим требованиям процесса снования. Неизменяющееся во времени количество намотанных на паковку витков вдоль образующей патрона позволяет говорить о постоянстве сил сцепления отделяемых нитей. Постоянство числа витков обеспечивает также неизменное положение баллона в пространстве при сматывании нити.

ВЫВОДЫ

1. Использование паковок сомкнутой крестовой намотки специально подобранных структур для процесса снования повышает производительность оборудования за счет увеличенной длины нити на паковке.

2. Применение паковок сомкнутой крестовой намотки специально подобранных структур для процесса снования позволяет обеспечить неизменное положение баллона в пространстве при сматывании нити, уменьшив величину натяжения нити при сматывании на 25...30% по сравнению с процессом сматывания с конических паковок беспорядочного способа наматывания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лустгартен Н.В., Борисова Е.А. Льноткачество. Теория и технология процесса перематывания нитей: Учебное пособие. – Кострома, Изд-во КГТУ, 1998.
2. Банакова Н.В., Ерохова М.Н., Крутикова В.Р. Оценка показателя напряженности процесса снования // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4.
3. Попова Г.К., Ефремов Е.Д. О натяжении нити при сматывании с конической бобины в условиях сновки // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 1970, №1.
4. Ефремов Е.Д. О натяжении нити на сновальной машине С-140 // Изв.вуз. Технология текстильной промышленности. – 1963, №1.

5. *Безденежных А.Г.* Структурный анализ текстильных паковок сомкнутой крестовой намотки // Изв.вузов. Технология легкой промышленности. – 2009, №1.

6. *Садовская О.Б., Ступников А.Н., Тягунов В.А., Глотова Т.М.* Автоматическая система измерения натяжения нитей на сновальной машине //

Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 1991, № 1.

Рекомендована кафедрой ТХОМ, ХПИ и ТС.
Поступила 07.06.13.

УДК 677.024.054

НАТЯЖЕНИЕ УТОЧНОЙ НИТИ НА ЧЕЛНОЧНОМ ТКАЦКОМ СТАНКЕ

WEFT TENSION ON SHUTTLE LOOM

А.Б.БРУТ-БРУЛЯКО, А.А.ШИРИН
A.B.BRUT-BRULYAKO, A.A.SHIRIN

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

Проведено исследование натяжения уточной нити на челночном ткацком станке в зависимости от скорости ткацкого станка.

Research weft tension on shuttle loom depending on loom speed is carried out.

Ключевые слова: уточная нить, ткацкий станок, челнок, натяжение.

Keywords: weft, loom, shuttle, tension.

На бесчелночных ткацких машинах прокладывание уточной нити происходит с паковок, расположенных вне зева, поэтому осуществить контроль уровня натяжения уточной нити не представляет особой сложности [1], [2].

В челночных ткацких машинах уточная нить прокладывается из челнока, движущегося возвратно-поступательно внутри зева. Автоматические челночные ткацкие машины до сих пор широко используются из-за их ассортиментных возможностей получения тканей из волокон всех видов с классическими кромками. На челночных ткацких машинах, поскольку челнок движется постоянно между нитями основы и возвратно-поступательно, не представляется возможным замерить реальное натяжение уточной нити в процессе работы машины. Однако уровень обрывности уточной нити на челночных ткацких машинах очень низкий, что позволяет про-

гнозировать о малой величине натяжения уточной нити на этих ткацких машинах.

Технологическая схема сматывания уточной нити из челнока при его движении достаточно простая, и она приведена на рис. 1.

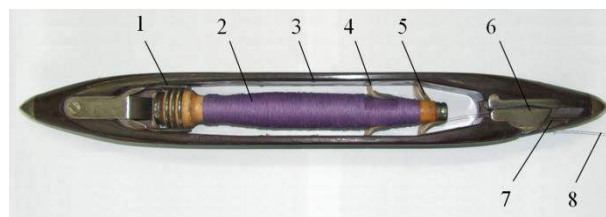


Рис. 1

Уточная нить сматывается со шпули 2, которая удерживается ухватиком 1. Ухватик закреплен в челноке 3. При сматывании уточная нить тормозится капроновой леской 4 и 5 с двух сторон в вершине намотки пряжи. Капроновая леска необходима для ликвидации слета витков пряжи, так как скорость сматывания нити очень

высокая. Расчет скорости сматывания нити приведен ниже. Иногда в челноках для торможения нити используют кусочки меха или щетину.

После прохождения двух тормозных зон уточная нить огибает под углом 90° направляющий выступ в заводной машинке 6. Затем уточная нить огибает направляющую шпильку 7 под углом 90° и прокладывается в открытом зеве между основными нитями.

Натяжение уточной нити 8 в зеве создается за счет трения нити о поверхность намотки пряжи на шпуле при ее сматывании, трения о капроновые петли и о направляющие в заводной машинке.

Для нахождения математической модели натяжения утка в зеве воспользуемся методикой из работы [1].

Начальное натяжение уточной нити складывается из натяжения ее при сходе со шпули и усилия торможения нити от действия капроновых тормозков.

Натяжение нити перед первым капроновым тормозом определяется по формуле:

$$F_1 = F_0 e^{f\alpha} + mv^2, \quad (1)$$

где F_0 – натяжение нити при сматывании со шпули, сН; f – коэффициент трения нити о поверхность намотки; α – угол охвата конуса намотки отрезком нити при сматывании, рад; m – техническая масса 1 м нити, $\frac{\text{кг}\cdot\text{с}^2}{\text{м}^2}$; v – скорость отделения нити от намотки, м/с.

Когда усилие в тормозных зонах от лески одинаковое $N_1=N_2$, натяжение уточной нити при выходе из челнока определяется выражением:

$$F = [F_0 e^{f\alpha} + mv^2 + 2N(f + f_1)] e^{f_2(\beta+\gamma)}. \quad (7)$$

По формуле (7) проведен расчет натяжения хлопчатобумажной пряжи 29 текс при исходных данных: $F_0=0,5$ сН; $\alpha=90^\circ$;

После прохождения первой тормозной зоны 4, полагая, что капроновые тормоза действуют по всей окружности шпули, натяжение будет:

$$F_2 = F_1 + N_1(f + f_1), \quad (2)$$

где N_1 – усилие, с которым действует капроновый тормоз на нить, сН; f_1 – коэффициент трения нити о капроновую леску.

Далее нить проходит вторую тормозную зону с леской 5, и натяжение будет:

$$F_3 = F_2 + N_2(f + f_1), \quad (3)$$

где N_2 – усилие, с которым действует капроновый тормоз на нить, сН.

После тормозного устройства нить огибает направляющий выступ в заводной машинке 6, и натяжение становится:

$$F_4 = F_3 e^{f_2\beta}, \quad (4)$$

где β – угол обхвата нитью поверхности выступа, рад.

Затем нить огибает направляющую шпильку 7, выходит из челнока и натяжение будет:

$$F_5 = F_4 e^{f_2\gamma}, \quad (5)$$

где γ – угол обхвата нитью поверхности шпильки, рад.

После подстановки в уравнение (5) всех предшествующих выражений получим натяжение уточной нити 8 в зеве в развернутой форме:

$$F = [F_0 e^{f\alpha} + mv^2 + N_1(f + f_1) + N_2(f + f_1)] e^{f_2(\beta+\gamma)}. \quad (6)$$

$\beta=90^\circ$; $\gamma=90^\circ$; $m=0,029 \frac{\text{кг}\cdot\text{с}^2}{\text{м}^2}$; $n=240 \text{ мин}^{-1}$; $V_c=1 \text{ м}$; $v=12 \text{ м/с}$; $N_1=10 \text{ сН}$; $N_2=10 \text{ сН}$; $f=0,22$; $f_1=0,19$; $f_2=0,2$.

Расчетная величина натяжения уточной нити составила 24,5 сН.

Для получения реального натяжения хлопчатобумажной пряжи 29 текс на кафедре ткачества КГТУ создан стенд, который обеспечивает сматывание уточной нити из челнока с различной скоростью [3].

Схема движения уточной нити на стенде приведена на рис. 2.

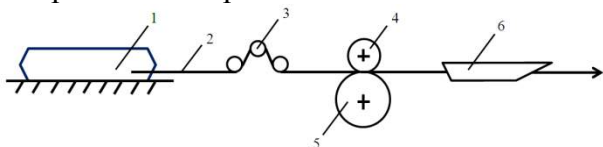


Рис. 2

Уточная нить 2 сматывается со шпули из закрепленного челнока 1 на стенде. Нить проходит датчик 3 тензоприбора фирмы Смит (Германия) и движется транспортирующим шкивом 5. Сверху уточная нить прижимается к шкиву 5 об-резиненным роликом 4. Транспортирующий шкив 5 закреплен на валу электродвигателя постоянного тока. Частота вращения ротора регулируется потенциометром. Для надежности отвода уточной нити от транспортирующей пары используется пневмораспределитель 6 от станка АТПР-100-2.

Расчет скорости движения уточной нити проведен из условий работы челночного ткацкого станка АТ-100-5М при скоростном режиме $n_{ст}=240 \text{ мин}^{-1}$.

Время движения челнока в зеве составляет:

$$t = \frac{60\alpha}{360n} = \frac{60 \cdot 120}{360 \cdot 240} = 0,083 \text{ с}, \quad (8)$$

где 60 – переводной коэффициент в секундах; α – угол поворота главного вала за время полета челнока в зеве, град; 360 – один оборот главного вала, град; n – частота вращения главного вала ткацкого станка, мин^{-1} .

Средняя скорость движения челнока в зеве:

$$v = \frac{V_c}{t} = \frac{1}{0,083} = 12 \text{ м/с} = 720 \text{ м/мин}, \quad (9)$$

где V_c – заправочная ширина ткацкого станка, м.

Натяжение уточной нити измеряли в начале сматывания ее со шпули, в середине намотанной пряжи и в конце намотки нити на шпуле. Скорость движения уточной нити на стенде составляла 700 м/мин, так как потенциометр обеспечивает дискретную установку скорости.

Результаты замеров натяжения уточной хлопчатобумажной пряжи 29 текс приведены в табл. 1.

Таблица 1

Зоны натяжения	Натяжение в начале намотки, сН	Натяжение в середине намотки, сН	Натяжение в конце намотки, сН
Параметры	1	2	3
Скорость движения нити 700 м/мин	19	21	25
% от разрывной нагрузки $P_p=324 \text{ сН}$	5,86	6,5	7,71

Из результатов натяжения уточной пряжи 29 текс, приведенных в табл. 1, видно, что натяжение уточной нити в начале сматывания нити со шпули ниже, чем в конце сматывания на 31,5%. Максимальный уровень натяжения нити достигает в конце схода нити со шпули. Это можно объяснить тем, что при сматывании нити с гнезда намотки уточная нить имеет дополнительное трение о шпулю.

Расчетная величина натяжения по формуле (7) оказалась близка к уровню натяжения уточной пряжи в конце сматывания со шпули. Следовательно, данная формула позволяет прогнозировать натяжение уточной нити при работе челночного ткацкого станка.

В результате аппроксимации экспериментальных данных (табл. 1) получено уравнение зависимости натяжения от зоны сматывания:

$$F = 15,7 + 3n, \quad (10)$$

где n – порядковый номер зоны натяжения уточной нити.

Относительная ошибка полученного уравнения составляет не более 1% при доверительной вероятности $P_d=0,95$.

Далее проведено исследование натяжения уточной нити при скоростном режиме ткацкого станка, равном $n_1=200 \text{ мин}^{-1}$ и $n_2=160 \text{ мин}^{-1}$.

Проведенные расчеты скорости движения челнока по формулам (8) и (9) показали, что челнок должен двигаться со скоро-

стью 600 м/мин и 500 м/мин. Результаты контроля натяжения уточной нити 29 текс на этих скоростях приведены в табл. 2.

Таблица 2

Зоны натяжения Параметры движения	Натяжение в начале намотки, сН	Натяжение в середине намотки, сН	Натяжение в конце намотки, сН
	1	2	3
Скорость сматывания нити 600 м/мин	17	19	21
Скорость сматывания нити 500 м/мин	13	15	18

Из приведенных результатов натяжения уточной пряжи 29 текс (табл. 2) видно, что тенденция увеличения натяжения нити к концу сматывания нити со шпули сохраняется и на пониженных скоростях работы ткацкого станка. В конце сматывания нити со шпули при скорости 600 м/мин натяжение увеличивается на 23,5%, а при скорости 500 м/мин натяжение уточной нити увеличивается на 38%.

В результате аппроксимации экспериментальных данных (табл. 2) получены уравнения зависимости натяжения уточной нити от зоны контроля:

при скорости 600 м/м

$$F_1 = 15 + 2n, \quad (11)$$

при скорости 500 м/м

$$F_2 = 10,3 + 2,5n, \quad (12)$$

где n – номер зоны контроля натяжения.

Относительная ошибка полученных уравнений составляет не более 1% при доверительной вероятности $P_d=0,95$.

В результате проведенных экспериментов установлено, что при увеличении частоты вращения главного вала ткацкой машины АТ-100-5М увеличивается скорость сматывания нити утка из челнока и увеличивается натяжение уточной нити. Результаты влияния скорости сматывания хлопчатобумажной нити 29 текс утка из челнока на натяжение пряжи приведены в табл. 3.

Таблица 3

Скорость сматывания нити из челнока, м/мин	500	600	700
Натяжение нити в конце сматывания	18	21	25

Из результатов, приведенных в табл. 3, видно, что при увеличении скорости сматывания нити утка из челнока в 1,4 раза натяжение уточной нити увеличивается на 38,8%. Результаты исследований показали, что установлена прямая зависимость между параметрами.

В результате аппроксимации экспериментальных данных (табл. 3) получено уравнение зависимости натяжения уточной нити от скорости сматывания:

$$F = 0,035v, \quad (13)$$

где v – скорость сматывания нити из челнока, м/мин.

Относительная ошибка полученного уравнения составляет не более 1% при доверительной вероятности $P_d=0,95$.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования натяжения уточной нити на ткацком станке АТ-100-5М позволяют заключить следующее.

1. Получена математическая модель натяжения уточной нити для челночного ткацкого станка, которая позволяет прогнозировать натяжение уточной нити.

2. Натяжение уточной нити за время срабатывания шпули увеличивается к концу сматывания нити.

3. При увеличении скоростного режима ткацкого станка натяжение уточной нити увеличивается.

4. Максимальный уровень натяжения хлопчатобумажной пряжи 29 текс составляет 7,71% от P_p .

ЛИТЕРАТУРА

1. Брут-Бруляко А.Б., Ступников А.Н. Натяжение льняной уточной нити на станке СТБ // Изв.

вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, №1С.

2. Болотный А.П., Брут-Бруляко А.Б. Натяжение уточной нити на рапирном ткацком станке // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №4. С 78...81.

3. Брут-Бруляко А.Б., Ступников А.Н. Исследование натяжения льняной пряжи в зависимости от скорости снования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, №2.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 07.06.13.

УДК 687.03

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ УСАДКИ ЛЬНОСОДЕРЖАЩИХ ТКАНЕЙ ОТ ВИДА И ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ

STUDY OF THE DEPENDENCES OF SHRINKAGE FLAX-CONTAINING FABRIC FROM THE TYPE AND WEAVE PARAMETERS

М.Л. КОРОЛЕВА, И.В. МИНИНKOVA, Е.В. ТРАНКИНА
M.L. KOROLYOVA, I.V. MININKOVA, E.V. TRANKINA

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

В статье приведены результаты исследования усадки льносодержащих тканей от вида и параметров переплетения под воздействием мокрой обработки. Экспериментально полученные зависимости позволяют оценить усадку льносодержащей ткани различных переплетений в процессе ее проектирования.

The article presents the results of the study of shrinkage flax-containing fabric from the type and weaves parameters under the influence of wet processing. The dependencies evaluate the shrinkage of flax-containing fabric of different weaves in the process of designing.

Ключевые слова: льносодержащие ткани, мокрая обработка, усадка, параметры переплетения.

Keywords: flax-containing fabric, wet processing, shrinkage, interlacing options.

Основная задача инженерного проектирования тканей состоит в разработке структур с заданными свойствами. Для решения таких задач необходимо установить зависимость между структурными параметрами ткани и потребительскими свойствами.

Способность тканей уменьшать свои размеры является их недостатком. В результате уменьшаются размеры и искажается форма швейных изделий из этих тканей, что ухудшает их внешний вид, а иногда делает непригодным для дальнейшего использования. Поэтому при оценке качества тканей приходится оп-

ределять их усадку, а также анализировать причины ее возникновения. В последние годы широкое применение нашли льносо-держащие ткани из натуральных волокон для одежды и интерьера [1]. Для обеспечения высокого качества швейных изделий требуются сведения о свойствах льносо-держащих тканей, в частности, по усадке. Усадка является важнейшим показателем качества для тканей из натуральных волокон. Величина усадки тканей зависит от многих факторов. Следует отметить, что все факторы проявляются в комплексе, практически действуя одновременно [2], [3]. Изучение влияния всех факторов одновременно невозможно, поэтому требуется пошаговое изучение вопроса.

С целью исследования возможности прогнозирования усадки льносодержащих тканей под воздействием мокрых обрабо-

ток в зависимости от вида и параметров переплетения на стадии проектирования ткани в лаборатории кафедры ткачества КГТУ на станке АТ-100-5М с зевообразовательной кареткой РК-12 было выработано девять образцов тканей разных переплетений при заданной плотности ткани по основе $P_o=160$ н/10 см, по утку $P_y=160$ н/10 см, при постоянном заданном уровне заправочного натяжения основных нитей. В качестве основы использована хлопчатобумажная крученая пряжа $T_o = 25 \times 2$ текс, в качестве утка – беленая мокрого прядения высокая льняная пряжа $T_y=56$ текс. Параметры переплетений рассчитаны на условный раппорт равный шести нитям для всех исследуемых переплетений. Структурные характеристики ткани и показатели переплетений приведены в табл. 1.

Таблица 1

Структурные характеристики ткани и параметры переплетений	Вид переплетения ткани и номер образца								
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9
	Сатин с раппортом 6/2,3,4,4,3,2	Саржа ромбовидная остроугольная	Саржа усиленная равносторонняя 3/3	Рогожка 3/3	Усиленный сатин на базе неправильного сатина 6/2,3,4,4,3,2	Саржа усиленная 2/4	Саржа ломанная по основе тупоугольная	Креповое переплетение	Плотняное переплетение
Коэффициент переплетения П	18,0	10,8	18,0	18,0	12,0	18,0	10,8	9,0	6,0
Коэффициент связности C_v	0,75	1,26	0,75	0,75	1,13	0,75	1,26	1,51	2,26
Сдвиг перекрытий, среднее значение									
S_o	3	1	1	0	3	1	1	1	1
S_y	3	1	1	0	3	1	1	1	1
Количество пересечек, среднее значение									
t_o	2,00	3,30	2,00	2,00	2,00	2,00	4,00	4,00	6,00
t_y	2,00	3,33	2,00	2,00	4,00	2,00	2,67	4,00	6,00
Длина настилов, среднее значение									
f_o	5,00	3,67	3,00	3,00	4,00	4,00	2,00	2,67	1,00
f_y	5,00	3,67	3,00	3,00	3,00	4,00	3,33	2,67	1,00

Исследования по определению усадки девяти образцов суровой льносодержащей ткани различных переплетений под воздействием мокрых обработок проводились стандартным методом в соответствии с ГОСТ 30157.0–95.

Установлено, что усадка льносодержащих тканей под воздействием мокрых обработок зависит от вида переплетения ткани.

Величина продольной и поперечной усадки льносодержащих тканей под воздействием мокрых обработок представлена в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Усадка ткани	Вид переплетения ткани и номер образца								
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9
$U_o, \%$	11,5	9,0	10,0	16,0	12,5	13,5	7,5	16,0	10,0
$U_v, \%$	4,5	6,0	5,0	2,5	3,0	3,5	6,5	8,5	7,0

Установлено, что уровень фактической средней величины натяжения основных нитей при тканеформировании изменяется в зависимости от вида переплетения ткани.

Следует отметить, что два образца льносодержащей ткани из исследуемых переплетений (рогожка 3/3 и креповое переплетение) обладают более высокой величиной продольной усадки. В первом случае это можно объяснить особенностью формирования ткани и структуры переплетения, во втором – особенностями механизма усадки. Наличие в переплетениях нитей с короткими настилами оказывает влияние на усадку соседних с ними нитей с длинными настилами. Образцы льносодержащей ткани, выработанные креповым переплетением и рогожкой, были исключены из дальнейших исследований. Изучение механизма усадки для данных пере-

плетений требует дополнительных исследований.

В работе были предложены дополнительные показатели, которые учитывают одновременное влияние параметров переплетения ткани на ее усадку:

- показатель, полученный делением среднего значения сдвига перекрытий на среднее количество пересечек в раппорте ($S_o/t_o, S_y/t_y$);

- показатель, полученный делением средней длины настила на среднее количество пересечек ($f_o/t_o, f_y/t_y$);

- показатель, полученный делением средней длины настила на среднее значение сдвига перекрытий ($f_o/S_o, f_y/S_y$).

Дополнительные показатели переплетения ткани представлены табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Показатели переплетений ткани	Вид переплетения ткани и номер образца								
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9
S_o/t_o	1,50	0,30	0,50	-	1,50	0,50	0,25	0,25	0,17
S_y/t_y	1,50	0,30	0,50	-	0,75	0,50	0,37	0,25	0,17
f_o/t_o	2,50	1,10	1,50	1,50	2,00	2,00	0,50	0,67	0,17
f_y/t_y	2,50	1,10	1,50	1,50	0,75	2,00	1,25	0,67	0,17
f_o/S_o	3,33	3,67	3,00	-	1,33	4,00	2,00	0,66	1,00
f_y/S_y	1,69	3,67	3,00	-	1,00	4,00	3,33	0,67	1,00

При исследовании зависимости продольной усадки льносодержащих тканей U_o от структурных характеристик и параметров переплетения ткани достоверная зависимость продольной усадки ткани U_o от коэффициента переплетения Π , коэффициента связности S_v и показателя переплетения ткани f_o/S_o не установлена. Зависимость продольной усадки ткани U_o от

длины основного настила f_o и показателя S_o/t_o имеет слабую степень достоверности.

В результате проведенных исследований получена прямая зависимость продольной усадки от показателя переплетения f_o/t_o (рис. 1 – зависимость продольной усадки ткани U_o от показателя переплетения ткани f_o/t_o).

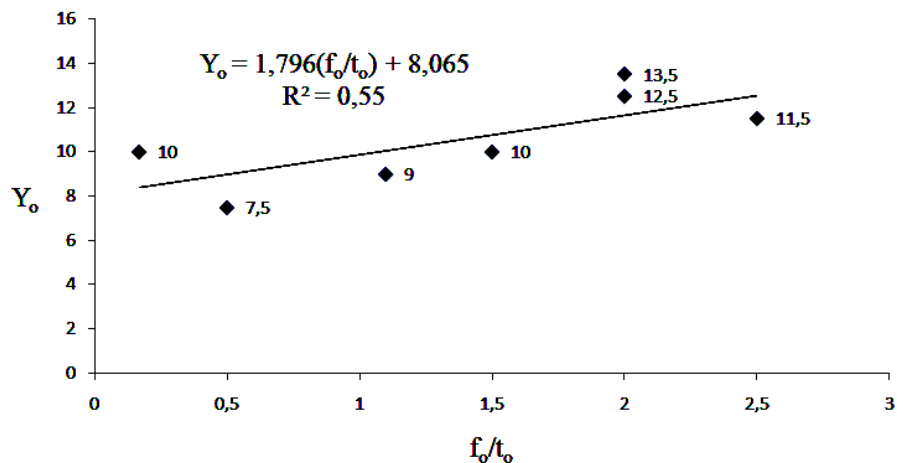


Рис. 1

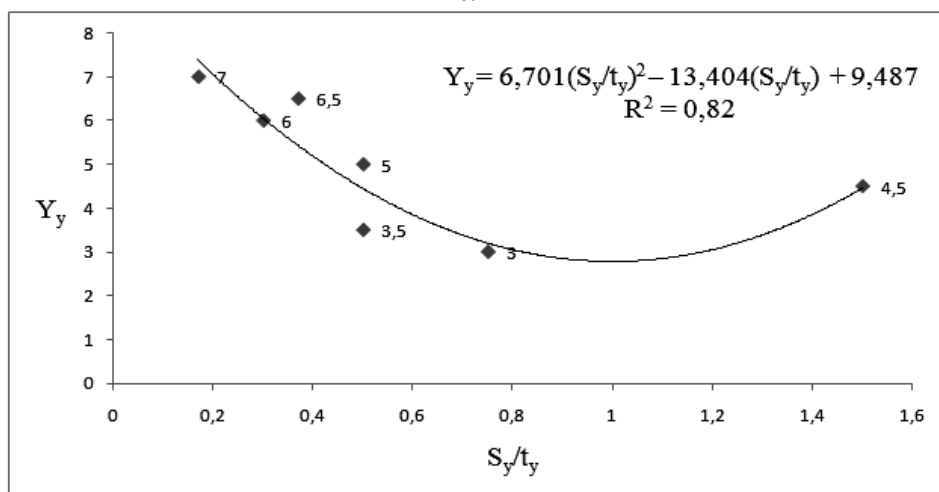


Рис. 2

При исследовании зависимости поперечной усадки льносодержащих тканей Y_y от структурных характеристик и параметров переплетения ткани установлено, что зависимость поперечной усадки ткани Y_y от каждого из рассматриваемых параметров соответствует полиному второй степени.

Для наиболее достоверного прогнозирования поперечной усадки при проектировании ткани целесообразно использовать следующие параметры: коэффициент переплетения Π , коэффициент связности C_b , длину настилов f_y и показатель переплетения f_y/t_y .

Тесная связь установлена между усадкой ткани Y_y – параметром переплетения S_y/t_y (рис. 2 – зависимость поперечной усадки Y_y от показателя переплетения ткани S_y/t_y).

Проведенные исследования показали, что установленные зависимости усадки льносодержащих тканей от вида и параметров переплетения позволят оценить усадку ткани класса главных и производных саржевых и атласных переплетений в процессе ее проектирования.

Приведенные выше зависимости не рекомендуется использовать при прогнозировании усадки льносодержащих тканей, выработанных комбинированными переплетениями, имеющими в раппорте нити с короткими и длинными настилами, и рогожкой.

ВЫВОДЫ

1. Зависимость между продольной усадкой Y_0 льносодержащей ткани и параметром переплетения f_0/t_0 описывается со

средней степенью точности уравнением прямой.

2. Зависимость между поперечной усадкой U_y и параметром переплетения S_y/t_y описывается с высокой степенью точности уравнением полинома второй степени.

3. Для прогнозирования продольной и поперечной усадки льносодержащей ткани, выработанной креповым переплетением и рогожкой требуются дополнительные исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Королева М.Л., Смирнова Н.А., Мининкова И.В. Расширение ассортимента льносодержащих тканей для одежды и интерьера // Дизайн и технологии. – Москва: ИИЦ МГУДТ, 2008, №9 (51).

2. Королева М.Л., Смирнова Н.А., Рудовский П.Н., Мининкова И.В. Влияние эластичных комбинированных самокруточных (КСК-структуры) нитей на анизотропию усадки льносодержащих тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №1.

3. Королева М.Л., Мининкова И.В. Исследование зависимости изменения усадки тканей с вложением полиуретановых нитей КСК-структуры от многократных мокрых обработок // Вестник КГТУ. – Кострома: КГТУ, 2008, №17.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 07.06.13.

УДК 677.021.3: 677.31

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ШЕРСТЯНОГО ВОЛОКНА

INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF PROCESSING OF WOOL FIBRES

Ю.Г. САРИБЕКОВА, О.Я. СЕМЕШКО, А.В. ЕРМОЛАЕВА
YU.G. SARIBEKOVA, O.YA. SEMESHKO, A.V. ERMOLAEVA

(Херсонский национальный технический университет,
Донецкий национальный университет экономики
и торговли имени М. Туган-Барановского, Украина)
(Kherson National Technical University,
Donetsk National University of Economics and Trade
named after Mykhayilo Tugon-Baranovsky)
E-mail: solgaya@email.com, nauka@kstu.edu.ua

Представлены результаты разработки технологии промывки шерсти на основе применения электроразрядной нелинейной объемной кавитации. Для определения основных технологических параметров электроразрядной обработки и промывки проведена оптимизация процесса очистки шерсти на основе математического планирования эксперимента.

The results of the wool scouring technology development through the use of electro-bit nonlinear volume cavitation are submitted. To determine the main technological parameters of electro-bit and scouring processes the optimization of wool scouring process is carried out on the basis of mathematical experiment planning.

Ключевые слова: шерстяное волокно, промывка, электроразрядная обработка.

Keywords: wool fiber, scouring, electro-bit process.

Основное предназначение процесса промывки шерсти состоит в том, чтобы не только очистить поверхность шерстяного волокна, но и максимально сохранить при этом его физико-механические (извитость, гигроскопичность, влажность, прочность, блеск, теплопроводность) и технологические (прядельная способность, валкоспособность) свойства. Наиболее распространенная технология промывки шерсти, которая применяется на многих фабриках Украины и России, обуславливает приме-

нение разнообразных моющих поверхностно-активных веществ (ПАВ) или их композиций. Основным преимуществом данной технологии обработки является простота выполнения и относительно высокая степень очистки волокна. Однако этот метод имеет ряд существенных недостатков:

– потребление значительного количества текстильно-вспомогательных веществ и воды;

– образование большого количества трудноочищаемых сточных вод, которые отрицательно влияют на состояние окружающей среды, ухудшая таким образом экологическую ситуацию;

– во многих случаях ухудшается состояние волокна – увеличивается жесткость, уменьшаются прочность и упругость волокна.

Проведенный анализ литературных источников показал, что решение данной задачи возможно путем высокоэффективной очистки шерсти с одновременной модификацией поверхностной структуры волокна за счет применения различных физических методов воздействий [1]. В настоящее время наметилась тенденция к использованию физических методов, основанных на явлении кавитации. На наш взгляд, наиболее перспективным является применение экологически и химически безопасной электроразрядной нелинейной объемной кавитации (ЭРНОК).

Электроразрядная кавитация – это один из самых мощных видов кавитации, которая не имеет аналогов по наращиванию мощности действия на определенные объекты. Благодаря комплексу явлений, которые возникают при генерировании этого процесса (мощные импульсные электрические и магнитные поля, световое излучение, акустические излучения низкочастотного диапазона, интенсивные гидротоки, ударные волны, химические радикалы и радикальные группы, которые образуются вследствие разложения молекул воды),

достигается определенный уровень воздействия на процесс удаления с шерсти жира, минеральных и органических примесей. В сравнении с типовой технологией, которая применяется на многих фабриках первичной обработки шерсти Украины и России, она имеет ряд важных преимуществ по энерго- и ресурсосбережению [2].

Традиционная технология промывки шерсти состоит из следующих основных операций:

- механическая очистка;
- промывка шерсти моющими растворами поверхностно-активных веществ (ПАВ) при температуре 40...60°C;
- сушка и хранение мытой шерсти.

Разрабатываемый метод промывки шерсти отличается от типового именно оформлением и осуществлением второй технологической стадии процесса, так как использование только лишь моющих веществ не позволяет получить мытую шерсть высокого качества из-за значительного свойлачивания шерсти в процессе многократных промывок.

Целью настоящей работы являлась разработка инновационной технологии промывки шерсти за счет применения метода электроразрядной нелинейной объемной кавитации.

Для разработки эффективной технологии очистки шерсти и получения мытого волокна высокого качества применение электроразрядной обработки (ЭРО) возможно по схемам, представленным на рис. 1.

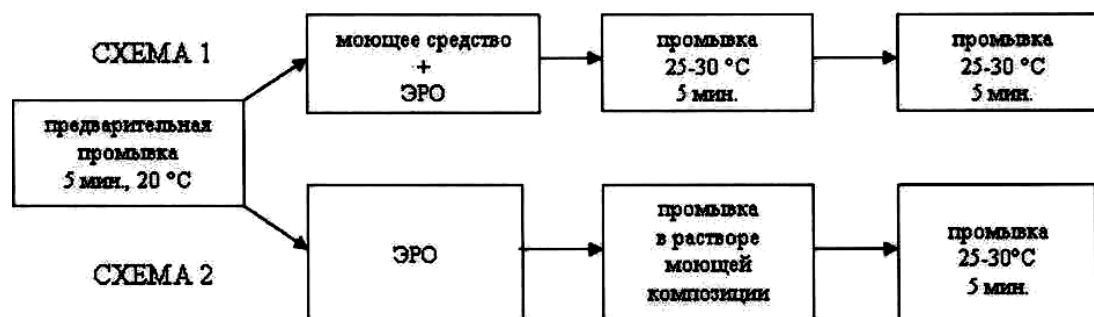


Рис. 1

При промывке шерсти по схеме 1, на наш взгляд, возможен следующий механизм очистки шерсти: интенсивное механическое воздействие при ЭРО способствует быстрому разрушению и диспергированию частиц жировых загрязнений, которые отделяются от поверхности волокна и переходят в раствор в виде мельчайших капелек, заключенных в адсорбционные пленки из молекул моющего вещества.

Однако такая схема очистки будет требовать частой смены моющего раствора для предотвращения ресорбции загрязнений вследствие быстрого насыщения раствора загрязняющими веществами. Повторное осаждение загрязнений также может быть вызвано разрушением сольватных оболочек из молекул моющего вещества вследствие интенсивного механического воздействия ЭРО. Кроме того, введение химических веществ в ванну с ЭРО снижает интенсивность и эффективность гидродинамического воздействия.

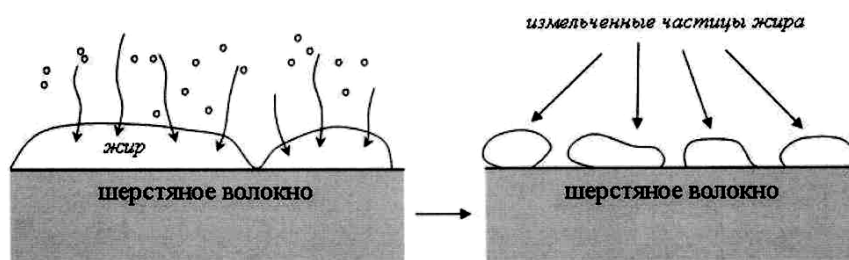


Рис. 2

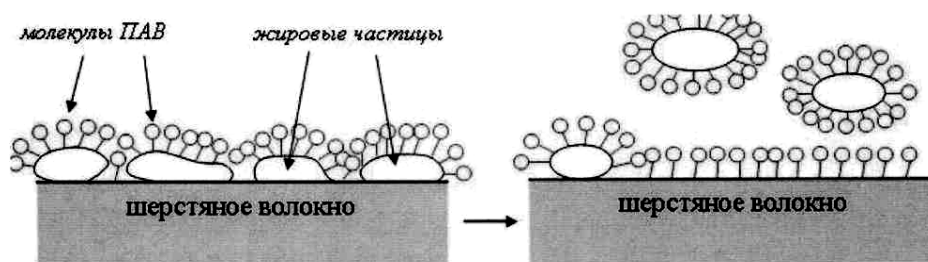


Рис. 3

Для определения основных технологических параметров ЭРО и промывки в растворе моющей композиции проводилась оптимизация процесса очистки шерсти на основе математического планирования эксперимента [4]. Целью оптимизации процесса очистки шерсти является определение таких технологических параметров

В связи с этим была исследована возможность применения двухстадийной технологии промывки шерсти (схема 2), которая предусматривает следующую последовательность технологических этапов: предварительно очищенная шерсть поступает в ванну с ЭРО, где происходит удаление минеральных и органических загрязнений, разрушение пленки жировых загрязнений на поверхности волокна. Далее шерсть поступает на промывку в раствор моющей композиции, где происходит окончательная очистка от минеральных, органических и жировых примесей.

Вероятный механизм удаления жировых загрязнений представлен на рис. 2 и 3. Рис. 2 – разрушение и дробление жировой пленки на поверхности волокон шерсти за счет воздействия комплекса кавитационных факторов; рис. 3 – эмульгирование и удаление с поверхности волокон шерсти измельченных частиц жира во время промывки в растворе моющего вещества.

обработки, которые обеспечивали бы максимум критерия оптимизации (Y), в данном случае – остаточное содержание жировых веществ, так как жировые загрязнения сложнее всего удалить с поверхности шерстяного волокна; качество промывки оценивалось именно по их остаточному количеству (ГОСТ 21008–93).

Исследования проводились на тонкой меринской шерсти асканийской породы (цвет – белый, однородная, 70^к по тонине) с начальным содержанием жира 20,7±0,7%. В качестве моющего средства выбрана композиция моющих веществ, которая содержит анионоактивные и неионогенные ПАВ отечественного производства. Также в композицию был введен дополнительный агент – гидротропное вещество, который характеризуется высокой проникающей способностью и позволяет проводить мойку шерсти в мягких условиях без негативного влияния на ее поверхность [3].

Было сделано предположение, что эффективность процесса очистки шерсти на основе ЭРО зависит от трех основных факторов: концентрации моющего препарата (С, г/л), температуры водной промывки (Т, °С), времени электроразрядной обработки (τ, мин).

Для получения математической зависимости влияния концентрации моющего препарата, температуры водной промывки, времени электроразрядной обработки на качество очистки шерсти проводили полный факторный эксперимент типа 2³. Факторы, уровни варьирования факторов и интервалы варьирования представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Обозначение	Факторы	Уровни варьирования			Интервал варьирования ε
		-1	0	+1	
С	Концентрация моющей композиции, г/л	0,5	1,5	2,5	1
Т	Температура водной промывки, °С	40	45	50	5
τ	Время электроразрядной обработки, мин	1	3	5	2

В результате математического планирования получено уравнение (1), адекватное с доверительной вероятностью 95% по критерию Стьюдента:

$$Y = 3,3 - 0,38C - 0,36 \tau. \quad (1)$$

Согласно полученному уравнению регрессии (1) в исследуемом факторном пространстве зависимость остаточного жиросодержания шерсти (Y) от концентрации моющего препарата (С) и времени электроразрядной обработки (τ) приобретает вид трехмерной плоскости (поверхность отклика), которая представлена на рис. 4.

Анализ уравнения регрессии и поверхности отклика позволяет сделать вывод, что на критерий оптимизации (остаточное жиросодержание) в выбранном факторном пространстве влияют два фактора (концентрация моющего препарата и время электроразрядной обработки). Найденные отрицательные значения коэффициентов уравнения регрессии свидетельствуют о том, что увеличение значения любого из

факторов приведет к снижению величины остаточного количества жира на шерсти.

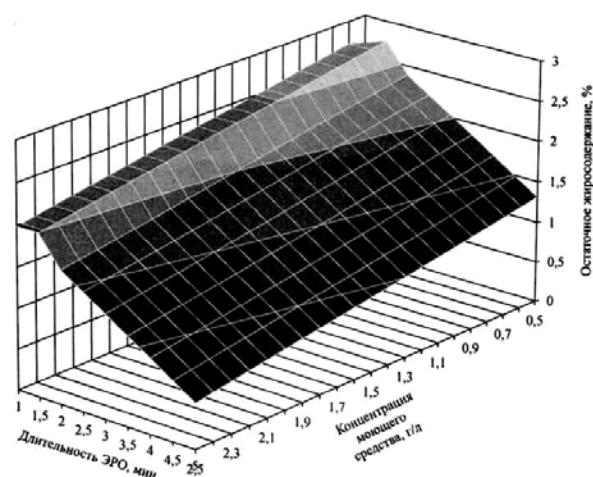


Рис. 4

Полученная математическая модель процесса очистки шерсти свидетельствует о том, что искомое значение критерия оптимизации – содержания жировосковых веществ – находится в пределах исследуемого факторного пространства. В данном

случае наиболее оптимальное содержание жировосковых веществ (1,63%) может быть достигнуто при значениях факторов, соответствующих нулевому уровню.

Полученная мытая шерсть, очищенная по разработанной технологии, характеризуется следующими показателями качества промывки: остаточное содержание жира 1,63%; влажность 15,6%; содержание растительных примесей 0,8%; содержание минеральных примесей 1,54%.

ВЫВОДЫ

1. Доказана эффективность применения ЭРНОК как метода интенсификации процесса промывки шерстяного волокна.

2. Экспериментально установлено, что предварительную обработку шерстяного волокна ЭРО целесообразно проводить в комплексе с промывкой в растворе с моющей композицией.

3. Методом планирования эксперимента получена математическая модель процесса очистки шерсти.

4. Определены оптимальные технологические параметры процесса очистки шерсти: концентрация моющей композиции 1,5 г/л; температура водной промывки 45°C; время электроразрядной обработки 3 мин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новорядовская Т.С., Садова С.Ф. Химия и химическая технология шерсти. – М.: Легпромбыт-издат, 1986.

2. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. – Л.: Машиностроение, 1986.

3. Композиция поверхностно-активных веществ для промывания шерстяного волокна. Патент Украины № 32960.

4. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента. – М.: Легкая индустрия, 1974.

Рекомендована кафедрой химической технологии и дизайна волокнистых материалов. Поступила 07.06.13.

УДК 539.3:621.002.3 (035)

**ДЕФОРМАЦИЯ ОДИНОЧНОГО ВОЛОКНА
ПРИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ СВЯЗУЮЩЕГО
В ПОРАХ НЕТКАНОЙ ОСНОВЫ**

**DEFORMATION OF SINGLE FIBER
AT POLYMERIZATION BINDER IN THE PORES
OF A NON-WOVEN BASIS**

М.В. КИСЕЛЕВ, Ю.М. ТРЕЩАЛИН
M.V. KISELEV, Y.M. TRESCHALIN

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

В статье дается анализ напряженно-деформированного состояния волокон, возникающего при полимеризации связующего в порах нетканой основы в процессе изготовления композита. В результате исследований построена математическая модель и получены математические зависимости, позволяющие определить напряжения и деформации одиночного волокна.

The article gives the analysis of the stress-strain state of fibers, resulting polymerization binder in the pores of a nonwoven basis in the process of manufacturing composite. In result of research of mathematical model and mathematical dependences enable one to determine stress and deformation of single fiber.

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, полимеризация, производство композитов, компьютерное моделирование.

Keywords: stress-strain state, polymerization, manufacturing composite, computer modeling.

В процессе изготовления композиционного материала происходит существенное изменение напряженно-деформированного состояния как основы в целом, так и отдельных волокон, обусловленное термическим расширением связующего при его полимеризации в поровом пространстве нетканого полотна [1], [2]. Не углубляясь в сущность происходящих хи-

мических изменений, обратим внимание на повышение температуры затвердевающего связующего, что является весьма важным фактором, влияющим на деформацию волокон и, как следствие, обеспечение прочности и несущей способности изделия из композита при действии нагрузок в течение всего срока эксплуатации [3].

Возрастание температуры вследствие полимеризации способствует протеканию сложных процессов вокруг одиночного волокна, в результате которых происходит:

- расширение одиночных волокон по осям координат X, Y, Z с возникновением деформаций расширения самого волокна;
- расширение связующего внутри одиночного волокна, если оно полое, и, как следствие, деформация растяжения волокна;
- деформация расширения связующего, находящегося в замкнутом объеме и воздействующего на одиночное волокно с наружной стороны, приводящая к деформации сжатия волокна.

Таким образом, задача сводится к разработке объемной модели напряженно-деформированного состояния волокон, обусловленного полимеризацией связующего, что позволит оценить степень их повреждаемости и возможность использования различных видов волокон, в том числе и синтетических, для изготовления основы композиционных материалов. Следует отметить, что решение такой задачи экспериментальным путем представляет значительные сложности ввиду отсутствия возможности проведения измерений деформации единичного волокна (мононити) вследствие его малых поперечных размеров, составляющих величину порядка 0,1 мм и менее, во время полимеризации связующего внутри композита.

Построение модели напряженно-деформированного состояния волокна в композите произведем при следующих условиях и допущениях:

- материал волокна изотропен;
- при сложном напряженно-деформированном состоянии поведение материала волокна эквивалентно поведению при простых видах нагружения растяжения-сжатия;
- одиночное волокно в композите представляется в виде полого или сплошного цилиндра заданной длины ℓ ;
- из внешних силовых факторов, действующих на волокно, учитываются только растягивающие нагрузки;
- учитываются температурные деформации волокна;
- изгибающие и крутящие силовые факторы, приходящиеся в основном на полимерную матрицу, в обобщенной модели не учитываются вследствие малой жесткости одиночного волокна при данного вида нагружениях;
- нетканая основа полностью пропитана связующим;
- длина волокна ℓ существенно больше его поперечных размеров;
- изготовление композита происходит в герметично закрытом замкнутом объеме, вследствие чего возможность свободного растекания связующего отсутствует.
- при решении задачи принимается гипотеза плоских сечений.

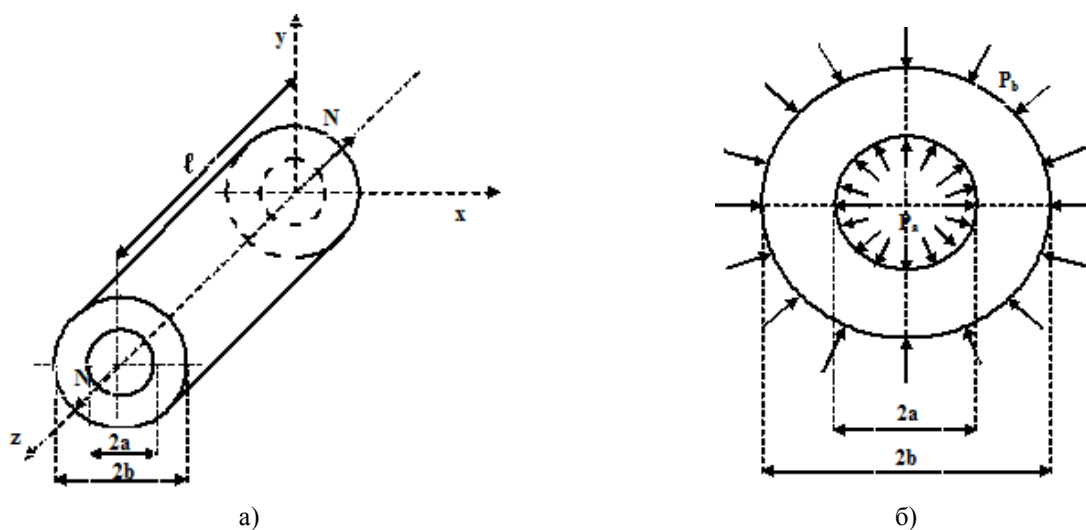


Рис. 1

С учетом принятых условий и допущений обобщенная модель напряженно-деформированного состояния одиночного волокна может быть рассмотрена на примере кругового цилиндра, имеющего радиус b , с внутренним отверстием, диаметр которого равен $2a$, несущим нагрузку вдоль своей оси под действием внутреннего P_a и внешнего давления P_b в поперечном сечении (рис. 1 – графическое представление одиночного волокна в композите и силовые факторы, действующие на него в продольном и поперечном направлениях) [4...6].

Используя формулы Ламе [4] и производя необходимые преобразования, можно получить расчетные формулы для определения напряжений и деформаций в волокне:

$$\sigma_r = \frac{a^2 P_a - b^2 P_b}{b^2 - a^2} - \frac{1}{r^2} \frac{a^2 b^2 (P_a - P_b)}{b^2 - a^2} - \frac{E \alpha t}{1 - \nu},$$

$$\sigma_\theta = \frac{a^2 P_a - b^2 P_b}{b^2 - a^2} + \frac{1}{r^2} \frac{a^2 b^2 (P_a - P_b)}{b^2 - a^2} - \frac{E \alpha t}{1 - \nu},$$

$$\varepsilon_{i\text{вол}} = \frac{2(1+\nu)\sigma_{i\text{вол}}}{3E_{\text{вол}}}.$$

Текущее значение радиуса волокна r находится в диапазоне от a до b . При решении задачи в общем виде для любых видов волокон эти формулы позволяют построить график изменения напряженно-деформированного состояния по толщине волокна.

Таким образом, исходными данными для проведения расчетов являются:

- $\ell = 2\pi r$ – внутренний или наружный периметр волокна;
- a, b – внутренний и внешний радиусы волокна соответственно, м;
- $E_{\text{СВ}}, \alpha_{\text{СВ}}$ – модуль упругости и коэффициент линейного расширения связующего соответственно;
- $E = E_{\text{вол}}, \alpha = \alpha_{\text{вол}}, \nu$ – модуль упругости, коэффициент линейного расширения и коэффициент Пуассона волокна соответственно;
- t – интервал температур при полимеризации связующего.

Численные значения необходимых физико-механических характеристик волокон, наиболее часто используемых при производстве нетканых полотен, а также полиэфирной и эпоксидной смол, приведены в табл. 1

Т а б л и ц а 1

Материал	Предел прочности, МПа	Модуль упругости, ГПа	Деформация до разрушения, %	Коэффициент Пуассона	Температурный коэффициент линейного расширения, $1 / ^\circ\text{C}$	Диаметр волокна, $2 \cdot b$, мкм
Полипропиленовое волокно	360...450	3...4	9...15	0,35...0,4	$16,0 \cdot 10^{-5}$	18...20
Полиэфирное волокно	550...690	5...8	6,9...13,8	0,35...0,4	$37,0 \cdot 10^{-5}$	20...25
Полиамидное волокно	450...570	2,1...4,0	11,25...27,2	0,35...0,4	$8,5 \cdot 10^{-5}$	15...27
Полиакрилонитрильное волокно	460...560	4,5...6,0	7,7...12,4	0,35...0,42	$7,38 \cdot 10^{-5}$	20...30
Полиэфирная смола в отвержденном состоянии	50...250	1,9...5,0	1,0...13,2	0,35...0,42	$(6,0-9,0) \cdot 10^{-5}$	-
Эпоксидная смола в отвержденном состоянии	85...274	1,5...4,5	1,9...18,3	0,34...0,40	$(4,8-8,0) \cdot 10^{-5}$	-

Учитывая, что полимеры имеют вариацию физико-механических свойств (табл. 1), к решению задачи определения

их прочности следует подходить с точки зрения вероятностного подхода. В результате получено поле разброса значений с

серединной кривой, которая, в данном случае, является математическим ожиданием.

Результаты расчетов изменения напряжений и деформации полипропиленового волокна в зависимости от времени полимеризации связующего, полученные на основании расчета для минимальных, средних и максимальных значений исходных данных, приведены на рис. 2 (график

зависимости напряжений, возникающих в ПП волокне от времени полимеризации связующего для минимальных, средних и максимальных значений исходных данных) и 3 (график зависимости деформации ПП волокна от времени полимеризации связующего для минимальных, средних и максимальных значений исходных данных).

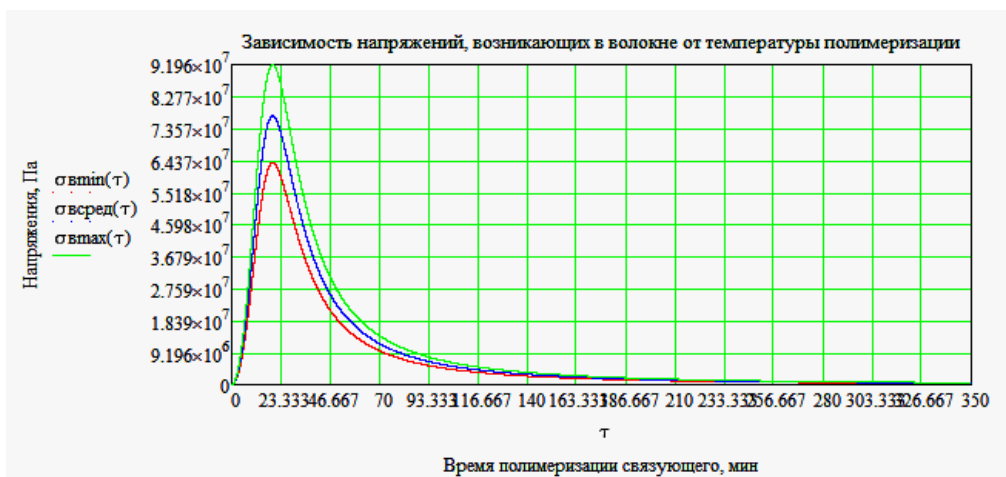


Рис. 2

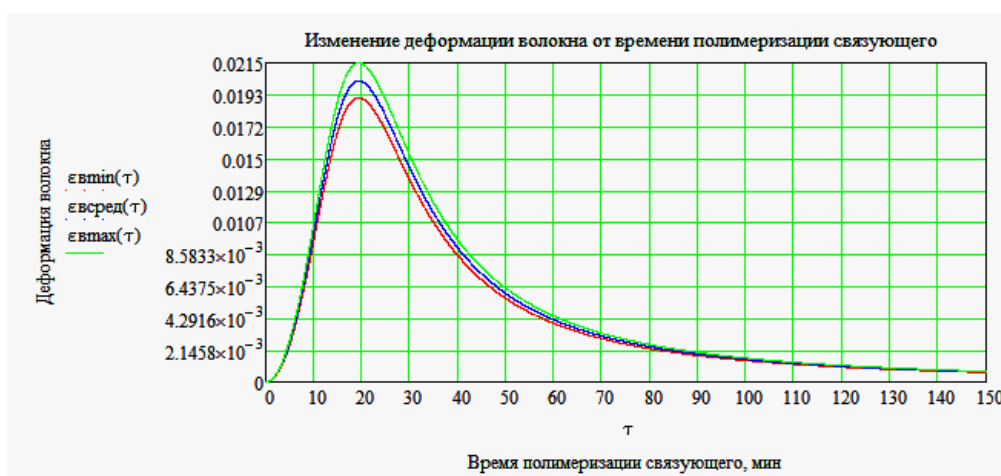


Рис. 3

Как следует из результатов расчета, в процессе изготовления композита его структура не испытывает существенных напряжений, которые составляют 14...31% по отношению к предельным величинам (табл. 1). Наибольшие напряжения и деформации имеют волокна большего диаметра. Однако значения деформации сжатия не превышают 2,1%. Таким образом, можно утверждать, что структурные эле-

менты практически не теряют своих прочностных свойств в процессе полимеризации связующего. Следовательно, нетканые полотна, изготовленные из полиэфирных и полипропиленовых волокон (мононитей), по возможности меньшего диаметра, могут успешно применяться в качестве основы при изготовлении композиционных материалов.

ВЫВОДЫ

1. Построена математическая модель, описывающая напряженно-деформированное состояние одиночного волокна нетканого полотна при изготовлении на его основе композиционного материала.

2. Получены математические зависимости, позволяющие определить напряжения и деформации волокна в процессе полимеризации связующего.

3. Установлено, что максимальные напряжения в волокне композиционного материала в процессе полимеризации связующего от температурных деформаций составляют 14...31% по отношению к предельным величинам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болотина К.С., Мурашов Б.А., Тарасов В.Г. О кинетике отверждения полимерных связующих // Механика композитных материалов. – 1980, № 4. С.749...752.

2. Болотин В.В., Болотина К.С. Об усадке эпоксидных связующих в процессе отверждения // Механика полимеров – 1972, № 1. С.178...181.

3. Бобович Б.Б. Полимерные композиционные материалы. Электронный ресурс. – Режим доступа: [ics2.ru>articles/index.php...](http://ics2.ru/articles/index.php...)

4. Биргер И.А., Мавлютов Р.Р. Сопrotивление материалов: Учебное пособие. – М. Наука, 1986.

5. Филин А.П. Прикладная механика твердого деформируемого тела.– Т.1. – М.: Наука, 1975.

6. Коларов Д., Балтов А., Бончева Н. Механика пластических сред. – М.: Изд-во Мир, 1979.

7. Александров А.В., Потанов В.Д. Основы теории упругости и пластичности. – М.: Высшая школа, 1990.

8. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.dpva.info/Guide/GuidePhysics/GuidePhysicsHeatAndTemperature/HeatexpansionCoefficient/NECforPlastics/>

9. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://allchem.ru/pages/encyclopedia/4247>

10. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3618.html>

11. Петухов Б.В. Полиэфирные волокна. Электронный ресурс. – Режим доступа: [newlibrary.ru>...petuhov_b...poliyefirnye_volokna.html](http://newlibrary.ru...petuhov_b...poliyefirnye_volokna.html)

12. Перепелкин К.Е. Структура и свойства волокон. – М.: Химия, 1985.

13. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов. – М.: Изд. РосЗИТЛП, 2000, т.1, 2001, т.2, т.3.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 07.06.13.

УДК 677.025

**ОЦЕНКА НАРУШЕНИЙ ПРОЦЕССА ВЯЗАНИЯ
НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА**

**EVALUATION OF THE KNITTING PROCESS
ON THE BASIS OF SPECTRAL ANALYSIS**

Н.В. БАНАКОВА, В.Р. КРУТИКОВА
N.V. BANAKOVA, V.R. KRUTIKOVA

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

Проведен спектральный анализ тензограмм нити с помощью преобразования Фурье и вейвлет-функций. Проанализированы возможные нарушения и дана количественная оценка напряженности процесса вязания.

The spectral analysis tensograms thread using Fourier transform and wavelet functions has been carried out. Possible violations and quantitative assessment of tension of the knitting process has been analyzed.

Ключевые слова: тензограмма нити, спектральный анализ, вейвлет-функции, нарушения процесса вязания.

Keywords: tensogram of thread, spectral analysis, wavelet functions, violations of the knitting process.

Внедрение в инженерную практику программно-аппаратных средств измерения и анализа параметров технологических процессов приводит к необходимости совершенствования методик оценки вероятностных характеристик и методов анализа технологических процессов. Для эффективного контроля и прогнозирования технологического процесса целесообразно использование современных методов спектрального анализа.

Процесс вязания характеризуется наличием периодических операций при пере-

мещении рабочих органов оборудования. Все периодические воздействия на нить, связанные с ее нагружением и деформацией, проявляются в виде колебаний натяжения и отражаются на тензограммах нитей.

Неправильная настройка заправочных параметров процесса вязания и возникновение случайных факторов могут привести к нарушениям технологического процесса, например, поломке игл, наличию дефектов на элементах нитепроводящей системы, неправильной работе петлеобразующих органов, случайным воздействиям от нека-

чественного сырья и др. Такие нарушения могут быть как систематическими и протекающими на протяжении всего цикла вязания, так и локальными (кратковременными). Любое изменение условий протекания процесса вязания будет отражаться на натяжении нити, поступающей в зону вязания.

В работе [1] установлено, что спектральный анализ реализации натяжения нити на основе преобразования Фурье позволяет оперативно выявлять нарушения технологи-

ческого процесса вязания с помощью показателя напряженности вязания [2].

В настоящей работе проведен спектральный анализ тензограмм хлопчатобумажной пряжи 32×2 текс, полученных при вязании трикотажа на плосковязальной машине, с использованием преобразований Фурье и вейвлет-анализа для различных базисных функций (койфлет, симмлет, Добеши и др). Примеры тензограмм нити для одного цикла вязания и соответствующие им спектры приведены на рис. 1...4.

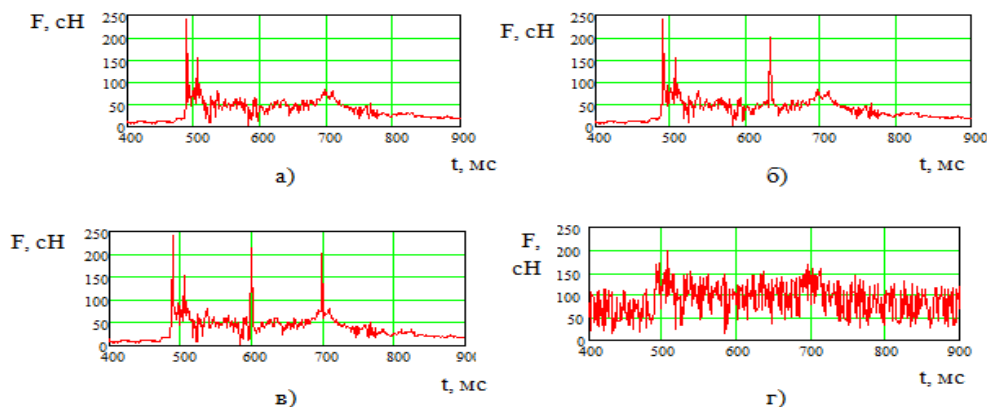


Рис. 1

Тензограмма нити (рис.1-а) соответствует протеканию процесса вязания без нарушений. На рис.1-б, в, г показаны тензограммы, в которых смоделированы различные виды нарушений: рис. 1-б – локальный всплеск натяжения нити, например, вследствие дефекта поверхности отбойного зуба; рис. 1-в – два локальных всплеска, например, вследствие поломки отдельных игл и изменения условий про-

текания операций петлеобразования; рис. 1-г – систематический шум, например, при неправильном креплении игл в игольнице, что привело к возникновению существенных колебаний натяжения нити в цикле вязания.

На рис.2 представлены спектрограммы для соответствующих тензограмм нити на рис. 1, полученные с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ).

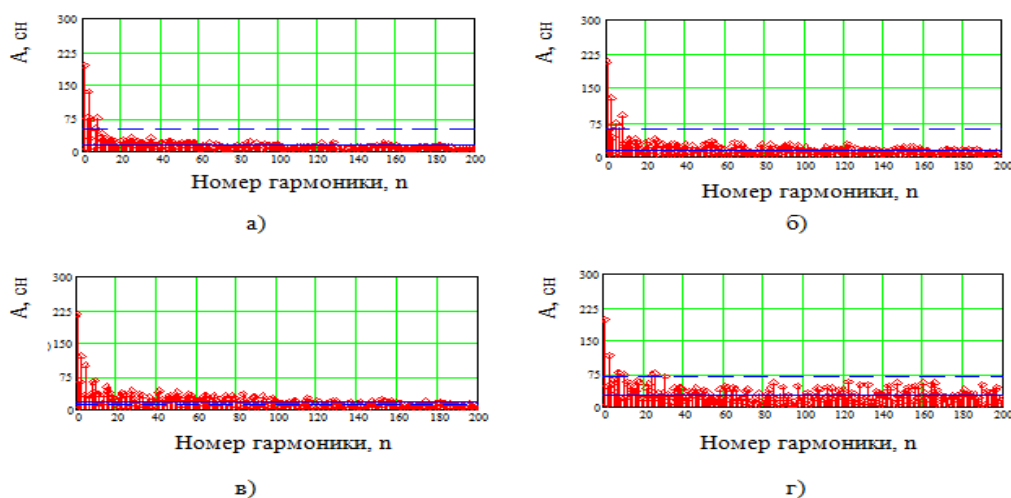


Рис. 2

Спектры натяжения	F, сН	σ^2 , сН ²	С, %	Параметры частотного анализа			
				N, сН/с	d	k	A, сН
Рис. 2-а	36,2	468	60	23,5	8	6	8,6
Рис. 2-б	36,8	557	64	24,8	8	6	9,2
Рис. 2-в	37,4	669	69	32,4	10	6	9,6
Рис. 2-г	88,2	1124	39	65,8	26	7	8,7

На спектрах БПФ все негативные воздействия проявились увеличением амплитуд практически всех гармоник. Статистические характеристики и параметры, характеризующие распределение спектральной плотности, а также показатель напряженности представлены в табл.1, где F – среднее натяжение в цикле вязания; σ – дисперсия натяжения; С – квадратическая неровнота; N – показатель напряженности процесса вязания; d – максимальный номер гармоники спектра разложения в ряд Фурье после отсеивания шума; k – число частотных составляющих после отсеивания шума; A – приведенная максимальная амплитуда спектра.

Как видно из табл.1, статистические характеристики, соответствующие тензограмме нити, представленной на рис.1-г, могут ввести в заблуждение исследователя, поскольку квадратическая неровнота на фоне высокого уровня среднего натяжения

оказалась небольшой. На самом деле широкополосной шум, возникающий вследствие нарушения технологического процесса, всегда приводит к нарушению технологии вязания и увеличению обрывности. Показатель напряженности N отслеживает нарушения процесса вязания. Так, при моделировании одиночной пики (рис.1-б) показатель напряженности возрастает незначительно (на 1,3 сН/с); при внесении в тензограмму двух дополнительных отдельных всплесков (рис.1-в) показатель напряженности возрастает на 8,9 сН/с; при моделировании систематического шума (рис.1-г) показатель напряженности возрастает почти в три раза.

Тензограммы нити, представленные на рис.1, обработаны с помощью вейвлет-анализа с использованием различных вейвлет-функций (койфлет, симмлет, Добеши, Бетл-Лемарье, Бисплайн).

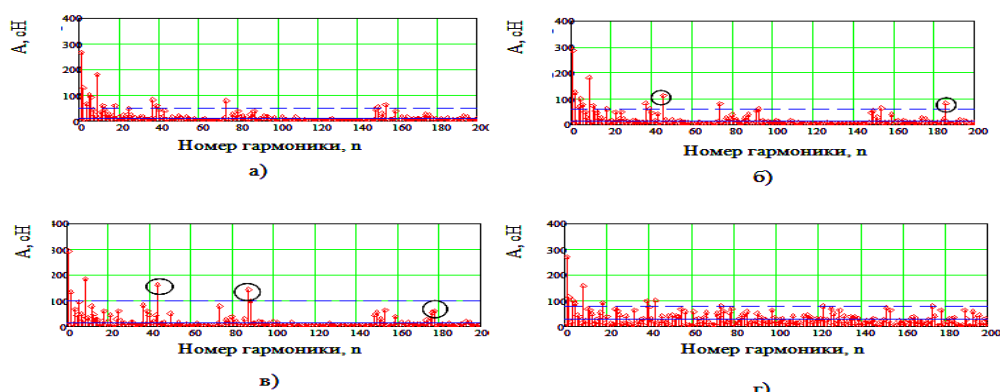


Рис. 3

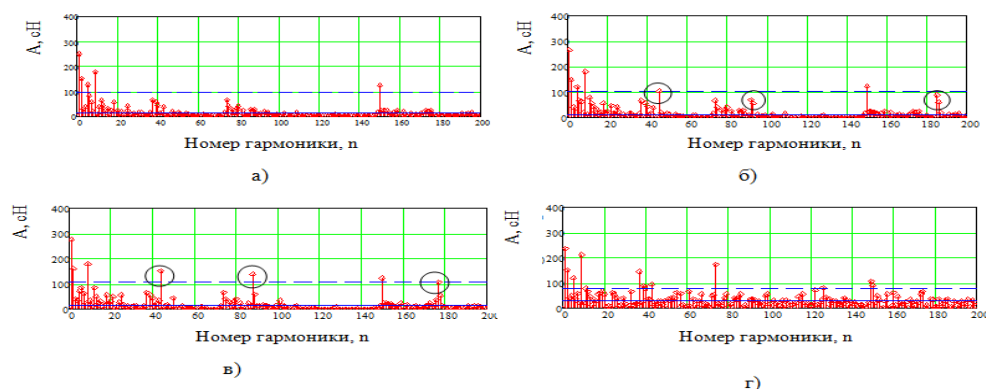


Рис. 4

На рис.3 представлены спектрограммы для вейвлет-функции койфлет, на рис.4 – вейвлет-функции симмлет. Видно, что по сравнению со спектрограммой для процесса вязания без нарушения (рис. 3-а и рис.4-а) спектрограммы для процессов с нарушениями показывают наличие гармоник с возросшей амплитудой (на рис. 3 и 4-б, в, г обведены кружочком). Обработка другими вейвлет-функциями дает аналогичные результаты. Таким образом, вейвлет-преобразования дают наглядную интерпретацию технологического процесса, протекающего с нарушениями. Для оценки напряженности процесса вязания по хорошо отслеживаемым на спектрограммах вейвлет-анализа локальным возмущениям натяжения нити требуется разработка специальной методики, включающей определение параметров частотного спектра при разложении общего спектра на отдельные частотные составляющие.

ВЫВОДЫ

1. Получена количественная оценка нарушений процесса вязания с помощью показателя напряженности. Систематическое нарушение, проявляющееся значительными высокочастотными колебаниями натяжения нити, приводит к существенному ухудшению технологического процесса и увеличению показателя напряженности.

2. Локальные случайные изменения натяжения нити, сопровождающиеся увеличением амплитуды колебания натяжения, хорошо отслеживаются на спектрограммах, полученных с помощью вейвлет-анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крутикова В.Р., Банакова Н.В. Анализ тензограмм нити при выработке поперечновязаного трикотажа // Изв.вузов. Технология легкой промышленности. – 2009, №1. С.18...21.
2. Крутикова В.Р., Банакова Н.В. Оценка показателя напряженности вязания // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, №6. С.72...75.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 07.06.13.

УДК 687.01

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ ЧЕБЫШЕВСКИХ ОБОЛОЧЕК
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕМЕНТОВ ШТОР
С НИСПАДАЮЩИМИ СКЛАДКАМИ**

**THEORY USE THE CHEBYSHEVSKIKH
OF COVERS AT DESIGN OF ELEMENTS
OF CURTAINS WITH FALLING FOLDS**

О.В. ИВАНОВА, М.С. ДВОРЕЦКАЯ
O.V. IVANOVA, M.S. DVORETSKAYA

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

Рассмотрена возможность использования теории чебышевских оболочек при проектировании ниспадающих складок в портьерах. Предложена методика определения критического угла перекоса в условиях салона-магазина. Установлена взаимосвязь между критическим углом и способностью ткани к образованию ниспадающих складок.

Possibility of use of the theory of chebyshevsky covers is considered at design of falling folds in portieres. The technique of definition of a critical angle of a distortion in the conditions of shop salon is offered. The interrelation between a critical angle and ability of fabric to formation of falling folds is established.

Ключевые слова: шторы, ниспадающие складки, перекося, критический угол, сваг.

Keywords: the curtains, falling folds, a distortion, a critical angle, swag.

Современный ассортимент портьерных тканей широк и разнообразен. Если в премиум сегменте законодателями моды являются ткани из Франции, Германии, Дании, Бельгии, Италии и др., отличающиеся помимо эксклюзивного дизайна высокими потребительскими свойствами и ценой, то для потребителей со средним и низким уровнем дохода свои разработки предлагают турецкие, сирийские, индийские, китайские и корейские производите-

ли. Они "заимствуют" популярные дизайнерские решения у известных европейских брендов и предлагают рынку аналоги разнообразных фактур и цветов по привлекательной цене.

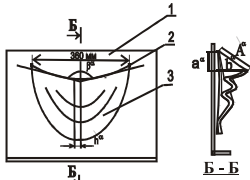
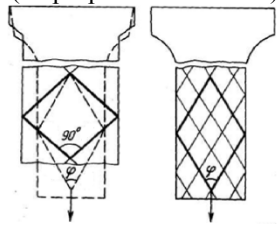
Разнообразие возможностей дизайнерского оформления окон портьерными тканями актуализирует вопросы, связанные с эстетическим и бездефектным исполнением проектных решений в рамках малых производственных предприятий, предос-

ставляющих потребителю услуги по пошиву штор.

В данной работе исследована возможность использования теории чебышевских оболочек при проектировании элементов штор с ниспадающими складками с целью повышения их качества.

В качестве объектов исследования выбраны ниспадающие складчатые элементы штор – сваги [1], выполненные из полиэфирных тканей, европейских и азиатских производителей (табл. 1).

Таблица 1

Наименование характеристики	Условное обозначение	Номер ткани						
		1	2	3	4	5	6	7
Волокнистый состав		100% ПЭФ	100% ПЭФ	100% ПЭФ	100% ПЭФ	100% ПЭФ	100% ПЭФ	100% ПЭФ
Страна-производитель		Китай	Италия	Турция	Сирия	Индия	Франция	Корея
Структура нити	-	о: НПЭф комп. у: НПЭф комп. круч.	о: НПЭф моно у: НПЭф комп.	о: НПЭф моно у: НПЭф моно	о: НПЭф моно у: НПЭф моно	о: НПЭф моно у: НПЭф моно	о: НПЭф моно у: НПЭф моно, круч. в 3 сл.	о: НПЭф комп. круч. у: НПЭф комп. круч.
Класс и вид переплетения	-	главное, полотняное						
Торговое название	-	вуаль	полурганза	рганза	рганза	рганза	полурганза	микровуаль
Поверхностная плотность, г/м ²	M _с	55	45	29	20	25	35	48
Линейная плотность, текс	T _о	3	5	4	3	4	3	4
	T _у	3	3	4	3	4	9	4
Количество нитей на 10 см	Π _о	330	300	460	400	350	350	310
	Π _у	370	280	380	400	350	350	310
Диагональная проекция складки, мм	A ^α	88	103	100	123	130	114	94
Способность к образованию ниспадающих складок		средняя	высокая	высокая	высокая	высокая	высокая	средняя
Угол перекоса, град	Φ _{факт}	75	59	60	57	55	58	61
Критический угол перекоса нитей, град (на разрывной машине)	 Φ _{крит}	25	31	30	33	35	32	29
Критический угол перекоса нитей (экспериментальный), град	Φ _{крит}	24	32	31	31	36	31	28

Проектирование ламбрекенов со свагами – сложный творческий процесс, качество которого зависит от возможности прогнозирования конечного результата. В существующей практике проектирования эстетика складчатой формы полностью зависит от опыта исполнителя, умения грамотно выбрать материал и максимально верно расположить детали для получения модели в соответствии с творческим замыслом [2].

Как известно, большое влияние на образование округлых пластичных складок в свагах оказывает драпируемость тканей, которая в значительной степени определяется способностью изменять сетевой угол между нитями основы и утка. Именно на этой способности и построена теория проектирования оболочек в чебышевских сетях [3]. Согласно ей сваг можно рассматривать как плоскую оболочку третьего вида, в которой линия сгиба (направление складки свага) не совпадает с нитью ткани, а перекося нитей наблюдается как по линии сгиба, так и в глубинах складки.

Актуально выявить взаимосвязь между драпируемостью портьерных тканей и их способностью изменять сетевой угол между нитями основы и утка.

Согласно теории чебышевских оболочек одной из характеристик, влияющих на формообразование тканей, является критический угол $\varphi_{\text{крит}}$, определяемый по формуле:

$$\varphi_{\text{крит}} = 90 - \varphi_{\text{доп}}, \quad (1)$$

где $\varphi_{\text{доп}}$ – это угол между нитями основы и утка, при котором ткань остается в плоском состоянии (без морщин и складок), определяющийся экспериментально на разрывной машине, когда на образец ткани (10×20 см) наносят квадрат, усилия прилагают под углом 45°, квадрат превращается в ромб при сохранении длины сторон и изменении угла между нитями.

Этот угол определяется структурой ткани и видом отделки. Для большинства костюмных тканей $\varphi_{\text{крит}} = 15...17$ град, пальтовых – 8...10 град.

Для ассортимента портьерных тканей эта информация отсутствует.

С целью определения критического угла перекося проведено исследование на наиболее популярном ассортименте портьерных тканей, используемых для изготовления свагов и представленном в салонах-магазинах штор. При этом значение критического угла определялось инструментально по методике изложенной выше, и экспериментально (органолептическим методом) – без выкраивания образца, с разметкой квадрата на полотне портьерной ткани и ручным растяжением (табл. 1). Установлено, что отклонение результатов не превышает 5%, следовательно, данную методику можно использовать для вычисления критического угла, определяющего эстетичность формы складок свага, без выкраивания образцов и применения дополнительного оборудования в рамках салона-магазина.

Между величинами критического угла и способностью ткани к образованию ниспадающих складок [4], определяющейся диагональной проекцией складки, установлена линейная связь, представленная на рис. 1.

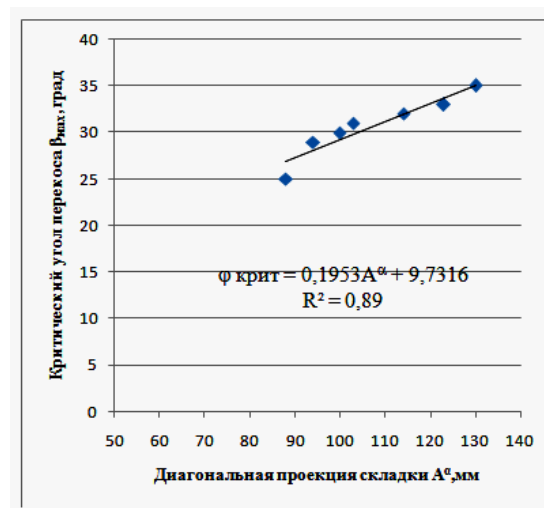


Рис.1

Для получения эстетичной формы фактический угол перекося в готовых изделиях должен быть меньше критического. С этой целью осуществлена оценка фактического угла перекося в пятискладочном сваге, выкроенном в различных направлениях

и выполненном из сетки-канвы с условным классом точности 3×3 см, по оси симметрии, диагональном направлении и по линии закрепления складок (табл.2). Уста-

новлено, что фактический угол перекося находится в пределах допустимых значений.

Таблица 2

Внешний вид свага	Параметры свага	Фото образца из канвы	Значение угла перекося по направлениям измерения, град			
			ось симметрии	диагональное	линия закрепления складок	
	угол раскрыя 45 град					
	Дм = 220мм, Шлк = 60 мм, Шпк = 60 мм, В = 120 мм, S = 450 мм		≤ 5	≤ 10	≤ 15	
	угол раскрыя 30 град					
	Дм = 160 мм, Шлк = 40 мм, Шпк = 40 мм, В = 70 мм, S = 320 мм		≤ 5	≤ 5	≤ 15	
угол раскрыя 60 град						
	Дм = 180 мм, Шлк = 40 мм, Шпк = 40 мм, В = 80 мм, S = 340 мм		≤ 3	≤ 5	≤ 7	

Таким образом, применяя методику определения критического угла на полотнах портьерных тканей без выкраивания, можно прогнозировать их способность образовывать округлые складки в свагах и оперативно решать вопросы конфекционирования быстро обновляющегося ассортимента материалов при разработке комплектов штор.

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрена возможность использования теории чебышевских оболочек при проектировании свагов.

2. Предложена методика определения критического угла перекося портьерных тканей в условиях салона-магазина.

3. Установлена связь между критическим углом перекося и диагональной проекцией, определяющей способность ткани к образованию ниспадающих складок в свагах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванова О.В., Смирнова Н.А., Мартышенко В.А. Теоретическое обоснование механизма образования ниспадающих складок // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №6. С.11...14.
2. Жихарев А.П., Иванова О.В., Смирнова Н.А. Проектирование швейных изделий с ниспадающими складками // Швейная промышленность. – 2008, № 4. С.31...32.
3. Коблякова Е.Б. и др. Конструирование одежды с элементами САПР. – М., 1988.
4. Патент на изобретение № 2324935 Российская Федерация МПК G 01 N 33/36. Способ определения способности текстильных материалов к образованию ниспадающих складок/О.В. Иванова, Н.А. Смирнова, Е.Н. Борисова. Заявитель и патентообладатель Костромской гос. технол. ун-т. – №2006126265/12 (028503); заявл. 19.07.2006; опубл. 20.05.2008, Бюл. №14. – 9 с.: ил.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 07.06.13.

КОСТЮМ РОССИЙСКОЙ СНЕГУРОЧКИ: ТРАДИЦИИ И СОВРЕМЕННОСТЬ

COSTUMES OF RUSSIAN SNOW MAIDEN: TRADITION AND MODERNITY

Ю.А. КОСТЮКОВА, А.А. РОГАЧЕВА
Y.A. KOSTYUKOVA, A.A. ROGACHEVA

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

В статье представлены результаты структурного анализа костюма Снегурочки (классического, сценического, карнавального) на основе исторических и современных материалов. Выявлены традиционные и новые костюмные решения в создании образа Снегурочки. Даны рекомендации по художественному проектированию новогодних костюмов и одежды модного тренда "Снегурочка", на основе которых разработана промышленная коллекция женских нарядных платьев из льна, направленная на продвижение бренда "Сказочная Кострома – родина Снегурочки".

The paper presents results the structural analysis costume Snow Maiden (classic, scenic, carnival) on the basis of historical and modern materials. Identified new and traditional costume solutions to create an image of the Snow Maiden, offers advice on the artistic design of Christmas costumes and clothing fashion trend "Snow Maiden"

Ключевые слова: Снегурочка, образ, костюм, анализ, традиции, тренд, Кострома, рекомендации.

Keywords: Snow Maiden, image, costume, analysis, tradition, trend, Kostroma, recommendations.

Главные персонажи новогодних праздников в России – Дед Мороз и Снегурочка. Они всегда желанные гости детских утренников, концертных площадок, праздников в кругу семьи, корпоративов. Атмосфера радости и веселья, которую дарят нам эти сказочные персонажи, рождается во многом благодаря их внешнему облику, такому знакомому и любимому всем с детства. И если образ Деда Мороза в сознании россиян уже сложился (добрый дедушка с бородой, посохом и мешком подарков; одет в длинную шубу, барскую шапку, теплые штаны и валенки, передвигается на тройке лошадей), статус его помощницы и верной спутницы еще недостаточно ясен. Снегурочкой может быть и молодая девушка, и более зрелая очаровательная женщина. Всегда немного таинственная – она предстает перед нами то примерной внучкой своего деда, то тургеневской девушкой, то русской боярыней.

Современный образ Снегурочки формировался веками под влиянием праздничных обрядов языческого происхождения и русского фольклора, преобразовывался и развивался в художественной литературе, умело воплощался в музыкальном и изобразительном искусстве, театре, кино, декоративно-прикладном творчестве и дизайне.

На сегодняшний день уже достаточно изучены история происхождения и семантика образа Снегурочки, а также исторические события художественной среды, которые способствовали дальнейшему развитию сказочного персонажа в литературе, театре, музыке и т.д. [1...4]. Однако описаниям костюма Снегурочки не уделено должного внимания. Имеющиеся сведения носят разрозненный характер, и практически не отражают связи с современностью. Тогда как Снегурочка сегодня – это отдельная тема в мире моды, и тяга совре-

менных дизайнеров к таким образам вполне объяснима: в нашей стремительной прагматичной жизни так не хватает сказки! В данной статье авторы поставили перед собой задачу – систематизировать исторические и современные сведения о костюме Снегурочки, выявить исторически сложившиеся характеристики костюма, которые делают образ ледяной красавицы завершенным и узнаваемым в любых вариациях.

Универсальным можно назвать классический вариант костюма Снегурочки. Он более всего соответствует историческому описанию героини русских сказок – юной девушки, одетой в шубку, шапочку на меху, варежки и сапожки. Проверенная годами "классика" удачно вписывается в любую аудиторию, может иметь массовый (для промо-акций и т.п.) или национальный характер (для землячества: украинцы, татары и т.п.), а также решаться с профессиональным акцентом (корпоратив какого-то предприятия или организации: продавцы, врачи, банковские служащие). Женственный крой и доступная цена – вот безусловные "плюсы" классического варианта костюма Снегурочки. К слову сказать, большая часть таких костюмов изготавливается в Китае и поступает на отечественный рынок через интернет-магазины.

Первые эскизы сценического костюма Снегурочки для постановки одноименной оперы Н.А. Римского-Корсакова (1880 г.) на основе пьесы А.Н. Островского живописно исполнили В. Васнецов, М. Врубель и Н. Рерих. В пьесе Островского нет прямых описаний одежды героев, что дало повод художникам обратиться не только к своей фантазии, но и к знанию народного крестьянского костюма. Так, в эскизах В.М. Васнецова отделка костюмов к пьесе "Снегурочка" имела языческий смысл (например, узор "змейка" означает, что деревня, где жила Снегурочка, стояла у воды) [4].

Современный сценический костюм внучки Деда Мороза во многом унаследовал сказочные черты Снегурочки с полотно великих художников XIX в. и образную выразительность русского национального костюма с его отличительной особен-

ностью: кокошником. Героиня Берендеева царства, русская красавица Снегурочка часто предстает перед зрителями в роскошных костюмах боярыни, княжны или царицы. Такого рода костюмы отличает уникальный авторский дизайн, красочная декоративность, трудоемкость изготовления и, соответственно, более высокая цена. Некоторые костюмы для современных театральных постановок пьесы "Снегурочка" можно назвать настоящими произведениями искусства. В сочетании с другими художественными средствами воздействия на зрителя они помогают создать на сцене одухотворенный образ сказочной героини.

В последнее время в средствах массовой информации и Интернете наблюдается тенденция к упрощению образа Снегурочки, и облик скромной от природы героини известной сказки заменяют двойники модельной внешности. Зачастую в карнавальную ночь ее облик лишен присущей ей от природы скромности.

Анализ исторического и современного костюмов Снегурочки показал, что в зависимости от сценария новогоднего праздника образ снежной красавицы может иметь самые разнообразные, подчас необычные, смелые и даже фантастические решения; ассортиментный ряд ее одежды значительно расширился, новые материалы и отделки усилили художественно-образное звучание костюма, цветовая гамма стала более разнообразной. Завершающий штрих в облик современной Снегурочки вносят "зимний" маникюр и макияж.

Богатая палитра образов Снегурочки, ореол романтичности и "снежное" происхождение сделали ее настоящим зимним трендом Высокой моды 2013 года. Образ сказочной красавицы угадывается в последних коллекциях Alexander McQueen, Blugirl, Blumarine, Michael Kors, Moncler, Moschino, Simone Rocha, Simonetta Ravizza, Sonia Rykiel. Снегурочка вдохновила также российского дизайнера А. Романцову на создание коллекции женской одежды для собственного бренда A La Russe.

Необходимо отметить, что развитие модного направления "Снегурочка" (и не только зимнего) особенно актуально для

города Костромы, где изучение, разработка и изготовление костюмов данного персонажа может стать одним из направлений развития бренда "Сказочная Кострома – родина Снегурочки".

Основные результаты исследования традиционного образа Снегурочки и его

современных интерпретаций (табл. 1 – особенности художественного проектирования костюма Снегурочки: традиции и новое видение) легли в основу разработки авторской коллекции женских платьев из льна "Снегурочка" (рис. 1).

Т а б л и ц а 1

Элементы костюма	Композиционные решения костюма Снегурочки	
	Традиционные	Новые
Ассортимент	Шубка, полушубок, жакет, платье, рубаха, сарафан	Меховой жилет, топ, корсет, мини-юбка, брюки, комбинезон, бикини
Силуэтные решения	Прямой, полуприлегающий, трапециевидный, расширенный к низу, многослойный	Прилегающий, приталенный, свободный и др.
Конструктивные особенности	Круглый меховой воротник-оплечье, пелерина, втачные рукава с манжетами, расклешенные от локтя или длинные колоколообразные, срезанные углом (накапки), центральная застежка, шлейф	Без ограничений
Фактура и текстура материалов	Сложноузорчатая парча с металлическими нитями, панбархат, кружево, гипюр, плотная глянцевая тафта, блестящий креп-сатин, атлас, прозрачная вуаль, шифон, органза, переливчатый муар и др.	Натуральный мех, вязанный мех, трикотаж, пенопласт, новогодний "дождик", перья и др.
Цвет	Белый (символ чистого духа или сама душа); снежно-белый, цвета застывших вод: серебристо голубой, лазурный, бирюзовый, аквамарин, иссиня-черный и др.	Желтый, золотистый, оттенки красного, пурпурный, розовый, фиолетовый, перламутровый, стальной (серебристо-белый), "электрик" (синий с серым отливом) и др.
Месторасположение отделки и декора	Головной убор, воротник, линия борта, низ рукавов, подол, обувь, аксессуары	Без ограничений
Материалы для отделки и декора	Для отделки: искусственный мех, ворсовые материалы (плюш, флис, флок), вата или синтепон. Для декора: вышивка, кружево, шитье, бисер, стразы, пайетки, сутаж, тесьма, шнур, выюнок, кисти, бахрома, ленты, аппликация и др.	
Орнамент	Традиционные русские узоры, похожие на морозный рисунок; ажурные снежинки разнообразных форм и размеров	Абстрактные мотивы, гладкокрашенные материалы выразительных фактур
Головные уборы	Кокошник, восьмилучевый венец, диадема, венок, шестиклинная шапочка с меховой опушкой	Колпачок Санты, меховые наушники, шапка-ушанка, вязанная шапочка из меха и др.
Обувь	Валенки, белые кожаные сапоги на невысоком каблучке, полусапожки на шнуровке	Сапоги-чулки на высокой шпильке, модельные туфли и др.
Аксессуары	Накидка, пояс-кушак, муфточка, рукавички, мешочек	Меховая горжетка, лайковые перчатки, нарукавники, клатч, чулки с кружевными подвязками, гетры и др.
Прическа	Длинные светлые волосы, распущенные или заплетенные в одну (две) косы; парик	Без ограничений
Украшения	Древнерусские женские украшения (рясны, колты, височные кольца и др.), серьги-снежинки, бусы из белого жемчуга и др.	Кулон из горного хрусталя в виде ледяной сосульки, брошь из голубого или серебристого стекла и др.



Рис. 1

ВЫВОДЫ

1. На основе исследования образа Снегурочки проведен структурный анализ ее костюма: классического, сценического, карнавального.

2. Выявлены и систематизированы традиционные приемы в композиционном решении костюма Снегурочки; отражены новые направления в создании ее современного образа.

3. Разработана промышленная коллекция женских нарядных платьев изо льна с использованием особенностей художественного проектирования костюма Снегурочки.

4. Полученные материалы могут быть использованы в качестве рекомендаций по изготовлению новогодних костюмов Снегурочки и моделей одежды модного тренда "Снегурочка".

ЛИТЕРАТУРА

1. *Безрукова В.С.* Основы духовной культуры (электронный энциклопедический словарь педагога). – Екатеринбург, 2000.

2. *Чернявская Т.Н.* Художественная культура СССР: Лингвострановедческий словарь. – М.: Русский язык, 1984.

3. *Душечкина Е.* Дед Мороз и Снегурочка // Отечественные записки. – 2003, №1.

4. *Бялик В.* Платье для Снегурочки // Родина. – 2000, №12.

5. *Петрова М.* "Снегурочка" В.М. Васнецова. Нетрадиционный анализ в традиционном историческом контексте // Наш современник. – 2004, №7.

6. *Костюкова Ю.А., Рогачева А.А.* Анализ формирования и развития образа Снегурочки в произведениях русской культуры // Сб. научн. тр. молодых ученых КГТУ. – Кострома: Изд-во КГТУ. Вып. 13, Ч.1, 2012.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 07.06.13.

**К ВОПРОСУ КЛАССИФИКАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИК
СТРОЕНИЯ ВОЛОСЯНОГО ПОКРОВА
ПУШНО-МЕХОВЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ**

**ON THE CLASSIFICATION
OF CHARACTERISTICS OF THE STRUCTURE
OF HAIR FUR SEMIS**

С.П. РАССАДИНА, Ж.Ю. КОЙТОВА, Е.Н. БОРИСОВА
S.P. RASSADINA, J.Y. KOYTOVA, E.N. BORISOVA

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

В работе предложена классификация свойств волосяного покрова натурального меха по характеристикам строения одиночного волоса и волосяного покрова в целом. Основное внимание уделено возможности формализации показателей строения меховой шкурки с целью разработки алгоритмов прогнозирования внешнего вида меховых полотен.

The paper presents the classification of the properties of hair fur on the characteristics of the structure of a single hair and scalp as a whole. The focus is on the possibility of formalizing the structure of fur pelts indicators in order to develop algorithms for predicting the appearance of fur fabrics.

Ключевые слова: классификация, строение, натуральный мех, волосяной покров, рельеф, плотность, кроющая способность, устойчивость волосяного покрова.

Keywords: classification, structure, fur, hair cover, topography, density, opacity, resistance hairline.

Систематике свойств меха посвящены многие работы ученых-товароведов [1], [2] и материаловедов [3], [4]. Специалисты, изучающие свойства натурального меха ищут новые подходы к исследованию свойств пушно-мехового полуфабриката. Меховая отрасль стоит на пороге решения сложной задачи – прогнозирования внешнего вида мехового изделия и управления свойствами меховой шкурки с помощью систем автоматизированного проектирования меховых изделий.

В связи с этим требуется пересмотр существующих и введение новых характеристик, применяемых для оценки свойств меховых шкурок, в направлении формализации единичных и комплексных показателей структуры волосяного покрова. Это

позволяет перейти к созданию алгоритмов по моделированию трехмерных меховых полотен, виртуальной наборке и раскрою меховых пластин. Наиболее актуально решение данной задачи для длинноволосых видов меха.

Разработка 3D-модели шкурки позволяет решить две основные проблемы, возникающие перед проектировщиком:

– описание рельефа поверхности волосяного покрова и в том числе создание справочной базы 3D-моделей меховых шкурок;

– прогнозирование устойчивости и, как следствие, изменение кроющей способности массы волосяного покрова на граничных участках шкурки и меховых полотнах.

Ранее авторами [3...8] проанализированы характеристики строения волосяного покрова с точки зрения влияния различных

уровней структуры на рельеф поверхности и устойчивость структуры волосяного покрова.

Таблица 1

Характеристики строения одиночного волоса			Характеристики строения волосяного покрова в целом				
Характеристики, описывающие внешнюю форму волоса		Характеристики, описывающие пространственное положение волоса	Характеристики, описывающие взаимосвязь волос друг с другом		Характеристики заполнения объема волосяного покрова поперечными сечениями волос	Характеристики, описывающие рельеф поверхности волосяного покрова	
Длина волоса		Извитость волоса	Количество волос различных типов	Степень сцепления волос между собой	Плотность заполнения волосяного покрова	Пышность волосяного покрова	Устойчивость волосяного покрова
Истинная длина волоса, мм	Естественная длина волоса, мм						
Диаметр (диаметры) сечения волоса, мм	Геометрическая форма сечения волоса*	Количество витков на 10 мм, шт.	Значение радиуса кривизны витка, мм	Угол наклона волоса к плоскости кожной ткани, град	Угол наклона волоса относительно оси симметрии шкурки (плоскость XY), град	Координаты вершины волоса XYZ, мм	Густота, шт/см ²
Соотношение числа волос различных типов	Форма одиночных волос*	Количество витков на 10 мм, шт.	Связанность волосяного покрова Вд*	Плотность заполнения $\Pi_{\text{вн}}^*$, $\Pi_{\text{вн}}^{\text{мех}}(\text{см. формулы (1,2)})$	Коэф-т заполнения $K_{\text{зап}}(\text{см. формулы (3)})$	Объемное заполнение $V_{\text{мех}}\%$ (см. формулы (4))	Объемная масса волосяного покрова
Толщина слоя недеформированного волосяного покрова, мм	Коэффициент мягкости	$S_{\text{мех}}\%$, (см. формулу (5))		Геометрические размеры шкурки (меховой полоски)		Конфигурация образца*	

Примечание. * – Данные характеристики не оцениваются количественно, ■ – новые характеристики.

В результате выделено 5 групп характеристик, оцениваемых количественно и дающих представление о рельефе поверхности меховой шкурки (пластины) (табл. 1). Среди них можно выделить группы характеристик, относящихся к

одиночному волосу: характеристики, описывающие внешнюю форму волоса и пространственное положение волоса, а также характеристики, применяемые для оценки структуры волосяного покрова в целом.

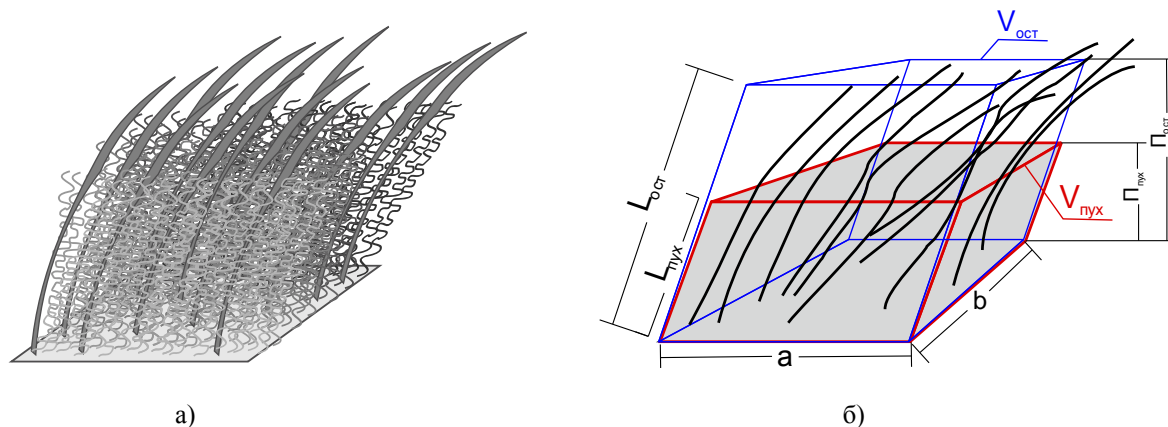


Рис. 1

Особенно актуально введение новых характеристик, позволяющих оценивать плотность, кроющую способность и рельеф волосяного покрова. Ранее предложены новые характеристики [3], [5], [6], [8], позволяющие прогнозировать результат применения сложных методов раскроя и расшивки. Авторами создана модель волосяного покрова меховой шкурки (рис. 1 – а) – пуховой и остевой каркасы; б) – схема образца меха с выделением характеристик структуры: а, b – длина сторон кожной ткани; $L_{ост}$, $L_{пух}$ – длина сторон остевого и пухового каркасов; $P_{ост}$, $P_{пух}$ – пышность остевого и пухового каркасов; $V_{ост}$, $V_{пух}$ – объем параллелепипедов, образованных остевым и пуховым каркасами), включающая в себя три взаимосвязанные системы: пуховой и остевой каркасы, а также наполнитель – воздух (рис. 1-а). Экспериментально установлено, что на устойчивость волосяного покрова значительное влияние оказывает развитость пухового слоя, поэтому предложено оценивать плотность и подвижность всей системы мехового образца по степени развитости пухового каркаса, а именно по характеристикам:

1) плотности волосяного покрова:

$$P_{внизу} = S_1 / S \cdot 100\%, \quad (1)$$

$$P_{вверху} = S_2 / S \cdot 100\%, \quad (2)$$

$$K_{зап} = P_{вверху} / P_{внизу} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где $P_{внизу}$ – плотность заполнения у основания пучка волос, %; $P_{вверху}$ – плотность заполнения у вершины пучка волос, %; S_2 – площадь сечения пучка волос вверху, $мм^2$; S_1 – площадь сечения пучка волос внизу, $мм^2$; S – площадь основания кожной ткани, занимаемая пучком волос, $мм^2$; $K_{зап}$ – коэффициент заполнения пучка волос по высоте;

2) объемного заполнения:

$$V_{меха\%} = V_{общ} / V_{пух} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где $V_{меха\%}$ – объемное заполнение образца меха, %; $V_{общ}$ – объем, занимаемый пучком

волос с мехового образца, $мм^3$; $V_{пух}$ – объем параллелепипеда, соответствующий пуховому каркасу мехового образца, $мм^3$ (рис. 1-б);

3) кроющей способности волосяного покрова [6]:

$$S_{меха\%} = (S_{меха} / S_{кт}) \cdot 100\%, \quad (5)$$

где $S_{меха\%}$ – кроющая способность мехового образца (относительная площадь цветочного пятна меха – определяется по методу цветочных масок), %; $S_{меха}$ – абсолютная (полезная) площадь цветочного пятна меха, пикс; $S_{кт}$ – площадь кожной ткани, пикс.

Практическое применение предложенных формул расчета характеристик плотности и устойчивости волосяного покрова апробировано при проектировании комплекта комбинированных меховых уборов из меха красной лисицы.

Таким образом, в статье предложена классификация характеристик строения волосяного покрова, установлена иерархия свойств одиночного волоса и групп структурных элементов меховой шкурки, предложены новые характеристики для оценки структуры волосяного покрова, позволяющие формализовать процесс проектирования мехового изделия.

ВЫВОДЫ

1. Предложена классификация характеристик строения волосяного покрова натурального меха с точки зрения влияния их на рельеф и устойчивость одиночных и групповых элементов структуры.

2. Выделено 3 вида комплексных характеристик групповых элементов структуры: характеристики взаимосвязи волос друг с другом; характеристики заполнения объема волосяного покрова поперечными сечениями волос; характеристики, описывающие рельеф поверхности волосяного покрова.

3. Создана возможность оценки устойчивости волосяного покрова, позволяющая рассматривать мех как природную биоконструкцию, обоснованно подходить к вы-

бору и изменению параметров раскроя пушно-мехового полуфабриката.

ЛИТЕРАТУРА

1. Товароведение и экспертиза меховых товаров: Учебник для вузов / А.Н. Беседин, С.А. Каспарьянц, В.Б. Игнатенко. – М.: Издательский центр "Академия", 2007.

2. Терская Л.А. Теоретические основы проектирования меховых изделий: Монография. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2004.

3. Рассадина С.П. Разработка методов оценки и исследование геометрических и оптических свойств волосяного покрова пушно-меховых полуфабрикатов: Дис. ... канд. техн. наук. – Кострома, 2002.

4. Койтова Ж.Ю. Разработка новых методов оценки и исследование свойств пушно-меховых полуфабрикатов: Дис. ... докт. техн. наук – Санкт-Петербург, 2004.

5. Рассадина С.П., Койтова Ж.Ю. Оценка рельефа волосяного покрова натурального меха // Директор. – 2003, №3. С.15...17.

6. Рассадина С.П., Петрова В.А., Койтова Ж.Ю. Анализ формы и размера меховых полосок при раскрое // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 4С. С. 82...87.

7. Рассадина С.П., Петрова В.А., Койтова Ж.Ю. Построение и практическое использование пространственной геометрической модели меховой шкурки // Сб. научн. тр. молодых ученых КГТУ. – Кострома: КГТУ, 2011, вып.12, ч.1. С. 44...47.

8. Рассадина С.П., Северухина М.А. Влияние характеристик строения волосяного покрова натурального меха на его устойчивость // Вестник КГТУ. – Кострома: КГТУ, 2012, №1(28). С. 46.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 07.06.13.

УДК 687.016.5

РАЗВИТИЕ ХУДОЖЕСТВЕННО-ОБРАЗНОГО РЕШЕНИЯ УКРАШЕНИЙ В КОНТЕКСТЕ МУЖСКОЙ МОДЫ XX – НАЧАЛА XXI ВВ.

THE EVOLUTION OF ARTISTIC AND IMAGINATIVE SOLUTIONS MENSWEAR XX - BEGINNING OF XXI CENTURY

О.Л. АККУРАТОВА

O.L. AKKURATOVA

(Костромской государственный технологический университет)

(Kostroma State Technological University)

E-mail: tmchp1@kstu.edu.ru

В статье представлены результаты исследования существующих стилей и подстилей моды XX – начала XXI вв. несущих преобразование художественных образов мужского костюма и украшений, массового, элитарного, социального значения одежды. Исследуется мужская мода, как феномен материальной культуры XX – начала XXI вв., затрагивается актуальная проблема комплексного подхода к исследованию развития мужской моды, проводятся сравнительный анализ и оценка перспективности взаимодействия двух отраслей в контексте современных направлений моды, влияние молодежных субкультур на современные тенденции моды.

The paper presents the results of a study of the existing styles and sub-genres of fashion XX - beginning of XXI century. supporting the transformation of the century artistic images of men's suits, the mass, the elite, the social value of clothing. The study and analysis of the current consumer groups, their needs and socio-line kultrnym areas of society. The influence of subcultures on the diffuseness of the modern trends of men's fashion.

Ключевые слова: мода, образ, стили, субкультура, украшения, костюм, мужская мода.

Keywords: fashion, image, style, subculture, jewelry, clothing, men's fashion.

Развитие моды XX – начала XXI вв. несет в себе преобразование художественных стилей мужского костюма, массовое, элитарное, социальное значение одежды, формирование новых образов, отвечающих не только идеалам времени, но и ценностям конкретных субкультур. Мода рассматривается как культурный феномен.

Важное качество мужской моды – современность. Современная мужская мода – это искусство, бизнес, индустрия – с одной стороны, и искусное социальное манипулирование – с другой. Современный показ моды превращается в настоящее театральное представление с демонстрацией эстетических доминант сезона.

Современная индустрия моды, создавая мужской образ, предлагает одежду более свободной и раскрепощенной, расширяя предметы гардероба, тщательно подбирая украшения и аксессуары. Применяются новые пропорции, силуэты, объемы, материалы, новые технологии обработки.

Украшения являются неотъемлемой частью мужского костюма, придающие ансамблю законченный вид. Ведущая функция мужских украшений – трансляция знака, завершенность образа, свидетельство статусности положения в обществе и финансового достатка. Активное использование украшений в мужском костюме сегодня актуализируется в контексте индустрии моды, в которой существуют длинные, средние, короткие модные циклы. Украшения рассматриваются как искусство, реализация эстетических представлений конкретного художника и эпохи в целом, социальное явление, позволяющее атрибутировать внешний вид в соответствии с желаемым или реальным социальным положением, религиозной, национальной принадлежностью. Удовлетворяются адресные потребности, формируются новые образы, отвечающие не только идеалам времени, но и ценностям конкретных субкультур.

Использование украшений в составлении мужского образа (рис. 1) наиболее ярко подчеркивают демонстративность, социокультурную обусловленность, изменчивость. Служат авторепрезентацией, средством идентификации, присутствует такая ценность моды, как игра, связана с тем, что мода является эвристической творческой деятельностью, стимулирует поиск и создание нового. Игра является формой постижения мира, а наличие мужских украшений в костюме – одной из форм игрового поведения со своеобразными "правилами игры" (модные стандарты).



Рис. 1

Мода проникла практически во все сферы жизнедеятельности мужчины, не ограничиваясь одеждой, влияя на стиль и ритм жизни, манеру поведения, являясь проводником между социальными и культурными идеями, транслируя идеалы эпохи. Мода ориентирована, не только на создание ультрановых решений, поиск оригинальных форм, современных образов, но и на коммерческую выгоду, финансовую прибыль. Самой широкой группой потребителей является молодежь, наиболее подвижная, смело идущая на эксперименты в поиске себя.

Современная индустрия мужской моды работает не только с базовыми стилями

(классический, романтический, фольклорный (этнический), спортивный), появляется множество стилей и подстилей одежды, которые позволяют мужчине выглядеть современно, стильно, модно и необычно.



Рис. 2

Все стили можно разделить на виды и подвиды (рис. 2), которые могут смешиваться или пересекаться между собой: элегантный стиль, экстравагантный стиль, гангстерский стиль, наследие (Heritage – англ.), клубный стиль, стиль диско, богемный стиль, стиль "гламур" (от англ. Glamour – обаяние, шарм), спортивный "гламур" или спортивный шик, "кежуэл" (от англ. casual – случайный, небрежный), сафари, милитари, морской стиль, кантри, авангардный стиль и т.д. Многие стили мы принимаем как естественность, многие не замечаем, многим удивляемся, а некоторые из них просто шокируют.

Самым ярким и разнообразным является молодежный стиль, который включает в себя подстили, основанные на выборе музыки, искусства, стиля поведения и субкультуры. Субкультура – это часть культуры общества, отличающейся своим поведением (положительным или отрицательным) от преобладающего большинства, а также социальные группы носителей этой культуры. Субкультура может отличаться от доминирующей культуры собственной системой ценностей, языком, манерой поведения, одеждой и украшениями и аксессуарами [1]. Именно здесь порой украшения (знаки) становятся главенствующими, а одежда, являясь фоном, может быть второстепенна. Количество украшений, их масса, ассортиментный ряд, материал, стилистические решения трактуются совершенно неожиданно. Различают субкультуры, формирующиеся на национальной, демографической, профессиональной, географической и других основах.

Субкультуры появляются вне зависимости от политики, экономики. Включают в себя такие стили, как: стиль "Преппи", Поп-арт (граффити), уличный стиль, унисекс, клубный стиль (делятся на: Хип-хоп, Диско, Тектоник, и др.), Панк, Рок, Эмо-стиль, Готический стиль, Китч, Гранж, Авангард, карго, Диффузный (микс), Японский уличный стиль, Спортивный, Sport-glam, милитари. Все они ярко отражают вкусы, пристрастия и выбор современной молодежи.

Представители или носители субкультуры принимают норму, ценности, картину мира, стиль жизни и прочее – за образец своего существования. Но параллельно с этим существуют и внешние атрибуты, свидетельствующие о принадлежности к определенной группировке, например: внешний вид, жаргон (сленг), прическа, одежда, ярко выраженные доминирующие, переходящие в знак, украшения (как правило их размер подчеркнуто утрирован), аксессуары и др. Субкультура, которая всегда строго соответствовала молодежным возрастным параметрам, на сегодняшний день переходит в более возрастные категории, объединяясь в сообщества, вырастая и активно пропагандируя свое направление (панки, рокеры, реперы и т.д.)

В современной моде, в том числе и в мужском направлении, существуют диффузные стили, которые заимствуют характерные черты субкультуры, пользуются большим спросом у современной молодежи: открытая агрессия, сексуальность, контрастность цветовой гаммы, аксессуары и, наконец, украшения, которые порой не только становятся акцентом, но и превращаются в откровенную доминанту всего мужского костюма и образа, стилевого решения, задавая общую тему [2].

Внешний показатель украшений является одним из существенных факторов, определяющих спрос населения украшений в целом. Игнорирование эстетических факторов при производстве промышленных изделий приводит к снижению потребительского спроса. Этапу художественного проектирования изделий отводится значительная роль, именно здесь опреде-

ляется концепция будущего изделия. Для эффективности проектирования эстетического образа и правильного выбора модного мужского украшения важной является разработка методологических основ, определяющих комплексную взаимосвязь формы, внешних качеств украшения с учетом эстетического образа и особенностей производства [3].

Для проектирования украшений (рис. 3) учитывается сложная система функционирования изделия в "системе дизайна", где рассматривается многосложный механизм от профессионального образования проектируемого лица, возможности производства, продвижения модельного ряда рынка предложений, потребление дизайнерского продукта в соответствии групп потребительского спроса и статусной политики, в том числе создание единого фирменного стиля компании или линии.

Формирование эстетического образа связано с удовлетворением адресных потребностей, так как при создании эстетического образа украшений являются дизайнер, поддержка-фон ("костюм") и потребитель. Внешние признаки украшения есть предмет дизайн-деятельности, которые являются связующим звеном между морфологическим образом и технологическим процессом его изготовления [4].



Рис. 3

Не взирая на разнообразие стилистических направлений в мужской индустрии моды, которое царит в последние годы,

существует определенная схема взаимодействия одежды и украшений. Есть деление по возрастному признаку, по стилистическому направлению, строгое разделение по статусу в зависимости от материала изготовления одежды и украшений. Сегодня активное место в характеристике мужских украшений занимает такой показатель, как масса, четко определяя материал изготовления украшений. Именно за счет больших размеров и доступных материалов украшение становится главенствующим в мужском костюме, особенно в молодежной среде, в младшей возрастной группе, переходя из украшения в знак. Стремительно развивается ассортиментный ряд мужских украшений.

Актуальность темы исследования определяется потребностями современной науки в новом подходе к анализу особенностей развития мужской современной моды и мужских украшений. Научные исследования и многочисленная литература по этой теме имеют в большинстве случаев односторонний характер и не раскрывают значимости вопроса. Тема развития мужской моды и украшений XX начала XXI вв. вызывает обоснованный интерес у теоретиков и практиков моды.

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрены вопросы развития современной мужской моды XX – начала XXI вв., преобразования художественных стилей, массовое, элитарное, социальное значение одежды, формирование новых образов, отвечающих не только идеалам времени, но и ценностям конкретных субкультур.

2. Предложена классификация мужских украшений в аспекте социального явления позволяющая рассмотреть тему с точки зрения мужского направления современной моды, как реализация эстетических представлений современного мира.

3. Разработана и предложена классификация проектирования украшений относительно функционирования в "системе костюм".

ЛИТЕРАТУРА

1. *Андреева И.А.* Мода и культура одежды. – М.: Знание, 1987
2. *Пармон Ф.М.* Композиция костюма. – М.: Лег-промбытиздат, 1997.
3. *Гофман А.Б.* Мода и люди Новая теория моды и модного поведения. – М.: Наука, 1994.

4. *Барт Р.* Система моды. Статьи по семиотике культуры. – М.: Издательство им. Сабашниковых, 2003. С. 36...47.

Рекомендована кафедрой Технологии и материаловедения и швейного производства. Поступила 07.06.13.

УДК 675.621

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ МЕХОВЫХ ПОЛОТЕН ИЗ ОВЧИННОГО ПОЛУФАБРИКАТА НА ИХ ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА

ASSESSMENT OF INFLUENCE OF PARAMETERS OF FUR CLOTHS FROM A SHEEPSKIN SEMI-FINISHED PRODUCT ON THEIR HEAT-SHIELDING PROPERTIES

Е.Н. БОРИСОВА
E.N. BORISOVA

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

Разработана классификация меховых полотен из овчинного полуфабриката. Представлены результаты исследования изменения теплозащитных свойств меховых полотен на основе полнофакторного эксперимента. Получена регрессионная модель влияния основных параметров мехового полотна на изменение его теплозащитных свойств, определены факторы, позволяющие регулировать свойства меховых полотен на стадии их проектирования.

The classification of fur paintings of semi-finished sheepskin. The results of investigations of changes in thermal insulation properties of fur fabrics on the basis of polnofaktornogo experiment. Obtained regression model influence of the main parameters of the fur fabric to change its thermal insulation properties, identified factors that control the properties of fur fabrics at the design stage.

Ключевые слова: овчинный полуфабрикат, меховое полотно, способ изготовления, классификация, теплозащитные свойства, параметры, математическая модель.

Keywords: semi-finished sheepskin, fur fabric, the production method, classification, thermal insulation properties, the parameters of the mathematical model.

В настоящее время на рынке появляется большое количество изделий, изготовленных из меховых полотен, полученных путем ткачества, трикотажного плетения, вязания. В большинстве случаев данные полотна получают из ценных видов меха – песца, норки, черно-бурой и красной лисицы. Использование овчины для получения изделий из меховых полотен не обнаружено [1], тогда как данный материал является исконно русским для изготовления зимней одежды и в настоящее время отличается большим разнообразием за счет использования шкур различных пород овец с разным по структуре волосным покровом, отделкой кожаной ткани [2], за

счет совершенствования технологии изготовления [3].

Для изготовления меховых полотен могут использоваться как целые шкуры, так и шкуры с дефектами и меховой лоскут, что позволяет повысить коэффициент использования мехового сырья [4], снизить отходы меха, получить материалы с новыми свойствами. Разработана классификация меховых полотен из меховых элементов овчинного полуфабриката, включающая в себя способы соединения мехового лоскута с материалом, используемые виды основы, форму, геометрические характеристики и расположение меховых элементов, вид соединения (рис.1).



Рис. 1

Данная классификация предполагает изготовление полотен с применением швейного технологического оборудования, что позволяет изготавливать данные полотна на предприятиях по изготовлению одежды из меха. Предложенная классификация позволяет проектировать меховые полотна их овчинного полуфабриката и мехового лоскута путем варьирования способов соединения, видов основы, изменением геометрических характеристик, получая видовое разнообразие. На основе

полученной классификации изготовлены образцы меховых полотен из овчинного полуфабриката (рис. 2: а, б – полотно, полученное путем настрачивания на трикотажное полотно горизонтальных полос различной ширины; в – полотно, полученное путем настрачивания горизонтальных полос с вставкой декоративной тесьмы; г – полотно, полученное путем настрачивания на ткань элементов квадратной формы при шахматном расположении).



а)



б)



в)



г)

Рис. 2

Одним из основных потребительских свойств изделий из меха является их теплозащитность [5], которая зависит от свойств кожной ткани и волосяного покрова. При исследовании теплозащитных свойств меховых полуфабрикатов чаще всего оценивают влияние параметров волосяного покрова [6]. Оценки влияния параметров меховых полотен на теплозащитные свойства не обнаружено.

С целью определения влияния параметров меховых элементов на теплозащитные свойства полотен проведен полный факторный эксперимент. Для оценки теплозащитных свойств меховых полотен в работе использовалась установка, состоящая из холодильной камеры, в которой поддерживалась постоянная отрицательная температура, и тепловой камеры, которые разделены между собой рамкой с испытуемым образцом. С помощью термпары оценивалось изменение температуры во времени в тепловой камере. Критерием

оценки теплозащитных свойств материала являлась скорость снижения температуры в тепловой камере.

Для проведения исследований использовали меховое полотно, полученное путем настрачивания меховых полос на текстильную основу, как наиболее часто используемое в настоящее время для изготовления одежды. В качестве управляемых факторов выбраны – ширина полоски овчинного полуфабриката, расстояние между полосками, высота волосяного покрова овчинного полуфабриката. Выходным параметром являлась скорость снижения температуры.

Управляемые факторы изменялись в следующем диапазоне: ширина полоски a – от 0,5 до 2,5 см; расстояние между полосками L – от 0,5 до 2,5 см; высота волосяного покрова h – от 0,9 до 2,1 см.

Матрица планирования эксперимента с выходными величинами представлена в табл. 1.

№ опыта	Управляемые факторы						Скорость снижения температуры, $\Delta T, ^\circ\text{C}/\text{мин}$
	кодированные			натуральные			
	X_1	X_2	X_3	a, см	L, см	h, см	
1	+	+	+	2,5	2,5	2,1	2,27
2	-	+	+	0,5	2,5	2,1	2,07
3	+	-	+	2,5	0,5	2,1	1,27
4	-	-	+	0,5	0,5	2,1	1,53
5	+	+	-	2,5	2,5	0,9	2,47
6	-	+	-	0,5	2,5	0,9	2,53
7	+	-	-	2,5	0,5	0,9	1,93
8	-	-	-	0,5	0,5	0,9	2,07

Математическая обработка результатов эксперимента проводилась по стандартной методике обработки результатов полного

факторного плана, в результате чего получены следующие математические модели в кодированном обозначении факторов:

$$Y = 2,02 - 0,033 X_1 + 0,32 X_2 - 0,233 X_3 + 0,068 X_1 X_2 + 0,068 X_2 X_3 + 0,018 X_1 X_3 + 0,048 X_1 X_2 X_3. \quad (1)$$

После проверки уравнения на значимость коэффициентов и отбрасывания не-

значимых факторов имеем:

$$Y = 2,02 + 0,32 X_2 - 0,233 X_3 + 0,068 X_1 X_2 + 0,068 X_2 X_3. \quad (2)$$

Анализ уравнения в кодированных обозначениях показывает, что наиболее сильное влияние на изменения теплозащитных свойств меховых полотен оказывает расстояние между полосками овчинного полуфабриката, при увеличении которого происходит снижение теплозащитных свойств. Тогда как увеличение высоты волосяного покрова приводит к повышению теплозащитности, ширина полоски при этом не оказывает значимого влияния. Одинаковое влияние оказывают парные взаимодействия: $X_1 X_2$ – сочетание ширины полоски овчинного полуфабриката и рас-

стояния между этими полосками и $X_2 X_3$ – сочетание расстояния между полосками и высоты волосяного покрова овчинного полуфабриката. Полученная зависимость показывает, что меховые полотна с одинаковыми теплозащитными свойствами могут быть получены при использовании мехового полуфабриката, имеющего более высокий волосяной покров, при меньшей ширине полосок, обеспечивая экономию расхода материала.

После перевода математических моделей в натуральное обозначение факторов получено уравнение:

$$\Delta T = 2,06 - 0,0102a + 0,1328L - 0,1267h + 0,017aL + 0,017Lh. \quad (3)$$

Полученное уравнение позволяет на стадии проектирования меховых полотен прогнозировать их теплозащитные свойства. Варьирование расстояниями между меховыми полосками и их шириной, использование лоскута с разной высотой волосяного покрова позволит создавать меховые полотна с заданным уровнем теплозащитности.

ВЫВОДЫ

1. Разработана классификация способов изготовления меховых полотен из овчинного полуфабриката, позволяющая достичь видового разнообразия за счет сочетания форм и размеров меховых элементов, различных способов соединения и видов основы.

2. В результате полного факторного эксперимента получена математическая модель, позволяющая оценить влияние параметров мехового полотна на его теплозащитные свойства.

3. Проведенные исследования позволяют проектировать меховые полотна из овчинного полуфабриката с заданным уровнем теплозащитных свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Борисова Е.Н., Шапочка Н.Н., Котова Ж.Ю.* Исследование спроса на изделия из шубной овчины и мехового велюра // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2009, № 1. С.68...71.

2. *Шапочка Н.Н., Борисова Е.Н., Котова Ж.Ю., Смирнова Е.В.* Исследование влияния отделки кожаной ткани на эксплуатационные свойства шубных овчин // Вестник КГТУ. – Кострома: КГТУ, 2008, № 17. С.41...44.

3. *Борисова Е.Н., Шапочка Н.Н.* Совершенствование технологии изготовления изделий из шубной овчины и мехового велюра // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5. С.90...93.

4. *Ветошкина Е.А.* Разработка способов получения и оценка свойств меховых полотен: Дис...канд. техн. наук. – Кострома, 2003.

5. *Тимченко В.А., Борисова Е.Н.* Оценка значимости потребительских свойств овчинных полуфабрикатов для изделий различного назначения // Научн. тр. молодых ученых КГТУ. – Кострома: КГТУ, вып. 14, 2013. С. 204...207.

6. *Игнатов Ю.В., Лосев Г.Г.* Исследование влияния высоты стрижки волосяного покрова шубной овчины на ее теплозащитные свойства // Кожевенно-обувная промышленность. – 1972, №1. С. 44...46.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 07.06.13.

УДК 677.054.004

**ДИАГНОСТИКА ЗЕВООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА
ТКАЦКИХ СТАНКОВ ТИПА СТБ**

**DIAGNOSIS OF ZEVOOBRAZOVATEL'NOGO MECHANISM
OF WEFT WEAVING LOOMS STB**

Е.Е. МАЗНИК, С.Е. ПРОТАЛИНСКИЙ
E.E. MAZNIK, S.E. PROTALINSKY

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

Приводится метод определения технического состояния механизма образования зева, основанный на измерении суммарного зазора в шарнирах и соединениях, индикаторным измерительным прибором. Расчетным путем определяется диагностический показатель уровня износа механизма.

Provides a method for the determination of technical state of education based on measuring the slit of the total gap in the hinges and joints an indicator measuring instrument. By calculation is determined by diagnostic indicator of the level of wear mechanism.

Ключевые слова: ткацкий станок, механизм образования зева, диагностика.

Keywords: formation mechanism of loom, zev, diagnostics.

Изношенность основных фондов ткацкого оборудования требует знаний об эксплуатационном техническом состоянии отдельных механизмов ткацких станков, в частности, зевобразовательного, из-за низкой надежности входящего в его состав механизма передачи движения ремизным рамам. Методы диагностики, известные из технической литературы, не полностью отражают техническое состояние механизма в динамике, не дают количественной оценки его работоспособности. Принцип работы базируется на тензометрических методах

измерения ускорения звеньев механизма ремизного движения с использованием электронной аппаратуры и компьютерных вычислительных систем, что требует высокоточных приборов и установки датчиков на ткацких станках в пыльных и влажных условиях ткацких цехов.

Методы диагностики зевобразовательного механизма, предложенные в [1], [2] используют указанный принцип. Они позволяют косвенно определять по характеру осциллограмм ускорений, которые зависят от зазоров в кинематических па-

рах, дефекты настройки и техническое состояние механизма. Однако не дают количественной оценки о степени износа элементов конструкции до полного выхода из рабочего состояния (поломки).

В настоящее время контроль технического состояния и диагностика зевобразовательного механизма в связи с указанными обстоятельствами практически не проводятся, что в соответствии с таблицей отказов [3] часто приводит к выходу механизма из рабочего состояния. Это приводит к длительному простоя станка из-за ремонта и подрыву нитей основы.

Разработанный способ диагностики технического состояния механизма ремизного движения основан на определении и анализе относительного суммарного зазора в системе кулачковый механизм – передаточный механизм – ремизная рама в статическом состоянии, то есть разнице между

величиной зазора диагностируемого зевобразовательного механизма на работающем ткацком станке и номинальной величиной зазора.

В качестве номинального зазора будем считать максимальную суммарную величину зазора, регламентируемую заводом-изготовителем. Определение номинального зазора проводится путем статистической обработки размеров допусков по посадкам в шарнирных и контактных соединениях звеньев механизма, взятых из рабочих чертежей завода-изготовителя ткацких станков. Так, для станка СТБ-180 посадки, определенные по чертежам Чебоксарского машиностроительного завода, приведены на рис. 1. Предельные отклонения допусков по приведенным на рис. 1 посадкам в шарнирах и соединениях приведены в таблице 1.

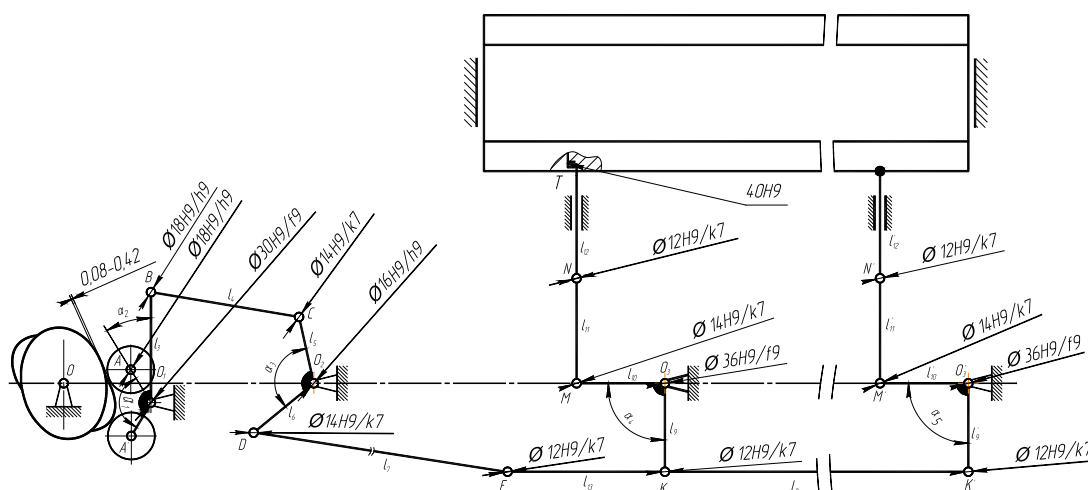


Рис. 1

Таблица 1

Шарнир Отклонение	На кулачке	A	B	C	D	E	K	O ₃	M	N	T	Суммарный зазор		
												O ₁	O ₂	
Верхнее отб вал	0,08	+0,043	+0,043	+0,043	+0,043	+0,043	+0,043	+0,062	+0,043	+0,043	-0,01	+0,052	+0,043	+0,491
		0	0	-0,019	-0,019	-0,019	-0,019	-0,025	-0,019	-0,019	0	-0,02	-0,019	-0,121
Нижнее отб вал	0,42	-0,043	-0,043	+0,001	+0,001	+0,001	+0,001	-0,087	-0,001	+0,001	-0,06	-0,053	+0,001	-0,236

Величина номинального зазора составляет

$$\Delta_n = |\Delta_{во}| + |\Delta_{но}|,$$

где $|\Delta_{во}|$, $|\Delta_{но}|$ – максимальная и минимальная величина верхнего и нижнего отклонений в зазоре.

Так, для станка СТБ-180 номинальный зазор составляет 0,717 мм.

Определение текущего зазора на рабочем ткацком станке проводится с помощью универсальной магнитной стойки с индикаторным измерительным прибором, фиксирующим свободное перемещение ремизной планки. Измерения рекомендуется проводить через угол поворота главного вала станка: $\Delta\alpha = \alpha_{дв}/10$, где $\alpha_{дв}$ – угол фазы движения ремизной рамы. Устройство переносного типа не требует нарушения упругой заправки станка. По разности результатов измерений и номинального размера зазора от кулачкового привода к ремизной раме определяется степень работоспособности каждой секции передаточного механизма.

Разработанный способ диагностики позволяет расчетным путем [4], с помощью компьютерной программы, определять степень износа и работоспособности ремизного движения и своевременно производить восстановление или модернизацию элементов конструкции, предотвращая тем самым поломку механизма со всеми вытекающими последствиями для технологического процесса ткачества.

1. Разработан метод диагностики zeroобразовательного механизма ткацких станков типа СТБ на основе прямых измерений зазора в шарнирах и соединениях механизма.

2. Техническое состояние механизма определяется количественным показателем степени работоспособности, в котором учитывается максимальный технический зазор конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Климов В.А., Лавров К.А., Мазин Л.С., Сигачева В.В., Смирнов И.Н., Энтин В.Я. Техническая диагностика машин текстильной и легкой промышленности. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.

2. Сигачева В.В., Маежов Е.Г., Иванов В.Ю. Комплексное исследование технического состояния ткацкого станка // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, №3. С.97...100.

3. Кулемкин Ю.В., Травин Г.М. Тканеформирующая оснастка. Проектирование и расчет // Текстильная промышленность. – 2011.

4. Вульфсон И.И. Колебания машин с механизмами циклического действия. – Л.: Машиностроение, 1990.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 07.06.13.

УДК 677.051, 677.021

МОДЕЛЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СОРНУЮ ПРИМЕСЬ В ПРОЦЕССЕ ВОЛОКНООЧИСТКИ*

MODEL IMPACTS ON WEED ADMIXTURE IN THE PROCESS OF CLEANING FIBER

Д.А. ЛЕБЕДЕВ, А.А. ПЕТРОВ
D.A. LEBEDEV, A.A. PETROV

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

В работе рассматриваются вопросы моделирования поведения сорных примесей при взаимодействии очищаемого волокнистого материала с рабочими органами очистителей, проведен анализ влияния основных параметров системы на эффективность процесса очистки.

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук А.Р. Корабельникова.

The paper deals with the modeling of the behavior of trash at interaction of fibrous material that is to be cleansed with the working bodies of cleaners, analysis of influence of the basic system parameters on the efficiency of the cleaning process.

Ключевые слова: очистка волокна, хлопок, сорные примеси, волоконно-очиститель.

Keywords: fiber cleaning, cotton, impurities, fiber cleaner.

Изучение механики выделения сора из массы волокна в процессе очистки позволит более точно и обоснованно подходить к выбору конструктивных и режимных параметров очистительного оборудования. Ранее предпринимались попытки описания данного процесса: модель воздействия на сорную примесь при ударе летучки хлопка-сырца о колосник была представлена в работе [1], теоретические аспекты вопроса в приложении к очистке натурального короткоштатпельного волокна были рассмотрены в работах [2], [3] и др. Однако данные вопросы требуют более глубокого изучения.

В работе [4] на основе анализа механики взаимодействия сорных примесей с волокном нами были получены динамические и математические модели, описывающие движение сорной примеси в процессе очистки волокна. Дифференциальное уравнение движения сорной примеси, расположенной на поверхности пучка волокон, приводится к стандартной форме уравнения Матье с некоторыми постоянными a и ε [4], [5]:

$$\frac{d^2\varphi}{d\tau^2} + (a - 2\varepsilon \cos 2\tau)\varphi = 0, \quad (1)$$

если положить:

$$\omega t = 2\tau; \quad a = \frac{4g}{\omega^2 \ell}; \quad \varepsilon = \frac{2h}{\ell}, \quad (2)$$

где ω – частота собственных колебаний основания пучка волокон; g – ускорение свободного падения; ℓ – характерный размер сорной примеси (расстояние от точки подвеса до центра тяжести примеси); h – амплитуда колебаний точки подвеса (максимальная деформация пучка волокон).

Решениями уравнения (1) служат специальные функции, называемые функциями Матье. Эти решения носят колебательный характер, и их свойства зависят от конкретных значений параметров a и ε . Различным комбинациям a и ε могут соответствовать колебания, ограниченные по амплитуде, и колебания с возрастающими амплитудами.

Несмотря на то, что уравнение (1) обладает аналитическим решением, ценность этого факта не представляется существенной, поскольку для нашего случая подробности колебаний малоинтересны, и основную важность представляет именно тенденция колебательного процесса: если амплитуды остаются ограниченными, то система устойчива; в противном случае система неустойчива и имеет место резонанс [5].

Полная диаграмма зон устойчивых и неустойчивых решений уравнения Матье в переменных a и ε называется диаграммой Айнса-Стретта, которая полностью освобождает от выполнения каких-либо операций по решению уравнения Матье. Если дифференциальное уравнение задачи приведено к форме (1), то по данным a и ε с помощью диаграммы устойчивости Айнса-Стретта можно сразу сделать заключения об устойчивости (сор не выделяется) и неустойчивости (сор отрывается) системы.

Из диаграммы Айнса-Стретта можно видеть, что в области точек диаграммы $a=1, 4, 9, \dots$ следует ожидать появления неустойчивости системы.

Согласно уравнению (3) величина a обратно пропорциональна квадрату частоты колебаний пучка волокон ω и размеру сорных примесей l . При этом параметр a

не зависит от амплитуды колебаний точки подвеса h .

В табл. 1 приведены данные по распределению сорных примесей по фракциям

для хлопка с исходным содержанием пороков и сорных примесей 10%, полученного из хлопка-сырца ручного сбора разновидности Аш-25 I сорта.

Т а б л и ц а 1

Размер сорной примеси, мм	0...1	1...2	2...3	3...4	4...5	5...6	6...7	7...8
Процентное содержание, %	32	25	15	8	3	6	2	5

Так как размеры сорных примесей l в пучке волокон колеблются в широких пределах, то величина a , соответствующая неустойчивости системы, может быть получена путем изменения частоты колебаний пучка волокон ω . Причем, как отмечалось выше, для удаления из волокна примеси определенного размера требуется определенная частота колебаний. Поэтому для удаления всех сорных примесей из пучка волокон на них необходимо воздействовать определенным спектром частот колебаний. Для определения спектра частот колебаний приведем уравнение (2) к следующему виду:

$$\omega = \sqrt{\frac{4g}{al}}. \quad (3)$$

Принимая значения a равными 1, 4, 9, ..., где можно ожидать неустойчивости системы, были определены диапазоны частот колебаний в зависимости от размера l сорных примесей. Результаты расчетов приведены на рис. 1 (зависимость частоты колебания пучка волокон от размера сорных примесей при $a=1, 4, 9$).

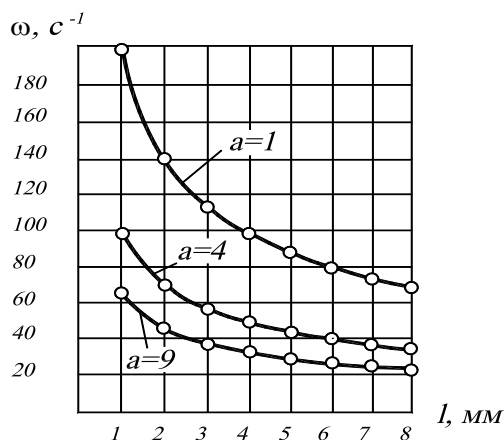


Рис. 1

Из представленных результатов видно, что удаление более мелких сорных примесей требует больших частот колебаний пучка волокон и наоборот. Причем разница между наименьшим и наибольшим значением частот колебаний изменяется в пределах двух-трех раз. Изменение частоты колебаний пучка волокон в заданных пределах можно достичь путем установки рабочих органов очистителя (например, колосников) с переменным шагом.

Кроме того, неустойчивость системы можно получить за счет достаточно больших значений ε . Как видно из уравнения (2), ε имеет большее значение при больших амплитудах колебаний точки подвеса (деформации пучка волокон). Высокие значения амплитуды колебаний можно получить за счет большого начального удара по пучку волокон, то есть чем значительнее сила удара, тем интенсивнее выделяются сорные примеси. В свою очередь, сильный удар можно получить за счет достаточно высоких скоростей и соответствующей формы рабочих органов очистителя.

Для экспериментальной проверки полученного результата было проведено моделирование колебаний сорной примеси математическим маятником при вертикальной осцилляции, то есть при колебании верхней точки подвеса груза в вертикальном направлении. Для исследования использовался экспериментальный стенд, представленный на рис. 2: точки подвесов грузов расположены на одной горизонтальной планке (1), которая в свою очередь жестко закреплена на платформе вибростенда ВЭС (2); длины подвесов l были приняты равными 5, 10, 15, 20 и 25 мм; массы грузов принимались одинаковыми; амплитуда колебаний точек подвеса в вертикальном направлении $h=10$ мм.

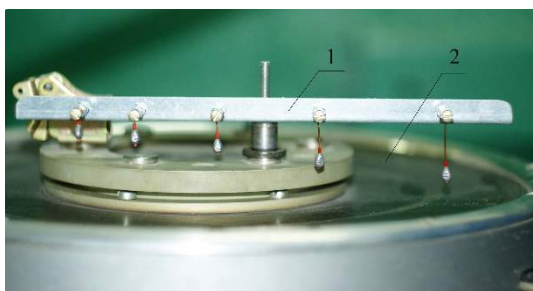


Рис. 2

Как было показано ранее, в зависимости от значений параметров a и ε рассматриваемая колебательная система может либо совершать затухающие колебания, либо вследствие резонанса достигать больших углов отклонения. Регулируя частоту колебаний платформы в пределах от 0 до 30 с^{-1} , для каждого из маятников определялись значения частот Ω , при которых наступало неустойчивое состояние системы (табл. 2 – результаты экспериментального исследования).

Т а б л и ц а 2

Параметры системы	Длина подвеса ℓ , м				
	0,005	0,010	0,015	0,020	0,025
Частота колебаний точки подвеса при неустойчивом состоянии системы Ω , с^{-1}	28,5	20,5	17	15	13
Параметр $a = \frac{4g}{\omega^2 \ell}$	9,66	9,34	9,05	8,72	9,28
Параметр $\varepsilon = \frac{2h}{\ell}$	4	2	1,33	1	0,8

На рис. 3 приведена диаграмма Айнса-Стретта, по которой возможно определить, будет ли при заданных параметрах маятник устойчив. Спроецируем экспериментальные данные на диаграмму Айнса-Стретта. Как видно из полученных результатов, при заданных условиях система будет находиться в неустойчивом состоянии и войдет в резонанс: на диаграмме это состояние отмечено точками, лежащими в заштрихованной (неустойчивой) области. Таким образом, теоретические и экспериментальные результаты находят взаимное подтверждение.

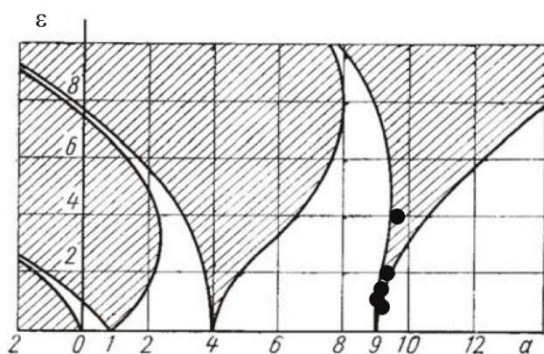


Рис. 3

В Ы В О Д Ы

Таким образом, в результате анализа динамики взаимодействия сорных примесей с волокном разработан новый подход к моделированию процесса очистки волокнистого материала, получены динамические и математические модели взаимодействия сорных примесей с волокном, позволяющие анализировать влияние основных параметров системы на эффективность процесса очистки. Проведенные исследования, расчеты и экспериментальное моделирование показали, что при определенной амплитуде и расчетной частоте внешних воздействий на очищаемый волокнистый материал, можно получить неограниченное возрастание колебаний сорной частицы, необходимое для ее удаления.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бурнашев Р.З. Теоретические основы технологии очистки хлопка-сырца: Дис. ... докт. техн. Наук. – Кострома, 1984.
2. Корабельников А.Р. Развитие теории процесса взаимодействия пучка волокон с рабочим органом при очистке // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, № 2.
3. Лебедев Д.А., Корабельников А.Р., Ширяев К.Е., Корабельников Р.В. Нелинейная модель воздейст-

вия на сорную частицу при очистке волокна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №5.

4. *Корабельников А.Р., Лебедев Д.А., ШUTOва А.Г.* Выделение сорных примесей с поверхности слоя волокнистого материала // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4.

5. *Пановко Я.Г.* Основы прикладной теории колебаний и удара. – Л.: Машиностроение (Ленинградское отделение), 1976.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 07.06.13.

УДК 677.051

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВАЛКОВОЙ ПАРЫ С МНОГОСЛОЙНЫМ КОМПОЗИТНЫМ МАТЕРИАЛОМ В УСТРОЙСТВЕ ПОДГОТОВКИ ВОЛОКНА К УТОНЕНИЮ И ОЧИСТКЕ

MODELING THE INTERACTION OF THE ROLL PAIR WITH MULTI-LAYER COMPOSITE MATERIAL IN THE DEVICE FOR THE THINNING OF THE FIBER PREPARATION AND CLEANING

А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ, А.В. ПУСТОВОЙ
A.R. KORABELNIKOV, A.V. PUSTOVOY

(Костромской государственной технологической университет)
(Kostroma State University of Technology)
E-mail: tmm@kstu.edu.ru

В статье предложена конечно-элементная модель обработки слоистого композитного материала в валковой паре, разработанная для моделирования процесса подготовки волокна к утонению и очистке. Исследовано влияние скорости транспортирования материала на напряженно-деформированное состояние в его слоях.

In this article there was recommended a finite-element model of the multi-layer composite material processing in mangles, designed for model of the fiber preparing for thinning out and cleaning. There was analyzed an effect of transporting speed on the strain-stress distribution in it's layers.

Ключевые слова: метод конечных элементов, валковая пара, композит, льняное волокно, очистка волокна, напряженно-деформированное состояние в композитах.

Keywords: finite-element analysis, mangle pair, composites, flax fibers, fiber processing, strain-stress distribution in composites.

В работах [1], [2] предложено устройство для подготовки льняного волокна к штапелированию и очистке в технологическом процессе получения котонина. Механизм работы этого устройства заключается

в прокатывании ленты из короткого льняного волокна через пару валков, на один из которых действует нагрузка, а скорость вращения валков различна. Во время обработки льняного волокна в этом устройстве,

происходит разрушение нецеллюлозных компонентов, склеивающих элементарные волокна, а также самих волокон. Процессы разрушения элементарных волокон и склеивающих компонентов сопутствуют практически всем этапам переработки льняного волокна [1].

В работах [3...5] приведены теоретические положения, обосновывающие применение этого способа. В работе [4] приведены результаты испытаний подобного устройства и определены основные рациональные параметры подобных устройств.

Однако данные, приведенные в этих работах, не позволяют полностью раскрыть механизм взаимодействия валковой пары и обрабатываемого слоя волокна и определить количественные значения напряжений и деформаций в слое элементарного волокна. Следует сказать, что разработка аналитических зависимостей, опи-

сывающих этот процесс, очень затруднительна, что связано с неоднородностью и анизотропностью обрабатываемого продукта и сложностью аналитического описания процесса. В работах [1], [6] обосновано следующее видение строения льняного волокна: льняное техническое волокно представляет собой естественный волокнистый композит, состоящий из элементарных волокон, склеенных матрицей. Для моделирования взаимодействия рабочих органов машин с льняным волокном необходимо применение современных численных методов [6], [7].

Нами предложена модель (на рис. 1 – общий вид модели) взаимодействия валковой пары со слоем волокна (рис. 1-а – схема взаимодействия валковой пары 1 со слоем волокна; рис. 2-б – общий вид конечно-элементной модели в начальный момент).

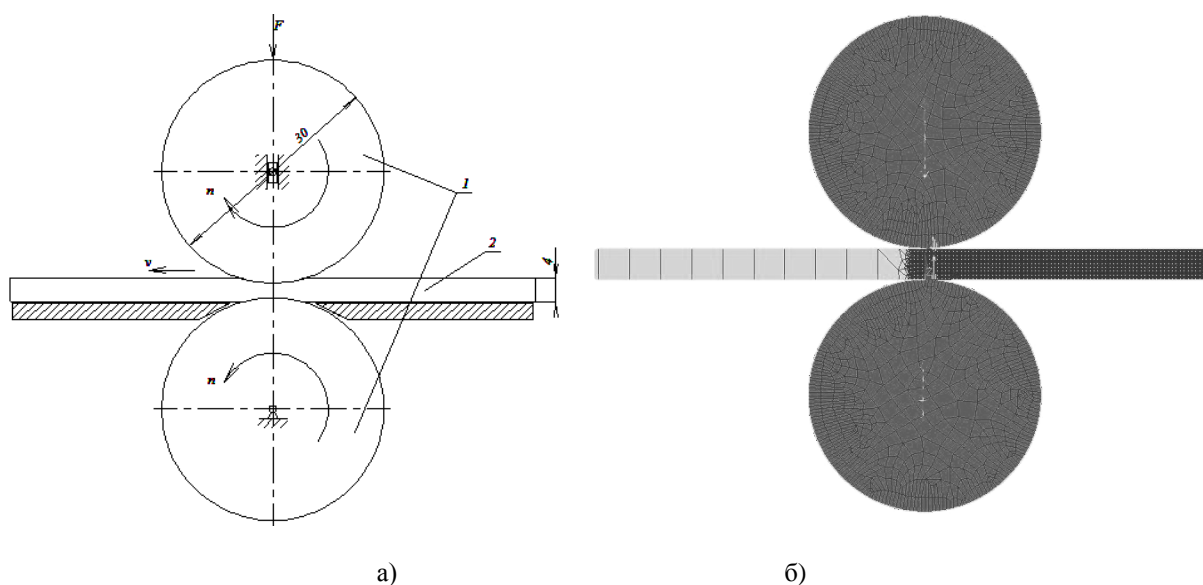


Рис. 1

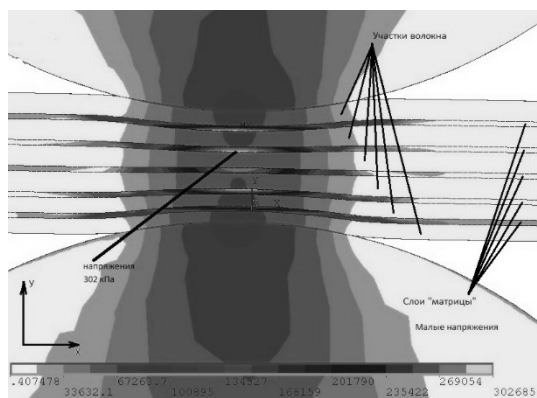
Модель представляет собой два вала (1) и слой волокна, зажатый между ними (2). Их размеры значения не имеют, так как данную модель можно адаптировать к любым начальным условиям. Валки вращаются с определенной скоростью, причем ось нижнего вала неподвижна, а ось верхнего вала может перемещаться в вертикальном направлении. К верхнему валу прикладывается нагрузка, различная в нескольких вариантах проведения экспери-

мента – 300, 600 и 900 Н. На этом этапе исследований частота вращения обоих валов принималась одинаковой и равной: 300, 600 или 900 рад/с.

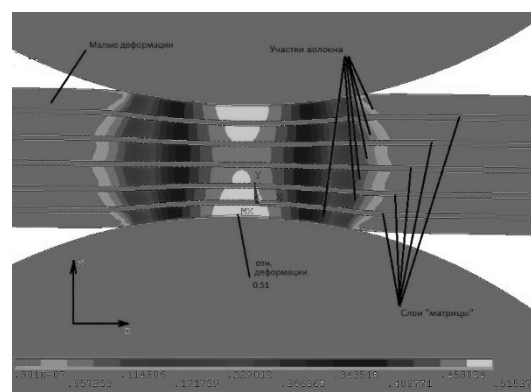
В модели имеются некоторые допущения. Слой волокна представляется массивом параллельных волокон, разделенных склеивающей матрицей. Слой волокна моделировался как единое тело, состоящее из нескольких чередующихся слоев материалов, имеющих различные свойства. Это

позволяет не использовать контактные пары и систему предварительного нагружения в месте сопряжения двух соседних слоев, как это было сделано в работе [7], что значительно ускоряет решение и делает модель материала более приближенной к реальному материалу. Конечные элементы, моделирующие волокна и матрицу, имеют только упругие свойства, различные плотности и модули упругости. Значение модулей упругости $2 \cdot 10^7$ Па для волокон и $2 \cdot 10^8$ Па для матрицы [8]. В связи с принятым нами допущением об одно-

родности слоя волокна и с целью сокращения процессорного времени решения модель выполнена плоской. Между валами и слоем материала установлен механизм "контактной пары" вида "линия-линия"[9], коэффициент трения принят равным 0,3. Уплотнение массива конечных элементов присутствует на ограниченном участке слоя, где и проводится весь анализ. На остальной части слоя сетка конечных элементов максимально разреженная (рис. 3).



а)

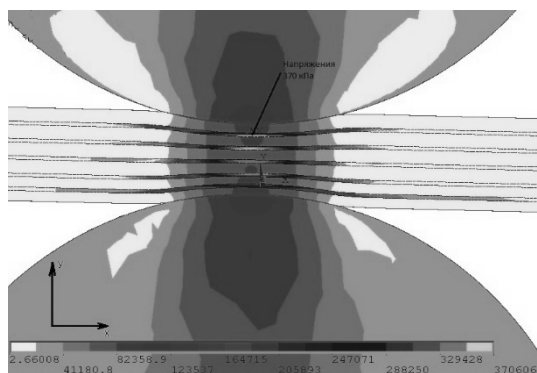


б)

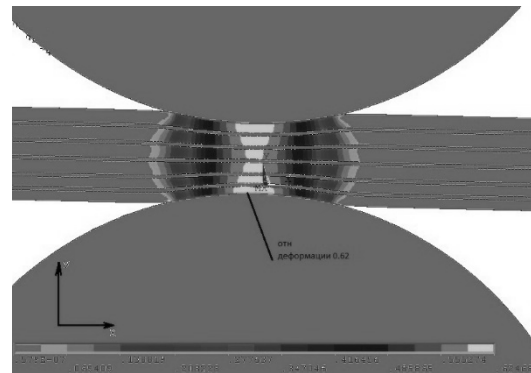
Рис. 2

Результаты расчета и анализа модели при различных скоростях вращения валков приведены на рис. 2...4. Рис. 2 – скорость вращения 300 рад/с, усилие прижатия 300 Н; рис. 3 – скорость вращения 600

рад/с, усилие прижатия валков 300 Н; рис. 4 – скорость вращения 900 рад/с, усилие прижатия валков 300 Н; рис. 2...4: а) распределение напряжений, б) распределение деформаций.

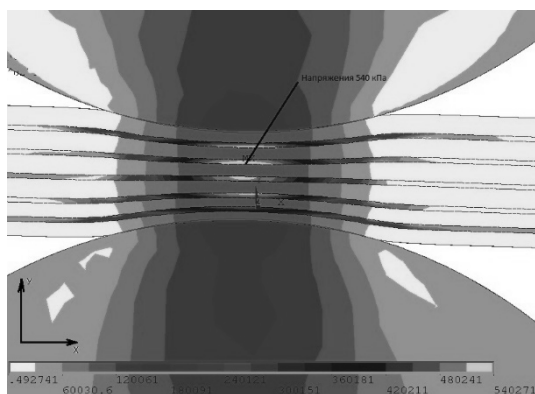


а)

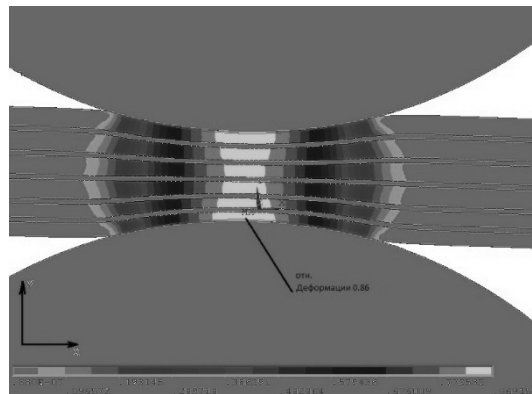


б)

Рис. 3



а)



б)

Рис. 4

При прохождении волокна между валками при определенном усилии прижатия слои материала деформируются по-разному, в зависимости от их упругих свойств и от расположения внутри материала. При возрастании скорости вращения валов возрастают значения деформаций различных слоев материала, наибольшие деформации по осям x и y наблюдаются в слоях волокон, причем с ростом скорости транспортирования материала растут и деформации (рис. 2, рис. 4).

Наибольших значений напряжения достигают в более жестких слоях матрицы, причем с ростом скорости транспортирования материала, происходит рост напряжений в слоях матрицы: с 302 кПа при скорости вращения валов 300 рад/с, до 540 кПа при 900 рад/с (рис. 2, рис. 4).

Рост напряжений в слоях материала связан в основном с ростом напряжений по оси X , направленной вдоль оси материала, что подтверждает выводы, сделанные в работе [4]. Применение предварительной обработки волокна при его подготовке к утонению и очистке приведет к повышению интенсивности воздействия на волокнистый комплекс и, как следствие, нарушению связей между волокнами в технических комплексах льняного волокна и нарушению связей между материалом и сорной примесью, что позволит обеспечить более качественные результаты процессов утонения и очистки.

Используя разработанную модель, можно получить информацию о напряжении в любой точке слоя материала и в любой момент времени взаимодействия, исследовать распределение напряжений на периферийных участках сжатия материала, изучить влияние скорости, усилия прижима, коэффициента трения и других факторов на картину напряженно-деформированного состояния в жале валов.

В силу того что при создании модели сделаны допущения, обобщающие строение слоистого материала, разработанная модель позволяет изучать влияние параметров обработки в валках на напряженно-деформированное состояние слоя различных слоистых материалов.

Дальнейшее совершенствование модели будет развиваться в двух направлениях. Первое направление: исследование влияния на напряженно-деформированное состояние материала упругих свойств его элементов, изучение влияния разности скоростей валов, влияния различного коэффициента трения между валами и материалом, формы валов, их взаимного расположения.

Второе направление связано с изменением модели самого обрабатываемого материала, с постепенным приближением геометрических, структурных и физико-механических свойств модели к свойствам обрабатываемого продукта для изучения механизма разрушения связей между волокнами льна.

1. Разработана модель, описывающая процессы в многослойном композитном материале при прокатке его в валковой паре, позволяющая определить параметры напряженно-деформированного состояния в любой точки материала и в любой момент времени протекания процесса. Модель может быть использована для изучения обработки в валках материалов слоистой структуры.

2. Разработанная модель позволила установить, что рост скорости транспортирования материала в валках приводит к росту напряжений и деформаций в слоях материала, что, в свою очередь, приведет к нарушению связей между волокнами в комплексах льняного волокна. Это подтверждает необходимость применения предварительной обработки льняного волокна в валках при его подготовке к очистке и штапелированию.

3. Определены пути дальнейшего развития исследований, которые должны быть направлены на изучение влияния параметров устройств на напряженно-деформированное состояние в слоистом материале и на разработку модели волокнистого материала, более приближенную к реальному материалу по физико-механическим, структурным и геометрическим свойствам.

1. *Корабельников А.Р.* Развитие теории и технологии получения короткоштапельного льняного волокна. – Кострома, 2005.

2. Патент RU № 2347863 Способ очистки волокна. *Корабельников А.Р., Вихарев С.Н., Соркин А.П., Корабельников Р.В., Щербинин С.А.*

3. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Лебедев Д.А., Чигасов А.Е.* Особенности воздействия на сорные частицы в волокнистой массе при обработке ее в вальцах // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №6.

4. *Корабельников А.Р., Корабельников Р.В.* Повышение эффективности подготовки короткоштапельного льняного волокна к утонению и очистке // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №7.

5. *Вихарев С.Н., Корабельников А.Р., Корабельников Р.В.* Особенности подготовки короткоштапельного льняного волокна к утонению и очистке от сорных примесей по новому способу // Вестник КГТУ. – 2007, №15. С.24...26.

6. *Киселев М.В., Смирнов А.А., Киселев А.М.* Исследование процесса дробления льняного комплекса методами математического моделирования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №4С.

7. *Адамян А.А., Корабельников А.Р., Пустовой А.В.* Имитационная модель обработки слоя в валках // Научный вестник КГТУ. – 2011, №2.

8. *Киселев М.В.* Моделирование строения льняного чесаного волокна и процесса дробления его комплексов: Дис...докт. техн. наук. – Кострома 2009.

9. *Чигарев А.В.* Ansys для инженеров. – М.: Компьютер-Пресс, 2002.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 07.06.13.

УДК 677.074.017

НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО КРОМКООБРАЗУЮЩИХ МЕХАНИЗМОВ И КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ КРОМКООБРАЗОВАНИЯ В ТКАЧЕСТВЕ

TO THE QUESTION OF RESEARCH OF WEAR RESISTANCE OF SCISSORS OF SELVAGING MECHANISM OF RAPIER WEAVING MACHINE

В.А. ГУСЕВ, С.В. БУКИНА, К.В. ДУБИНКИН
V.A.GUSEV, S.V.BUKINA, K.V.DUBINKIN

(Костромской государственной технологической университет)
 (Kostroma State Technological University)

E-mail: info@kstu.edu.ru

Проведен анализ конструкций кромкообразующих механизмов и способов кромкообразования с целью классификации и развития перспективных путей их развития.

The analysis of working conditions of the mechanism scraps of a false edge weaving loom Dornier is carried out, the settlement scheme of power interaction of a fabric with edges of scissors of the mechanism is received and the kinematic and power analysis of the mechanism for a choice of rational design data is carried out.

Ключевые слова: кромка, кромкообразующий механизм, классификация.

Keywords: a weaving loom, wear resistance, cutting process, deterioration of working surfaces.

При заправке ткани на ткацком станке следует уделять большое внимание выбору структуры кромки, обеспечивая при разных свойствах фона и кромки ткани совместную их выработку. Как правило, это делается путем случайного подбора на конкретном виде ткани и типе ткацкого станка. Но при появлении новых условий тканеформирования (вид волокна, структура ткани, изменение технологического режима ткачества) прежняя рациональная структура кромки становится нерациональной. Большую роль в деле получения качественной кромки в ткачестве играет механизм кромкообразования, который является одним из узлов ткацкого станка и служит для формирования кромки ткани различной структуры. Особенно важно получить качественную кромку у ткани для гардин, зонтов, дорожек, ковров и других тканей, где кромка должна иметь товарный вид, или в тех тканях, где в кромку зарабатывается название фирмы. Исследования в данной области, посвященные вопросу проектирования и методам расчета механизма кромкообразования, изложены нами в работе [1].

Техническая документация на ткани не дает достаточно данных о строении кромки. Каждое производство решает вопрос структуры строения кромки по-своему, поэтому один и тот же артикул ткани, вырабатываемый на различных предприятиях, может иметь различную структуру кромки.

Формирование кромки необходимо для:

- восприятия усилий рабочих органов ткацкого станка и отделочной машины, которые ориентируют ткань по ширине;
- придания краям ткани большей прочности и предохранения их от осыпания;
- улучшения товарного вида ткани [2];
- сохранения целостности ткани при выполнении технологических процессов ткачества и отделки.

Кроме того кромка должна удовлетворять следующим требованиям:

- толщина кромки должна быть близкой к толщине фона ткани;
- расход сырья для кромки должен быть минимальным, а само сырье более дешевым по сравнению с сырьем фона ткани;
- кромки должны иметь хороший внешний вид [2].

Структура, ширина и прочность кромки зависят от типа станка и вида ткани. Кромки, вырабатываемые на различных станках, по разному удовлетворяют требованиям, но наиболее полно всему комплексу отвечают кромки, образуемые на челночных ткацких станках [3].

На сегодняшний день существующая классификация способов образования кромки и кромкообразующих механизмов не дает полного представления об их видах и направлениях развития. Изучение мирового опыта, анализ патентной и технической документации по конструкции кромкообразующих механизмов позволяет классифицировать их по ряду признаков представленных в схеме на рис. 1 – классификация механизмов и способов кромкообразования.

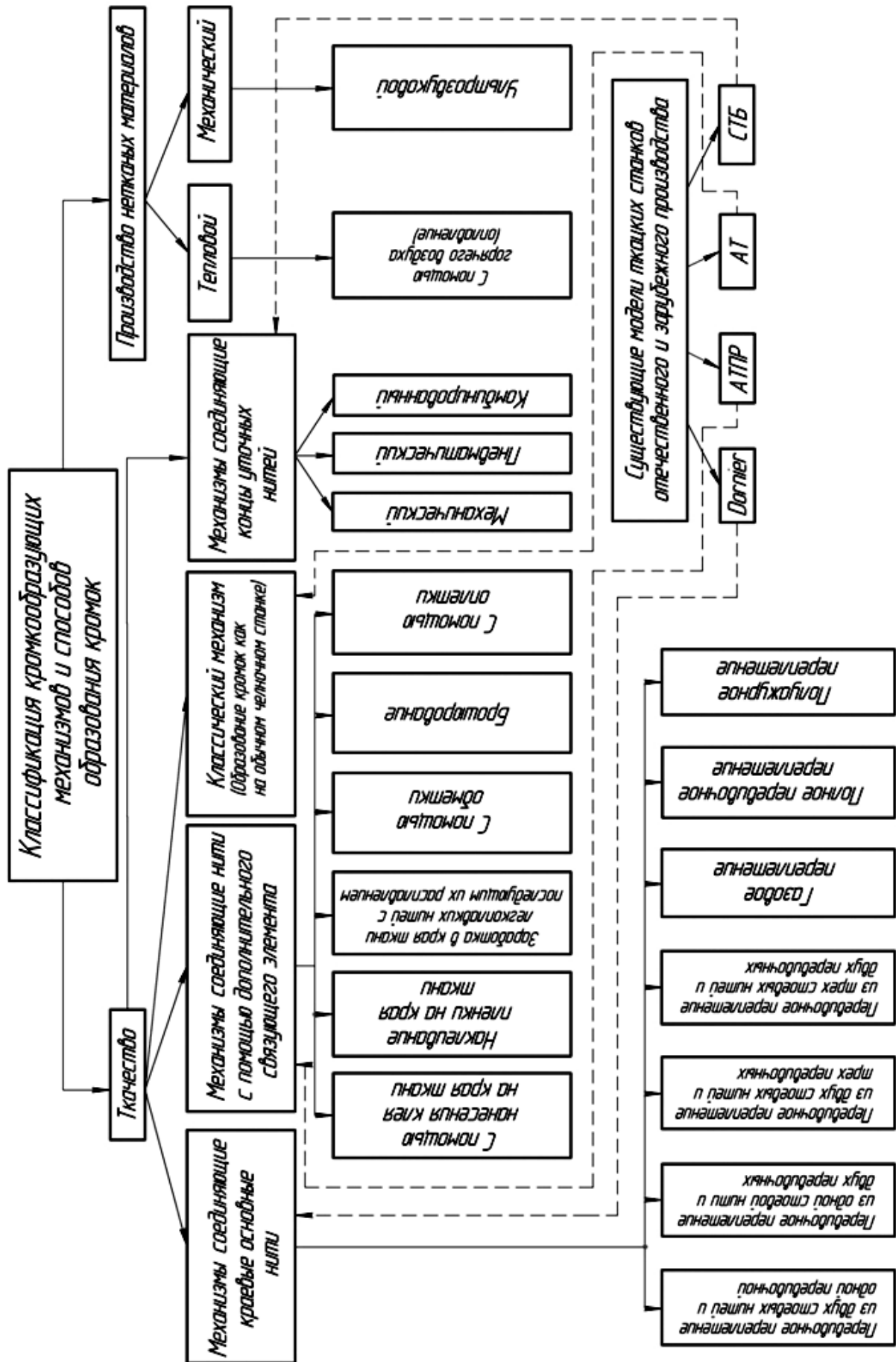


Рис. 1

Формирование искусственных кромок ткани на ткацких станках решается различными путями. Все способы для образования кромок в первую очередь можно разделить на две основные группы, в которых кромки образуются тканым и нетканым путями. Тканую группу можно разбить на четыре подгруппы, положив в основу деления различия в характере образования кромочных связей. Кромки в этих механизмах создаются путем соединения краевых основных нитей между собой, концов уточных нитей, краевых основных нитей дополнительными связующими элементами, а также классическим способом, то есть образование кромок как на обычном челночном станке.

Таким образом, в каждой подгруппе можно выделить несколько видов кромкообразующих механизмов.

Например: подгруппу, где механизмы кромкообразования соединяют концы уточных нитей, можно разделить по способу введения уточины в зев на три вида.

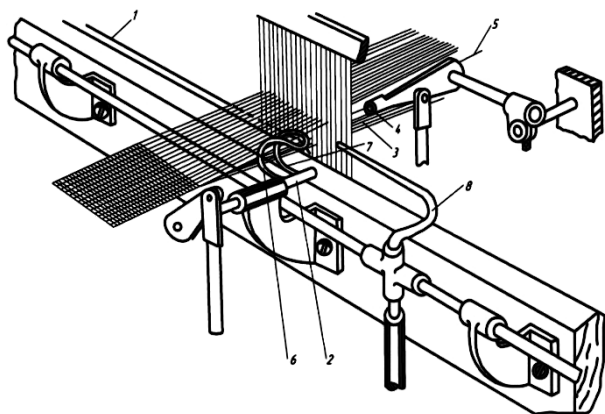


Рис. 2

Пневматический способ образования кромки осуществляется с помощью пневмовсасывающих устройств кромкообразующего механизма (рис.2). При прокладке уточины 1 захватывающее устройство 2 сквозь нити основы 3 введено в открытый зев. Глазок 4, через который проходит краевая основная нить 5, опускается. Нить 5, опускаясь вниз, отклоняется внутрь зева по рогулькам 6 и 7 захватывающего устройства и оказывается под этим устройством. Всасывающая трубка 8 вводится в зев

между рогульками 6 и 7 и захватывает уточную нить.

Закрепленная таким образом уточина переплетается основными нитями, и конец ее вытягивается из перемещающейся всасывающей трубки. При закрытии зева основная нить 5 приподнимается и попадает под уточину, лежащую на захватывающем устройстве. При выходе захватывающего устройства из зева конец уточины заводится этим устройством в зев и располагается вокруг основной нити 5.

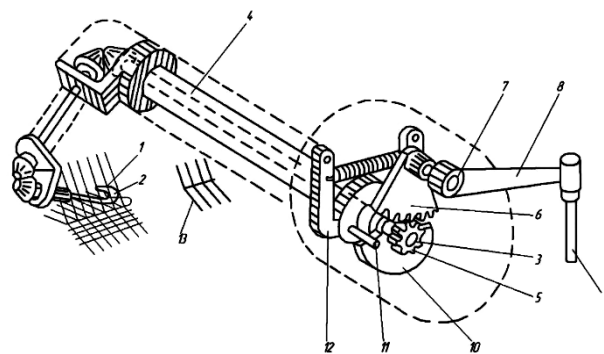


Рис. 3

Механический способ образования кромки осуществляется с помощью специальных устройств кромкообразующего механизма – крючков, рычагов, и т.д. (рис.3). Конец утка 1 закладывается между нитями основы крючком 2 (рис.3), вращающимся вокруг своей оси. Это движение осуществляется через две пары конических колес, вал 3, проходящий внутри вала 4, шестерню 5 и сектор 6. Сектор находится на одной оси 7 с рычагом 8, шарнирно связанным со штоком 9. Шток приводится в движение эксцентриком, насаженным на вал станка. Когда конец проложенной уточины захвачен крючком 2, шток 9 поднимается вверх, поворачивая сектор 6, который входит в зацепление с шестерней 5 и через систему передачи поворачивает крючок 2. При этом сектор 10, находящийся на одном валу с шестерней 6, тоже поворачивается и доходит до упора 11 на кронштейне 12, укрепленном на валу 4. При дальнейшем вращении сектора 10 через упор 11 поворачивается вал 4, а с ним вместе и кронштейн 12 с крючком 2 вокруг оси вала 4. Крючок 2 выводится из зева,

где раскладывается уточина. Конец уточины 1 закрепляется крайними нитями основы и вспомогательными основными нитями 13. После прокладывания очередной уточины этот конец прибивается. Выступающие концы утка обрезаются специальным устройством. Затем направление движения штока 9 меняется, при этом крючок 2 поворачивается в обратном направлении и вводится в зев. При дальнейшем повороте кронштейна 12 происходит захват конца уточной нити крючком 2 между основными и вспомогательными нитями 13.

Третий вид кромкообразующих механизмов, входящих в данную подгруппу, относится к комбинированному способу образования кромки. Подгруппа, где механизмы кромкообразования соединяют краевые основные нити, характерна тем, что в них одна система основных нитей переходит со стороны на сторону относительно другой системы, или обвивает последнюю, а уток закрепляет, фиксирует эти переходы [5]. В данной подгруппе показано семь способов переплетений, образующих кромку. В качестве примера рассмотрим два из них.

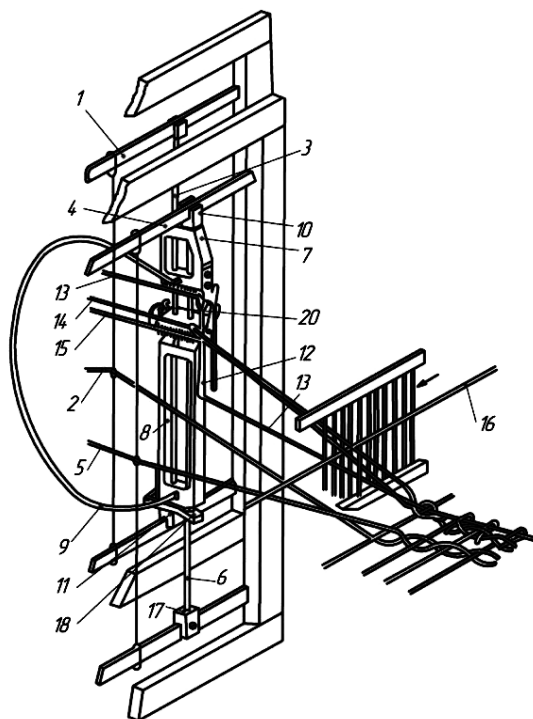


Рис. 4

1. Перевивочное переплетение из одной стоевой нити и двух перевивочных. Конструкция механизма представлена на рис.4. Когда ремизная рамка 1 с основной нитью 2 и стержень 3 находятся в верхнем положении (рис.4), а ремизная рамка 4 с основной нитью 5 и стержень 6 находятся в нижнем положении, скользящие блоки 7 и 8 отведены друг от друга пружиной 9 до верхней головки 10 стержня 6 вверху и до нижней головки 11 стержня 3 внизу. Игла 12, несущая стоевую нить 13, опускается между двумя перевивочными нитями 14 и 15. Нить 14 находится слева, а нить 15 – справа от иглы. Уточная нить 16 проходит над основной нитью 5 и перевивочной нитью 13 под основной нитью 2 и перевивочными нитями 15 и 14. При смене положений ремизных рамок 1 и 4 стержень 3 опускается, а стержень 6 поднимается. В момент, когда оба стержня оказываются на одном уровне, нижняя головка 17 стержня 6 поднимает рычаг 18, между тем как нижняя головка 11 стержня 3 опускает другой конец рычага. Поворот рычага 18 происходит в тот момент, когда скользящие блоки 7 и 8 максимально удалены друг от друга, и игла 12 с нитью 13 находится немного выше коромысла 19 с нитями 14 и 15. Под действием рычага 18 и устройства 20 происходит поворот коромысла 19, в результате чего нить 14 оказывается справа от иглы 12, а нить 15 – слева. При дальнейшем движении ремизных рамок стержень 6 продолжает подниматься, а стержень 3 опускаться; скользящие блоки 7 и 8 сближаются. При этом игла 12 с нитью 13 опускается между нитями 14 и 15. При достижении стержнем 3 нижнего положения, а стержнем 6 верхнего – нить 13 оказывается среди нитей основы в нижней ветви зева, а нити 14 и 15 – в верхней ветви зева. В этот момент происходит прокладка следующей уточины.

2. Газовое переплетение. Кромка образуется одной или несколькими парами основных кромочных нитей. Каждая пара состоит из стоевой 1 и перевивочной 2 нитей (рис. 5 – конструкция механизма кромкообразования для газового переплетения).

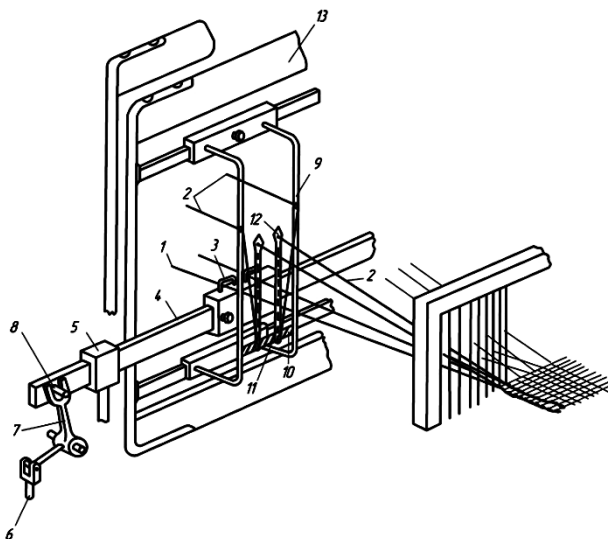


Рис. 5

Направляющая 3 для стоевой нити 1 расположена на поперечном бруске 4, который совершает возвратно-поступательное движение поперек основы в направляющих 5. Это движение осуществляется с помощью кулачка, сидящего на одном из валов станка, шатуна 6, вилки 7 и пальца 8, укрепленного на бруске 4. Перевивочная нить проходит через рамку 9, огибает планку 10, поднимается внутри иглы 11, выходит из ушка 12 и идет в бердо. Рамка 9 неподвижно укреплена на ремизной раме 13 и вместе с ней опускается и поднимается. Образование кромки происходит следующим образом: брусок 4 движется влево, а игла с перевивочной нитью, оказавшись справа от стоевой нити, начинает подниматься. Когда ремизная рама 13 вместе с нитью 2 находится в верхнем положении, прокладывается очередная уточная нить. Ремизная рама опускается вниз, а брусок движется вправо. Уточина оказывается зажатой кромочными нитями 2 и 1. Далее цикл повторяется, перевивочная нить 2 оказывается то справа, то слева от стоевой нити 1, оплетая уточные нити. Подгруппа, где кромкообразующие механизмы соединяют нити с помощью дополнительного связующего элемента, характеризуется тем, что кромки здесь формируются с помощью дополнительных связей. В качестве связи используют либо клеящие материалы, либо нить, идущую с дополнительной, неподвижно установленной бобины.

Эта подгруппа выделяет шесть способов образующих кромку. Например, с помощью оплетки (рис. 6 – механизм кромкообразования с помощью оплетки краевых основных нитей).

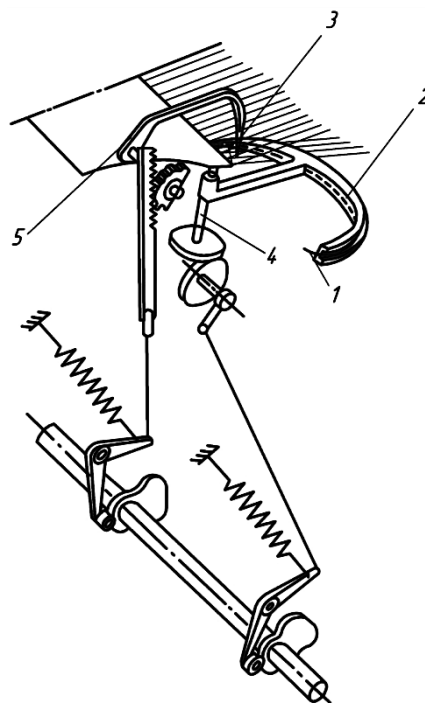


Рис. 6

В этом устройстве кромка образуется дополнительной нитью 1, вводимой в виде петель между проложенными уточинами. Эта нить огибает иглу 2 и выходит через ушко 3. Игла, поворачиваясь вокруг своей оси 4, вводит в зев нить 1. Дойдя до опушки, игла останавливается, в это время опускается плунжер 5, который удерживает дополнительную нить в зеве. Игла 2 выходит из зева, а нить 1 остается в нем в виде петли. При прибое бердом вновь проложенной уточины плунжер поднимается и петля прибавляется вместе с утком.

При брошюровочном способе (рис. 7 – брошюровочный механизм кромкообразования) кромка образуется с помощью дополнительной закрепляющей (брошюровочной) нити, непрерывно укладываемой в форме скобок в края каждого третьего зева. Это осуществляется крючком 2, вводящим брошюровочную нить 3 в зев, и иглой 1, удерживающей эту нить до закрепления ее в ткани [6].

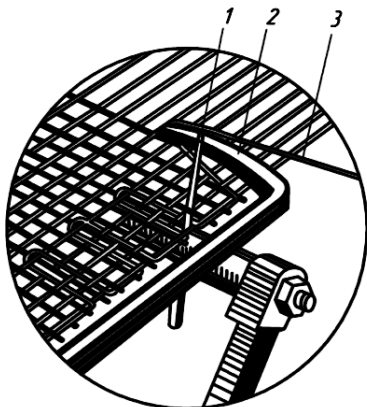


Рис. 7

Формирование кромок на всех известных кромкообразующих механизмах современных ткацких станков коренным образом отличается от формирования кромок на обычных челночных станках, без специального приспособления (классическая). В отличие от тканой нетканая группа классифицируется по виду энергии (тепловая или механическая), подводимой к поверхности нетканого соединения. Каждый вид энергии подразумевает уже свой источник энергии [4]. Например: механический.

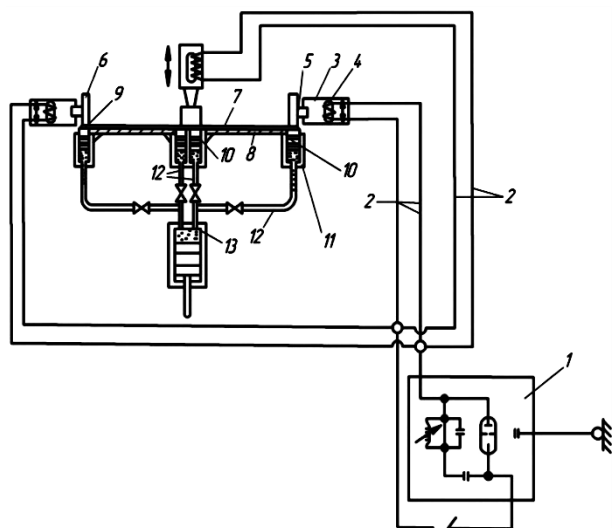


Рис. 8

На рис.8 изображена схема устройства для образования кромок с использованием механической энергии – с помощью ультразвукового датчика. Электрический генератор 1 создает высокочастотные колебания (20кГц – 20мГц) и по проводам 2 пере-

дает их к ультразвуковым датчикам 3, основанным на магнитострикционном эффекте, согласно которому сердечники катушек 4 совершают колебательные движения вдоль осей катушек с частотой протекающего по ним тока. С каждым сердечником связан сонотрод 5, около которого расположена деталь 6, передающая ультразвук. При этом ультразвуковая энергия накапливается и превращается в тепло, молекулы термопластичных нитей получают соответствующие колебания, а нити, особенно на поверхности, начинают течь и при вибрации под действием ультразвука они соединяются друг с другом. Ткань 7, содержащая синтетические вещества, перемещается на ткацком станке по поверхности 8, причем края 9 ткани проходят между ультразвуковыми датчиками 3 и опорами 10, роль которых выполняют поршни гидроцилиндров 11, предназначенные для регулировки давления с помощью трубопроводов 12 и главного цилиндра 13. Устройство снабжено приспособлением для разрезания ткани на несколько полотен, параллельно нитям основы. После ввода каждой уточной нити концы ее обрезаются и располагаются равномерно под датчиками 3 при помощи воздушного сопла или щеточного ролика. Для лучшего удержания уточных нитей между сонотродом и тканью имеется подпружиненная направляющая, прижимающая нити к опоре. Для закрепления кромок натуральных тканей используются синтетические ленточки, сматываемые с катушек.

На сегодняшний день в ткачестве существует широкое многообразие способов образования кромок и механизмов для их осуществления. На основании выполненной классификации механизмов и способов кромкообразования можем заключить, что наиболее предпочтительным является механизм, соединяющий краевые основные нити (перевивочный кромкообразующий механизм), который успешно реализован на современном ткацком станке типа Dornier. Авторы планируют в качестве направления дальнейших научных исследований создание унифицированного механизма для массовых ткацких станков ти-

па СТБ отечественного производства, которые составляют основной парк текстильной отрасли.

ВЫВОДЫ

На основе анализа установлено, что рациональная унифицированная схема механизма кромкообразования еще не найдена. Задача конструкторов и изобретателей заключается в том, чтобы разработать более совершенный кромкообразующий механизм, дающий возможность получить качественную кромку на отечественных ткацких станках и удовлетворяющий требованиям технологии в процессе ткачества и отделки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев В.А., Букина С.В., Дубинкин К.В. К вопросу исследования износостойкости ножниц механизма кромкообразования ткацкого рапирного

станка фирмы "Dornier" // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. –2011, №5.

2. Хлопкоткачество: Справочник, 2-е изд., перераб. и доп. /Букаев П.Т., Оников Э.А., Мальков Л.А и др. Под ред. П.Т.Букаева. – М.: Легпромбыт-издат, 1987.

3. Чугин В.В. Виды искусственных кромки и их сравнительная оценка // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1969, №4.

4. Волков С.С., Черняк Б.Я. Сварка пластмасс ультразвуком: Производственное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1986.

5. Манухин А.С. Исследование методов образования кромки и кромкообразующих приборов на ткацких станках с новыми способами прокладки уточной нити: Дис...канд. техн. наук. – М., 1963.

6. Букаев П.Т. Устройство и обслуживание пневморепирных ткацких станков: Учебник для средн. проф. техн. учебн. заведений. – М.: Легпромбытгиздат, 1986.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 07.06.13.

УДК 677.054

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗНОСА КУЛАЧКОВ БАТАННОГО ВАЛА

MODELLING OF WEAR CAMS SHAFT SLEY

V.V. РОМАНОВ, С.Ю. СМІРНОВ, Д.А. КАЛІНІН
V.V.ROMANOV, S.YU. SMIRNOV, D.A.KALININ

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

В статье дан анализ фрикционного взаимодействия контактирующих деталей батанного механизма ткацкого станка. Предложена математическая модель прогнозирования долговечности и износостойкости кулачков и контркулачков.

The article analyzes the frictional interaction wetted parts mechanism sley weaving loom. Proposed a mathematical model prediction of durability and wear resistance of the cams and counter-cam

Ключевые слова: станок СТБ, батанный кулачок, фрикционное взаимодействие, износостойкость.

Keywords: STB machine tool, sley cam, friction interaction, wear resistance.

Выбор материала для изготовления кулачков должен обуславливаться эксплуатационными требованиями и, в первую очередь, надежностью и долговечностью работы. В кулачковых механизмах надежность в основном определяется долговечностью, а последняя – износостойкостью кулачков. Поэтому выбор материала для изготовления кулачков должен определяться следующими основными факторами [1]:

1) величиной радиуса - вектора R и ширины b ;

2) величиной усилия толкателя или нормальным давлением между кулачком и роликом;

3) величиной контактного напряжения высшей пары;

4) окружной скоростью или числом оборотов кулачка в минуту;

5) условием работы – продолжительностью непрерывной работы;

6) износостойкостью;

7) технологическими свойствами материала – литейными свойствами, обрабатываемостью резанием (фрезерованием и шлифованием), способностью к термической обработке.

Первые три фактора при расчете кулачка объединяются в один – величину контактных напряжений. В литературных источниках по проектированию кулачковых механизмов ткацких станков основной количественной характеристикой в контакте считается расчет на контактную прочность кулачков и роликов по формуле Герца-Беляева [2]:

$$\sigma_k = 14,22 \sqrt{P_{\max} E(1/r + 1/\rho)/b}, \quad (1)$$

где σ_k – максимальное контактное напряжение, МПа; P_{\max} – максимальная нормальная сила, прижимающая ролик к кулачку,

M ; E – приведенный модуль упругости материалов кулачка и ролика, МПа:

$$E = 2E_1E_2/(E_1 + E_2),$$

где E_1 и E_2 – модули упругости материалов кулачка и ролика; для стали $E_1 = (2-2,2) \cdot 10^5$ МПа, для чугуна $E_2 = (1-1,35) \cdot 10^5$ МПа; r – радиус ролика, м; ρ – радиус кривизны профиля кулачка в точке контакта с роликом, м; b – длина контактной линии, м.

Допустимое контактное нормальное напряжение рекомендуется рассчитывать по следующим формулам:

$$[\sigma_k] = (2 \div 2,5) \sigma_T,$$

где σ_T – предел текучести;

$$[\sigma_k] = [200 \div 300] \text{ HRC},$$

где HRC – число единиц твердости по Роквеллу;

$$[\sigma_k] = 0,95 \sigma_B,$$

где σ_B – предел прочности при растяжении; P_{\max} – сила нормального давления, вычисляемая по формуле:

$$P_{\max} = \frac{M}{\ell_2 \cos(\alpha + \arctg(f))},$$

где α – угол давления; M – результирующий момент сопротивления на кулачковом (батанном) вале, Н·м; f – коэффициент трения в высшей паре; ℓ_2 – длина коромысла, м.

Проверим долговечность фрикционного контакта кулачок – ролик по следующей формуле:

$$N = N_G \left(\frac{\sigma_{-1}}{\sigma_a} \right)^m \text{ при } \sigma_a \geq \sigma_{-1}; \quad N = \infty \text{ при } \sigma_a < \sigma_{-1};$$

$$m \approx \frac{1}{K_{\sigma_D}} \left(5 + \frac{\sigma_{\text{вп}}}{80} \right); \quad N_G = 2 \cdot 10^6 \dots 10^7. \quad (2)$$

Здесь $\sigma_{вр}$ — временное сопротивление при растяжении, МПа; $K_{сд}$ — коэффициент, учитывающий влияние различных факторов. Расчеты показывают, что долговечность контакта может достигать 23376870 циклов, то есть быть практически бесконечной.

Однако на практике этот метод расчета не всегда гарантирует необходимую долговечность механизмов из-за износа про-

филя кулачка и толкателя [3]. В работах [4], [5], основываясь на предположении, что изнашивание кулачков обусловлено усталостными процессами, происходящими в поверхностных слоях, приводятся формулы (3), (4) для расчета износа элемента поверхности кулачка за один его оборот:

$$\Delta H = b_2 f N^{2/3} \left(\frac{1}{r_p} \mp \frac{1}{\rho} \right)^{1/2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{\mu_1}{f} - \frac{1}{2} \frac{\mu_1}{f}} \right) N_{ц} \quad [4], \quad (3)$$

где

$$b_2 = 0,418 \left(\frac{16}{\pi} \eta \right) C_a E_{пр}^{1/2};$$

$$h_I = \frac{2}{3} c \left(\frac{n_p}{\pi} \right)^\alpha \left(\frac{3}{2} \right)^{1/3(1+\alpha)} \left(\frac{\sum k}{\theta} \right)^{1/3(2\alpha-1)} r^{1/3(1+\alpha)} k_1 \frac{v_{ск}}{v_r} \quad [5], \quad (4)$$

где $k_1 = \frac{a}{a_1}$.

Для дальнейших расчетов примем мо-

дель (5) из работы [6]:

$$h_1^* = \frac{0,6(k')^t (1 - \mu^2)^{1/2} (R_1 + R_2)^{1/2} N^{1/2}}{\sigma_B (R_1 R_2 \ell)^{1/2} E^{1/2}} [\tau_0 + 0,7\beta НВ]^t, \quad (5)$$

где k' — коэффициент, равный для высокоэластичных материалов трем, для хрупких — пяти; μ — коэффициент Пуассона; $t = 3 \div 14$ — показатель кривой усталости; R_1 и R_2 — радиус кривизны кулачков, мм; N — нормальная сила, Н; σ_B — предел прочности, МПа; ℓ — ширина внешнего зацепления двух кулачков (ширина кулачков), мм; $E = 2,1 \cdot 10^5$ — модуль упругости;

τ_0 — фрикционный параметр, МПа; β — фрикционный параметр; НВ — твердость по Бринеллю.

Используя методику, приведенную в работе [7], определим крутящий момент, нормальную силу и напряжения сжатия в кулачке за один период тканеобразования (рис. 1, 2).

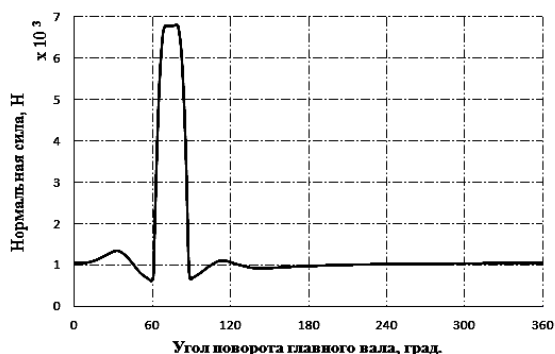


Рис. 1



Рис. 2

ВЫВОДЫ

Применим представленную зависимость для кулачковых пар батанного механизма и спрогнозируем профили кулачков через 5 млн. циклов и через 10 млн. циклов.

Данные для расчета. Материал кулачка и контркулачка – сталь 40ХН ГОСТ 4543-71. Поверхность кулачков закалена до $HV = 555$. $k' = 3$; $\mu = 0,28$; $t = 3$; N – рис. 1 и 2; $\sigma_b = 1200$ МПа; $\ell = 30$ мм; $\tau_0 = 184,1$ МПа; $\beta = 0,055$.

Результаты расчета в виде изменения профиля кулачка представлены на рис.3, где участок 1 соответствует новому кулачку, участок 2 – состояние после 5 миллионов циклов нагружения, участок 3 – 10 миллионов циклов.

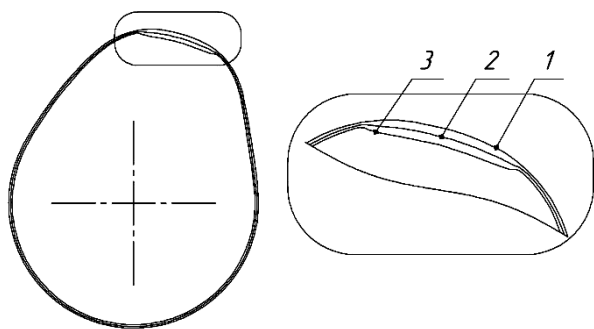


Рис. 3

Аналогично выполняется расчет долговечности для контркулачков. Сопоставление смоделированного профиля кулачка показало тенденцию, качественно согласующуюся с экспериментальными данными работы [3].

1. Полученные профили кулачков удовлетворительно согласуются с результатами экспериментальных измерений изношенных кулачков.

2. Используя изложенную методику, можно прогнозировать износ кулачков и определять оставшийся ресурс времени надежной работы батанного механизма.

3. Учитывая влияние профиля кулачка на частоту вращения главного вала, открывается возможность диагностики состояния механизмов ткацкого станка по этому параметру.

ЛИТЕРАТУРА

1. Румянцев Л. В. Технология изготовления кулачков. – Л.: Машиностроение, 1969.
2. Основы проектирования машин ткацкого производства: Учебник для ВТУЗов // Под общ. ред. А.В. Дицкого. – М.: Машиностроение, 1983.
3. Гусев В.А., Данилов В.В., Цветков Д.М., Смирнов А.Б. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №6С. С. 92...97.
4. Крагельский И.В. Трение и износ. – М.: Машиностроение, 1968.
5. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. – М.: Машиностроение, 1977.
6. Крагельский И.В., Михин Н.М. Узлы трения машин. Справочник. – М.: Машиностроение, 1984.
7. Романов В.В., Смирнов С.С., Смирнов С.Ю. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №3. С.92...95.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроения. Поступила 07.06.13.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТИРУЮЩИХ РЕМНЕЙ ТРЕПАЛЬНОЙ МАШИНЫ ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ОПТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

SIMULATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF CONVEYING BELTS PICKER POLARIZATION-OPTICAL METHOD

Н.И.КОВАЛЕНКО, С.Н.РАЗИН
N.I.KOVALENKO, S.N.RAZIN

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

Приведены результаты экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния транспортирующих ремней трепальной машины. Показано влияние толщины слоя льна и внешнего давления на слой со стороны нажимных роликов на силу зажима в транспортирующих ремнях.

The experimental results of stress-strain state of conveying belts picker. Shows the influence of the thickness of the layer of flax and external pressure on the layer of the pressure rollers on the clamping force in the conveying belt.

Ключевые слова: транспортирующий ремень, напряжения, изохромы, изоклины, изостаты, сила зажима, лубоволокнистый слой.

Keywords: conveying belt tension isochromen, isoclines, Isostatic, clamping force, bast-fiber layer.

Наиболее ценное длинное льняное волокно получается в ходе механической обработки льняной тресты на мяльно-трепальном агрегате. Основным рабочим органом трепальной машины является транспортирующий механизм, состоящий из транспортирующих ремней и нажимного устройства в виде роликов, расположенных на транспортной балке через фиксированное расстояние (рис. 1 – схема зажимного транспортирующего механизма: 1 – льняное волокно, 2 – нижний транспортирующий ремень, 3 – била, 4 – верхний транспортирующий ремень, 5 – прижимной ролик, 6 – упругий элемент).

Пряди обрабатываемого льносырья зажимаются между двумя транспортирующими ремнями 2, 4 и перемещаются вдоль секций трепальной машины.

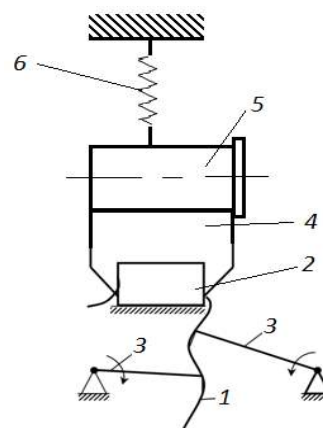


Рис. 1

В процессе транспортировки свисающие пряди 1 подвергаются ударным воздействиям со стороны бильных барабанов 3 с целью очистки получаемого льняного волокна от костры и различных примесей. Транспортирующий механизм должен

обеспечить надежную фиксацию прядей обрабатываемого сырья, исключаящую его выдергивание от действия бил трепальных барабанов, воздействие которых вызывает в слое значительные силы натяжения.

Существующие в настоящее время транспортирующие механизмы не обеспечивают в полной мере поставленной перед ними задачи, и ценное длинное волокно попадает в отходы трепания. Поэтому с целью снижения потерь ценного длинного волокна в процессе его обработки и повышения качества работы оборудования на отечественных предприятиях по переработке льна необходимо совершенствовать работу транспортирующего механизма. Для этого необходимо определить распределение напряжений в транспортирующих ремнях трепальной машины в зависимости от различных факторов.

Поставленная задача решалась на основе компьютерного моделирования с помощью САЕ-систем [1...12]. Одной из основных задач автоматизированного расчета НДС (напряженно-деформированного состояния) является правильное построение модели исследуемого объекта, так как соответствие параметров модели условиям реальной задачи будет определять точность полученных результатов. Решение этой задачи позволит выделить направления для совершенствования механизма с целью повышения надежности фиксации зажатых прядей при трепании. Для проведения расчетов НДС в САЕ-системах необходимо моделировать материалы исследуемых элементов, задавая их механические характеристики и граничные условия, что связано с определенными трудностями. Во-первых, материал ремней имеет не только сложную форму, но и структуру, основу которой составляет резина с сердечником. Сердечник, в свою очередь, состоит из нескольких слоев прорезиненной ткани с резиновыми прослойками. В связи с этим при решении задачи в САЕ-системах необходимо моделировать механические характеристики каждой области в отдельности, либо упростить решение, приняв их усредненные значения. Во-

вторых, в зажиме ремней находится слой лубяного материала, который неоднороден по своей структуре. Кроме того, слой состоит из отдельных стеблей. Стебли лубяных культур имеют сложную конструкцию. Они полые. Наружная часть стебля состоит из коры и древесины, связанных между собой тонким слоем ткани. Структура коровой части – мягкие паренхимные ткани. Основу древесины составляют жесткие паренхимные клетки. Внутри стебля находятся пучки волокна. Каждое волокно состоит из элементарных волокон, средняя длина которого колеблется от 10 до 25 мм. В пучке насчитывают от 10 до 40 элементарных волокон. Основным веществом, из которого состоит волокно, является целлюлоза. Элементарные волокна объединяются в пучки посредством межклеточного вещества, состав которого содержит пектиновые вещества. Структура волокна оказывает влияние на его физико-механические свойства. Их моделирование при конечно-элементном анализе представляет собой чрезвычайно сложную задачу.

Следовательно, особенности свойств льна, а также элементов транспортирующего механизма затрудняют процессы математического моделирования. Поэтому нами проведено исследование напряженно-деформированного состояния модели ремней транспортирующего механизма с зажатым в них слоем льна поляризационно-оптическим методом. Этот метод применен впервые для транспортирующих ремней трепальной машины. В проведенных исследованиях геометрия модели ремней соответствует физической модели агрегата МТА-2Л. Условия нагружения и закрепления аналогичны реальным условиям работы транспортирующего механизма. Моделировалось плоское напряженное состояние для статической упругой задачи. Исследования проводились в два этапа. Первый этап заключался в создании модели и получении при ее просвечивании поляризованным светом картины полос и изоклин по всему сечению ремней. Модель изготовлена из оптически чувствительного материала и соответствовала

по форме и размерам реальной физической модели. Полученная модель транспортирующих ремней закреплялась в специальном приспособлении поляризационной установки и нагружалась. Величина нагрузки составляла 80, 160, 240Н. При решении задачи поляризационно-оптическим методом в отличие от решения с использованием САЕ-системы использовано реальное льняное волокно, толщина которого равнялась 0; 0,5; 1; 2 и 3 мм. В поляризационной установке нагруженная модель толщиной 1 см просвечивалась поляризованным светом и фотографировалась.

При просвечивании нагруженной модели в круговом полярикопе монохроматическим источником света получены картины в виде чередования черных и белых полос различных порядков по сечению ремней. Полученные картины фиксировались путем фотографирования интерференционных изображений полос или изохром (то есть точек с одинаковой величиной разности главных нормальных напряжений в сечении ремней) при различных сочетаниях усилия прижима верхнего ремня и толщины слоя.

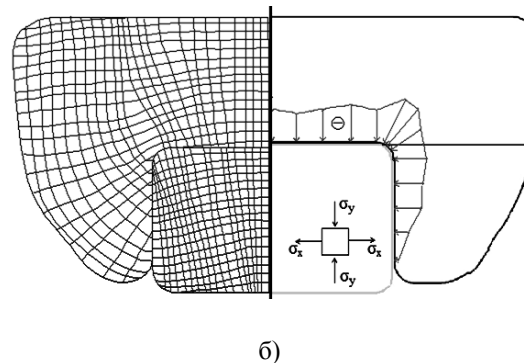
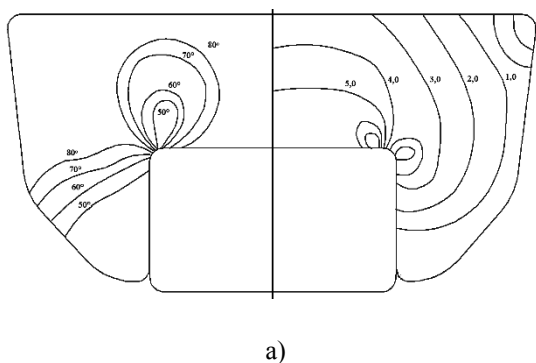


Рис. 3

При просвечивании модели ремней белым светом вместо черно-белых полос были цветные, на фоне которых видны темные линии изоклин (рис. 3-а), то есть направлений главных напряжений в каждой точке исследуемой модели. Каждая изоклина характеризуется своим параметром. В нашем исследовании изоклины отличались друг от друга на 10° . Полученное поле изоклин позволило получить траектории главных напряжений (изостаты). Изо-

статы строились известным способом нанесения штрихов на линии изоклин, направленных к оси X под углом, равным параметру изоклины. Затем проводились плавные кривые таким образом, чтобы штрихи были касательными к ним в соответствующих точках. Таким способом получены два ортогональных семейства кривых, соответствующих максимальным главным нормальным напряжениям σ_1 и минимальным главным нормальным на-



Рис. 2

На рис. 2 показана картина полос и их порядок для модели ремней со слоем льна толщиной 0,5 мм и полученная при давлении 240 Н. Порядок полосы определяли в процессе наблюдения за порядком их образования на всем поле модели рис. 3-а. Порядки полос различаются друг от друга на единицу. Анализ картин изохром позволил установить, что с увеличением нагрузки количество полос возрастает, но зона и характер их распределения в модели остаются почти без изменений.

На рис. 3 представлены: а) – картина изоклин и полос при нагружении модели ремней; б) – картина изостат и эпюры распределения нормальных напряжений

пряжениям σ_2 . Картина изостат в напряженной модели ремней рис. 3-б дает наглядное представление о характере поля напряжений по всему сечению. В ходе проведения эксперимента определено, что под действием нагрузки ремни деформируются, а в местах контакта двух ремней (внутренняя поверхность верхнего ремня и наружная поверхность нижнего ремня) возникают касательные и нормальные напряжения.

Второй этап исследования заключался в следующем. Поскольку на первом этапе исследования получены лишь разности главных нормальных напряжений $\sigma_1 - \sigma_2$ и их направления в плоскости модели, то для нахождения каждого из главных напряжений σ_1 и σ_2 в отдельности необходимо провести разделение напряжений. Для этого разработана определенная методика и алгоритм решения поставленной задачи, основанный на использовании метода разности касательных напряжений, который заключается в численном решении дифференциальных уравнений равновесия в прямоугольной системе координат [13].

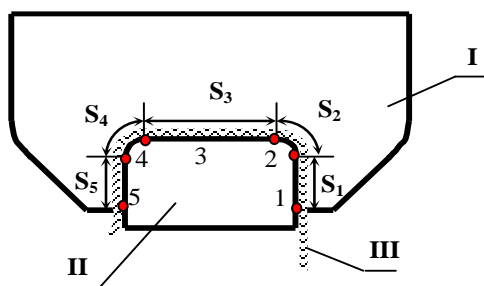


Рис. 4

Для исследования напряженно-деформированного состояния модели транспортирующих ремней необходимо знать распределение напряжений вдоль линии сопряжения ремней (рис. 4 – линия сопряжения ремней агрегата МТА-2Л). Поэтому для удобства обработки результатов эксперимента согласно разработанной методике проведено разделение линии сопряжения ремней на участки: 3 – горизонтальный, 1, 5 – вертикальные и 2, 4 – радиальные. Главные напряжения σ_1 и σ_2 в какой-либо точке линии сопряжения ремней согласно алгоритму расчета определяли по

номерам полос и параметрам изоклин, определяя значения касательных напряжений τ_{xy} по формуле:

$$\tau_{xy} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \sin 2\alpha. \quad (1)$$

Зная τ_{xy} для любого сечения, определены главные напряжения σ_1 и σ_2 согласно зависимостям:

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \tau_{\max}, \\ \sigma_2 &= \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} - \tau_{\max}. \end{aligned} \quad (2)$$

Значения нормальных напряжений вдоль линии сопряжения ремней получены при различной толщине слоя и различном внешнем давлении на ремни. На рис. 3-б представлены эпюры распределения напряжений по линии сопряжения транспортирующих ремней с толщиной слоя 1 мм и силе давления 80Н.

Анализируя результаты расчетов, полученные методом фотоупругости, можно заключить, что распределение нормального напряжения по длине вертикального участка при различных условиях нагружения имеет нелинейный характер. Величина нормального напряжения нижней части вертикального участка (0...12 мм) практически не участвует в создании силы зажима. Максимальное нормальное давление со стороны верхнего ремня на нижний по линии их сопряжения на вертикальном участке не превышает 30% величины минимального давления на горизонтальном участке, что позволило сделать заключение о том, что роль вертикального участка в создании общего усилия зажима слоя лубяного материала незначительна. Проводя анализ результатов данного эксперимента, можно заключить, что на горизонтальном участке линии сопряжения ремней нормальное напряжение примерно в 2 раза превышает внешнее давление на верхний ремень. Величина нормального давления на оси симметрии сечения ремней прини-

мает минимальное значение. Отношение нормальных напряжений на двух площадках, принадлежащих горизонтальному участку линии сопряжения ремней, одна из которых находится на оси симметрии, растет с увеличением расстояния между ними, а также с увеличением давления и толщины слоя, зажато между ремнями.

Нормальные напряжения на радиальных участках максимальны и превышают среднее значение нормальных напряжений горизонтального участка в 1,5...2 раза.

Однако следует заметить, что величины нормальных напряжений были получены в сечении ремней только под осью прижимных роликов при различных нагрузках и различной толщине обрабатываемого слоя. Так как при удалении рассматриваемого сечения от оси роликов закон изменения распределенной нагрузки изменяется, особый интерес представляет определение закона распределенной нагрузки, действующей на обрабатываемый слой в любом сечении ремней между двумя роликами. Такая задача решалась с помощью конечно-элементного моделирования модели транспортирующего механизма в программном комплексе ANSYS.

ВЫВОДЫ

Для исследования НДС модели транспортирующих ремней применен поляризационно-оптический метод, который позволил получить эпюры распределения напряжений по линии сопряжения ремней со слоем льноволокна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коваленко Н.И. Совершенствование транспортирующего механизма трепальной машины: Дис...канд.техн.наук. – Кострома, 2005.
2. 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.
3. Коваленко Н.И., Разин С.Н. Определение силы зажима пряди произвольной длины в

транспортирующих ремнях трепальной машины // Вестник КГТУ. – Кострома, 2006, №13.

4. Коваленко Н.И., Разин С.Н. Возможности снижения сил натяжения прядей льна вблизи их зажима при трепании// Вестник ВНИИЛК. – Кострома, 2007, № 3.

5. Коваленко Н.И. Анализ конструктивных решений транспортирующих ремней трепальных машин на основе их компьютерного моделирования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №6С.

6. Коваленко Н.И., Разин С.Н. Компьютерное моделирование процесса взаимодействия гибкой нити с шероховатой поверхностью. Деп. в ВНИИТИ.- №432-В2008. – М., 2008.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В. Моделирование некоторых параметров нажимного устройства трепальной машины //Вестник КГТУ. – Кострома, 2010, №23.

11. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В. Моделирование взаимодействия элементов транспортирующего механизма трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5.

12. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Буров М.С., Коржев В.Н. Компьютерное моделирование транспортирующих ремней зажимного механизма трепальной машины// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4.

13. 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.

14. Хаимова – Малькова Р.И. Методика исследования напряжений поляризационно-оптическим методом. – М.: Изд-во: Наука, 1970.

Рекомендована кафедрой инженерной графики, теоретической и прикладной механики. Поступила 07.06.13.

АНАЛИЗ ИЗНАШИВАНИЯ ПЛАСТИН ТОРМОЗА УТОЧНОЙ НИТИ СТАНКА СТБ

ANALYSIS OF WEAR PLATES MACHINE WEFT THREAD BRAKE STB

Е.В. КРИВОШЕИНА, Г.К. БУКАЛОВ, В.В. БУЛАТОВ, И.В. СУСОЕВА
E.V. KRIVOSHEINA, G.K. BUKALOV, V.V. BULATOV, E.V. SUSOEVA

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

Пластина тормоза уточной нити станка СТБ-2-175 подвергается интенсивному, абразивному изнашиванию. На поверхности пластины выделяются три участка с различным способом создания давления в контакте нить - пластина. Представляет интерес анализ влияния способа создания давления нити в зоне контакта и наличия накопителя уточной нити на изнашивание поверхности пластины.

Machine weft thread brake plate STB-2-175 is subjected to intense, abrasive wear. On the surface of the plate are three sections with different way of creating pressure in contact-thread plate. Interest analysis of ways to create pressure in the contact area and drive a weft thread wear plate surface.

Ключевые слова: пластина тормоза уточной нити, способ создания давления в контакте, вид изнашивания.

Keywords: weft thread brake plate, how to create pressure in contact, type of wear.

Ранее [1] было показано, что среди натуральных волокон льняная нить обладает наибольшей изнашивающей способностью. Это связано, в основном, с абразивным воздействием частиц двуокиси кремния, содержащейся в волокнах льняной пряжи.

Наблюдениями было установлено [2], что после проскальзывания лишь нескольких метров нити по нитепроводящей детали, выполненной из стали У8А, на ее поверхности появляются следы износа. По своему характеру первичные следы износа представляют собой прямолинейные царапины, характерные для микрорезания и пластического оттеснения металла.

В настоящей работе исследовалось изнашивание пластин тормоза уточной нити станков СТБ-2-175, использовавшихся при трехсменной работе в течение 30 дней в условиях ткацкого производства предпри-

ятия "БКЛМ-Актив". Известно [1], что величина предельного износа нитепроводящей детали равняется диаметру контактирующей с ней нити по причине резкого повышения обрывности.

Общим является то, что в начальной фазе изнашивание пластины во всех случаях начинается с изменения шероховатости нитеконтактирующей поверхности пластины тормоза (полирования) и только затем на поверхности образуются канавки износа. При замене пластины тормоза на ней обычно имеется хотя бы одна канавка износа, глубина которой соизмерима с диаметром нити.

Для изучения изнашивания на поверхности пластин тормоза были выделены следующие три участка: первый участок на входе нити в тормоз, на котором давление в контакте осуществляется движущейся нитью без прижима ее второй поверх-

ностью; второй участок, на котором льняная пряжа прижимается к пластинам силалловой лапкой; третий участок – на выходе нити из тормоза, на котором также давление в контакте осуществляется движущейся нитью без прижима ее второй поверхностью.

Необходимо отметить, что на первом и третьем участке давление в контакте создается за счет сил инерции, действующих на движущуюся нить. Изнашивание нитепроводящих деталей при использовании данного способа создания давления в контакте ранее подробно не изучалось. Число зон изнашивания пластины, контактирующей с баллонированной нитью, может быть несколько. Данные зоны расположены последовательно и обычно имеют вид близко расположенных веерных канавок. Изнашивание на первом и третьем участках значительно более выражено на станках СТБ, оснащенных уточным накопителем (УН).

На станках, не оснащенных УН, образование канавок износа в первой и третьей зонах на пластинах тормоза отмечено не было. Наблюдалось изнашивание только в виде полирования поверхности. Отметим, что интенсивность изнашивания на данных участках не велика по сравнению с изнашиванием на втором участке, где нить прижимается к пластине лапкой.

На втором участке изнашивание обычно происходит в двух зонах, расположен-

ных под закругленными фасками лапки: первая – в зоне входа нити в тормоз, вторая – в зоне выхода нити из тормоза. Изнашивание на втором участке происходит по-разному, в зависимости от того, использовался накопитель уточной нити или нет. При использовании накопителя изнашивание в первой зоне происходит в виде либо параллельно, либо веерно расположенных канавок, во второй зоне обычно возникает одна канавка, редко больше. Если накопитель не используется, то изнашивание в первой и второй зоне происходит в виде канавок, расположенных последовательно.

Для проверки и подтверждения данных положений были проведены исследования изношенной поверхности пластин тормоза уточной нити на профилографе MahrPerthometerM1, который был предоставлен для проведения исследований Костромским центром метрологии и стандартизации. С помощью данного прибора были сделаны профилограммы пластин тормоза уточной нити со следами изнашивания. При последующем анализе полученных профилограмм была получена зависимость вида изношенной поверхности и среднего количества канавок износа на пластине уточного тормоза от наличия УН. Полученные данные сведены в табл. 1 (зависимость вида изношенной поверхности и среднего количества канавок износа на пластине уточного тормоза от наличия УН).

Т а б л и ц а 1

Наличие уточного накопителя		Участок пластины			
		Первый участок	Второй участок		Третий участок
			Первая зона	Вторая зона	
Есть	Вид изношенной поверхности и наличие канавок износа	Полированная Есть	Полированная Есть	Полированная Есть	полированная Нет
	среднее количество канавок износа	1-3	1-3	1-3	1-3
Нет	Вид изношенной поверхности и наличие канавок износа	Полированная Нет	Полированная Есть	Полированная Есть	Полированная Нет
	Среднее количество канавок износа	0	1	1	0

Из анализа профилограмм вытекает, что при прохождении льняной пряжи, имеющей поперечное перемещение по

пластине тормоза уточной нити станка СТБ-2-175, то есть при наличии УН, образуется большое количество канавок износа

разной глубины и с различной высотой образовавшегося буртика пластического оттеснения металла, тогда как при прохождении очеса льняного без уточного накопителя, высота образовавшегося буртика пластического оттеснения металла значительно меньше и практически одинакова для разных образцов пластин тормоза уточной нити. Полагаем, что это связано с менее выраженным поперечным перемещением нити в процессе работы тормоза уточной нити.

ВЫВОДЫ

1. Вид и интенсивность изнашивания нитеконтактирующей поверхности пластины тормоза станка СТБ зависят от способа создания давления в контакте при взаимодействии уточной нити с пластиной и от использования накопителя уточной нити.

2. Если УН используется, то возникают три участка изнашивания: первый, на котором давление в контакте создается движущейся нитью без прижима ее второй поверхностью; второй участок, на котором давление в контакте создается путем прижима льняной пряжи к пластине ситалловой лапкой, и третий участок, на котором давление в контакте также создается движущейся нитью без прижима ее второй

поверхностью. Изнашивание пластины происходит преимущественно в виде параллельно или веерно расположенных канавок.

3. Если УН не используется, то наиболее интенсивное изнашивание пластины уточного тормоза станка СТБ создается на втором участке в зоне прижима нити к пластине ситалловой лапкой, а изнашивание на первом и третьем участке имеет малую интенсивность. Изнашивание происходит преимущественно в виде двух канавок, расположенных последовательно под закругленными фасками лапки тормоза уточной нити.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Худых М.И.* Эксплуатационная надежность и долговечность оборудования текстильных предприятий. – М.: Легкая индустрия, 1980.

2. *Соколов В.П., Худых М.И.* О выборе износостойких нитепроводниковых материалов для текстильной переработки стеклянного волокна // Технология машиностроения. Реферат. инфор. ЦНИИ-ТЭИлегпищемаш. –М., 1974, № 4.

3. *Кривошеина Е.В., Букалов Г.К.* Анализ изнашивания пластин уточного тормоза различными нитевидными продуктами при работе на станке СТБ // Электронный ресурс <http://vestnik.kstu.edu.ru> "Научный вестник КГТУ", 22 мая 2013, №1.

Рекомендована кафедрой промышленной экологии и безопасности. Поступила 07.06.13.

УДК 677.05

РАЗРАБОТКА ТРАНСПОРТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ПОДАЧИ ОПЛЕТЕННОЙ ПРЕФОРМЫ В ЗОНУ ПРОПИТКИ

DEVELOPMENT OF THE CONVEYOR FEEDER FOR A BRAIDED PREFORM TRANSFER TO IMPREGNATION ZONE

М.В. КИСЕЛЕВ, А.Е. ДЫШЕНКО
M.V KISELYEV, A.E. DYSHENKO

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

В статье приводится конструкция транспортирующего устройства для передачи изготовленной преформы в зону пропитки связующим мате-

риалом. Преформа изготавливается методом плетения и предназначена для получения композиционного материала.

The article provides design of a transporting device for preform transfer to a binder impregnation zone. The preform is made by weaving and is designed to produce a composite material.

Ключевые слова: текстильные материалы, транспортирующее устройство, преформа, композиционный материал.

Keywords: textile materials transporting device, preform, composite material.

В производстве композиционных материалов плетеные каркасы начали применять в 60-х годах. Однако метод плетения не получил широкого применения. Объясняется это разными обстоятельствами. С одной стороны, композиционные материалы с плетеной структурой по прочности и упругим характеристикам уступают материалам, полученным методом намотки. С другой стороны, для получения плетеных каркасов больших размеров нет подходящего оборудования. Использование композиционного материала, армированного плетеным каркасом, существенно расширяет возможности изготовления прямолинейных и криволинейных участков трубопроводов, отводов, компенсаторов температурных удлинений, дренажных труб, баллонов давления, элементов авиацион-

ной техники. По сравнению с традиционными методами (намоткой, выкладкой), новая технология получения такого рода изделий существенно снижает затраты на изготовление и обеспечивает их высокие прочностные характеристики. Обеспечение высокого уровня эксплуатационных характеристик образцов новой техники – одна из важнейших проблем современного производства. Особенно актуально это для авиационно-космической промышленности. Решение этой проблемы невозможно без новых конструкционных материалов и, в первую очередь, композиционных материалов на основе плетеных полимерных матриц. В связи с этим разработка такого вида оборудования является актуальной задачей.

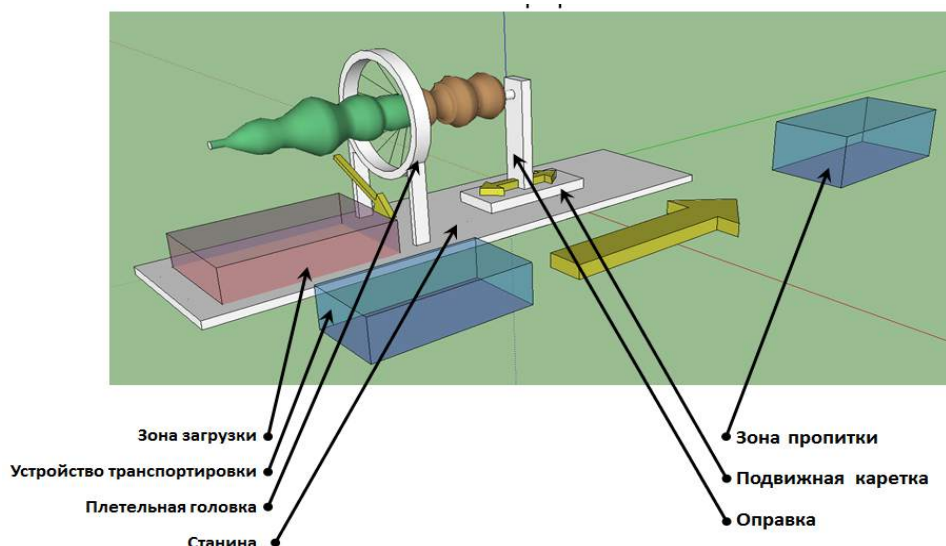


Рис. 1

Объектом исследования является транспортирующее устройство к станку

3-мерного плетения конструкций из композиционных волокон для изготов-

ления деталей сложной формы, формирования плетеных преформ типа замкнутых оболочек, которые используются для изготовления изделий из полимерных композиционных материалов. Согласно технологии получения изделий из композиционных материалов на основе плетеной преформы состав оборудования должен содержать в качестве основных агрегатов плетельную машину и установку для вакуумной пропитки (рис. 1 – компоновка станка для трехмерного плетения конструкций из композиционных волокон для изготовления деталей сложной формы).

Сопряжение между указанными агрегатами достигается посредством устройства транспортировки преформ в зону пропитки (рис. 2), конструкция которого разработана в SolidWorks. Данное устройство является быстро перенастраиваемым для установки на нем различных видов оплетаемых преформ.



Рис. 2

Обработка деталей на станках производится в различных организационно-технических условиях – в единичном и мелкосерийном, а также в серийном и крупносерийном производстве. Крайне важно сократить подготовительно-

заклучительное и вспомогательное время. Для больших партий деталей (крупносерийное производство) целесообразно использовать специальные приспособления для каждой конкретной детали или группы деталей. Однако при малом объеме партии значительно увеличиваются затраты на проектирование и изготовление приспособлений, отнесенные к одной детали, и ухудшаются экономические показатели. В этом случае выгоднее использовать быстро собираемые переналаживаемые приспособления из унифицированных элементов.

Можно выделить следующие особенности разработанного транспортного устройства: регулируемая высота каждой стойки, регулируемое расстояние между стойками с определенным шагом, универсальные контактные площадки, стандартные призматические захваты.

Устройства для транспортирования изделий в производстве могут быть специальными или универсальными и должны обеспечивать гибкую связь с технологическим оборудованием, устройствами и подсистемами складирования, стационарными промышленными роботами.

Существуют различные способы загрузки-выгрузки деталей на такие тележки, каждый из которых требует специальной конструкции самой тележки, палет и соответствующих загрузочных устройств. Они используются в первую очередь в системах с жесткой структурой для обработки корпусных деталей. Тележки перемещаются вдоль трассы между рабочими местами. Обычно тележки забирают изделие и перемещают его поочередно по различным технологическим операциям.

Принцип получения изделия из композиционного материала на станке (рис. 3) для 3-мерного плетения конструкций из композиционных волокон для изготовления деталей сложной формы заключается в следующем.

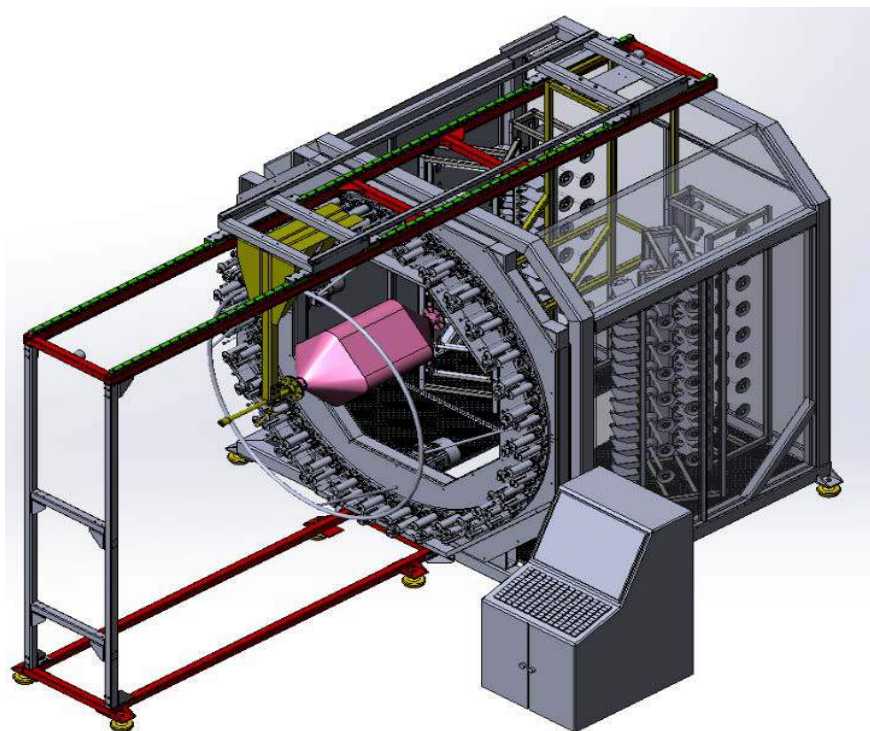


Рис. 3

Материалы будущей заготовки выкладываются на оснастку. Оснастка закрепляется на плетельной машине в стойке с двух сторон с помощью установочных патронов. Подача оснастки в область оплетения осуществляется перемещением вытяжного механизма по направляющим. Также в конструкции плетельного станка предусмотрено вращение преформы, которое обеспечивает поворотный шпиндель. Передвигаясь по направляющим, вытяжной механизм также осуществляет отвод готового изделия из рабочей зоны машины.

Плетельный станок содержит одну плетельную головку, вытяжное устройство, не менее 96 плетельных веретен, электроприводы, электрооборудование и средства автоматизации. Плетельная головка станка в процессе работы перемещает веретена по заданным траекториям. Основные рабочие органы плетельной головки – крылатки, верхние и нижние полотна и переходники. Крылатки предназначены для перемещения веретен.

После окончания плетения оплетаемая преформа (рис. 4) снимается с плетельной установки и транспортируется на универсальной тележке (рис. 2) в пропиточную

установку. Конструкция тележки позволяет беспрепятственно осуществлять пропитку оплетенной преформы для получения готового композиционного изделия. Призматические захватные устройства позволяют поворачивать преформу вокруг своей оси.

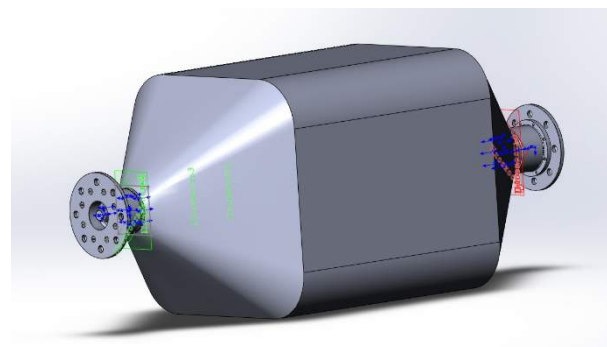


Рис. 4

Дальнейшим развитием описанного устройства перемещения оплетенных преформ может стать переоборудование его в безрельсовые самодвижущиеся тележки (робокары), но целесообразность этого оправдывается только в крупносерийном производстве.

ВЫВОДЫ

Разработана конструкция транспортирующего устройства подачи плетеной преформы из рабочей зоны станка до узла пропитки связующим, которая обладает широкими возможностями перенастройки для выполнения своих функций при использовании широкой номенклатуры плетеных преформ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мэттьюз Ф., Ролингс Р.* Композитные материалы. Механика и технология. – М.: Техносфера, 2004.

2. *Крысько Л.П., Деханова М.Г.* Техника и технология плетения. – М.: Легпромбытиздат, 1990.

3. *Выжигин А.Ю.* Гибкие производственные системы: Учебное пособие. – М.: Технические науки, 2012.

4. *Алямовский А.А.* Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation. – М.: Проектирование, 2010.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин Поступила 07.06.13.

УДК 658.382.3:687.17

**ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ
ПРИ РАБОТЕ РУЧНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ,
ПРИВОДЯЩИХ К ТРАВМАТИЗМУ***

**ASSESSMENT OF THE INTENSITY OF THE MECHANICAL EFFECTS
WHEN WORKING WITH HAND TOOLS,
LEADING TO INJURIES**

М.С. НЕХОРОШКИНА
M.S. NEKHOROSHKINA

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State University of Technology)
E-mail: info@kstu.ed.ru

В статье приводится обзор механических повреждений в различных отраслях. Из них выделены повреждения, от которых может защитить специальная одежда, а также путем экспериментов определены возможные энергии повреждения ручным инструментом.

The article provides an overview of mechanical damage in different industries and of them are highlighted damage, from which can protect the special clothing and through experimentation defined the potential energy of damage by the manual tool.

Ключевые слова: производственный травматизм, защитные ткани, механическое повреждение, энергия.

Keywords: industrial injuries, protective clothing, mechanical damage, energy.

Любая крупная компания использует для своих сотрудников спецодежду. Помимо своих основных функций такая одежда защищает человека от загрязнений, пыли, ряда вредных воздействий, связанных с его профессиональной деятельностью. Одним из видов таких воздействий

являются механические воздействия, которые могут привести к производственным травмам.

Согласно [1] ткани для спецодежды в зависимости от защитных свойств подразделяют на группы и подгруппы:

- для защиты от воды;

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук П.Н. Рудовского.

- для защиты от механических воздействий (колющих и режущих воздействий, истирания, сигнальная);
- для защиты от кислот;
- для защиты от щелочей;
- для защиты от повышенных или пониженных температур (теплого излучения, искр и брызг расплавленного металла, открытого пламени, пониженных температур);
- для защиты от радиоактивных веществ;
- для защиты от пыли (нетоксичной пыли, пыли стекловолокна, асбеста и др.);
- для защиты от нефти, масел и жиров;
- для защиты от вредных биологических факторов.

Ткани для средств защиты рук в зависимости от защитных свойств также подразделяют на группы и подгруппы:

- для защиты от механических воздействий (проколов, порезов, истирания);
- для защиты от повышенных и пониженных температур (теплого излучения, искр, брызг расплавленного металла, окалины, открытого пламени, контакта с нагретыми поверхностями выше 45°C);
- для защиты от пыли (нетоксичной);
- для защиты от кислот;
- для защиты от щелочей;
- для защиты от воды.

Очевидно, что ткани позволяют защитить человека от механических воздействий только малой интенсивности, возникающих, как правило, при работе ручным инструментом. Среди механических воздействий ГОСТ выделяет только проколы, порезы и истирания, однако немаловажна защита от ударов.

Этим же стандартом установлены показатели для соответствующих групп тканей. Из всей совокупности показателей защитные свойства тканей от механических воздействий могут характеризовать плотность по основе и утку, поверхностная плотность, разрывная нагрузка, раздирающая нагрузка, стойкость к истиранию по плос-

кости и стойкость к истиранию на сгибах. Часть этих показателей установлена более поздним стандартом на хлопчатобумажные и смешанные ткани [2].

Очевидно, что названные показатели не позволяют оценить способность ткани предохранить работающего от ударных воздействий.

Для более полного представления о защитной способности ткани от таких воздействий необходимо провести анализ в условиях производства и оценить их интенсивность.

Очевидно, что ткани позволяют защитить человека от механических воздействий только малой интенсивности, возникающих, как правило, при работе ручным инструментом. Показателем интенсивности воздействия в этом случае может быть энергия удара.

Тогда эффективность защиты можно будет оценить долей энергии, поглощенной тканью. В [3] и [4] предпринята попытка теоретически оценить степень поглощения энергии структурой ткани. Показано, что эту энергию можно представить в виде двух составляющих. Первая связана с формоизменением ткани, а вторая – с контактным взаимодействием нитей основы и утка в местах перекрытий.

Чтобы определить виды механических повреждений, от которых человека может защитить спецодежда, необходимо проанализировать производственный травматизм различных отраслей.

Анализ данных Росстата [5] производственного травматизма в разрезе основных видов экономической деятельности показал, что в число видов экономической деятельности с наибольшей численностью травмированных в прошлом году вошли сельское хозяйство, обрабатывающие отрасли, строительство, транспорт. Распределение численности пострадавших в результате несчастных случаев на производстве по видам экономической деятельности представлено на рис. 1.

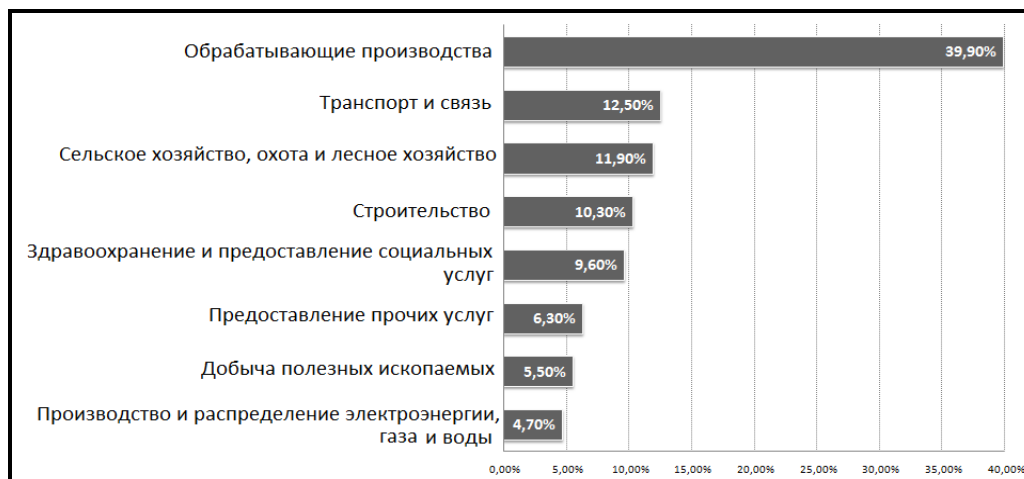


Рис. 1

На первых местах оказались обрабатывающая отрасль, сельское хозяйство, охота и транспорт.

Источником механических травм в таких отраслях могут быть: движущиеся механизмы и машины, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования, передвигающиеся изделия, заготовки, разрушающиеся конструкции, а также падение предметов с высоты, падение на скользких поверхностях и т.д.

Энергию удара при падении можно оценить по формуле:

$$E = mgh, \quad (1)$$

где m – масса человека или падающего предмета; h – половина роста человека или высота, с которой падает предмет.

Для определения скорости удара при работе ручным инструментом производилась соответствующая видеозапись с частотой 30 кадров в секунду. Затем в программе LIGHT ALLOY ролик разбивался по кадрам и проводилось измерение перемещения инструмента за время между двумя кадрами. На рис. 2 приведен такой

анализ для работы молотком – положение молотка на двух кадрах с разницей в 1/30 секунды.



Рис. 2

В экспериментах принимали участие люди, имеющие соответствующую рабочую квалификацию.

Зная перемещение и время, можно рассчитать скорость инструмента, а при известной его массе – и энергию удара.

Результаты экспериментов сведены в табл. 1.

Таблица 1

Инструмент	Масса, кг	Средняя скорость, м/с	Энергия, Дж
Молоток (вертикальное забивание)	0,150	1,30	0,127
	0,400	1,05	0,221
Молоток (горизонтальное забивание)	0,150	1,50	0,169
	0,400	1,20	0,288
Пила	0,300	0,75	0,084
Рубанок	1,060	0,90	0,429

Падение инструмента	1	4,4	9,7
---------------------	---	-----	-----

Полученные значения энергии будут использованы при моделировании процесса поглощения энергии структурой ткани, которое позволит оценить пригодность соответствующей ткани для пошива спецодежды или средств защиты рук.

ВЫВОДЫ

1. Проанализированы виды механических повреждений в различных отраслях промышленности и в сельском хозяйстве.

2. Выделены виды механических повреждений, от которых может защитить специальная одежда.

3. Экспериментально определены средние скорости движения ручного инструмента и возможные значения энергии при ударе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Система стандартов безопасности труда. Ткани для спецодежды и средств защиты рук. Номенклатура показателей качества. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1979.

2. ГОСТ 11209-85. Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спецодежды. Технические условия. – М.: Изд-о стандартов, 1985.

3. Нехорошкина М.С., Дмитриев В.С. Расчет деформации ткани как сети Чебышева, находящейся в контакте двух тел // Вестник КГТУ. – 2012, №1. С.37...39.

4. Нехорошкина М.С. Анализ методов оценки демпфирования свойств ткани на основе моделирования ее структуры // Вестник КГТУ. – 2012, №2. С. 40...42.

5. Мониторинг производственного травматизма в Российской Федерации [Электронный ресурс]: ФГБУ "ВНИИ охраны и экономики труда" Минтруда России: <http://www.vcot.info/>

6. Безопасность и охрана труда: Учебное пособие для вузов / Н. Е. Гарнагина, Н. Г. Занько, Н. Ю. Золотарева и др.; Под ред. О. Н. Русака. – СПб.: Изд-во МАНЭБ, 2001.

Рекомендована кафедрой инженерной графики, теоретической и прикладной механики. Поступила 07.06.13.

УДК 677.11.051.151.254.001.24

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДЛЯ РАСЧЕТА ВАЛЬЦОВ МЯЛЬНЫХ МАШИН**

SOFTWARE FOR CALCULATING MACHINE ROLLERS MYALNYH

М.С.БУРОВ, Д.А.КОВАЛЕНКО
M.C.BUROV, D.A.KOVALENKO

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

В работе представлен алгоритм расчета геометрических и технологических параметров мяльных вальцов. Алгоритм реализован в программном обеспечении, которое позволит автоматизировать процесс их расчета и обоснованно подойти к проектированию мяльных машин.

This paper presents an algorithm of calculation of geometrical and technological parameters myalnyh rolls. The algorithm is implemented in software that will automate the process of calculating and reasonable approach to the design of myalnyh machines.

Ключевые слова: мяльные вальцы, рифли, мятье, программа.

Keywords: myalnye rolls, ruffles, myate the program.

Эффективность переработки льняной тресты на льнозаводе определяется главным образом выходом длинного волокна, являющегося сырьем для текстильной промышленности. При переработке льняной тресты в мяльно-трепальном агрегате, как известно, имеют место значительные потери длинного волокна. Увеличение выхода длинного волокна является важной народнохозяйственной задачей.

Выход длинного волокна прежде всего зависит: от совокупности свойств исходного сырья; качества подготовки стеблей к обескостриванию путем промина и трепа-

ния; от интенсивности трепальных воздействий, определяющих степень разрушения волокнистых комплексов. Между результатами промина стеблей и результатами трепания существует взаимосвязь. Чем более эффективно будет осуществлен промин, тем больше костры выделится из стеблей. Это приведет к обогащению сырца и обеспечит снижение сил натяжения прядей при трепании.

В настоящее время решение данной проблемы идет в основном за счет подбора технологических параметров для обработки льняной тресты. Ввиду того, что техно-

логические возможности машин мяльно-трепальных агрегатов обеспечиваются за счет конструктивных особенностей их элементов [1...11], возможен иной путь решения проблемы, заключающийся в выборе оптимальной конфигурации элементов мяльно-трепального агрегата. Процесс переработки льна в процессе мятья исследован недостаточно. Это затрудняет создание рациональных конструкций мяльных машин. Для обеспечения качественной работы мяльных машин (подготовки слоя к трепанию) необходимо произвести расчет геометрических параметров профилей мяльных вальцов, а также технологических параметров процесса мятья.

В работах [12], [13] приведены математические модели по расчету геометрических параметров мяльных вальцов, а также приведены методики расчета плющильных и изламывающих мяльных вальцов. Однако ни в одной из работ не приведена методика проектирования всех наборов мяльных вальцов. Для более рационального промина необходимо спроектировать мяльную машину таким образом, чтобы в ней были различные по своему функциональному назначению группы мяльных пар с необходимыми параметрами.

Ниже изложен алгоритм расчета мяльных вальцов, который предполагает использование ЭВМ. В нем для нахождения некоторых искомым величин используется итерационный метод. Для расчета изламывающих мяльных вальцов принимается коэффициент эффективности мяльной пары $K_0=1$, далее определяются их геометрические параметры: угол промина; максимальная глубина захождения рифлей; радиус мяльного вальца по вершинам рифлей; число рифлей на вальце; высота рифли; радиус вальца по впадинам. Далее вычисляется минимальный зазор и проверяется его значение. В случае невыполнения условия по минимальному зазору уменьшают число рифлей или коэффициент эффективности мяльной пары, и расчет повторяют заново.

Исходными данными для расчета плющильных мяльных пар принимаются: радиус вальца по вершинам рифлей; число рифлей вальца; межосевое расстояние; модификация плющильной пары – коэффициент, определяющий интенсивность промина в плющильной паре. На основе исходных данных рассчитываются следующие геометрические параметры: радиус окружности центров кромок; радиус кромки рифли; радиус впадин; радиус вальца по кромкам рифлей; радиус вальца по впадинам; высота рифли.

При проектировании мяльных вальцов необходимо обеспечивать равенство скоростей. Чтобы устранить вредное растягивающее напряжение в обрабатываемом материале при прохождении его между отдельными парами, необходимо обеспечить равенство поступательной скорости движения материала во всех мяльных парах. В тех случаях, когда это равенство скоростей не соблюдается, материал получает натяжение и при значительной разности скоростей может разорваться. Выравнивание скоростей возможно одним из трех способов: диаметром вальца; скоростью вращения плющильных вальцов; числом рифлей в мяльной паре при соблюдении равенства диаметров и угловых скоростей. В результате расчетов можно определить при различной толщине слоя и скорости его движения максимальную пропускную способность мяльной машины с учетом скорости движения транспортера трепальной машины.

На основе изложенной выше методики нами была разработана система автоматизированного расчета "Комплекс мятья" (САПКМ) по расчету геометрических параметров изламывающих и плющильных мяльных пар. Программа реализована в среде Delphi 7.0. На рис.1 представлено главное окно программы. Входными данными программы являются структурные параметры слоя (рис. 2).

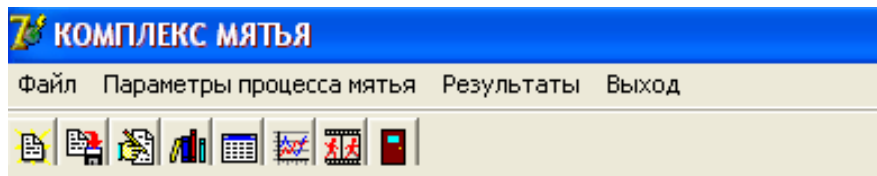


Рис. 1

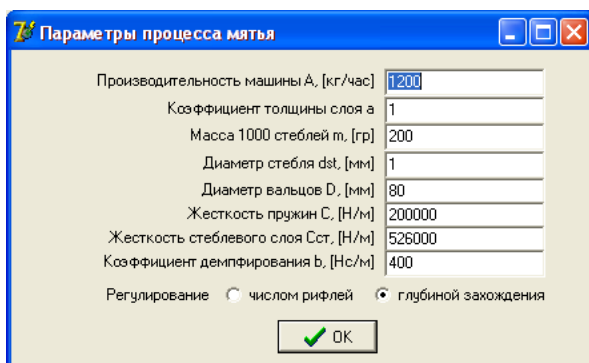


Рис. 2



Рис. 3

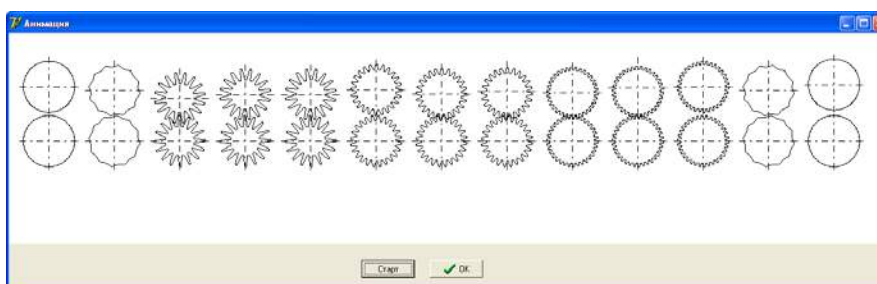


Рис. 4

После того как введены параметры процесса мятья, система приступает к расчету мьяльных валцов. Сначала происходит расчет первой изламывающей мьяльной пары, затем второй и третьей изламывающей мьяльной пары. Для просмотра результатов их расчета необходимо выполнить команду "Результаты – Геометрические параметры". Появится форма (рис. 3), содержащая следующие панели:

- заголовок формы – содержит информацию о виде мьяльной пары, ее номере и общем количестве мьяльных пар;
- геометрические параметры – содержит информацию о всех геометрических параметрах текущей мьяльной пары;
- рисунок – графическое представление мьяльной пары с возможностью анимации;
- кнопки управления формой и анимацией. Данная панель содержит две

кнопки "Анимация" и "ОК". При нажатии на кнопку "Анимация" произойдет "вращение" мьяльной пары, при этом станет активной кнопка "Стоп", при нажатии на которую "вращение" будет закончено. При нажатии на кнопку "ОК" произойдет закрытие формы и переход в главное меню;

– кнопки управления последовательностью мьяльных пар. Данная панель содержит две кнопки "Стрелка влево" – для перехода к предыдущей мьяльной паре и кнопка "Стрелка вправо" – для перехода к следующей мьяльной паре.

После того как будут рассчитаны изламывающие мьяльные пары, система начнет рассчитывать плющильные мьяльные пары. Программа позволяет осуществлять расчет в зависимости от параметров процесса регулирования: частоты вращения мьяльных пар (число оборотов в единицу времени);

числа и глубины захождения рифлей при одинаковом числе оборотов мяльных пар.

Результаты расчета могут быть представлены следующим образом: просмотр геометрических параметров, а также наглядное представление каждой мяльной пары; просмотр результатов в табличном виде; просмотр результатов в виде анимации (рис. 4 – форма просмотра анимации мяльных пар). Для выбора вида просмотра результатов необходимо выбрать пункт меню "Результаты", состоящий из пяти подпунктов: геометрические параметры; сводная таблица; зависимость частоты вращения от толщины слоя; зависимость длины костринки от номера вальцов; зависимость длины костринки от угла промина; зависимость глубины захождения рифлей от угла промина; колебания; анимация. Для просмотра параметров мяльных пар в табличном виде необходимо выполнить команду "Результаты – Сводная таблица", в результате появится форма. На форме расположена таблица, содержащая все геометрические параметры всех мяльных пар. В программе имеется возможность просмотра графика зависимости числа оборотов мяльных пар от толщины слоя. Для того чтобы посмотреть данный график, необходимо выполнить команду "Результаты – Зависимость частоты вращения от толщины слоя". Необходимо отметить, что если в качестве параметра регулирования выбрано "число оборотов", то данные графики будут построены для всех рассчитанных мяльных пар. Если в качестве параметра регулирования будет выбрано "Число и глубина захождения рифлей", то графики для рассчитанных мяльных пар будут совпадать, поскольку мяльные пары будут иметь одинаковое число оборотов и на экране будет отображен один график. Программа также позволяет рассчитывать колебания мяльных вальцов. Для того чтобы посмотреть колебания центра верхнего вальца, необходимо выполнить пункт меню "Результаты - Колебания", в результате появится форма, содержащая сам график и кнопки управления графиком. Необходимо отметить, что с помощью кнопок имеется возможность просмотра результа-

тов для каждого вальца отдельно. Разработанный программный комплекс позволяет провести расчет профилей мяльных пар для промина сырья, поступающего в мяльную машину с различными структурными параметрами сырья. Предлагаемая методика расчета и программный комплекс могут быть использованы для разработки параметров наладки мяльных машин различных марок в зависимости от свойств тресты, особенно для тех машин, для которых типовые наладки пока не разработаны.

ВЫВОДЫ

1. Разработан программный комплекс по расчету геометрических параметров вальцов мяльных машин.
2. Интерфейс программы разработан таким образом, что расчет мяльных вальцов можно производить при разных параметрах процесса мятья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коваленко Н.И. Совершенствование транспортирующего механизма трепальной машины: Дис...канд.техн.наук. – Кострома, 2005.
2. 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.
3. Коваленко Н.И., Разин С.Н. Определение силы зажима пряжи произвольной длины в транспортирующих ремнях трепальной машины // Вестник КГТУ. – Кострома, 2006, №13.
4. Коваленко Н.И., Разин С.Н. Возможности снижения сил натяжения пряжей льна вблизи их зажима при трепании // Вестник ВНИИЛК. – Кострома, 2007, №3.
5. Коваленко Н.И. Анализ конструктивных решений транспортирующих ремней трепальных машин на основе их компьютерного моделирования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №6С.
6. Коваленко Н.И., Разин С.Н. Компьютерное моделирование процесса взаимодействия гибкой нити с шероховатой поверхностью Деп. в ВНИИТИ.- №432-В2008.- М., 2008.
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., Коржев 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. Ввузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №5.

13. Дьячков В.А. Проектирование машин для первичной обработки лубяных волокон. – Кострома: КГТУ, 2006.

14. Смирнов Б.И., Кузнецов Г.К. Проектирование машин первичной обработки лубяных волокон. – М., 1967.

Рекомендована кафедрой инженерной графики, теоретической и прикладной механики. Поступила 07.06.13.

УДК 677.494.674

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИК-СПЕКТРА ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА

COMPUTER MODELING OF IR SPECTRUM OF POLYETHYLENETEREPHTHALATE

M.V. KISELEV, A.A. SMIRNOV, I.A. LAPTEV
M.V. KISELEV, A.A. SMIRNOV, I.A. LAPTEV

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

В программном продукте ChemBioOffice Ultra построена модель звена полиэтилентерефталата – полиэфира, являющегося основной составляющей материала лавсан, и с помощью модуля Gaussian получен расчетный ИК-спектр этой молекулы.

The model of a link of polyethyleneterephthalate – polyester being the main component of the material "Lavsan" is constructed in the ChemBioOffice Ultra software product, and the settlement IR spectrum of this model is received by means of the module "Gaussian".

Ключевые слова: текстильные материалы, холлофайбер, полиэтилентерефталат, прогнозирование свойств, инфракрасная спектроскопия, квантовая химия, компьютерное моделирование.

Keywords: textile materials, hollfiber, polyethyleneterephthalate, predicting of properties, infrared spectroscopy, quantum chemistry, computer modeling.

Прогнозирование свойств материалов – важная и актуальная задача современного материаловедения. Проектирование мате-

риалов с заданными свойствами экспериментальным методом – как правило, очень трудоемкий процесс, ведущий к большим

экономическим затратам. Поэтому существует много инженерных подходов, позволяющих сократить время на исследование и существенно снизить экономические затраты. В последнее время для решения задач прогнозирования различных свойств материалов разработана новая технология QSPR [5...7]. Она основана на выявлении количественной зависимости "структура-свойство" и вытекает из метода QSAR, основанного на поиске соотношения "структура-активность".

Текстильные материалы обладают широким перечнем свойств, благодаря чему находят широкое применение во многих сферах жизнедеятельности. Поэтому задача модификации материалов с заданным набором свойств особенно актуальна в

текстильной и легкой промышленности. В данной работе проведены прикладные исследования по применению технологии QSPR для решения задач текстильного материаловедения.

Первым шагом решения поставленной задачи является построение химической структуры вещества. В качестве исследуемого материала взят полиэтилентерефталат – полимер класса полиэфиров, химическая структура которого показана на рис.1. В качестве инструмента построения модели применяется программный пакет ChemBioOffice Ultra, содержащий все необходимые инструменты для построения химической структуры вещества.

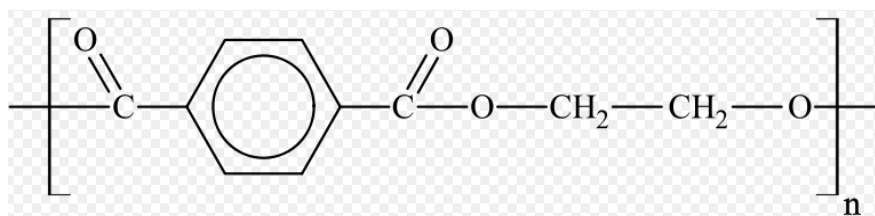


Рис. 1

На рис. 2 представлена трехмерная модель молекулы полиэтилентерефталата в приложении ChemBioOffice Ultra.



Рис. 2

Данная модель структуры материала необходима для построения ИК-спектра материала и выполнения на его основе прогнозирования потребительских свойств. Основой ИК-спектроскопии является наличие характеристических колебаний, которые

позволяют определять наличие и концентрацию функциональных групп в многоатомных молекулах по их характерным полосам поглощения [1].

Для дальнейшего выполнения исследований необходимо выполнить квантово-химические расчеты молекулы полиэтилентерефталата. Для этого использовалась программа Gaussian, которая имеет возможность встраивания в программу ChemBioOffice Ultra [3]. Перед расчетом ИК-спектра была проведена оптимизация геометрии молекулы – поиск устойчивой конфигурации молекулы, отвечающей локальному или глобальному энергетическим минимумам.

Результаты построения расчетного спектра полиэтилентерефталата, проведенного с помощью модуля Gaussian, приведены на рис. 3.

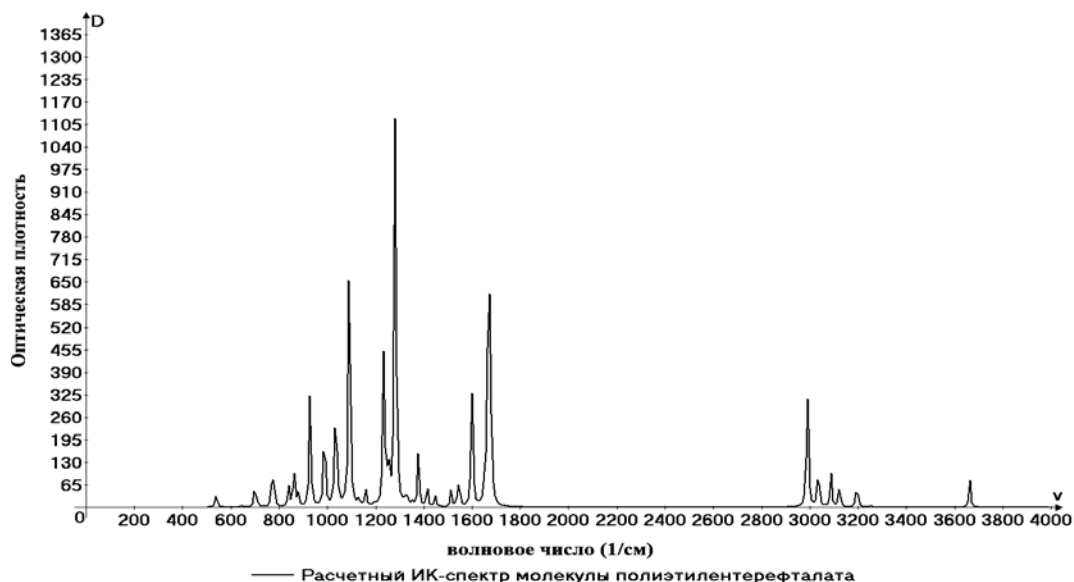


Рис.3

Для построения экспериментальных ИК-спектров использовались образцы различных сортов материала торговой марки "Холлофайбер" (Medium, Hard), основу которого составляет полиэтилентерефта-

лат. Спектральный анализ проводился на ИК-Фурье-спектрофотометре ФСМ 1201.

Результаты спектрального анализа четырех образцов материала показаны на рис. 4.

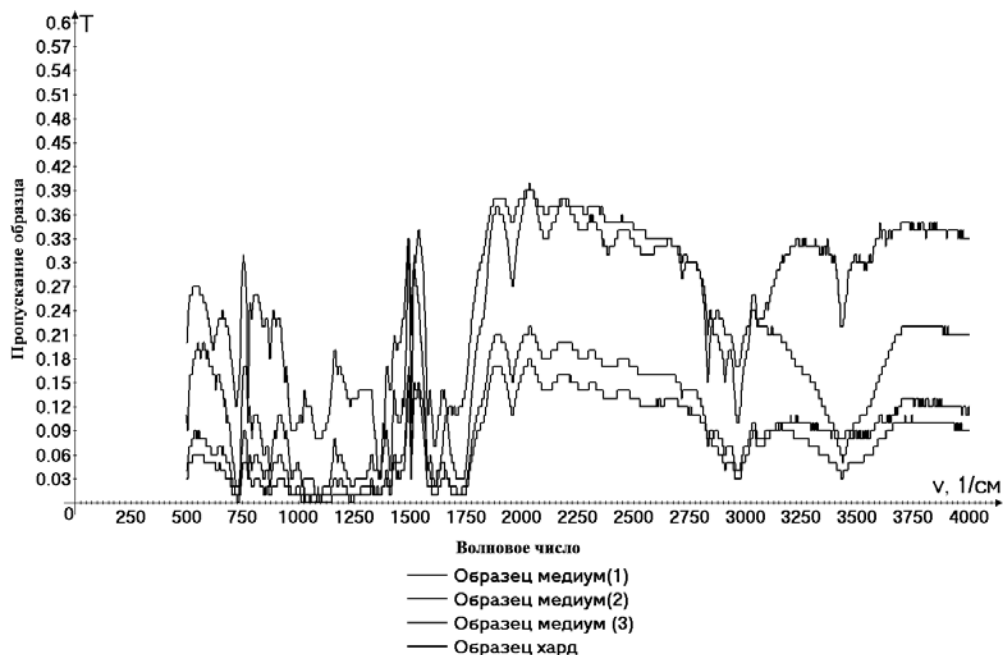


Рис.4

В прикладной программе FSPEC 3.04, которая предназначена для управления ИК-Фурье-спектрофотометром ФСМ, получения и обработки ИК-спектров, есть воз-

можность сохранения выходных данных как в графической, так и в табличной форме. Выходные табличные данные были преобразованы с помощью программы

Microsoft Excel, как показано в формулах (1)...(3), после чего был построен преобразованный ИК-спектр (рис. 5, 6), где выходной параметр - оптическая плотность. Рис. 5 – зависимость пропускания (Т) от волнового числа; рис. 6 – зависимость оптической плотности (D) от волнового числа.

$$D = \lg \frac{I_0(\tilde{\nu})}{I(\tilde{\nu})}, \quad (1)$$

$$T = \frac{I(\tilde{\nu})}{I_0(\tilde{\nu})}; \quad (2)$$

$$D = \lg \frac{1}{T}; \quad (3)$$

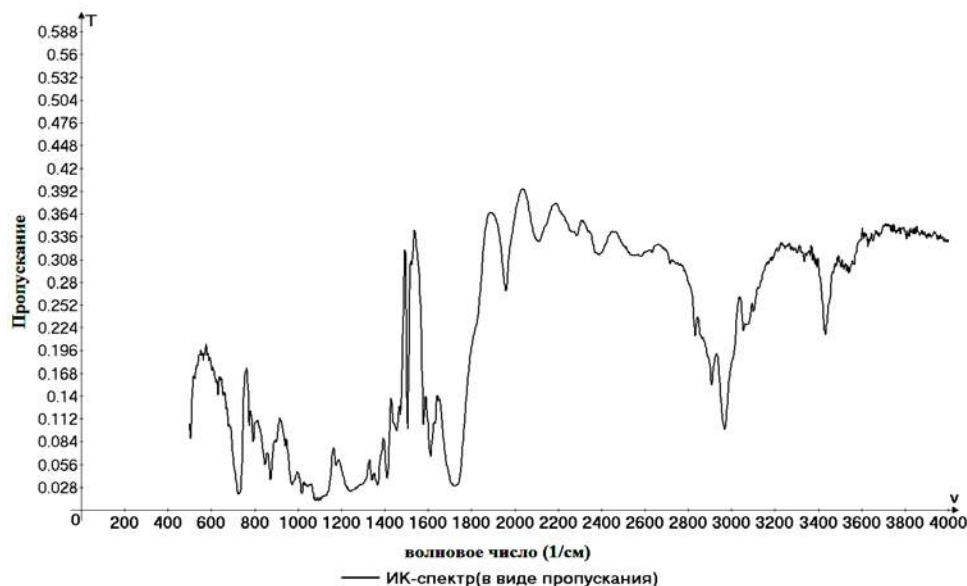


Рис. 5

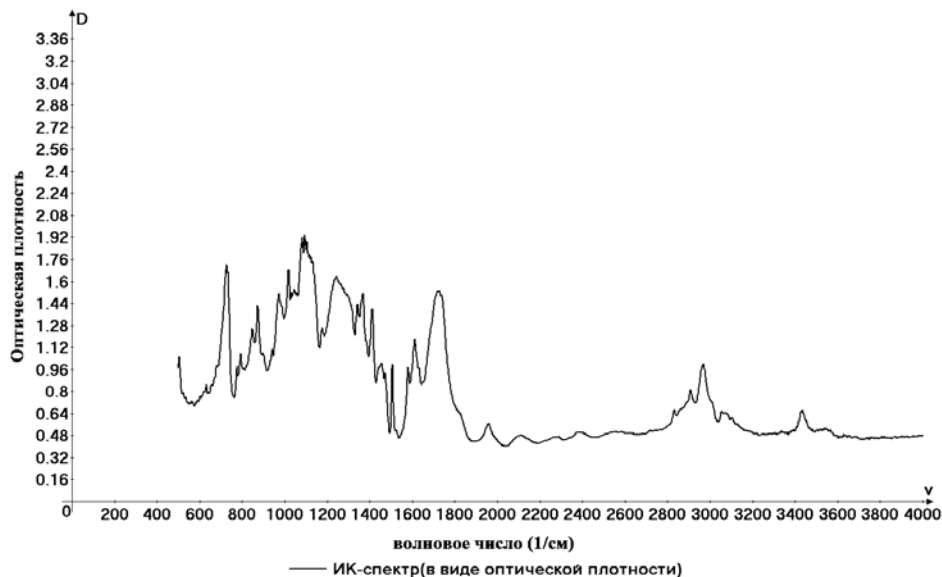


Рис. 6

В формулах (1)...(3) $\tilde{\nu}$ – волновое число, см^{-1} ; Т – пропускание образца; I_0 и I – интенсивности падающего и прошедшего света; D – оптическая плотность.

Сравнение расчетного и экспериментального результатов исследования производилось путем сопоставления графиков относительных величин оптических плот-

ностей для каждого из методов. Относительная величина – это отношение каждого из значений функции к максимуму этой

функции. Сопоставление ИК-спектров показано на рис. 7.

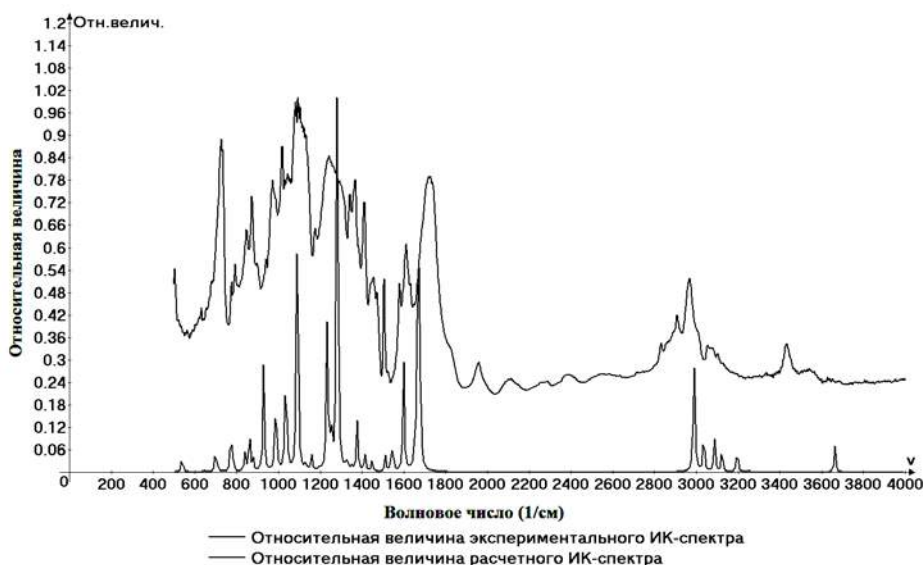


Рис.7

При сравнении теоретического и экспериментального ИК-спектров исследуемого материала использовался язык спектров [4]. Каждая полоса поглощения характеризует присутствие в химической структуре вещества определенной функциональной группы. Так, в структуре полиэтилентерефталата по полученному ИК-спектру выявлено присутствие эфирной группы C=O ($\tilde{\nu}=1728 \text{ см}^{-1}$), ароматического кольца (бензола) $\tilde{\nu}=848 \text{ см}^{-1}$, $\tilde{\nu}=1728 \text{ см}^{-1}$, $\tilde{\nu}=1614 \text{ см}^{-1}$, $\tilde{\nu}=3059 \text{ см}^{-1}$, этилена C₂H₄ ($\tilde{\nu}=975 \text{ см}^{-1}$, $\tilde{\nu}=3018 \text{ см}^{-1}$). Полосы поглощения каждой из указанных функциональных групп экспериментального спектра совпадают по частотам с соответствующими полосами поглощения теоретического спектра, и сходимость удовлетворительная.

ВЫВОДЫ

1. Получен теоретический и экспериментальный спектр звена полиэтилентерефталата.

2. Сравнение спектров одного и того же материала, полученных расчетным и экспериментальным путем, показало удовлетворительную сходимость результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аверко-Антонович И.Ю., Бикмуллин Р.Т. Методы исследования структуры и свойств полимеров. – КГТУ, Казань.
2. Сатанин А.М. Введение в теорию функционала плотности: Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород, 2009.
3. Квантово-химические расчеты в программе GAUSSIAN по курсу "Физика низкоразмерных структур. – Таганрог, Изд-во ТТИУФУ, 2012.
4. Гремлик Ганс Ульрих. Язык ИК-спектров. – ООО "Брукер-оптик", 2002.
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://him.1september.ru/2008/11/1.htm>.
6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://ru.wikipedia.org/wiki/QSAR>.
7. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.nrgi.umn.edu/cwe/qsar.htm>.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 07.06.13.

УДК 677.075:625.877

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ
ТРИКОТАЖНЫХ ГЕОПОЛОТЕН**

**THE PREDICTION OF THE WARP-KNITTED GEOTEXTILES
MAIN PROPERTIES**

Г.В. БАШКОВА, А.П. БАШКОВ, Д.А. АЛЕШИНА, С.В. СОКОЛОВА
G.V. BASHKOVA, A.P. BASHKOV, D.A. ALYESHINA, S.V. SOKOLOVA

(Ивановская государственная текстильная академия)
(Ivanovo State Textile Academy)
E-mail: milena55@yandex.ru

В статье обосновывается применение трикотажных геополотен сетчатой структуры из льносодержащей пряжи для предотвращения поверхностной эрозии почвы сложных рельефов при ландшафтном дизайне и землеустройстве. Кроме этого, предлагается метод расчета давления грунта на элементы трикотажного геополотна по аналогии с вогнутой подпорной стенкой. Метод позволяет проектировать механические свойства полотна в зависимости от его геометрических характеристик, плотности грунта и крутизны склона.

The article substantiates the use of warp-knitted mesh structures geotextiles from the flax yarn for prevention of surface soil erosion complex relief and slope. In addition, we propose a method of calculating the pressure of the soil to the elements of knitted geotextiles by analogy with the concave a retaining wall. Method allows predicting mechanical properties of knitted fabrics depending on the geometric characteristics, the density of the soil and slope.

Ключевые слова: поверхностная эрозия, льняные трикотажные геополотна, давление сползающего грунта, проектирование механических свойств.

Key-words: surface erosion, flax warp-knitted geotextiles, slip soil pressure, mechanical properties prediction.

Геоматериалы используются давно, но только в последнее время специалисты обратили внимание на такую область их применения, как ландшафтный дизайн при

устройстве парков, пляжей, спортплощадок, защита от поверхностной эрозии почв на склонах. Для насыпей дорог, в основном, применяются геосетки, получаемые

из перфорированных синтетических полимеров. Геосинтетики обладают хорошими механическими свойствами, однако после образования дернового слоя и естественного укрепления почвы остаются в ней практически навсегда, являясь помехой для локальной экосистемы. В последнее десятилетие активизировались разработки и производство геотекстильных полотен из натуральных волокон (возобновляемого ресурса), которые безопасны для окружающей среды и со временем подвергаются полному биоразложению. Их биоостатки способствуют росту растений, что необходимо для полного закрепления грунта. Льносодержащая пряжа, применяемая для таких полотен, обладает достаточно хорошими механическими свойствами, которые практически не ухудшаются в мокром состоянии, и надежным сцеплением с частицами грунта. Кроме этого, хорошая гигроскопичность обеспечивает своеобразный дренаж переувлажненной почвы. Трикотажный способ позволяет производить ячеистые полотна разнообразных структур с высокой производительностью. Трикотажное полотно из натурального волокнистого сырья эластично, при укладке точно повторяет форму микрорельефа местности, надежно захватывая и фиксируя мельчайшие частицы грунта, не требует заглубления в грунт. Таким образом, трикотажные сетчатые геополотна справляются с защитой почвы от поверхностной эрозии, то есть предотвращают механическое перемещение частиц грунта при сползании по склону, при воздействии ветра, дождевых капель, потоков воды. Однако анализ сил при взаимодействии текстильного геополотна, уложенного на грунт без его заглубления, с сыпучим телом в механике грунтов практически не проводился.

Поэтому целью данного исследования стало определение параметров моделирования системы сетка – грунт, где авторами выделены следующие процессы:

- фиксация частиц грунта силами трения о нити при сползании за счет сил тяжести;
- фиксация при движении частиц грунта за счет аэродинамической силы при

воздействии ветра, в обоих случаях, как в сухом, так и в переувлажненном состоянии;

- фиксация при кинетическом воздействии дождевой капли;
- фиксация при переносе частиц потоками воды.

Во всех перечисленных случаях необходимо учитывать дополнительную ситуацию, при которой заклинивание в ячейках сетки крупных частиц создает дополнительный эффект фиксации для мелких частиц, при этом создаются подпорные микростенки и микроплотины, распределяющие равномерно нагрузки на грунт и сетку и разделяющие потоки воды на микроструи. Результатом такого моделирования должно стать обоснование структуры полотна, в частности, размеров и периодичности ячеек, необходимых фрикционных свойств полотна и нитей, механических и гигроскопических свойства полотна. Размер ячейки должен быть достаточным для прорастания травянистых стеблей при образовании дерна, для размещения в ней такого количества частиц грунта, при котором происходит фиксация нити и уменьшение ее зажимной длины при растяжении под нагрузкой, фиксация самих частиц при взаимном трении и трении о нить. В то же время слишком большая ячейка не создаст условий для многочисленных контактов между нитями и частицами грунта, не защитит эти частицы от напора ветра и водяных потоков, от ударов дождевых капель, а разреженная (открытая) текстильная структура, хоть и дешевле, но меньше по прочности. Большое влияние на фиксацию грунта оказывает также линейная плотность и структура нити. Толстая, рыхлая и ворсистая нить создаст условия для проникновения в тело пряжи острых кромок частиц грунта и их заклинивания между геосеткой и грунтом, а также для лучшего дренажа и фильтрации влаги. Фильтрационные процессы, как известно [1], способствуют уплотнению грунта. Льняная пряжа с вложением отходов как раз соответствует этим требованиям.

Для определения перечисленных показателей необходимо выявить усилие, воз-

никающее при взаимодействии частиц грунта с нитями. Для этого можно представить эти частицы в виде простейших геометрических фигур, кубов или шаров, что соответствует действительности для большинства мелкообломочных грунтов (песков, супесей), характерных для европейской территории России. При этом размер частицы колеблется в пределах от 0,25 до 2 мм в поперечнике. Активное давление сыпучего тела (грунта) на элемент трикотажного полотна можно определить, используя метод В.В. Соколовского. Пусть в пределах одного элемента трикотажа (дуги петли) 1 радиусом R заключен элементарный объем грунта на склоне в виде цилиндра 2 (рис. 1 – схема для определения сил давления со стороны грунта на элемент трикотажа).

В предельном состоянии часть грунта начнет сползать по плоскости среза S , наклоненной к горизонту под углом θ , при

этом на единицу длины элемента трикотажа со стороны грунта будет действовать сила Q под углом ϕ к нормали поверхности контакта (для упрощения рассуждений можно считать угол ϕ равным углу склона насыпи). В этом случае можно записать следующее выражение [2], [3].

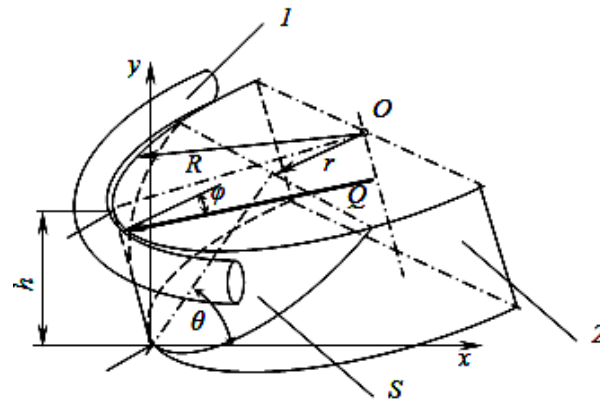


Рис. 1

$$Q = G \tan(\theta - \phi) = \frac{\gamma h^2}{2} \left(1 - \frac{h}{3R} \cot \theta \right) \cot \theta \cdot \tan(\theta - \phi), \quad (1)$$

где G – масса сыпучего тела; h – высота подпорной стенки, образованной заглубленным в грунт элементом трикотажа, равная примерно толщине трикотажа со слоем присыпки.

После дифференцирования выражения (1) и приравнивания производной нулю можно получить угол θ , соответствующий максимальной силе Q , то есть

$$\frac{h}{R} = 3 \frac{\sin 2\theta - \sin 2(\theta - \phi)}{\sin 2\theta - 2 \sin 2(\theta - \phi)} \tan \theta. \quad (2)$$

Дифференцирование выражения (1) по $y = h$ позволяет найти давление на элемент трикотажа на глубине y :

$$q_y = \frac{\gamma \tan(\theta - \phi)}{2 \tan \theta} \left(2 - \frac{y}{R \tan \theta} \right). \quad (3)$$

В большинстве структур трикотажа внутренняя плоскость сползания запол-

няющего ячейку сыпучего тела не пересекает центральной оси, поскольку там находится дуговой элемент следующего ряда, то есть соблюдается условие $h/R \leq \tan \theta$. Предельные значения h/R можно получить из формулы (2), приравняв $(h/R)_{пр} = \tan \theta_{пр}$. Для $\phi = 25 \dots 45^\circ$ они будут в пределах от 3,73 до 3,8.

Давление на дуговой элемент вызывает растягивающее усилие в нити на участке от точки фиксации с соседним элементом до наиболее выступающей точки, то есть на полудуге петли. Будем считать это усилие равным $P_i = Q_i \ell_i$, где ℓ – длина петельной дуги. Для определения необходимой прочности нити необходимо соблюдать условие $P_p \geq P_i \cdot k$, где k – коэффициент запаса, определяющий растяжение нити в условиях упругой деформации и учитывающий влияние зажимной длины, которая не превышает ℓ .



Рис. 2

Например, для экспериментального филейного льняного основовязаного полотна (рис. 2) с размерами ячейки $5,0 \times 10,5$ мм (то есть $R = 5,0$ мм), $h = 15$ мм, $\varphi = 40^\circ$, угол θ , рассчитанный по формуле (2), будет равен 65° . В свою очередь, давление Q при плотности супесчаного грунта 17 кН/м^3 согласно (1) будет $0,00022 \text{ Н/м}$. Растягивающее усилие на участок нити в петельной дуге длиной $8,5$ мм составит не более $1,9 \text{ Н}$. Разрывная нагрузка льняной пряжи $63,7$ текс, используемой для производства анализируемого полотна, составляет $6,4 \text{ Н}$, что значительно превышает максимальные нагрузки от давления грунта. Общее растягивающее усилие на полотно можно определить, суммируя усилия в каждой ячейке. Будем считать их одинаковыми. При числе ячеек 20 на погонный метр полотна общее усилие составит $1,9 \times 20 = 38 \text{ Н}$. При испытаниях относительная разрывная нагрузка для полоски образца шириной 5 см составила $116,2 \text{ Н/м}$. Рабочая нагрузка от давления грунта находится в области упругих деформаций [4].

Кроме этого, перемещение подпорной стенки (в виде полупетли трикотажа), вызванное растяжением пряжи и трикотажной структуры, согласно положениям механики сыпучих сред несколько снизит общее давление сползающего грунта.

ВЫВОДЫ

1. Предложена методика расчета давления грунта на элементы трикотажного геополотна, которая позволяет проектировать его механические свойства в зависимости от плотности грунта и крутизны склона.

2. Экспериментальный основовязанный трикотаж из льняной пряжи с размером ячейки $5 \times 10,5$ мм пригоден для использования в качестве геосетки, предотвращающей поверхностную эрозию почвы на склоне с углом до 40° .

ЛИТЕРАТУРА

1. *Цытович Н.А.* Механика грунтов. – М.: Госстройиздат, 1963.
2. *Соколовский В.В.* Статика сыпучей среды. – М.: Гос. изд-во физико-матем. литературы, 1960.
3. *Киселев А.М., Соркин А.П., Киселев М.В.* Прогнозирование разрывной нагрузки нетканых материалов на основе математического моделирования их геометрической структуры // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5. С. 14...17.
4. *Башкова Г.В., Чистобородов Г.И., Башков А.П., Алешина Д.А., Натертышев И.Ю.* Анизотропия структуры и свойств ниточных наполнителей композитов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 7. С. 80...84.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 07.06.13.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Киселев М.В.</i> КГТУ празднует 80-летний Юбилей!	5
Экономика и организация производства	
<i>Киприна Л.Ю., Сокова Г.Г., Исаева М.В.</i> Анализ информационных потоков технологических процессов текстильного предприятия	9
Текстильное материаловедение	
<i>Соболева М.А., Чагина Л.Л.</i> Анализ методов для определения давления одежды на тело человека	13
<i>Томилова М.В., Смирнова Н.А., Лапшин В.В.</i> Оценка способности материалов к изготовлению плетеных изделий	17
<i>Ивановский В.А.</i> Анализ компьютерных томографов для дефектоскопии цельнотканых армирующих структур	20
<i>Бенецкая В.В., Селиверстов В.Ю., Киселев А.М., Рудовский П.Н., Киселев М.В.</i> Моделирование структуры тканей	23
Первичная обработка. Сырье	
<i>Пашин Е.Л., Енин М.С.</i> Обоснование условий повышения вероятности неразворота стеблей в процессе их слоутонения	29
<i>Федосова Н.М., Соколов А.С., Вихарев С.М.</i> Разработка комплексной оценки технологического качества льняных стеблей	32
<i>Носов А.Г., Киселёв Н.В.</i> Об использовании рециркуляции воздуха при сушке льняной тресты в рулонах	36
<i>Носов А.Г., Вихарев С.М., Дроздов В.Г.</i> Влияние влажности на вероятностные параметры распределения штапельной длины отходов трепания при обработке в дезинтеграторе	40
Прядение	
<i>Сергеев К.В., Жуков В.И.</i> Анализ параметров льняной пряжи, выработанной мокрым способом прядения при воздействии на ровницу ультразвука и без такового с различными значениями вытяжки	43
<i>Кузнецова Н.С.</i> Динамика кручения пряжи при вьюрковом прядении	47
<i>Рудовский П.Н., Соркин А.П., Смирнова С.Г.</i> Подготовка ровницы к прядению в реакторе для электрохимической активации воды	51
<i>Елисеева Н.А., Телицын А.А., Делекторская И.А.</i> Оценка технологических возможностей крутильного устройства прядильной самокруточной машины	55
Ткачество	
<i>Гречухин А.П., Селиверстов В.Ю.</i> Определение расстояний между нитями утка в переходном режиме формирования ткани переменной плотности по утку	60
<i>Богатырева М.С., Старинец И.В.</i> Исследование жесткости системы заправки ткацкого станка	64
<i>Безденежных А.Г.</i> Снижение неравномерности натяжения нитей на сновальной машине за счет использования конических паковок сомкнутой крестовой намотки	67
<i>Брут-Бруляко А.Б., Ширин А.А.</i> Натяжение уточной нити на челночном ткацком станке	70
<i>Королева М.Л., Мининкова И.В., Транкина Е.В.</i> Исследование зависимости усадки льносодержащих тканей от вида и параметров переплетения	74
Отделка	
<i>Сарибекова Ю.Г., Семешко О.Я., Ермолаева А.В.</i> Инновационная технология обработки шерстяного волокна	79

Технология нетканых материалов

- Киселев М.В., Трещалин Ю.М.* Деформация одиночного волокна при полимеризации связующего в порах нетканой основы 84

Трикотажное производство

- Банакоева Н.В., Крутикова В.Р.* Оценка нарушений процесса вязания на основе спектрального анализа 89

Швейное производство и дизайн

- Иванова О.В., Дворецкая М.С.* Использование теории чебышевских оболочек при проектировании элементов штор с ниспадающими складками 93
- Костюкова Ю.А., Рогачева А.А.* Костюм российской Снегурочки: традиции и современность 97
- Рассадина С.П., Койтова Ж.Ю., Борисова Е.Н.* К вопросу классификации характеристик строения волосяного покрова пушно-меховых полуфабрикатов 101
- Аккуратова О.Л.* Развитие художественно-образного решения украшений в контексте мужской моды XX – начала XXI вв. 104
- Борисова Е.Н.* Оценка влияния параметров меховых полотен из овчинного полуфабриката на их теплозащитные свойства 108

Текстильные машины и агрегаты

- Мазник Е.Е., Проталинский С.Е.* Диагностика зевобразовательного механизма ткацких станков типа СТБ 113
- Лебедев Д.А., Петров А.А.* Модель воздействия на сорную примесь в процессе волокноочистки ... 115
- Корабельников А.Р., Пустовой А.В.* Модель взаимодействия валковой пары с многослойным композитным материалом в устройстве подготовки волокна к утонению и очистке 119
- Гусев В.А., Букина С.В., Дубинкин К.В.* Назначение и устройство кромкообразующих механизмов и классификация способов кромкообразования в ткачестве 123
- Романов В.В., Смирнов С.Ю., Калинин Д.А.* Моделирование износа кулачков батанного вала 130
- Коваленко Н.И., Разин С.Н.* Моделирование напряженно-деформированного состояния транспортирующих ремней трепальной машины поляризационно-оптическим методом 134
- Кривошеина Е.В., Букалов Г.К., Булатов В.В., Сусоева И.В.* Анализ изнашивания пластин тормоза уточной нити станка СТБ 139
- Киселев М.В., Дышенко А.Е.* Разработка транспортирующего устройства подачи оплетенной преформы в зону пропитки 141

Экологическая и производственная безопасность. Промтеплоэнергетика

- Нехорошкина М.С.* Оценка интенсивности механических воздействий при работе ручным инструментом, приводящих к травматизму 146

Информационные технологии

- Буров М.С., Коваленко Д.А.* Программное обеспечение для расчета вальцов мяльных машин 150
- Киселев М.В., Смирнов А.А., Лаптев И.А.* Компьютерное моделирование ИК-спектра полиэтилен-терефталата 154

Механика нити и полотен

- Башкова Г.В., Башков А.П., Алешина Д.А., Соколова С.В.* Проектирование основных свойств трикотажных геополотен 159

CONTENTS

<i>Kiselev M.V.</i> KSTU Celebrates 80-th Anniversary!	5
Economics and Production Planning	
<i>Kiprina L.U., Sokova G.G., Isaeva M.V.</i> The Analysis of Informational Streams in Technological Processes on Textile Manufactures	9
Textile Materials	
<i>Soboleva M.A., Chagina L.L.</i> Analysis of Methods of Measuring the Pressure of Garments on a Human Body	13
<i>Tomilova M.V., Smirnova N.A., Lapshin V.V.</i> Assess the Ability of Materials to Plaiting	17
<i>Ivanovsky V.A.</i> The Analysis of Computer Tomographs for Defectoscopy of Wholly-Woven Reinforcing Structures	20
<i>Benetskaya V.V., Seliverstov V.Yu., Kiselev A.M., Rudovskiy P.N., Kiselev M.V.</i> Modelling of Fabric Structure	23
Preliminary Treatment. Raw Materials	
<i>Pashin E.L., Enin M.S.</i> Conditions Justification to Increase Probability of Stalks Turnless in the Course of their Dividing	29
<i>Fedosova N.M., Sokolov A.S., Vikharev S.M.</i> Development of a Comprehensive Assessment of the Flax Stalks' Technological Quality	32
<i>Nosov A.G., Kiselev N.V.</i> About the Recirculation of Hot Air in the Drying Process of Flax Stock Rolls ...	36
<i>Nosov A.G., Vikharev S.M., Drozdov V.G.</i> Influence Moisture in the Probability Distribution Parameters Staple Length Scutcher Waste Treatment in a Disintegrator	40
Spinning	
<i>Sergeev K.V., Zhukov V.I.</i> The Analysis of Parameters of Flax Yarn, Work Out Wet Spinning when Exposed to Ultrasound and Roving without it with Different Draft	43 47
<i>Kuznetsova N.S.</i> Dynamics in Twisted Yarn Spinning Finches	51
<i>Rudovskiy P.N., Sorkin A.P., Smirnova S.G.</i> Preparation of Rovings to Spinning in The Reactor for Electrochemical Activation of Water	55
<i>Eliseeva N.A., Telitsyn A.A., Delektorskaya I.A.</i> Evaluation of Technological Capabilities of the Twisting Device of the Self-Twisting Spinning Machine	55
Weaving	
<i>Grechukhin A.P., Seliverstov V.Y.</i> Determine the Distance between Weft Threads in a Transient Mode of Fabrics Forming Process with Variable Weft Density	60 64
<i>Bogatyreva M.S., Starines I.V.</i> The Study of Rigidity of the System Filling Looms	67
<i>Bezdeneghnyh A.G.</i> Reduction of Thread Tension Unevenness on Spindle-Driven Warper by Usig Weftpackages of Joined Crossed Wind	70
<i>Brut-Brulyako A.B., Shirin A.A.</i> Weft Tension on Shuttle Loom	74
<i>Korolyova M.L., Mininkova I.V., Trankina E.V.</i> Study of the Dependences of Shrinkage Flax-Containing Fabric from the Type and Weave Parameters	74
Finishing	
<i>Saribekova Yu.G., Semeshko O.Ya., Ermolaeva A.V.</i> Innovative Technologies of Processing of Wool Fibres	79
Technology of Non-Wovens	
<i>Kiselev M.V., Treschaln Yu.M.</i> Deformation of Single Fiber at Polymerization Binder in the Pores of a Non-Woven Basis	84

Knitting	89
<i>Banakova N.V., Krutikova V.R.</i> Evaluation of the Knitting Process on the Basis of Spectral Analysis	
Sewing and Design	
<i>Ivanova O.V., Dvoretzkaya M.S.</i> Theory Use the Chebyshevskikh of Covers at Design of Elements of Curtains with Falling Folds	93
<i>Kostyukova Yu.A., Rogacheva A.A.</i> Costumes of Russian Snow Maiden: Tradition and Modernity	97
<i>Rassadina S.P., Koytova J.Yu., Borisova E.N.</i> On the Classification of Characteristics of the Structure of Hair Fur Semis	101
<i>Akkuratova O.L.</i> The Evolution of Artistic and Imaginative Solutions Menswear XX - Beginning Of XXI Century	104
<i>Borisova E.N.</i> Assessment Of Influence Of Parameters of Fur Cloths from a Sheepskin Semi-Finished Product on their Heat-Shielding Properties	108
Textile Machines and Aggregates	
<i>Maznik E.E., Protalinsky S.E.</i> Diagnosis of Shedding Mechanism of Weft Weaving Looms STB	113
<i>Lebedev D.A., Petrov A.A.</i> Model Impacts on Weed Admixture in the Process of Cleaning Fiber	115
<i>Korabelnikov A.R., Pustovoy A.V.</i> Modeling the Interaction of the Roll Pair with Multi-Layer Composite Material in the Device for the Thinning of the Fiber Preparation and Cleaning	119
<i>Gusev V.A., Bukina S.V., Dubinkin K.V.</i> To the Question of Research of Wear Resistance of Scissors of Selvaging Mechanism of Rapier Weaving Machine	123
<i>Romanov V.V., Smirnov S.Yu., Kalinin D.A.</i> Modelling of Wear Cams Shaft Sley	130
<i>Kovalenko N.I., Razin S.N.</i> Simulation of the Stress-Strain State of Conveying Belts Picker Polarization-Optical Method	134
<i>Krivosheina E.V., Bukalov G.K., Bulatov V.V., Susoeva I.V.</i> Analysis of Wear Plates Machine Weft Thread Brake STB	139
<i>Kiselyev M.V., Dyshenko A.E.</i> Development of the Conveyor Feeder for a Braided Preform Transfer to Impregnation Zone	141
Ecological and Industrial Safety. Heat Engineering	
<i>Nekhoroshkina M.S.</i> Assessment of the Intensity of the Mechanical Effects When Working with Hand Tools, Leading to Injuries	146
Information Technologies	
<i>Burov M.C., Kovalenko D.A.</i> Software for Calculating Machine Rollers Myalnyh	150
<i>Kiselev M.V., Smirnov A.A., Laptev I.A.</i> Computer Modeling of IR-Spectrum of Polyethylene-terephthalate	154
Mechanics of Threads and Fabrics	
<i>Bashkova G.V., Bashkov A.P., Alyeshina D.A., Sokolova S.V.</i> The Prediction of the Warp-Knitted Geotextiles Main Properties	159

Вниманию авторов!

Редакция принимает статьи и сопроводительные документы к ним, направленные только обычными письмами в адрес редакции журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности": 153000, г. Иваново, Шереметевский просп., 21, к. Г.352. Редакция журнала, ответственному секретарю.

Статьи и документы к ним должны быть оформлены согласно Правилам для авторов, которые публикуются в конце номера журнала.

Корреспонденция, направленная заказными письмами, не рассматривается.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Редакция просит авторов, направляющих статьи в журнал "Технология текстильной промышленности" серии "Известия вузов", руководствоваться следующими правилами.

1. Редакция принимает только статьи, содержащие оригинальный материал, соответствующий профилю журнала, нигде не опубликованные и не переданные в редакции других изданий. В статье должно быть представлено четкое изложение полученных автором результатов без повторения данных в тексте статьи, таблицах и рисунках.

2. Статьи, написанные от руки, оформленные небрежно и не имеющие необходимых сопроводительных документов (см. п. 7), не рассматриваются.

Вопрос об опубликовании статьи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала и ее решение является окончательным.

3. В редакцию представляются два экземпляра статьи. Объем статей с учетом таблиц не должен превышать 6 страниц текста, который располагается на одной стороне листа писчей бумаги белого цвета формата А4 (210×297 мм). Размер шрифта основного текста 12. Поля могут быть произвольными, но не менее 15 мм. Текст необходимо печатать через два интервала. К бумажному варианту статьи должен быть приложен идентичный вариант на электронном носителе. Текстовый редактор Word (формат *.doc, *.rtf), редактор формул Microsoft Equation, графический редактор Adobe Photoshop (формат *.psx, *.bmp, *.jpg).

4. Получить информацию по оформлению статей и списка литературы к ним можно на сайте Текстильного института ИВГПУ. В список литературы, помещаемый в конце статьи, включаются только опубликованные работы, на которые имеются ссылки в статье. Данный список следует оформлять по примеру списков литературы в конце статей, публикуемых в журнале.

5. Чертежи, графики, структурные формулы выполнять по правилам ГОСТа "Единая система конструкторской документации" чисто и четко в двух экземплярах (формата не более 13х18 см с учетом последующего полиграфического уменьшения в 2...2,5 раза), надписи и обозначения должны быть четкими и понятными. На обороте рисунка указывать его номер и название; "верх" и "низ" рисунка. Название рисунка и все обозначения должны вноситься в текст статьи. Фотографии (тоновые рисунки) принимаются только на глянцевой бумаге (без гляцевания) формата не менее 9х12 см (с учетом последующего уменьшения). Не принимаются рисунки, выполненные от руки, небрежно, карандашом или шариковой ручкой.

Все рисунки помещать в конце статьи на отдельных листах (не вставляя их в текст) и сопровождать описью с указанием их номеров и названий. Количество рисунков в статье не должно превышать четырех.

6. В начале статьи (над ее названием) проставлять индекс Универсальной десятичной классификации (УДК). Под заголовком указать инициалы, фамилии авторов и полное название института (организации), в котором работают авторы, адрес электронной почты (E-mail). Далее следует расположить аннотацию на русском языке, отражающую основное содержание статьи, не более 10 строк, а после нее – основной текст статьи. Если в статье есть таблицы, то их заголовки следует вносить в текст. Статья должна заканчиваться конкретными выводами.

7. К статье прилагать следующие документы:

а) сопроводительное письмо с перечнем всех документов, направляемых в редакцию, с указанием организации, где проведена описываемая работа, а также места работы, должности, ученой степени и ученого звания, фамилии, имени и отчества автора (авторов), точного домашнего адреса и адреса для переписки, номеров служебного и домашнего телефонов, E-mail;

б) заверенную выписку из протокола заседания кафедры, рассмотревшего направляемую статью. В выписке должны содержаться рекомендации кафедры к публикации в журнале, а также полное (без сокращений) наименование кафедры. К статье должны быть приложены документы, подтверждающие возможность ее открытого опубликования;

в) аннотации статей на русском и английском языках; ключевые слова к статье;

г) название статьи, фамилию и инициалы автора (авторов), место работы и должность на английском языке.

8. Плата с аспирантов дневной формы обучения, выступающих единым автором работы, за публикацию статьи не взимается.

9. С целью ускорения публикаций статей переписку, связанную с исправлениями материалов, желательно осуществлять по электронной почте: E-mail: ttp@igta.ru

* * *

Редакция обращает внимание авторов на необходимость соблюдения изложенных правил, что ускоряет прохождение статьи в производстве, сокращает время ее напечатания и способствует уменьшению ошибок и опечаток.

Статьи, отклоненные от публикации, не возвращаются.

Авторский гонорар не выплачивается.

РЕДАКЦИЯ