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

№ 5 (353)
2014

Журнал включен в "Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук"

Журнал представлен в Научной электронной библиотеке (НЭБ) и имеет импакт-фактор РИНЦ

Журнал включен в Международную базу данных SCOPUS, индексирующую научные издания, с 1989 года

Электронный вариант журнала размещен на сайте www.ivgpu.com

Издание Ивановского государственного политехнического университета.
Текстильный институт

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 (353) ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 2014

Р Е Д А К Ц И О Н Н А Я К О Л Л Е Г И Я

Главный редактор *Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ (д.т.н., проф.).*

Заместители главного редактора:

Н.М. АШНИН (д.т.н., проф.),
Б.Н. ГУСЕВ (д.т.н., проф.),
М.В. КИСЕЛЕВ (д.т.н., проф.),
Н.Л. КОРНИЛОВА (д.т.н., проф.),
В.Л. МАХОВЕР (д.т.н., проф.),
К.Э. РАЗУМЕЕВ (д.т.н., проф.),
Б.Б. СТРОГАНОВ (д.т.н., проф.).

Члены редколлегии:

Р.М. АЛОЯН (чл.-корр. РААСН, д.т.н., проф.),
В.С. БЕЛГОРОДСКИЙ (к.т.н., д.с.н.),
В.Н. БЛИНИЧЕВ (д.т.н., проф.),
В.В. ВЕСЕЛОВ (д.т.н., проф.),
В.Ф. ГЛАЗУНОВ (д.т.н., проф.),
В.А. ЗАВАРУЕВ (д.т.н., проф.),
В.М. ЗАРУБИН (к.т.н., проф.),
Е.Н. КАЛИНИН (д.т.н., проф.),
А.М. КИСЕЛЕВ (д.т.н., проф.),
К.И. КОБРАКОВ (д.т.н., проф.),
А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ (д.т.н., проф.),
Н.А. КУЛИДА (д.т.н., проф.),
В.В. ЛЮБИМЦЕВ (д.т.н., проф.),
С.Д. НИКОЛАЕВ (д.т.н., проф.),
Ю.В. ПАВЛОВ (д.т.н., проф.),
С.В. ПАЛОЧКИН (д.т.н., проф.),
Е.Л. ПАШИН (д.т.н., проф.),
А.Б. ПЕТРУХИН (д.т.н., проф.),
К.М. ПИРОГОВ (д.т.н., проф.),
А.Ф. ПЛЕХАНОВ (д.т.н., проф.),
Л. П. РОВИНСКАЯ (д.т.н., проф.),
В.Е. РОМАНОВ (д.т.н., проф.),
П.Н. РУДОВСКИЙ (д.т.н., проф.),
В.В. САФОНОВ (д.т.н., проф.),
П.А. СЕВОСТЬЯНОВ (д.т.н., проф.),
Н.А. СМИРНОВА (д.т.н., проф.),
Г.Г. СОКОВА (д.т.н., проф.),
А.П. СОРКИН (д.т.н., проф.),
Ф.Ю. ТЕЛЕГИН (д.х.н., проф.),
А.А. ТЕЛИЦЫН (д.т.н., проф.),
В.И. ТЕРЕНТЬЕВ (д.т.н., проф.),
С.В. ФЕДОСОВ (академик РААСН, д.т.н., проф.),
А.В. ФИРСОВ (д.т.н., проф.),
В.Д. ФРОЛОВ (д.т.н., проф.),
И.Г. ЦИТОВИЧ (д.т.н., проф.),
Л.П. ШЕРШНЕВА (д.т.н., проф.),
Ю.С. ШУСТОВ (д.т.н., проф.),
В.П. ЩЕРБАКОВ (д.т.н., проф.),
С.С. ЮХИН (д.т.н., проф.),
Ф.Н. ЯСИНСКИЙ (д.ф.-м.н., проф.).

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ.*

Статьи печатаются в редакции авторов.

Адрес редакции: 153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 21.
Тел.: (4932) 93-78-87. Факс: (4932) 41-50-88.
E-mail: ttp@ivgpu.com
http://www.ivgpu.com

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 01.10.2014. Подписано в печать 25.10.2014. Формат 60x84 ⅛. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 19,06; Усл. кр.-отт. 19,32. Заказ 213.

Тираж 400 экз.

"Известия вузов. Технология текстильной промышленности"
Издание Ивановского государственного политехнического университета.
Текстильный институт
153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 21.
E-mail:ttp@ivgpu.com

Издательско-полиграфический комплекс "ПресСто"
153025, г. Иваново, ул. Дзержинского, 39, оф. 307
Тел. (4932) 30-42-91, 30-43-07
E-mail: pressto@mail.ru

© «Известия вузов. Технология текстильной промышленности», 2014

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

№ 5 (353)
2014

The journal is included in the "List of the leading peer-reviewed journals and publications issued in the Russian Federation, in which the major scientific results of dissertations for the degrees of doctor and candidate of sciences should be published"

The journal is presented in the Scientific Electronic Library and has an RSCI impact factor

The journal is included in the Scopus bibliographic database (issues since 1989)

The on-line version of the journal is available at www.ivgpu.com

Published by Ivanovo State Polytechnic University
Textile Institute

PROCEEDINGS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

№ 5 (353) TEXTILE INDUSTRY TECHNOLOGY 2014

E D I T O R I A L B O A R D

Chief editor *G.I. CHISTOBORODOV (d.en.s., prof.)*

Deputy editors:

N.M. ASHNIN (d.en.s., prof.),
B.N. GUSEV (d.en.s., prof.),
M.V. KISELEV (d.en.s., prof.),
N.L. KORNILOVA (d.en.s., prof.),
V.L. MAKHOVER (d.en.s., prof.),
K.E. RAZUMEEV (d.en.s., prof.),
B.B. STROGANOV (d.en.s., prof.).

Editorial board members:

R.M. ALOYAN (corr. memb. RAACS, d.en.s., prof.),
V.S. BELGORODSKII (c.en.s., d.soc.s),
V.N. BLINICHEV (d.en.s., prof.),
V.V. VESELOV (d.en.s., prof.),
V.F. GLASUNOV (d.en.s., prof.),
V.A ZAVARUEV (d.en.s., prof.),
V.M. ZARUBIN (d.en.s., prof.),
E.N. KALININ (d.en.s., prof.),
A.M. KISELEV (d.en.s., prof.),
K.I. KOBRAKOV (d.en.s., prof.),
A.R. KORABELNIKOV (d.en.s., prof.),
N.A. KULIDA (d.en.s., prof.),
V.V. LYUBIMTSEV (d.en.s., prof.),
S.D. NIKOLAEV (d.en.s., prof.),
YU.V. PAVLOV (d.en.s., prof.),
S.V. PALOCHKIN (d.en.s., prof.),
E.L. PASHIN (d.en.s., prof.),
A.B. PETRUKHIN (d.en.s., prof.),
K.M. PIROGOV (d.en.s., prof.),
A.F. PLEKHANOV (d.en.s., prof.),
L.P. ROVINSKAYA (d.en.s., prof.),
V.E. ROMANOV (d.en.s., prof.),
P.N. RUDOVSKII (d.en.s., prof.),
V.V. SAFONOV (d.en.s., prof.),
P.A. SEVOSTYANOV (d.en.s., prof.),
N.A. SMIRNOVA (d.en.s., prof.),
G.G. SOKOVA (d.en.s., prof.),
A.P. SORKIN (d.en.s., prof.),
F.YU. TELEGIN (d.ch.s., prof.),
A.A. TELITSYN (d.en.s., prof.),
V.I. TERENT'EV (d.en.s., prof.),
S.V. FEDOSOV (acad. RAACS, d.en.s., prof.),
A.V. FIRSOV (d.en.s., prof.),
V.D. FROLOV (d.en.s., prof.),
I.G. TSITOVICH (d.en.s., prof.),
L.P. SHERSHNEVA (d.en.s., prof.),
YU.S. SHUSTOV (d.en.s., prof.),
V.P. TSHERBAKOV (d.en.s., prof.),
S.S. YUKHIN (d.en.s., prof.),
F.N. YASINSKII (d.ph.-m.s., prof.),

Executive secretary *S.L. KHALEZOV.*

The articles are published in authors' editions.

Address: 153000, Ivanovo, Sheremetev av., 21.
Tel.: +7(4932)93-78-87, fax: +7(4932)41-50-88.
E-mail: ttp@ivgpu.com
http:// www.ivgpu.com

Registered with the Ministry of Printing of Russian Federation. Registration no. 796. Passed for typesetting on 01.10.2014. Signed for printing on 25.10.2014. Format 60×84 ⅛. Book/journal paper. Offset printing. 19.06 conventional sheets. 19.32 conventional. Order 213.

Circulation of 400.

"Proceedings of institutions of higher education. Textile Industry Technology"
Published by Ivanovo State Polytechnic University
Textile Institute
153000, Ivanovo, Sheremetev av., 21.
E-mail: ttp@ivgpu.com

Publishing-printing complex "PresSto"
153025, Ivanovo, Dzerdzinskogo, 39, of. 307
Tel. (4932) 30-42-91, 30-43-07
E-mail: pressto@mail.ru

© Proceedings of institutions of higher education. Textile Industry Technology, 2014

УДК 677.024:681.3

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН

METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE MEASURING COMPLEX FOR RESEARCH OF PROPERTIES OF TEXTILE CLOTHS

В.В. ЛАПШИН
V.V. LAPSHIN

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

В статье рассмотрены основные метрологические характеристики автоматизированных устройств, составляющих измерительный комплекс исследования свойств текстильных полотен.

In article the main metrological characteristics of the automated devices making a measuring complex of research of properties of textile cloths are considered.

Ключевые слова: метрологические характеристики, точность, измерительный комплекс, автоматизированное устройство, текстильные полотна.

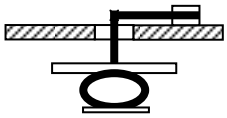
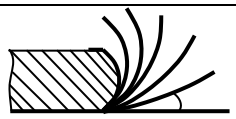
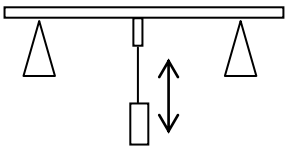
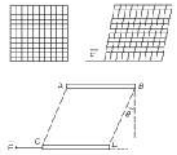
Keywords: metrological characteristics, accuracy, the measuring complex, the automated device, textile cloths.

В процессах технологической переработки и эксплуатации текстильные полотна могут подвергаться самым различным по характеру нагрузкам: работать на растяжение, изгиб, сдвиг или подвергаться совместному действию нескольких видов нагрузки.

В целях сбора и накопления информации о поведении материалов при воздействии на них различных видов деформаций наибольшее распространение в настоящее время имеют экспериментальные методы, так как получаемые с помощью этих методов показатели реально отражают деформационные процессы и не зависят от субъективного мнения эксперта. Существующие стандартные приборы определения показателей деформаций не соответствуют современному уровню развития техники и не обеспечивают точность результатов оценки.

В КГТУ разработан измерительный комплекс автоматизированных устройств [1…4] (табл. 1) и программное обеспечение, позволяющие по-новому подходить к исследованию свойств текстильных полотен.

Таблица 1

Номер п/п	Объект исследований	Форма, размеры проб, направления измерений	Критерии оценки	Схема испытаний
1	Текстильные материалы, швы и пакеты одежды	Прямоугольные 20х95 мм; крестообразные 0…345°	Жесткость – Р, сН; Упругость – У, % Работа изгиба – А, Дж	
2	Текстильные материалы и пакеты одежды	Прямоугольные 10х20 мм; круглые d = 20 мм 0…345°	Коэффициент жесткости – С, $Н·м^2$ Скорость восстановления – t, с Остаточная деформация –α, град	
3	Текстильные материалы, швы и пакеты одежды	Прямоугольные 20х200 мм; 50х500 мм	Коэффициент жесткости – С, Н/м Коэффициент вязкости – h, Н·с/м Относительное удлинение – ε, %	
4	Текстильные материалы и пакеты одежды	Прямоугольные 100х100 мм	Угол сдвига – Θ, град Усилие сдвига – F, Н Работа – А, Дж	

Получение достоверных данных о свойствах текстильных полотен возможно при условии, что измерительные средства обладают высокой точностью измерительных каналов, сходимостью и воспроизводимостью результатов измерений, поэтому проверке качества по этим позициям должно быть уделено особое внимание.

Проверка точности и определение результирующей погрешности измерительных каналов автоматизированных устройств проведены расчетным методом [5]. В результате расчета определен предел допускаемой основной погрешности, равный 2%.

Точность измерительного канала устройства главным образом определяется точностью первичного измерительного преобразователя (ПИП). Испытания ПИП при статическом нагружении проведены в соответствии с рекомендациями [6]. Математическая модель статической характеристики ПИП получена путем аппроксимации экспериментальных данных на рабочем участке линейным уравнением по критерию наименьших квадратов. Анализ результатов тарировки ПИП для фиксированного коэффициента усиления позволяет сделать вывод о линейной зависимости между входной (масса груза, перемещение) и выходной (условные единицы кода АЦП) величинами.

Однако при измерении быстро изменяющихся процессов необходимо учитывать и динамическую составляющую погрешности. Динамические погрешности являются дополнительными и обычно не суммируются с остальными, а просто ограничивают частотный диапазон измеряемой величины в области высоких частот ее измерения [6]. Динамические (частотные) погрешности ПИП принято нормировать указанием их амплитудно-частотной характеристики (АЧХ). Располагая АЧХ прибора, можно найти динамическую погрешность для любого значения частоты регистрируемого процесса. Расчет частотной погрешности измерительного канала автоматизированных устройств в динамических условиях проведен по методике [7].

Согласно источнику [6] под воспроизводимостью понимается повторяемость результатов измерений одной и той же величины, например жесткости, полученной разными средствами измерения в одних и

тех же условиях. Под сходимостью результатов измерений в метрологии понимают характеристику качества измерений, которая отражает близость друг к другу результатов измерений одной и той же величины, выполненных повторно одними и теми же средствами, одним и тем же методом, в одинаковых условиях.

Оценка воспроизводимости и сходимости проведена на примере двух методов исследования свойств полотен при изгибе [1], [2]. Показателем качества (измеряемой величиной) в первом методе выбрана жесткость, так как она измеряется и прототипом, и разработанным устройством. Во втором методе прототипа нет, поэтому выбран показатель – скорость восстановления пробы после изгиба.

В табл. 2 приводятся экспериментальные данные по жесткости на изгиб льняных тканей и коэффициентам вариации показателей жесткости, определенных на стандартном устройстве ПЖУ-12М [8] и новом разработанном автоматизированном устройстве УОЖУ [1] с использованием проб, выкроенных по основе, закрепленных в кольцо.

Таблица 2

№ ткани	Прибор	P, сН			$\overline{P}$, сН	σ, сН	υ, %
		1	2	3			
1	ПЖУ-12М	5,94	6,20	5,94	5,1	0,12	2,45
	УОЖУ	5,70	5,70	5,71	5,7	0,01	0,06
2	ПЖУ-12М	7,80	7,54	7,80	7,7	0,12	1,59
	УОЖУ	7,32	7,32	7,32	7,3	0,01	0,04
3	ПЖУ-12М	7,80	7,54	7,80	7,7	0,12	1,59
	УОЖУ	7,06	7,06	7,06	7,1	0,04	0,06

Примечание. P – жесткость сН; $\overline{P}$ – среднее арифметическое значение измерений, сН; σ – среднее квадратическое отклонение P, сН;υ – коэффициент вариации, %.

Очевидны объективность и более высокое качество проведения испытаний с помощью нового разработанного автоматизированного устройства, которое можно применять для исследования свойств разных материалов, используемых в текстильной и легкой промышленности.

Для получения полной картины о деформационных процессах, происходящих в ткани при изгибе, необходимо изучить процесс восстановления ткани после изгиба. В табл. 3 приведены экспериментальные данные о скорости раскрытия пробы, полученные с помощью автоматизированного устройства [2].

При обработке полученных значений процесса восстановления льняной ткани после изгиба все реализации данных равномерно разбивались на 10 сечений. Для каждого сечения рассчитывались значения математического ожидания и дисперсии времени процесса восстановления ткани. Таким образом, каждая выборка была представлена функциями математического ожидания и дисперсии. Существенность различия значений по видам выборок оценивалась долей различающихся сечений в функциях M(t) и D(t), выраженной в процентах к общему объему. Интервал между одним и другим измерением составил 4 часа.

Таблица 3

№ткани	t, мс	σ,мс	δ_t, % при n=3	n δ_t=5%	M(t), %	D(t), %
1	10,3	1,52	1,93	2	96	96
2	16,7	1,15	1,33	2	96	98
3	15,3	1,15	1,22	2	96	97

Примечание. t – среднее арифметическое значение из трех измерений времени процесса восстановления ткани, мс; σ – среднее квадратическое отклонение t, мс;δ_t – относительная погрешность измерения среднего значения, %;n – необходимое число измерений для обеспечения относительной погрешности измерения среднего значения не более 5%;M(t) – математическое ожидание;D(t) – дисперсия.

Результаты расчетов в табл. 3 показывают близость значений времени восстановления льняной ткани после изгиба, полученных с помощью разработанного устройства, так как доля незначимо различающихся значений характеристик случайного процесса составляет 96…98%.

Оценка воспроизводимости и сходимости полученных значений измерений автоматизированных устройств по предлагаемому алгоритму подтвердила объективность результатов измерений.

ВЫВОДЫ

1. Определены основные метрологические характеристики измерительного комплекса для исследования свойств текстильных полотен.

2. Метрологическая оценка результатов измерений комплекса на воспроизводимость и сходимость подтверждает объективность полученных значений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *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.

2. *Смирнова Н.А., Лапшин В.В.* Определение свойств текстильных материалов в динамических условиях их эксплуатации // Технический текстиль. – 2003, № 5. С. 28…29.

3. Патент 72327 Российская Федерация, на полезную модель. Устройство для определения жесткости текстильных материалов при растяжении/ Лапшин В.В., Смирнова Н.А., Замышляева В.В.; Опубл. 10.04.2008, Бюл. № 10.

4. Патент 45189 Российская Федерация на полезную модель. Устройство для определения формовочных свойств тканей/ Смирнова Н.А., Лапшин В.В., Морилова Л.В. [и др.]; Опубл. 27.04.2006, Бюл. № 12.

5. *Лапшин В.В.* Оценка погрешности устройства для измерения натяжения нити // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 3. С. 17…19.

6. *Новицкий П.В., Зограф И.А.* Оценка погрешностей результатов измерений. –Л.: Энергоатомиздат, 1991.

7. *Лапшин В.В.* Определение динамической погрешности автоматизированных устройств контроля качества текстильных материалов // Вестник КГТУ – Кострома, 2013, № 1. С. 29…31.

8. ГОСТ 8977–74. Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения жесткости и упругости. – М.: Изд-во стандартов, 1974.

Рекомендована кафедрой автоматики и микропроцессорной техники. Поступила 30.09.14.

УДК 687.1:677.017

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НИТОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ ФОРМОУСТОЙЧИВОСТИ ПАКЕТОВ ОДЕЖДЫ

RESEARCH OF INFLUENCE OF THREAD CONNECTIONS ON INDICATORS OF SHAPE STABILITY PACKAGE CLOTHES

В.В. ЗАМЫШЛЯЕВА, Н.А. СМИРНОВА, С.В. ВОЛКОВА, Л.М. ТАТАРНИКОВА
V.V. ZAMYSHLYAEVA, N.A. SMIRNOVA, S.V. VOLKOVA, L.M. TATARNIKOVA

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

Проведены исследования влияния конструкции швов и вида швейных ниток на формоустойчивость при изгибе пакетов одежды из синтетических костюмных тканей, дублированных современными прокладочными термоклеевыми материалами. Установлена возможность варьирования

показателями формоустойчивости за счет конструкции шва и вида швейных ниток.

Researches of influence design of seams and type of sewing threads on shape stability in bending on packages of clothing from synthetic fabrics with modern thermo glutinous gasketing materials were carried. Established the possibility of variation of indicators of shape stability at the expense the design of seam and type sewing threads.

Ключевые слова: ткань, термоклеевые прокладочные материалы, пакет одежды, конструкция шва, швейные нитки, формоустойчивость.

Keywords: fabric, thermo glutinous gasketing materials, package clothes, design of a seam, sewing threads, shape stability.

Качество швейных изделий определяется не только свойствами материалов, используемыми для их изготовления, но и зависит от качества ниточных соединений. При эксплуатации одежды материалы и швы испытывают различные деформационные воздействия, и от способности ниточных соединений сохранять первоначальную форму будет зависеть формоустойчивость изделия в целом.

С целью изучения влияния конструкции швов и вида швейных ниток на формоустойчивость изделий костюмной группы проведены исследования швов, выполненных на пакетах одежды из синтетических тканей, дублированных современными термоклеевыми прокладочными материалами (ТКПМ). В качестве объектов исследования были выбраны костюмные ткани из синтетических нитей мелкоузорчатых переплетений, включая ткани с полиуретаном. Примеры выбранных тканей представлены в табл. 1.

Таблица 1

Номер ткани	Артикул	Поверхностная плотность, г/м^2	Волокнистый состав		Переплетение
			основа	уток	
1	9092	193	85%ПЭ, 15%ВВис	100%ПЭ	мелкоузорчатое
2	6А9275	220	70%ПЭ, 30%ВВис		мелкоузорчатое
3	06319-00	170	63%ПЭ, 34%ВВис	63%ПЭ, 34%ВВис, 3% ПУ	мелкоузорчатое

В качестве дублирующих материалов использовали ТКПМ производства Турции и Китая с сополиамидным регулярным покрытием на разных видах основы: арт. 7331 – на тканой основе мелкоузорчатого переплетения на базе саржи 2/2 (50 г/м^2), арт. 3331 – на основовязаной трикотажной основе (45 г/м^2), арт. С50 – на поперечновязаной трикотажной основе (46 г/м^2) и арт. 1325 – на нетканой основе, армированной по цепочке (40 г/м^2), отличающиеся низкой стоимостью и не уступающие по качеству аналогичным ТКПМ ведущих европейских производителей [1], [2]. Исследуемые конструкции швов (стачной взаутюжку, стачной вразутюжку, стачной расстрочной и настрочной с открытыми срезами) соответствуют наиболее часто встречающимся в изделиях костюмной группы [3] и выполнены с использованием армированных лавсановых ниток 35лл с частотой 4 стежка на 1 см.

Исследования швов проводились по разработанной методике [4], реализуемой на автоматизированном устройстве [5], и успешно используемой при оценке деформационных свойств пакетов одежды из материалов разного волокнистого состава при изгибе [6…10]. Изгиб является одним из основных видов деформации, обуслов-

ливающих потерю формы швейных изделий. Для оценки формоустойчивости при изгибе ниточных соединений использовались стандартные показатели – условная жесткость и условная упругость и предложенный авторами показатель: коэффициент формоустойчивости ($К_{фи}$) [11], определяемый по формуле:

$$К_{фи} = А_{ви}/А_{и},$$

где $А_{и}$ – работа изгиба, мкДж; $А_{ви}$ – работа восстановления после изгиба, мкДж.

Относительный показатель ($К_{фи}$), предлагаемый для оценки формоустойчивости ниточных соединений, является универсальной характеристикой для сравнительного анализа свойств швов различной конструкции. Высокую формоустойчивость имеет шов, у которого этот показатель стремится к единице.

Показатели формоустойчивости ниточных соединений дублированных пакетов из синтетических тканей со швами при изгибе представлены в табл. 2.

Таблица 2

Конструкция шва	Артикул ткани	Артикул ТКПМ	Условная жесткость Р, сН	Условная упругость У, %	Работа изгиба $А_{и}$, мкДж	Работа восстановления после изгиба $А_{ви}$, мкДж	Коэффициент формоустойчивости при изгибе, $К_{фи}$
Стачной вразутюжку	9092	7331	15,48	88,6	58,88	38,67	0,86
		1325	14,21	71,4	79,45	42,44	0,53
		3331	16,38	71,4	102,75	59,37	0,58
		С50	12,85	64,1	41,64	27,62	0,66
	6А9275	7331	6,87	66,2	27,81	17,34	0,66
		1325	11,90	68,4	74,10	48,41	0,62
		3331	11,25	59,4	40,05	26,16	0,65
		С50	9,00	60,9	31,89	20,78	0,65
	06319-00	7331	10,50	56,4	35,04	19,75	0,61
		1325	10,58	58,6	37,10	22,66	0,56
		3331	15,09	78,2	80,26	43,22	0,54
		С50	10,35	63,2	35,38	20,32	0,57
Стачной взаутюжку	9092	7331	16,98	69,9	56,78	32,27	0,56
		1325	14,84	68,0	51,34	29,34	0,32
		3331	18,11	72,6	58,35	30,14	0,52
		С50	13,70	65,8	51,36	23,41	0,46
	6А9275	7331	9,86	59,9	60,45	49,938	0,63
		1325	13,61	54,05	59,89	25,81	0,53
		3331	16,12	52,5	90,26	53,18	0,59
		С50	12,72	69,2	60,20	43,98	0,63
	06319-00	7331	10,80	67,3	37,63	21,99	0,68
		1325	11,30	81,2	45,66	15,48	0,53
		3331	17,35	83,1	66,97	33,67	0,60
		С50	14,90	80,5	55,83	28,26	0,51
Стачной расстрочной	9092	7331	18,11	85,0	95,41	52,01	0,75
		1325	17,54	62,4	43,67	23,05	0,62
		3331	27,01	63,2	89,71	47,60	0,63
		С50	18,30	57,9	66,99	35,94	0,74
	6А9275	7331	14,65	70,7	35,04	21,53	0,72
		1325	16,27	67,7	60,28	31,95	0,61
		3331	19,00	97,0	55,03	33,10	0,60
		С50	13,34	74,4	54,53	28,96	0,63
	06319-00	7331	15,3	75,2	60,62	36,43	0,78
		1325	12,30	72,9	56,29	33,91	0,57
		3331	18,10	51,9	65,38	31,48	0,70
		С50	15,80	63,2	73,13	38,33	0,62

Продолжение табл. 2

Настрочной с открытыми срезами	9092	7331	25,53	63,2	53,82	33,11	0,62
		1325	29,70	69,9	110,27	64,28	0,58
		3331	27,48	59,4	74,45	36,12	0,49
		С50	24,02	66,9	86,51	44,59	0,52
	6А9275	7331	15,21	68,4	63,15	48,98	0,81
		1325	16,37	58,6	51,36	40,40	0,79
		3331	21,89	78,2	95,51	48,81	0,52
		С50	13,87	79,7	38,59	19,55	0,52
	06319-00	7331	23,00	75,2	99,22	58,28	0,59
		1325	13,92	78,2	66,79	36,16	0,54
		3331	25,80	77,4	109,01	56,68	0,52
		С50	20,85	66,2	73,72	38,55	0,52

Анализ результатов исследований показал, что конструкция шва оказывает влияние на формоустойчивость пакетов изделий костюмной группы. Швы вразутюжку обладают наименьшими показателями жесткости. Жесткость расстрочных швов на 10…20% выше жесткости швов вразутюжку. Самой высокой жесткостью обладают настрочные швы, жесткость которых в 1,5…2 раза выше жесткости швов вразутюжку. Жесткость швов взаутюжку ниже жесткости настрочных швов на 50…60%.

Самые высокие значения коэффициентов формоустойчивости (0,81…0,88) характерны для швов вразутюжку, выполненных на пакетах, дублированных ТКПМ на тканой основе и трикотажной основе поперечновязаного переплетения. Коэффициенты формоустойчивостирасстрочных швов в пакетах с ТКПМ на тканой и трикотажной основах варьируются от 0,6 до 0,78. Коэффициенты формоустойчивости швов взаутюжку не превышают 0,7.

Таким образом, лучшей формоустойчивостью при рациональной жесткости обладают швы вразутюжку и расстрочные швы. Использование настрочных швов в пакетах изделий костюмной группы нецелесообразно в силу их высокой жесткости и низкой формоустойчивости.

Исследования влияния вида швейных ниток на показатели формоустойчивости показали, что вид швейных ниток оказывает влияние на показатели формоустойчивости швов. Например, ниточные соединения на пакетах из ткани арт. 06319-00 с ТКПМ на нетканой основе со швами вразутюжку, выполненными с использованием лавсановых швейных ниток (штапельных 40лш, армированных 35лл и комплексных 37л), показали, что с использованием ниток 35лл и 37л швы имеют близкие значения коэффициентов формоустойчивости (0,63 и 0,61), коэффициент формоустойчивости шва с использованием штапельных ниток 40лш (0,45) на 30% ниже. Следовательно, для ниточных соединений в пакетах из синтетических тканей целесообразно использовать армированные и комплексные лавсановые нитки, так как формоустойчивости пакетов, выполненные с их использованием, выше, чем с использованием штапельных лавсановых ниток.

ВЫВОДЫ

1. Для сравнения качества швов предлагается коэффициент формоустойчивости, определяемый отношением работы восстановления после изгиба к работе, затрачиваемой на изгиб шва.

2. Высокими показателями формоустойчивости обладают швы вразутюжку и расстрочные, обеспечивающие коэффициенты формоустойчивости более 0,8.

3. На основании исследований показателей формоустойчивости ниточных соединений синтетических костюмных тканей, дублированных современными ТКПМ, установлена целесообразность использования лавсановых армированных и комплексных швейных ниток.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Замышляева В.В., Смирнова Н.А.* Анализ современного ассортимента термоклеевых прокла-

дочных материалов производства Турции и Китая // Мат. Междунар. научн.-практ. конф.: Взаимодействие высшей школы с предприятиями легкой промышленности: наука и практика. – Кострома, КГТУ, 2013. С. 31…35.

2. *Замышляева В.В, Смирнова Н.А., Волкова С.В., Татарникова Л.М.*. Исследование термоклеевых прокладочных материалов для синтетических костюмных тканей // Мат. Междунар. научн.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности. – М.: МГУДТ, 2013. – С. 111…112.

3. *Мелихов Е.Х., Иванов С.С., Дель Р.А., Прошутинская З.В., Фролова О.А.* Технология швейных изделий / Под ред. Е.Х. Меликова и Е.Г. Андреевой. – М.: КолосС, 2009.

4. Патент № 2422822 С1 МПК G01N 33/36. Российская Федерация. Способ определения релаксационных свойств материалов при изгибе. / Замышляева В.В., Смирнова Н.А., Лапшин В.В. [и др]. Бюл. № 18. Опубл. 27.06.2011.

5. *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.

6. *Замышляева В.В., Смирнова Н.А.* Влияние влаги на клеевые соединения одежды из льна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4. С. 23…25.

7. *Сурженко Е.Я., Замышляева В.В., Смирнова Н.А., Хромеева И.А.* Влияние эксплуатационных факторов на качество клеевых соединений одежды с современными термоклеевыми прокладочными материалами // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2012. Том 16, №2. С.61…64.

8. *Замышляева В.В., Сурженко Е.Я., Смирнова Н.А.* Оценка формоустойчивости клеевых соединений одежды изо льна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №5. С.123…126.

9. *Чагина Л.Л., Смирнова Н.А.* Влияние свойств исходных компонентов пакета одежды на качество готового изделия // Вестник КГТУ. – 2008, №17. С. 45…48.

10. *Смирнова Н.А., Лапшин В.В., Замышляева В.В.* Формоустойчивость тканей, дублированных термоклеевыми материалами (сборник статей) // Издательский Дом LAP LAMBERT Academic Publishing. Веб-сайт: http://www.lap-publishing.com/. С. 88. Опубликовано: 26.06.2013.

11. *Смирнова Н.А., Замышляева В.В., Лапшин В.В.* Новые критерии оценки технологических и эксплуатационных свойств материалов одежды // Механика и моделирование процессов технологии. – Тараз: Изд-во ТарГУ им. М.Х. Дулати. 2012, №2. С.118…125.

Рекомендована кафедрой дизайна, технологии, материаловедения и экспертизы потребительских товаров. Поступила 30.09.14.

УДК 677.019

РАСПОЗНАВАНИЕ НИТИ В СТРУКТУРЕ ТРЕХМЕРНОЙ ТКАНИ*

THREAD RECOGNITION IN STRUCTURE OF THREE-DIMENSIONAL FABRIC

В.А. ИВАНОВСКИЙ
V.A. IVANOVSKY

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

Статья посвящена разработке методики распознавания нити и ее параметров при неразрушающем контроле армирующих тканых структур в процессе изготовления композитов. Предложена структурная блок-схема алгоритма, распознающего нить.

Article is devoted to development of a technique of recognition of a thread and its parameters at nondestructive control of reinforcing woven structures in the course of production of composites. The structural flowchart of the algorithm distinguishing a thread is offered.

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

Ключевые слова: распознавание нитей трехмерной ткани, компьютерная томография, композитные материалы.

Keywords: recognition of threads of three-dimensional fabric, computer tomography, composite materials.

Производство изделий из композитных материалов в настоящее время становится все более актуальным. В промышленности, в частности авиакосмической, для изготовления таких изделий появилась необходимость создания трехмерных цельнотканых армирующих структур [1]. Важнейшей задачей при этом является контроль качества структуры армирующей трехмерной ткани, в частности, контроль геометрического расположения нитей [2]. С развитием современной компьютерной техники все больше развиваются методы автоматизированного неразрушающего контроля качества тканых структур [3…7]. Основной задачей исследования является создание методики автоматизированного контроля структуры трехмерной ткани, основанного на ее сравнении с компьютерной моделью [7], [8].

Для решения обозначенной задачи выбран метод неразрушающего контроля внутренней структуры – метод компьютерной томографии [9]. Применение компьютерного томографа позволяет получить ряд томограмм, которые можно скомпоновать в один трехмерный массив цифровых значений оттенков серого цвета (рис. 1).

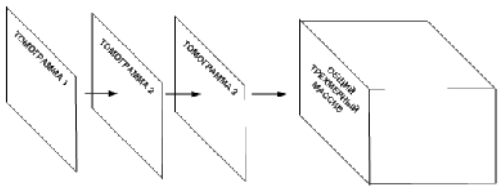


Рис. 1

Для сравнения тканого изделия с его компьютерной моделью из полученного трехмерного массива необходимо извлечь информацию о нитях, составляющих его структуру. Основной проблемой является сложное пространственное расположение нити, соответственно поперечные срезы одной нити в общем случае могут находиться на разных уровнях и в различных плоскостях изделия.

В работе [10] предлагается методика представления геометрической модели нити, в частности, для создания компьютерной модели трехмерной ткани. Для решения обратной задачи (оцифровки готового изделия и сравнения с компьютерной моделью) предлагается методика определения нити и ее параметров, основанная на корректировке угла наклона плоскости, на которой производится распознавание поперечного профиля нити, по направлению ее следования (рис. 2-а).

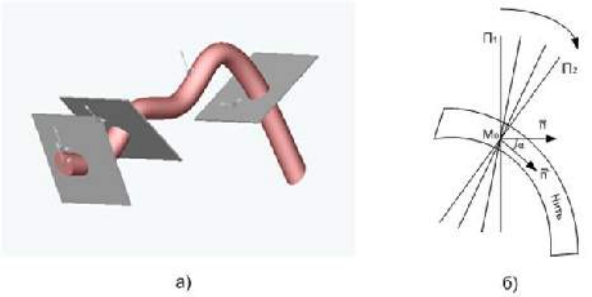


Рис. 2

В рамках данной методики угол наклона последующей плоскости должен зависеть от угла наклона плоскости распознавания на предыдущем шаге, на каждом последующем шаге плоскость должна корректироваться по направлению следования нити.

Предлагаемая методика базируется на исследовании нескольких плоскостей распознавания, проходящих через одну точку, и выборе той плоскости, на которой наиболее оптимально выражен профиль нити. Уравнение плоскости, в нашем случае, удобно задавать через точку $M_0(x_0, y_0, z_0)$ и вектор нормали $\overline{n}(n_1, n_2, n_3)$ к плоскости (рис. 2-б). Тогда уравнение будет иметь следующий вид:

$$n_1(x - x_0) + n_2(y - y_0) + n_3(z - z_0) = 0.$$

Изменение направления вектора вычисляем при помощи матрицы поворота для двумерного пространства:

$$M(\alpha) = \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & \mp\sin(\alpha) \\ \pm\sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{pmatrix},$$

так как поворот плоскости распознавания ведется пошагово в каком-либо одном из направлений.

Распознаваемую нить можно записать следующим образом:

$$N = [S, I, P],$$

где $S = [S_x, S_y, S_z]$ – системы нитей, расположенных вдоль соответствующих осей; $I \in [1..n]$ – номер нити в системе; n – количество нитей в системе; P – геометрические параметры нити:

$$P = [t, L(x, y, z), D, \alpha],$$

где t – порядковый номер центра поперечника нити; $L(x, y, z)$ – точка центра поперечника нити; D – условный диаметр поперечного сечения нити; α – угол наклона нормального вектора плоскости распознавания относительно предыдущей плоскости.

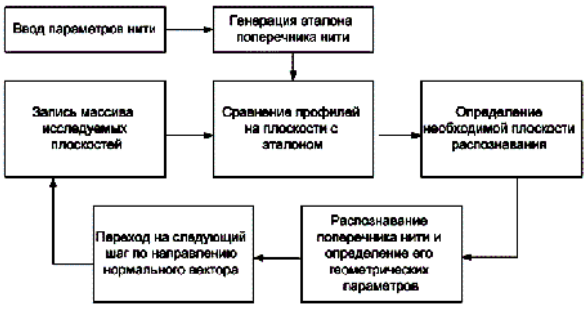


Рис. 3

Методика состоит из нескольких модулей (рис. 3).

1. Вводятся параметры используемых нитей при производстве трехмерной ткани (в частности, номер нити) для определения условного диаметра. Производится генерация эталона поперечника нити.

2. На каждом шаге вдоль следования нити для корректировки угла наклона плоскости распознавания исследуется совокупность плоскостей, которые записываются в массив данных.

3. Записанные плоскости сравниваются со сгенерированным эталоном поперечника нити, а значение меры идентичности записывается в массив.

4. Определяется максимальное значение меры идентичности исследуемых профилей и делается вывод о наиболее подходящей плоскости распознавания.

5. Производится распознавание поперечника нити, определение координат его центра.

6. Производится переход к следующему шагу вдоль направления следования нити, то есть по направлению нормального вектора выбранной плоскости распознавания.

ВЫВОДЫ

Разработанная методика позволяет определять координаты центров поперечных срезов каждой нити на каждом участке, что дает возможность сравнения геометрического расположения нити относительно ее эталонной компьютерной модели.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Tong L., Mouritz A.P., Bannister M.K.* 3DFibre Reinforced Polymer Composites //Elsevier. – 2002.

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

3. *Землякова И.В., Каминская Л.А.* Неразрушающий метод определения длины нити в петле трикотажного полотна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4. С.113…116.

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 самокрученых нитей с целью определения значения и направления крутки // Вестник КГТУ. – 2012, №2. С.37…38.

6. *Некрасова Н.П.* Анализ существующих методов неразрушающего контроля параметров

строения ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.– 2011, №4. С.54…56.

7. *Ивановский В.А.* Развитие систем неразрушающего контроля армирующих тканых структур // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1. С. 151…155.

8. *Ивановский В.А.* Диагностика армирующих тканых структур при производстве композитных материалов // Вестник КГТУ. – 2013, №1(30). С.47…49.

9. *Ивановский В.А.* Анализ компьютерных томографов для дефектоскопии цельнотканых армирующих структур // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С. 20…23.

10. *Бенецкая В.В., Селиверстов В.Ю., Киселев А.М., Рудовский П.Н., КиселевМ.В.* Моделирование структуры тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С.23…28.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 30.09.14.

УДК 677.017.63

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ НА ФОРМОУСТОЙЧИВОСТЬ ТКАНЕЙ ПРИ СДВИГЕ НИТЕЙ

EXPERIMENTAL STUDY OF MOISTURE FORMSTABILITU UNDER SHEAR THREADS IN FABRIC

Н.Н. ДОБРЫНИНА
N.N. DOBRYNINA

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

В статье исследуется влияние влаги на формоустойчивость льнохлопковых тканей. В качестве показателя формоустойчивости предложен коэффициент формоустойчивости при сдвиге нитей в ткани.

The paper investigates the effect of moisture on the dimensional stability of linen fabrics. As an indicator of formstability recommended formstability shear coefficient.

Ключевые слова: льнохлопковые ткани, коэффициент формоустойчивости при сдвиге нитей ткани, влажность.

Keywords: **linen and cotton tissues, coefficient formstability shear, moisture.**

Формоустойчивость тканей, важный показатель качества при изготовлении швейных изделия. Текстильные материалы в процессе обработки и в процессе эксплуатации изделий неоднократно взаимодействуют с водяными парами воздуха и с водой [1]. Поэтому актуально исследовать влияние влаги на формоустойчивость тканей. Формоустойчивость тканей определялась с помощью коэффициента формоустойчивости при сдвиге нитей ($К_{фс}$), который характеризует способность тканей к сохранению положения нитей в ткани [2]. Чем ближе его значение к единице, тем выше формоустойчивость тканей.

$$К_{фс}= А_{вс}/ А_{с},$$

где $А_{с}$ – работа сдвига; $А_{вс}$ – работа восстановления, затраченная на восстановление пробы после сдвига нитей.

В качестве объектов исследования были выработаны льнохлопковые костюмные ткани девяти разных переплетений. Ткани

были выработаны в лаборатории кафедры технологии и производства тканей и трикотажа КГТУ с плотностью по основе и по утку 160 нитей из одинаковой хлопчатобумажной пряжи в основе 25 текс х 2 и льняной пряжи в утке 56 текс.

Влагосодержание тканей достигалось путем выдерживания проб в эксикаторах с влажностью близкой к нулевой, до влажности 98%. Пробы выдерживались в эксикаторах в течение суток.

Способность ткани к сдвигу нитей определялась по методике, которая реализуется на созданном в КГТУ автоматизированном устройстве [3…5].Разработанное устройство работает под управлением ЭВМ, что позволяет автоматизировать обработку результатов измерений. Сдвиг нитей проб разной влажности выполнялся на угол 5°, как наиболее рациональный и часто встречающийся в процессе производства и эксплуатации изделий. Пробы выкраивались по основе и по утку с целью определения способности основных нитей сдвигаться по уточным и наоборот. Работа сдвига и восстановления после сдвига рассчитываются одним из приближенных методов интегрирования (методом Симпсона) с использованием программного обеспечения.

Анализ формоустойчивости при сдвиге нитей льнохлопковых тканей при разной влажности (табл.1,2) показал, что значения коэффициента формоустойчивости при сдвиге нитей с увеличением влажности увеличиваются.

Таблица 1

№	Переплетение	Влажность 0…2%			Влажность 65%			Влажность 98%		
		Асдв	Ав	$К_{фс}$	Асдв	Ав	$К_{фс}$	Асдв	Ав	$К_{фс}$
1	Сатиновое	139,33	101,45	0,73	125,26	93,28	0,75	112,62	95,73	0,85
2	Мелкоузорчатое (саржа ромбов.)	235,31	146,4	0,62	220,75	144,48	0,65	203,37	147,75	0,73
3	Мелкоузорчатое (саржа 3/3)	138,02	109,24	0,8	117,24	96,19	0,82	115,22	95,63	0,83
4	Мелкоузорчатое (рогожка)	152,57	110,48	0,72	147,62	103,97	0,71	123,9	101,32	0,82
5	Мелкоузорчатое (креповое)	137,64	105,53	0,77	127,24	98,28	0,77	124,49	97,1	0,78
6	Мелкоузорчатое (саржа 2/4)	156,74	116,64	0,74	132,42	103,48	0,78	111,59	93,3	0,84
7	Мелкоузорчатое (саржа ломаная)	177,6	127,87	0,72	175,56	127,5	0,72	144,29	105,3	0,73
8	Мелкоузорчатое (креповое)	249,97	162,63	0,65	218,72	150,81	0,69	209,83	159,81	0,76
9	Полотняное	258,77	165,75	0,64	249,13	156,94	0,62	239,99	154,7	0,65

Таблица 2

№	Переплетение	Влажность 0…2%			Влажность 65%			Влажность 98%		
		Асдв	Ав	$К_{фс}$	Асдв	Ав	$К_{фс}$	Асдв	Ав	$К_{фс}$
1	Сатиновое	125,8	110,73	0,88	116,24	103,17	0,89	113,12	101,4	0,9
2	Мелкоузорчатое (саржа ромбов.)	160,32	121,84	0,76	154,64	117,81	0,76	131,11	108,82	0,83
3	Мелкоузорчатое (саржа 3/3)	143,48	118,47	0,8	126,26	105,32	0,83	120,93	106,42	0,88
4	Мелкоузорчатое (рогожка)	110,04	101,1	0,92	95,32	88,81	0,93	93,49	86,59	0,93
5	Мелкоузорчатое (креповое)	119,71	102,95	0,86	115,24	102,39	0,88	114,07	100,38	0,88
6	Мелкоузорчатое (саржа 2/4)	137,02	110,41	0,8	112,42	88,79	0,8	104,23	90,68	0,87
7	Мелкоузорчатое (саржа ломаная)	167,34	132,32	0,79	165,38	130,83	0,79	156,03	127,95	0,82
8	Мелкоузорчатое (креповое)	192,83	142,7	0,74	177,26	130,74	0,74	173,21	138,57	0,8
9	Полотняное	259,35	199,7	0,77	252,83	193,67	0,77	243,52	189,95	0,78

При влажности 98% льнохлопковые ткани имеют самую высокую формоустойчивость. Льнохлопковые ткани обладают разной способностью к сдвигу основных нитей по уточным и уточных нитей – по нитям основы. Льняные уточные нити обладают более высокой способностью к восстановлению после сдвига при разной влажности (рис.1,2). Среди наиболее распространенных переплетений классическое переплетение рогожка отличается высокой формоустойчивостью.

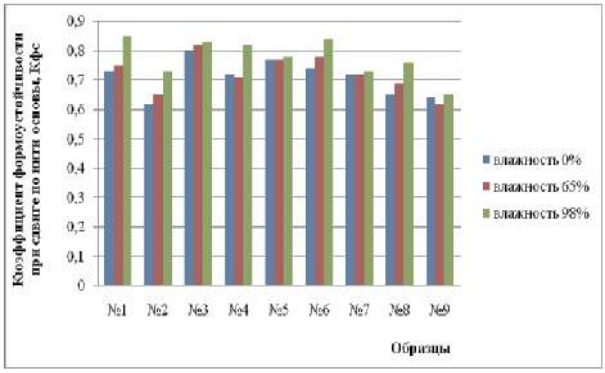


Рис. 1

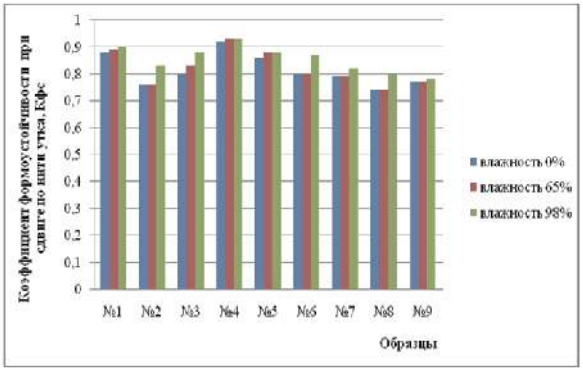


Рис. 2

В Ы В О Д Ы

Исследование влияния влажности на формоустойчивость при сдвиге показало, что при влажности, близкой к нулевой, формоустойчивость практически не изменяется, а при повышенной влажности формоустойчивость увеличивается.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Бузов Б.А., Алыменкова Н.Д.* Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство) / Под ред. Б.А. Бузова. – 3-е изд., испр. – М.: Академия, 2008.

2. *Замышляева В.В., Лапшин В.В., Смирнова Н.А., Лабок Д.В.* Комплексная оценка формоустойчивости материалов // Вестник КГТУ. – 2013, №2(31). С. 39…41.

3. *Лапшин В.В., Смирнова Н.А., Мартышенко К.В.* Прогнозирование способности льняных тканей к изменению угла между нитями основы и утка по характеристикам их строения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 5. С. 11…13.

4. *Лапшин В.В., Смирнова Н.А., Колмогорова Т.А., Шулятьев А.И.* Совершенствование испытаний по определению способности тканей к формообразованию и формосохранению в одежде // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 4. С. 115,116.

5. Пат. 45189 Российская Федерация, МПК G01N 3/36. Устройство для определения формовочных свойств тканей / Смирнова Н.А., Лапшин В.В., Морилова Л.В. [и др.]; заявитель и патентообладатель Костромской гос. технол. ун-т. - №2004127359/22; заяв.13.09.2004; опубл. 27.04.2005, Бюл.№12.

Рекомендована кафедрой дизайна, технологии материаловедения и экспертизы потребительских товаров. Поступила 30.09.14.

УДК 677

ОБОСНОВАНИЕ ФОРМЫ ИНДЕНТОРА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ИССЛЕДОВАНИИ СПОСОБНОСТИ ТКАНИ ПРЕДОХРАНЯТЬ ОТ УДАРА

JUSTIFICATION OF INDENTER SHAPE DURING EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE PROTECTIVE PROPERTIES OF FABRICS

М.С. НЕХОРОШКИНА, П.Н. РУДОВСКИЙ, Г.К. БУКАЛОВ, Е.В. КРИВОШЕИНА
M.S. NEKHOROSHKINA, P.N. RUDOVSKY, G. K. BUKALOV, E.V. KRIVOSHEINA

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State University of Technology)
E-mail: tmchp@kstu.edu.ru; sopromat@kstu.edu.ru

В статье приводится обзор предметов, травмирующих при ударе. Аналоги типовых инденторов или их комбинации подобраны для каждого предмета в зависимости от формы его поверхности. Обоснован выбор сферического индентора для решения задачи поглощения энергии тканью.

The article provides an overview of subject traumatic impact. On form of surface, for each subject selected analogue of a standard indentor or combinations thereof. Justified choice of a spherical indenter for solving the problem of energy absorption cloth.

Ключевые слова: производственный травматизм, защитная одежда, энергия, удар, индентор, площадь поверхности.

Keywords: industrial injuries, protective clothing, energy, punch, indenter, surface area.

Вопросы защиты от травм при ударах в процессе преимущественно ручного труда носят весьма актуальный характер. Промышленные рабочие многих профессий, таких как слесари-ремонтники, уборщики, ткачи и другие, связаны с ручным трудом. Известно, что удары по телу человека в производственных условиях ведут к травмированию и являются причиной значительного экономического ущерба. Часто удары способствуют возникновению микротравм, которые не приводят к потере трудоспособности или вызывают ее на срок менее одного дня по основной работе и не требуют перевода на другую работу. Микротравмы не регистрируются в государственной или отраслевой системах учета производственного травматизма. Они должны расследоваться непосредственным руководителем работ для выявления и устранения их причин с целью предупреждения повторных микротравм, а также возможности возникновения более тяжелых травм по этим же причинам. Вопросы выбора, создания и оценки защиты от ударов представляются актуальными.

Теоретические методы оценки демпфирующей способности тканей [1…4] позволяют выявить основные факторы, влияющие на указанное свойство и оценить их воздействие, однако для реальной сравнительной оценки указанных свойств необходимо разработать метод инструментальной оценки.

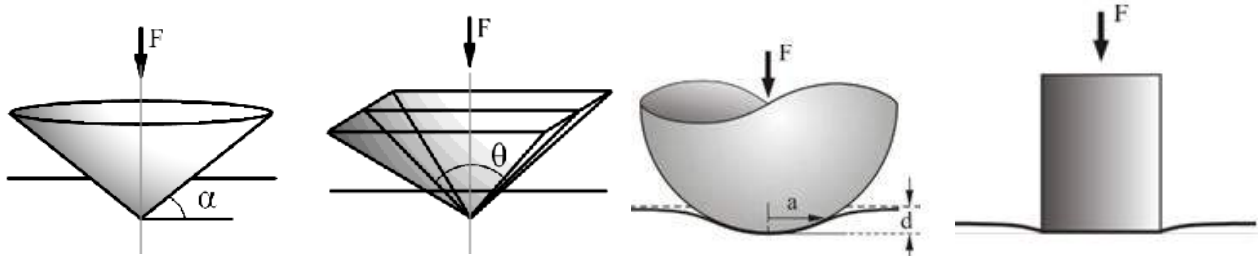
Для предотвращения травм от механических ударных воздействий, как правило, используется спецодежда и средства защиты рук в виде рукавиц и перчаток. Существующие стандарты на эти изделия предусматривают оценку эффективности защиты от целого ряда воздействий, но не предусматривают оценку эффективности от удара. Основой для создания такой методики является моделирование удара по

телу через слой защитной ткани [5]. Причем условия нанесения такого удара должны, с одной стороны, быть близки к реальным условиям, встречающимся в производственных условиях, а с другой – должны быть нормированы, для обеспечения возможности сравнения результатов испытаний.

Энергия удара, который может быть нанесен рабочим инструментом, определена в ходе работы [6], что позволяет принять нормированное значение для разрабатываемой методики.

Для выбора формы индентора, которым должен наноситься удар в ходе эксперимента, необходимо идентифицировать предметы, которыми могут быть нанесены ударные воздействия по телу человека в ходе производственного процесса, и затем классифицировать основные виды внедряющихся поверхностей и виды воздействия, которые будут моделироваться при экспериментальном исследовании способности текстильной ткани предохранять от удара.

В настоящее время для испытания материалов используется множество разных типов инденторов [7], [8] и др. Основными являются: конические, пирамидальные, сферические, цилиндрические, клиновидные. Отдельно следует выделить инденторы, имеющие формы трехгранной пирамиды с углом 90° между ребрами (так называемый кубический индентор), с углом 65,03° между осью и гранью, а также специальные инденторы Виккерса и Кнупа, которые применяются при стандартных испытаниях материалов на микротвердость, твердость при царапании, предел текучести и т.д.



а) б) в) г)

Рис. 1

Наиболее часто встречаются следующие типы инденторов (рис. 1): конус с углом при вершине 120° (а) пирамида с углом при вершине более 120° (б) сфера (в) и цилиндр (г).

Необходимо отметить, что большинству травмирующих поверхностей ручного инструмента можно найти аналог среди внедряющихся поверхностей типовых инденторов или их сочетаниях.

Значительное влияние на тяжесть травмы имеет направление движения травмирующей поверхности относительно поверхности тела: перпендикулярно, по касательной или под углом. Поэтому данный признак был взят вторым в качестве классификационного.

В табл. 1 представлена классификация предметов, травмирующих при ударе по форме внедряющейся поверхности и направлению относительного движения. Кроме того, при выборе индентора для испытаний способности текстильных материалов предохранять от удара необходимо учитывать соотношение размеров индентора и элементов структуры ткани. Очевидно, что наличие острой вершины на инденторах в форме пирамиды или конуса, имеющей размеры меньшие, чем расстояние между нитями в ткани, будет приводить к тому, что некоторый участок на образце, близкий к месту внедрения вершины, будет работать на раздвигаемость нитей, а участки, удаленные от вершины, в основном на сжатие. Это будет приводить к систематической ошибке, связанной с плотностью нитей по основе и утку.

Таблица 1

		Форма внедряющейся поверхности					
		Вершина конуса	Вершина пирамида	Клин (ребро призмы или пирамиды)	Цилиндр		Сфера
					Торец цилиндра	Боковая поверхность цилиндра	
Направление относительного движения	Перпендикулярно к поверхности	Кернер, чертилка, пробойник, шило	Ключ гаечный торцовый, чертилка	Отвертка шлицевая, зубило	Молоток с цилиндрическим бойком,	Гаечный ключ накидной	Молоток со сферическим бойком
	Параллельно поверхности	Кернер, чертилка, пробойник, шило	Ключ гаечный торцовый, чертилка	Отвертка шлицевая, зубило	нет	Гаечный ключ накидной	нет
	Под углом к поверхности	Кернер, чертилка, пробойник, шило	Ключ гаечный торцовый, чертилка	Отвертка шлицевая, зубило	Молоток с цилиндрическим бойком,	Гаечный ключ накидной	Молоток со сферическим бойком

Наличие вершин (конус, пирамида) и ребер (пирамида, цилиндр) на поверхности индентора приводит к тому, что распределение напряжений по площадке имеет точки или линии сингулярности, в которых теоретические значения возрастают до бесконечности. В результате невозможно оценить, при каких максимальных значениях напряжений проводятся испытания. Единственной из рассмотренных формой индентора, лишенной указанных недостатков, является сферическая форма.

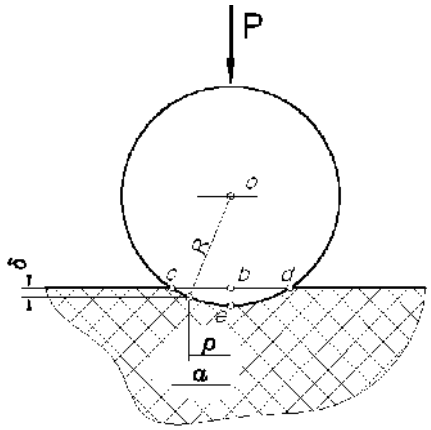


Рис. 2

При внедрении сферического индентора в тело в качестве показателя, характеризующего энергию, затраченную на проникновение, можно использовать:

– радиус отпечатка – a (рис. 2 – к расчету энергии, необходимой для внедрения индикатора);

– площадь его проекции на недеформированную поверхность образца, то есть площадь круга с радиусом a и центром, расположенным в точке b, которую можно рассчитать по формуле:

$$S_1=\pi a^2; \qquad (1)$$

– площадь сферического сегмента отпечатка ced, которая рассчитывается по формуле:

$$S_2=\pi R(R-\sqrt{R^2-a^2}). \qquad (2)$$

Для обоснования выбора соответствующего показателя рассмотрим зависимости:

$$W=f(a),\ W=f(S_1) \text{ и } W=f(S_2), \qquad (3)$$

где W – энергия, требуемая для внедрения индентора.

Согласно [9] радиус контактной площадки под сферическим штампом можно рассчитать по формуле:

$$a=\sqrt[3]{\frac{3(1-\nu^2)}{4E}PR}, \qquad (4)$$

где E и ν – модуль упругости и коэффициент Пуассона тела, в которое внедряется штамп; P – сила, действующая на штамп; R – радиус внедряемого тела.

Давление под штампом согласно [4] распределено по закону:

$$p(\rho)=\frac{3P}{2\pi a^3}\sqrt{a^2-\rho^2}\,. \qquad (5)$$

Как видно из рис. 2, перемещения под штампом можно определить по формуле:

$$\delta(\rho)=\sqrt{R^2-\rho^2}-\sqrt{R^2-a^2}\,. \qquad (6)$$

Очевидно, что элементарная работа по деформации материала под штампом по окружности радиуса ρ будет следующая:

$$dW=\pi p\,\delta\rho\,d\rho\,. \qquad (7)$$

Подставляя значения p(ρ) и δ(ρ) из (5) и (6) и интегрируя полученное выражение в пределах от 0 до a, получим следующее выражение для расчета энергии, необходимой для внедрения индентора:

$$W=\frac{3P}{2a^3}\left[\frac{(a^2+R^2)\,a\,R}{4}+\frac{2}{4a^2R^2+(a^2+R^2)^2}\ln\frac{R+a}{R-a}+\frac{a^3}{3}\sqrt{R^2-a^2}\right]. \qquad (8)$$

С использованием полученной формулы строились зависимости (3) для принятых при проектировании экспериментальной установки конструктивных параметров: радиус индентора 5 см, максимальная потенциальная энергия падающих частей 65 Дж.

В качестве тела, в которое внедрялся индентор, использовалась пластилиновая пластина с условным модулем упругости $E = 10^5$ Па при температуре 20°С и коэффициентом Пуассона $\nu = 0{,}3$.

Результаты расчетов показали, что зависимость W=f(a) имеет ярко выраженный нелинейный характер и поэтому в дальнейшем при разработке методики не рассматривалась.

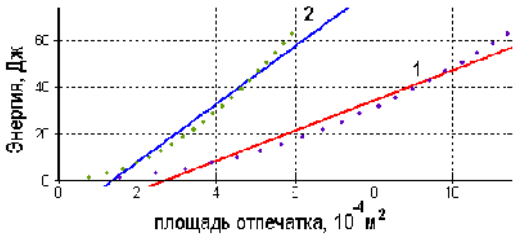


Рис. 3

На рис. 3 (зависимость энергии, необходимой для внедрения индентора, от площади отпечатка) точками показаны расчетные зависимости 1 – $W=f(S_1)$ и 2 – $W=f(S_2)$, а сплошными линиями – их аппроксимация линейными зависимостями. Статистическая обработка показала, что зависимость $W=f(S_2)$ имеет лучшее приближение к прямой линии. Поэтому площадь поверхности шарового сегмента была принята в качестве показателя для оценки энергии удара индентора при разработке метода оценки способности тканей поглощать энергию удара.

Необходимо отметить, что удобно судить о способности ткани предохранять от удара по изменению площади отпечатка после удара индентором по телу. Особенно это относится к случаю, когда характерный размер элемента индентора, внедряющегося в тело, защищенное тканью, значительно больше размеров элементов ткани, так как отпечатки элементов ткани вносят незначительную погрешность в площадь отпечатка после удара индентора. Соответственно в этом случае наиболее подходящей формой поверхности индентора для исследования способности ткани предохранять от удара является сфера.

В Ы В О Д Ы

1. Предложена классификация предметов, травмирующих при ударе по форме внедряющейся поверхности, направлению относительного движения и характерным размерам элементов индентора, которая позволяет при экспериментальном исследовании способности ткани предохранять от удара, подобрать необходимую в каждом конкретном случае форму и размеры

внедряющейся поверхности и направление относительного движения.

2. Наиболее подходящей формой поверхности индентора для исследования способности ткани предохранять от удара, когда характерный размер элемента индентора, внедряющегося в тело, защищенное тканью, значительно больше размеров элементов ткани, является сфера.

3. Обосновано использование площади поверхности сферического сектора в качестве единичного показателя, характеризующего энергию удара, воспринимаемую телом при создании методики оценки способности тканей защищать от ударных воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Нехорошкина М.С., Дмитриев В.С.* Расчет деформации ткани как сети Чебышева, находящейся в контакте двух тел // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2012, № 1 (28). С. 37…39.

2. *Нехорошкина М.С.* Анализ методов оценки демпфирования свойств ткани на основе моделирования ее структуры // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2012, № 2 (29). С. 40…42.

3. *Рудовский П.Н., Букалов Г.К.* Расчет потерь энергии на изменение формы ткани, находящейся в контакте двух тел // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №1. С.145..149.

4. *Нехорошкина М.С., Рудовский П.Н.* Исследование поглощения энергии при изменении формы ткани в процессе внедрения инородного тела // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 1 (30). С. 165…167.

5. *Нехорошкина М.С., Михайлов А.С.* Методика экспериментального определения потери энергии в ткани, расположенной между взаимно ударяющимися телами // Вестник Костромского государственного технологического университета. –2013, № 2 (31). С. 46…48.

6. *Нехорошкина М.С.* Оценка интенсивности механических воздействий при работе ручным инструментом, приводящих к травматизму // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 3 (345). С. 146…149.

7. *Герман Дж., Либовиц Г.* Разрушение / Пер. с англ. – Т. 7, ч. 2. – М., 1976.

8. *Морозов Е.М., Зернин М.В.* Контактные задачи механики разрушения. – М.: Машиностроение, 1999.

9. *Галин Л.А.* Контактные задачи теории упругости. – М.: Главная редакция физико-математической литературы, 1980.

Рекомендована кафедрой инженерной графики, теоретической и прикладной механики. Поступила 30.09.14.

УДК 677.051

МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ОБРАБОТКИ МНОГОСЛОЙНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА (ЛЕНТЫ КОРОТКОГО ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА) В ВАЛКАХ, ВРАЩАЮЩИХСЯ С РАЗЛИЧНОЙ СКОРОСТЬЮ*

METHODOLOGY OF DEVELOPING A MODEL OF MULTI-LAYER COMPOSITE MATERIAL (SHORT-FIBER FLAX RIBBON) IN THE ROLLS, ROTATING WITH DIFFERENT VELOCITIES

А.В. ПУСТОВОЙ
A.V. PUSTOVOY

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State University of Technology)
E-mail: tmm@kstu.edu.ru

В работе представлена методология разработки конечно-элементной модели, описывающей взаимодействие композитного материала с валковой парой. Модель применима для исследования процесса подготовки ленты из короткого волокна для очистки и утонения и при исследованиях процессов транспортирования и прокатки различных слоистых композиционных материалов.

A methodology of developing the finite-element model of composite material and roll-pair interaction was presented. This model may be used in design of the short-fiber ribbon preparation for cleaning and thinning, and also for transporting and rolling process design of the different multi-layer composite materials.

Ключевые слова: лен, обработка льна, метод конечных элементов.

Keywords: flax, flax processing, finite-element analysis.

В технологии производства котонизированного льняного волокна применяется следующая схема обработки. В валковой паре, вальцы которой могут вращаться с одной или разными скоростями, прокатывается лента короткого волокна. Лента короткого волокна представляет собой совокупность ориентированных волокнистых комплексов. Волокнистые комплексы в свою очередь состоят из элементарных во-

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Корабельникова А.Р.

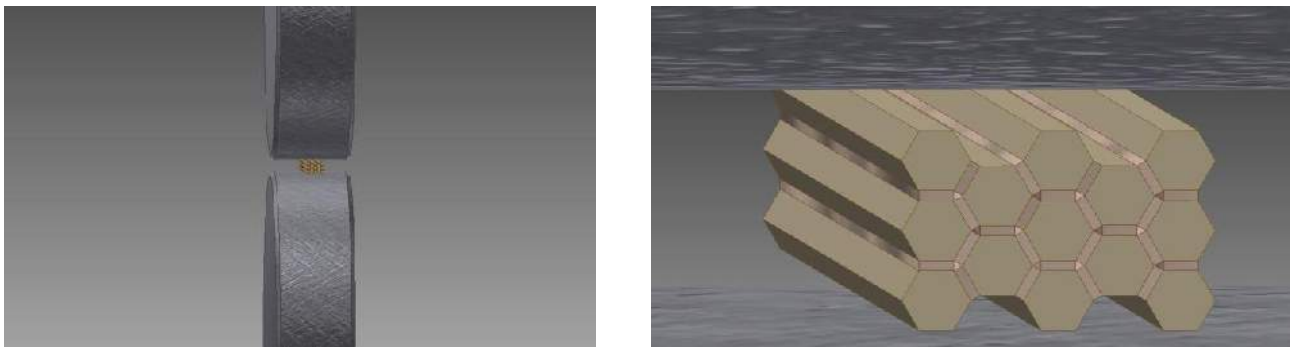
локон, склеенных матрицей (естественными клеящими веществами). Волокнистые комплексы могут быть соединены между собой элементарными волокнами или матрицей, а могут представлять из себя отдельные тела, контактирующие с соседними комплексами посредством сил трения или посредством сил сцепления [1]. В результате обработки в валках и ленте возникает сложное напряженно-деформированное состояние, описать которое традиционными аналитическими методами, такими как системы дифференциальных уравнений, затруднительно. Учет в модели неоднородности самого материала делает задачу неразрешимой [2].

Обработка материала в валках – распространенный процесс не только в текстильной, но и во многих других отраслях промышленности, в металлообработке, в легкой, в пищевой промышленности и других. Во многих случаях в валках обрабатывается, транспортируется или деформируется именно композитный материал, имеющий однородную структуру (ленты, состоящие из склеенных материалов, и т.п.) или неоднородную структуру (изделия из кожи, древесины, бумаги и др.).

Анализу явлений, наблюдающихся в валковых парах, посвящено множество работ в различных отраслях [3]. Однако работ, посвященных анализу напряженно-деформированного состояния в композитном материале, обрабатываемом в валках, нами не обнаружено. Кроме того, большая часть работ такой тематики касается лишь поиска аналитических зависимостей.

Целью работы является разработка методических основ создания модели описанного выше процесса обработки натурального композитного материала, анализ которого позволил бы провести оценку напряжено-деформированного состояния материала, установить взаимосвязи между параметрами валковой пары и напряжениями, возникающими в материале, спрогнозировать свойства материала после обработки в валках.

Первый этап разработки модели состоит в выборе адекватной геометрической модели валковой пары и материала. Нами предложена следующая модель взаимодействия валковой пары со слоем волокна. Она состоит из двух частей – валкового устройства 1 и обрабатываемого материала 2 (рис. 1 – модель комплекса технического волокна, зажатого в паре: а) – общий вид, б) – крупный план).



а) б)

Рис. 1

Модель представляет собой два валка, диаметром 80 мм, и слой волокна, зажатый между ними. Валки вращаются с определенной скоростью, причем нижний вал зафиксирован на оси, а ось верхнего вала подвижна по вертикали. К верхнему валку приложена нагрузка, различная в нескольких вариантах проведения эксперимента [4].

Толщина слоя материала составляет 4 мм, длина 0,4 м. Формально модель является двухмерной, но толщина задается через механизм "характеристик сечений" для возможности расчета напряжений в телах.

Это допущение связано с отсутствием необходимости анализа прогиба валов и других явлений в поперечной проекции. Ширина валков и прокатываемого материала – 30 мм. Большая часть слоя по его длине выполнена из конечных элементов прямоугольного типа и максимально возможной величины, при которой не происходит нарушения формы элементов. Около 100 мм длины слоя приходится на опытный участок, где и проводятся все измерения, величина конечного элемента на нем падает примерно до 0,1 мм. Также на этом участке слой разделен на продольные чередующиеся полосы различных материалов.

Лента короткого волокна в действительности состоит из ряда чередующихся слоев, между которыми в реальном объекте существуют прочные связи на физическом и химическом уровне. Ряд комплексов могут быть отдельными. Но поскольку нас интересует распределение напряжений и деформаций внутри именно склеенных комплексов, мы моделируем весь слой материала как единый склеенный комплекс, то есть как одно тело, имеющее неоднородную структуру [5].

Это позволяет не использовать контактные пары и систему предварительного нагружения в месте сопряжения двух соседних слоев, что значительно ускоряет решение. Конечные элементы, моделирующие волокна и матрицу, имеют только упругие свойства, различные плотности и модули упругости. Допущение об отсутствии пластических свойств связано с тем, что на данном этапе изучения процесса нас интересует сравнительная величина напряжений в матрице и волокнах. В связи с этим мы принимаем модель в виде упругих тел. Однако ANSYS позволяет придавать телам и пластические свойства. Значение модулей упругости $2 \cdot 10^7$ Па – для волокон и $2 \cdot 10^8$ Па – для матрицы. Таким образом, порядок этих величин сохраняет порядок значений модулей упругости, приведенный в работе [6].

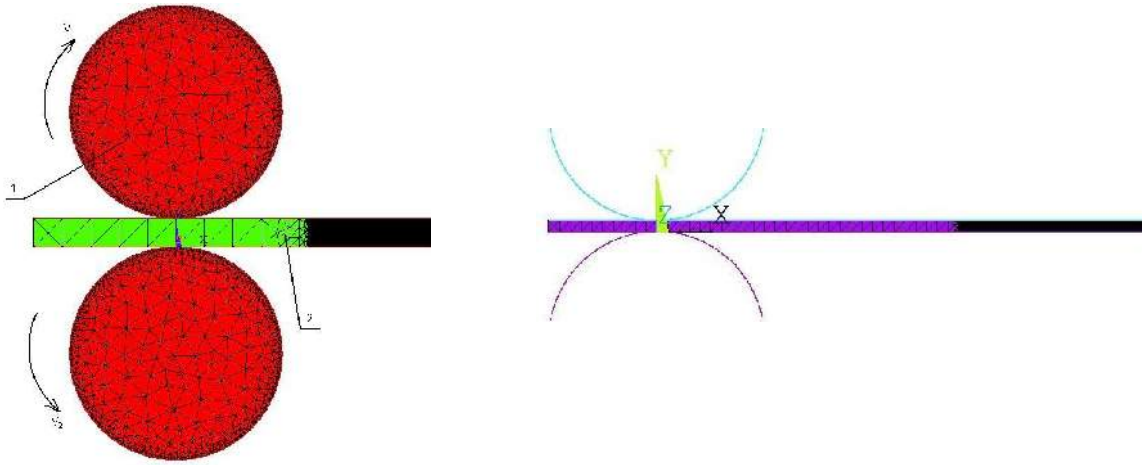
Нижний валок жестко зафиксирован по оси вращения с лишением подвижности по осям X и Y, сохранением возможности поворота вокруг оси Z. Верхний валок зафиксирован по оси вращения с лишением подвижности по оси X. Частоты вращения валков могут быть различны. При исследованиях нами принималось: частота нижнего вала постоянной для всех испытаний – 70 рад/с; частота верхнего вала различна от 70 до 140 рад/с; к верхнему валку приложена нагрузка 300 Н. Значения этих величин обусловлены параметрами конкретного экспериментального стенда разработанного на кафедре для моделирования этого процесса [7].

Угловые скорости задаются через механизм компонентов, определяется центр вращения, который может быть подвижным. Нагрузки могут быть приложены к узлу любого конечного элемента (сосредоточенные) или к линии или поверхности (распределенные).

При моделировании валки могут быть смоделированы различным образом. В тех случаях, когда нас интересует напряженно-деформированное состояние в валках, моделировать валки необходимо в виде сплошных тел, заполненных элементами типа Plane для плоских моделей и Solid для объемных. Размер элементов варьируется от рабочей поверхности, где длина стороны элемента наименьшая, до центра валка, где сторона максимально возможная. С одной стороны, количество элементов должно быть наименьшим для сокращения времени решения. С другой стороны, для нормальной работы механизма "контактной пары" размеры контактирующих элементов должны быть сопоставимыми [8].

В случае, когда информация о напряженно-деформированном состоянии в валках не используется в исследовании, для ускорения вычисления рекомендуется моделировать валки в виде замкнутой цепи конечных элементов линейного типа Beam, повторяющих их контур, и линий-перемычек, необходимых для фиксации их по оси вращения, наложения нагрузок и частот вращения (рис. 2 – фрагмент конечно-элементной модели валковой пары 1 и комплекса технического волокна 2: а) – вариант модели со сплошными валками и схема приложения нагрузок; б) – вариант модели с несплошными валками). Также

такая конструкция позволяет значительно уменьшить количество элементов и узлов. Такой валок по-прежнему имеет массу благодаря механизму "характеристик сечений". Освободившиеся ресурсы вычислительной техники можно использовать для дальнейшего усложнения структуры модели обрабатываемого материала.



а) б)

Рис. 2

Между валками (сталь) и прокатываемым композитом (лен) установлен механизм контактной пары, коэффициент трения принят равным 0,3 [9].

Для справки, ППП ANSYS, как и большинство "тяжелых" CAE-систем, имеет четыре варианта вычисления результата при твердотельном моделировании.

– small displacement static.

Небольшие перемещения без учета времени. Самый простой и быстрый вариант расчета. Все деформации подчиняются закону Гука, в механической системе не должно быть свободно перемещающихся или поворачивающихся деталей, так как результат может быть получен только в равновесном состоянии. Это единственный из вариантов решения, использующий в своей основе линейные уравнения и не предполагающий итерационных методов. При попытке смоделировать деформации, находящиеся за пределом пропорциональности материалов, программа либо запрещает расчет, либо продолжает считать деформации по закону Гука с получением неправдоподобных результатов.

– large displacement static

Значительные перемещения без учета времени. В механической системе также не должно быть свободно перемещающихся или поворачивающихся деталей. Деформации могут быть значительными по величине. Хотя алгоритм называется "статическим", может быть использован фактор времени для моделирования пластических деформаций.

– small displacement transient

В отличие от предыдущих вариантов добавляется полноценный параметр времени. Для каждого узла, в дополнение к остальным параметрам, рассчитываются скорость и ускорение в направлении трех осей, а также угловая скорость и угловое ускорение вокруг трех осей. Все перечисленное значительно усложняет и замедляет вычисление.

– large displacement transient

Полное динамическое взаимодействие тел с возможностью больших деформаций. Самый сложный вариант, требующий наибольшего количества ресурсов аппаратуры и времени.

При наших исследованиях мы были вынуждены использовать режим large displacement transient, так как при моделировании рассматриваемого нами процесса возможны большие деформации материала, слой материала фиксируется только

валками, кроме того, напряженно-деформированное состояние в обрабатываемом материале меняется во времени.

На рис. 3 (напряженно-деформированное состояние в композитном слое) приведена одна из диаграмм, полученная в результате расчета нашей модели.

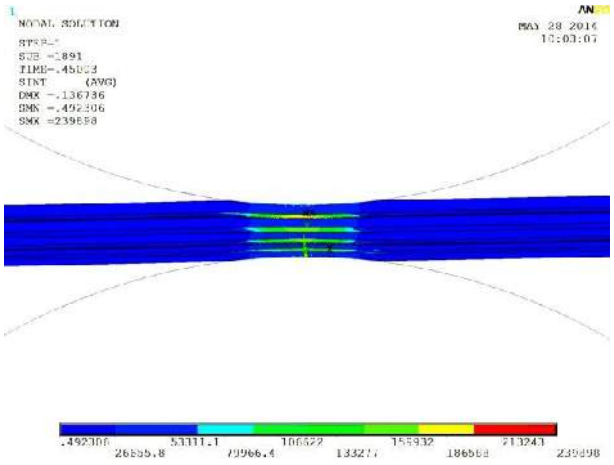


Рис. 3

При прохождении волокна между валками при определенном усилии прижатия слои материала деформируются поразному, в зависимости от их упругих свойств и от расположения внутри материала. При возрастании скорости вращения валов увеличиваются значения деформаций различных слоев материала, наибольшие деформации наблюдаются в слоях "волокон", причем с ростом скорости транспортирования материала растут и деформации. Очаг напряжений в направлении продольной оси расположен между валками на линии шириной, примерно равной ширине сектора вдавливания валка в материал, что подтверждает выводы, сделанные в работе [10]. При различных скоростях линия концентрации напряжений искажается – смещается у более быстро вращающегося валка в сторону прокатки.

Наибольших значений напряжения достигают в более жестких слоях "матрицы", причем с ростом скорости транспортирования материала происходит рост напряжений в слоях "матрицы".

В Ы В О Д Ы

1. Представлена общая методология разработки модели, описывающей взаимодействие композитного материала с валковой парой.

2. Предложены пути повышения производительности расчета за счет оптимизации сетки конечных элементов и контактных пар в модели

3. Разработанная модель позволяет анализировать напряженно-деформированное состояние в прокатываемом слое, в результате которого стало ясно, что напряжения в слоях матрицы выше, чем в волокнах, что может привести и приводит к локальным разрушениям склеивающей волокна матрицы в реальном технологическом процессе

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И.* Текстильное материаловедение. – М., 1989.

2. *Каравайков В.М., Киселев Н.В., Шипов А.В.* Моделирование процессов тепломассообмена в водогрейном котле с экранно-конвективными секциями // Изв. вузов. Проблемы энергетики. – 2011, №1.

3. *Шадрин Н.Н. Сизов Д.В.* Моделирование процесса прокатки сплошной круглой заготовки в двухвалковом стане винтовой прокатки методом конечных элементов // Сб. ст. 3-й Всероссийск. студ. научн.-техн. конф.: Студенческая научная весна 2010: Машиностроительные технологии. – М., 2010.

4. *Пустовой А.В., Корабельников А.Р.* Модель взаимодействия валковой пары с многослойным композитным материалом в устройстве подготовки волокна к утонению и очистке // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3.

5. *Корабельников А.Р., Пустовой А.В., Шутова А.Г.* Анализ напряженно-деформированного состояния многослойного композиционного материала при его обработке в валковой паре // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №2.

6. *Киселева М.В.* Моделирование гибкости и прочности льняного волокна для прогнозирования его прядильной способности: Дис….канд техн. наук. – Кострома, 2002.

7. *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.

8. *Громова Е.И., Пустовой А.В., Шутова А.Г.* Исследование распределения касательных напря-

жений внутри многослойного композитного материала при его обработке в валках, вращающихся с различными скоростями // Вестник КГТУ. – 2013, №2.

9. *Корабельников А.Р, Корабельников Р.В.* Повышение эффективности подготовки короткоштапельного льняного волокна к утонению и очистке // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №7.

10. *Кузнецов Г.К.* Исследование и методика проектирования валковых отжимных устройств текстильных машин: Дис….докт. техн. наук. – Кострома, 1970.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 30.09.14.

УДК 677.027.16

О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА СУШКИ ЛЬНЯНОЙ ТРЕСТЫ В РУЛОНАХ НА МАШИНЕ СЛР-3М2*

ABOUT INCREASE OF EFFICIENCY OF LINEN STALKS ROLLS DRYING PROCESS IN MACHINE SLR-3M2

А.Г.НОСОВ, Д.С.ЩЕРБАКОВ
A.G.NOSOV, D.S.SCHERBAKOV

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

Приведены результаты моделирования процесса сушки льняной тресты в машине СЛР-3М2. Показана возможность двукратного снижения времени сушки и затрат тепла за счет автоматизации управления подачей воздуха к каждому рулону.

Shown the results of modeling of linen stalks drying process in the drying machine SLR-3M2. It is proved the possibility of double reduce drying time and heat consumption due to the automated control of air supply to each roll.

Ключевые слова: сушка, льняная треста, энергоэффективность.

Keywords: drying, flax stock, energy efficiency.

В настоящее время для сушки льняной тресты в рулонах комбайновой уборки ОАО "Костромское специальное конструкторское бюро текстильных машин" разработаны сушильные машины СЛР-3М2. Паспортная производительность по загруженному материалу составляет 600 кг/ч, по высушенному материалу – 530 кг/ч. Однако на практике такие параметры не подтверждаются. Производительность по загруженному материалу оценивается на уровне 300 кг/ч, по высушенному материалу – 266 кг/ч [1].

На результаты сушки тресты в рулонах в первую очередь влияют параметры самого материала: средняя плотность и нерав-

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. .наук Н.В. Киселева в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки, код проекта 1092.

номерность ее распределения по объему рулона, а также средняя скорость сушильного агента в слое тресты [2]. Кроме того, на неравномерность сушки при одновременной загрузке трех рулонов, очевидно, будут влиять также разница в средней плотности рулонов и неравномерность распределения воздуха между рулонами, обусловленная конструкцией воздуховодов.

Для уменьшения неравномерности сушки, связанной с неоднородностью рулонов по проницаемости, а также неравномерным распределением воздуха между рулонами в сушильной машине СЛР-3М2, предлагается автоматическое управление заслонками, регулирующими подачу воздуха из верхнего воздуховода в каждый рулон. Для упрощения управления заслонками целесообразно использовать двухпозиционный исполнительный механизм привода заслонки, устанавливающий ее в открытое или закрытое положение. Сигнал на закрытие заслонки для каждого рулона поступает от датчика относительной влажности воздуха, выходящего из данного рулона. Снижение значения влажности воздуха ниже задаваемого уровня означает, что проходящий через рулон сушильный агент уже не насыщается влагой, то есть рулон высушен. При этом подача воздуха распределяется уже между двумя оставшимися рулонами, что должно ускорить их сушку. После высыхания второго рулона весь воздух направляется в последний рулон, досушиваемый при максимальном расходе сушильного агента.

Для оценки данного предложения разработана компьютерная модель процесса сушки рулонов тресты в указанной сушильной машине. В ее основе лежит модель сушки слоя тресты [3] с учетом особенностей рулона как объекта сушки [4]. Геометрическая модель сушильной машины создавалась в среде DesignModeler ANSYS WorkBench, размеры соответствуют сушильной машине СЛР-3М2, вентилятор и калорифер не воспроизводились. Для обеспечения возможности реверсирования потока воздуха при формировании граничных условий воздуховоды модели создавались состоящими из отдельных 3D-объектов (доменов) (рис. 1 – геометрическая модель сушильной машины СЛР-3М2: 1 – рулоны тресты (домены RULON, RULON1, RULON2; 2 – нижний распределительный воздуховод; 3 – верхний распределительный воздуховод; 4, 5 – отводящий и подводящий воздуховоды; 6 – области между верхним распределительным воздуховодом и рулонами; 7 – области между нижним распределительным воздуховодом и рулонами) с последующим назначением соответствующих интерфейсов, задающих внутренние краевые условия.

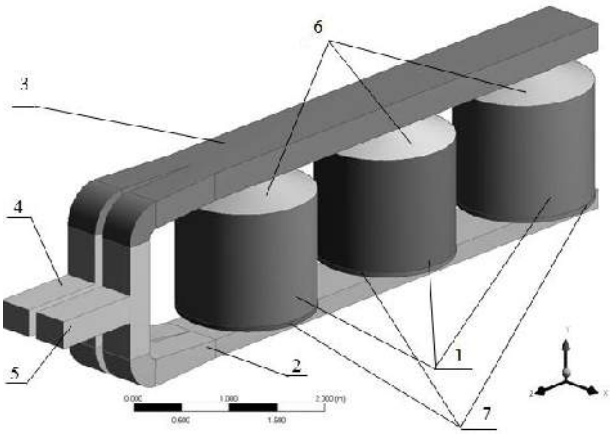


Рис. 1

Особенностью интерфейсов между доменами 4 и 2, 3, а также 5 и 2, 3 (рис.1) является то, что в этих местах в машине располагаются заслонки, управляющие реверсированием подачи воздуха. Для имитации реверса в свойствах интерфейсов включался режим, управляющий прохождением воздуха при помощи логического выражения. Если выражение истинно, интерфейс открыт, если нет – закрыт, то есть представляет непроницаемую стенку. Логические выражения сформированы таким образом, что с периодичностью, равной периоду смены направления подачи, они попеременно становятся то истинными, то ложными.

Особенностью интерфейсов между доменами 3 и 6 (рис. 1) является то, что в этих местах располагаются заслонки, которые могут перекрывать подвод воздуха по сигналу датчиков относительной влажности воздуха. В свойствах этих интерфейсов также включался режим управле-

ния состоянием по логическому выражению. Когда выражение становится истинным, интерфейс необратимо закрывается, имитируя закрытую заслонку.

Логическое выражение сформировано через CEL-функции препроцессора ANSYS CFX:

$$Zamer\&\&Dat<0.2. \quad (1)$$

Функция Zamer формирует определенные интервалы времени замера влажности воздуха, соответствующие моментам перед сменой направления циркуляции воздуха, когда через датчики проходит воздух, выходящий из рулона и насыщенный влагой. В противном случае датчик измерял бы влажность воздуха, подаваемого в рулон, что не имеет смысла.

Функция Dat (а также Dat1, Dat2 для других датчиков) возвращает среднее значение относительной влажности воздуха в сечении установки датчика, имитируя его работу. Таким образом, логическое выражение (1) становится истинным, когда в момент замера влажность воздуха на выходе из соответствующего рулона становится меньше 20%, что предполагает высыхание рулона и вызывает закрытие соответствующей заслонки.

Рассмотрим результаты моделирования процесса сушки рулонов льняной тресты в сушильной машине без использования заслонок. Сушка осуществляется при температуре горячего воздуха 90°С и относительной влажности 11%. Разрежение, создаваемое вентилятором, 2200 Па, расход воздуха при этом разрежении составил 8520 $м^3$/ч. Смена направления подачи воздуха через 60 с, рециркуляция не используется. Начальная влажность тресты 36%.

При этом время сушки, определяемое по моменту достижения максимальной влажности в пределах всех трех рулонов не более 25%, составило 4100 с. Средствами постпроцессора ANSYS построены графики изменения влажности тресты по рулонам в процессе сушки (рис. 2 – изменение средней (а) и максимальной (б) влажности рулонов в процессе сушки: 1 – RULON; 2 – RULON1; 3 – RULON2).

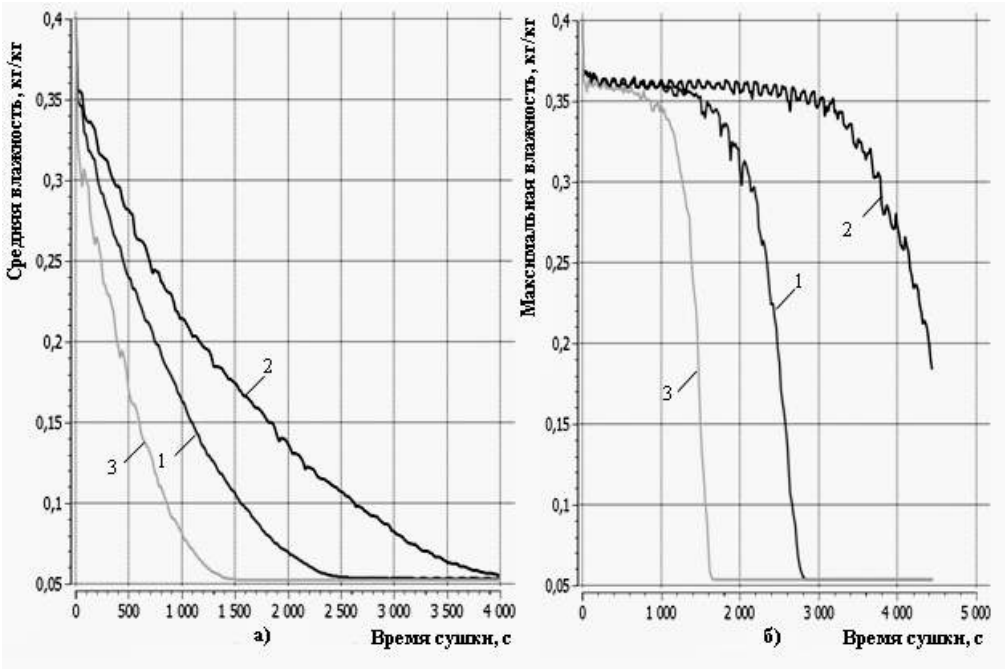


Рис. 2

Результаты моделирования показывают, что рулоны сохнут неравномерно: рулон RULON2 (рис. 2) высыхает до максимальной влажности 25% за 1200 с, рулон RULON – за 2200 с, а рулон RULON1 – за 4100 с. Это объясняется неравномерным

распределением воздуха между рулонами в машине СЛР-3. Даже при одинаковых параметрах рулонов расход воздуха через рулон 1 составляет 2740 м^3/ч, рулон 2 – 2224 м^3/ч, рулон 3 – 3558 м^3/ч вследствие неравномерной раздачи воздуха по длине воздуховодов.

Очевидно, что неоднородность рулонов по плотности и проницаемости, имеющая место в реальных условиях, еще больше усиливает неравномерность сушки. При этом, несмотря на наличие в машине СЛР-3М2 заслонок, позволяющих изменять подачу воздуха в каждый рулон, выровнять расходы через рулоны практически невозможно из-за отсутствия соответствующих контрольно-измерительных средств.

Неравномерность сушки отрицательно влияет на эффективность использования потенциала сушильного агента. При отсутствии рециркуляции воздух, прошедший через уже высохшие рулоны, не насыщается влагой и его потенциал теряется. Уже после высыхания первого рулона (1500 с) относительная влажность воздуха на выходе из сушилки составляет всего 30%, а температура достигает 75˚С. При этом удельный расход тепла на 1 кг испаренной влаги за все время сушки составляет 5,43 мДж/кг.

Рассмотрим результаты моделирования процесса с учетом вышеизложенных предложений. Значение относительной влажности воздуха на выходе из рулона, при котором прекращается подача воздуха, выбрана на уровне 20%.

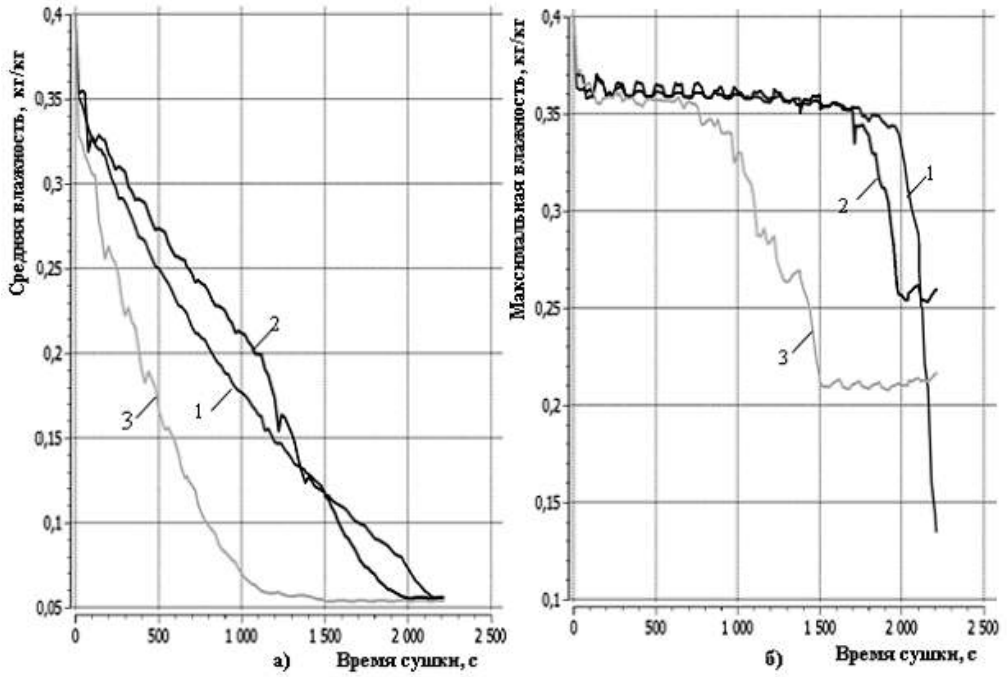


Рис. 3

Графики изменения влажности тресты по рулонам в процессе сушки приведены на рис. 3 (изменение средней (а) и максимальной (б) влажности рулонов в процессе сушки по новой схеме: 1 – RULON; 2 – RULON1; 3 – RULON2). Из графиков видно, что после высыхания рулона RULON2 через 1500 с (кривая 3 на рис.3-б) его влажность далее остается постоянной, поскольку подача воздуха к нему прекращается. Через 2000 с высыхает рулон RULON1 (кривая 2), после чего оставшийся рулон (кривая 1) высыхает до максимальной влажности 25% уже через 100 с. Таким образом, общее время сушки рулонов составляет 2100 с. При этом зафиксировано, что после отключения подачи воздуха в уже высохшие рулоны относительная влажность выходящего воздух повышается, а температура падает.

По данным расчета удельный расход тепла на 1 кг испаренной влаги получается на уровне 2,7 мДж/кг.

Таким образом, время сушки трех рулонов на модернизированной машине СЛР-3М2 сокращается с 4100 до 2100 с, или в 1,95 раза, а удельный расход тепла (без учета потерь в окружающую среду) – с 5,43 до 2,7 мДж/кг, или в 2 раза.

ВЫВОДЫ

1. Разработана компьютерная модель процесса сушки льняной тресты в рулонах на машине СЛР-3М2.

2. Результаты моделирования показывают возможность двукратного сокращения времени сушки и затрат тепла за счет автоматизации управления подачей воздуха к каждому рулону.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сушилка для льняных рулонов СЛР-3 [электронный ресурс] / Режим доступа: http://skbtm.ru/lenzavod.html#slr3

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

3. *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.

4. *Носов А.Г., Киселев Н.В.* Об использовании рециркуляции при сушке льняной тресты в рулонах // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 3. С.36...39.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 30.09.14.

УДК 677.312.3

ПЛАЗМЕННАЯ ОБРАБОТКА СЫРЬЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЕРХНОСТНОЙ МОДИФИКАЦИИ ВОЛОКОН В ПРОЦЕССЕ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ШЕРСТИ*

PLASMA TREATMENT OF RAW MATERIALS AS A TOOL OF FIBERS SURFACE MODIFICATION IN THE PRIMARY PROCESSING OF WOOL

Е.В. СЛЕПНЕВА, В.В. ХАММАТОВА
E.V SLEPNEVA, V.V. KHAMMATOVA

(Казанский национальный исследовательский технологический университет)
(Kazan National Research Technological University)
E-mail: elenaslep@mail.ru;venerabb@mail.ru

В настоящее время в области текстильного материаловедения стоит новая задача – получение шерстяных и полушерстяных текстильных материалов с прогнозируемыми физико-механическими и технологическими свойствами за счет направленной модификации исходного сырья. Одним из перспективных электрофизических методов модификации шерстяного сырья является воздействие плазмой ВЧЕ-разряда пониженного давления. В процессе плазменной модификации происходит раскрытие чешуек кути-

* Проект выполняется в организации исполнителе (Получателе субсидии) при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в соответствии с требованием соглашения №14.577.21.0019 о предоставлении субсидии на проведение прикладных научных исследований. Уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) RFMEFI57714X0019.

кулы волокон, что обусловлено взаимным отталкиванием друг от друга одноименно заряженных пластин чешуек. В процессе промывки моющий раствор проникает вглубь волокна и вымывает значительное содержание сорных примесей и шерстного жира, что приводит к снижению содержания массовой доли остаточных нешерстяных компонентов в мериносовой шерсти.

Currently there is a new challenge in the field of textile materials science – how to get the woolen and half-woolen textile materials with predictable physical-mechanical and technological properties by the directed modification of raw materials. One of the promising electrophysical methods of the wool raw materials modification is the exposure to the low pressure HF discharge. In the process of plasma modification it occurs the opening of cuticle scales of fibers due to the mutual repulsion of the like-charged plates scales from each other. In the washing process, detergent penetrates deep into the fibers and washes away the significant part of impurities what leads to decrease in the mass content of the residual not-woolen components in merino wool.

Ключевые слова: мериносовая шерсть, плазма высокочастотного емкостного разряда, модификация, нешерстяные компоненты.

Keywords: merino wool, hf discharge plasma, modification, not-woolen components.

Шерстяная и полушерстяная продукция текстильной и легкой промышленности имеет устойчивый спрос и востребована во многих сферах жизнедеятельности человека. В условиях открытости российского рынка при вхождении России в ВТО необходим выпуск продукции, обладающей конкурентоспособными преимуществами. В силу этого перед текстильным материаловедением стоит новая задача – получение шерстяных и полушерстяных текстильных материалов с прогнозируемыми физико-механическими и технологическими свойствами за счет направленной модификации исходного сырья.

В настоящее время существует ряд методов, позволяющих улучшать показатели свойств сырья в процессе первичной обработки шерсти: применение аэроионной обработки, ИК-излучения, электроразрядной нелинейной объемной кавитации, СВЧ-энергии, плазмохимических процессов в тлеющем и барьерном разрядах. Электрофизические методы модификации шерстяного сырья являются экологически чистыми и менее затратными по сравнению с традиционными методами. Существенным недостатком данных методов является то, что ни один из них не дает комплексного положительного эффекта улучшения свойств шерстяных волокон в процессе их первичной обработки. Результаты исследований последних лет показывают, что плазменная обработка высокочастотным емкостным разрядом пониженного давления кератинсодержащих материалов позволяет улучшать одни заданные свойства, не ухудшая остальные.

Целью работы является исследование влияния плазмы ВЧЕ-разряда пониженного давления в процессе ПОШ на изменение кутикулярного слоя волокон.

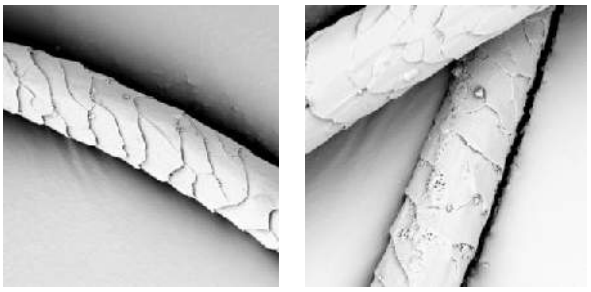
В качестве объекта исследования выбрана шерсть овечья немытая мериносовая I длины. Модификация шерсти перед процессом промывки выполнялась на высокочастотной плазменной установке, созданной в Казанском национальном исследовательском технологическом университете [1, с. 167]. Подготовка контрольных и опытных образцов шерсти проводилась в лабораторных условиях ОАО "Борская фабрика ПОШ" по технологической схеме данного предприятия.

Исследование микроструктуры поверхности волокна проводили на сканирующем электронном микроскопе РХЕМОМ с увеличением в 2000…6000 раз, изменения профиля рельефа поверхности шерстяных волокон на конфокальном лазерном сканирующем 3D-микроскопе LEXT 40000.

Определение массовой доли остаточных нешерстяных компонентов осуществлялось в соответствии с методикой, предложенной в ГОСТ 29239–91. Шерсть натуральная мытая. Методы определения массовой доли остаточных нешерстяных компонентов.

Поверхностные изменения, происходящие в шерстяных волокнах под действием плазмы ВЧЕ-разряда пониженного давления, исследовали методом растровой электронной микроскопии (рис. 1 – микрофотографии мериносового шерстяного волокна до и после плазменной обработки ×2000: а) – контрольный образец; б) – опытный образец (W_p=1,8 кВт, G_{ar}=0,04г/с, P=26,6 Па, t=5мин, f = 13,56 МГц)).

В процессе первичной обработки шерсти в контрольных образцах (рис. 1-а) обнаруживается ухудшение качества поверхности: утоняется кутикулярный слой волокна, происходит откалывание краев чешуек и нарушается регулярность их расположения. Кроме того, наблюдается значительное сосредоточение загрязнений на поверхности волокна.



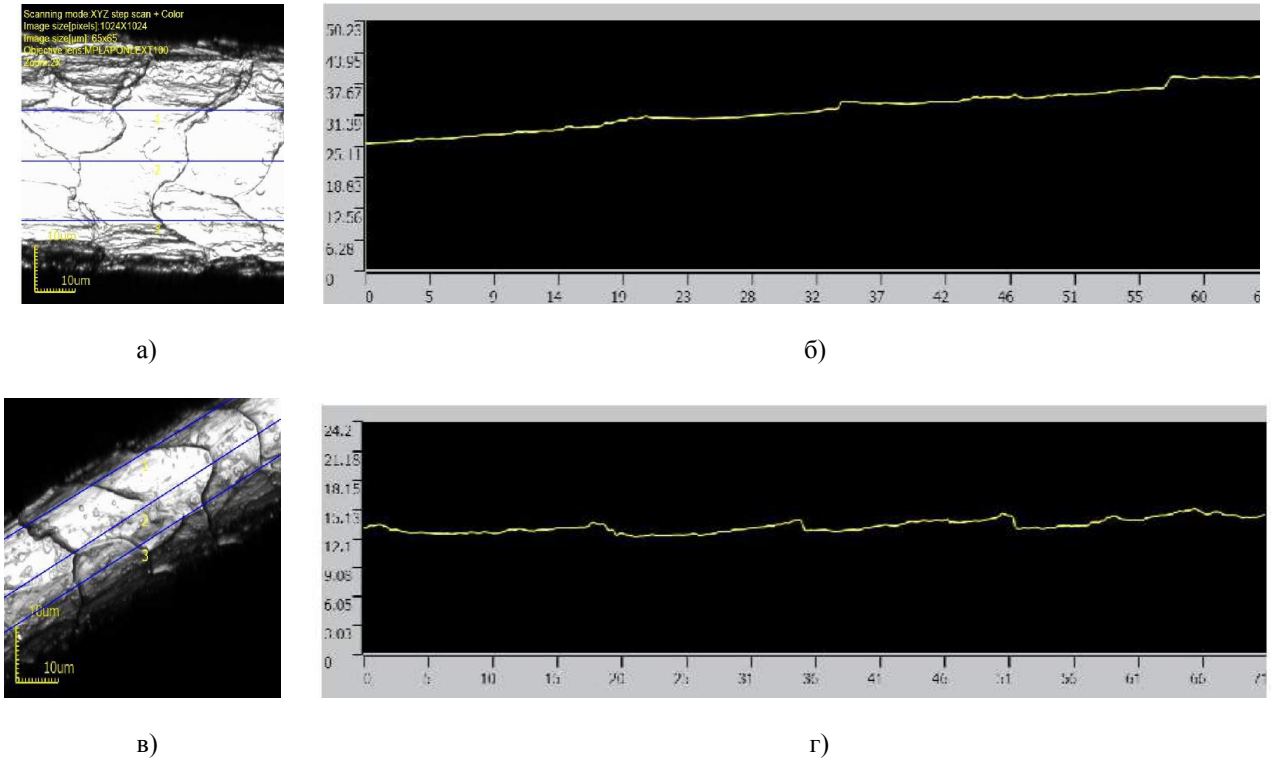
а) б

Рис. 1

В результате обработки волокон плазмой ВЧЕ-разряда пониженного давления (рис. 1-б) из-за взаимного отталкивания друг от друга одноименно заряженных пластин чешуек наблюдается их раскрытие с сохранением равномерности, на поверхности волокна загрязнений не наблюдается.

Поверхностные изменения, происходящие в шерсти под действием плазменной обработки, подтверждаются исследованиями по изучению рельефа поверхности волокон. Кривая рельефа поверхности строилась по усредненным данным трех измерений. Результаты исследований рельефа поверхности шерстяных волокон методом конфокальной лазерной сканирующей микроскопии (КЛСМ) представлены на рис. 2 (результаты исследования поверхности мериносового шерстяного волокна до и после плазменной обработки методом КЛСМ ×2000: а) – микро-фотография поверхности контрольного образца; б) – усредненный профиль рельефа поверхности контрольного образца; в) – микрофотография поверх-ности опытного образца; г) – усредненный профиль рельефа поверхности опытного образца).

Проанализировав микрофотографии рельефа поверхности шерстяных волокон, установлено, что их обработка плазмой высокочастотного разряда приводит к поверхностным изменениям кутикулярного слоя. В результате модификации волокон в низкотемпературной плазме высокочастотного емкостного разряда (рис. 2-г) наблюдается увеличение высоты неровностей профиля, которая составляет 0,489 мкм, тогда как данный показатель контрольного образца (рис. 2-б) равен 0,360 мкм. Увеличение высоты неровности профиля мериносового волокна составляет 38,5%, что свидетельствует о том, что в процессе плазменной обработки ВЧЕ-разрядом пониженного давления происходит поверхностная модификация мериносовых волокон.



а) б)

в) г)

Рис. 2

Использование плазменной модификации сырья в процессе первичной обработки шерсти способствует уменьшению показателей содержания массовой доли остаточных нешерстяных компонентов, что подтверждается полученными экспериментальными данными, представленными в табл. 1 (содержание массовой доли остаточных нешерстяных компонентов в контрольных и опытных образцах мериносовой шерсти (ВЧЕ-разряд: W_p=1,8 кВт, t=5 мин, G_{Ar}=0,04 г/с, P=26,6 Па, f = = 13,56 МГц)).

Таблица 1

Наименование показателя	Шерсть мериносовая	
	контрольный образец	опытный образец
Содержание массовой доли растительных примесей, %	0,73	0,48
Содержание массовой доли минеральных примесей, %	2,76	1,89
Содержание массовой доли шерстного жира, %	0,56	0,45

В результате модификации шерстяного волокна потоком плазмы ВЧЕ-разряда пониженного давления снижается остаточное содержание массовой доли: растительных примесей на 34,2%; минеральных примесей на 31,5%; шерстного жира на 25%. Очистка шерстяного сырья от нешерстяных компонентов и шерстного жира при плазменной модификации в среде аргона осуществляется: во-первых, за счет распыления сорных примесей и различных адсорбированных частиц органического и неорганического характера, образовавшихся в результате жизнедеятельности животного, вследствие бомбардировки ионами поверхности шерстяных волокон в процессе их модификации потоком плазмы ВЧЕ-разряда пониженного давления; во-вторых, в процессе промывки в модифицированных волокнах минимизируются силы сцепления волокна с загрязняющими примесями, имеющими отрицательный электрический заряд, за счет сообщения ВЧ-плазмой, отрицательного заряда чешуйкам кутикулы. Из-за взаимного отталкивания друг от друга одноименно заряженных пластин чешуек кутикулы происходит их раскрытие, что способствует бо-

лее легкому удалению сорных примесей, жир легче вымывается, переходя во взвешенное состояние (эмульсию) и удаляется вместе с моющим раствором [2, с.156].

Таким образом, на основе проведенных исследований установлено, что в процессе плазменной обработки шерстяного сырья плазмой ВЧЕ-разряда пониженного давления происходит раскрытие чешуек кутикулы, то есть осуществляется поверхностная модификация волокон. В процессе промывки моющий раствор легче проникает вглубь волокна и максимально вымывает минеральные, растительные примеси и шерстный жир.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вознесенский Э.Ф., Шарифуллин Ф.С., Абдуллин И.Ш.* Теоретические основы структурной модификации материалов кожевенно-меховой промышленности в плазме высокочастотного разряда пониженного давления. – Казань: КГТУ, 2011.

2. *Слепнева Е.В., Абдуллин И.Ш., Хамматова В.В.* Влияние воздействия плазмы на содержание массовой доли минеральных примесей в натуральных полимерах // Вестник Казанского технологического университета. – 2012, № 6. С. 155...157.

Рекомендована кафедрой дизайна. Поступила 30.09.14.

УДК 677.11/66.047.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОНИЦАЕМОСТИ ЛЬНЯНОЙ ТРЕСТЫ ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ*

RESEARCH OF THE FLAX STALKS PERMEABILITY AT HIGH DENSITY

А.Г.НОСОВ, Н.В.КИСЕЛЕВ
A.G.NOSOV, N.V.KISELEV

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

Приведены данные о проницаемости льняной тресты высокой плотности при продольной и поперечной продувке слоя, необходимые для модернизации сушильных машин для льняной тресты в рулонах.

The data on the permeability of flax stock at high density with the longitudinal and transverse blowing of layer were studied with the aim to upgrade the drying machines for flax stock in rolls.

Ключевые слова: льняная треста, рулон, объемная плотность, проницаемость.

Keywords: flax stock, bolt, package density, permeability.

* Работа выполнена в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки, код проекта 1092.

Рулонная технология уборки льняной тресты позволила резко сократить трудозатраты и обеспечить поточность процесса [1]. При этом искусственная досушка льняной тресты непосредственно в рулонах комбайновой уборки снижает зависимость от погодных условий и позволяет уменьшить потери сырья при хранении. Однако существующие сушильные машины для льнотресты в рулонах типа СЛР-3, СЛР-3 М2 и другие не получили широкого распространения, в том числе вследствие недостаточной эффективности. Для их модернизации в первую очередь необходимы данные об объекте сушки, характеризующие его фильтрационные свойства.

В работе [1] приведены данные о гидравлическом сопротивлении рулонов в целом при продувке в направлении их оси, однако этого недостаточно для расчета поля скоростей в теле рулона в силу неоднородности его структуры по плотности. В литературе имеются также данные о гидравлическом сопротивлении льносоломы [2,], [3] при конвейерной сушке слоя плотностью 1…6 кг/м^2 (горизонтальная загрузка) и 10…35 кг/м^2 (вертикальная загрузка), что соответствует объемной плотности до 75 кг/м^3. Однако при прессовании льнотресты в рулоны плотность в средней части рулона может достигать 200 кг/м^3, а максимальная средняя плотность для эффективной сушки составляет примерно 130 кг/м^3 [1]. Кроме того, очевидно, что слой тресты существенно отличается по проницаемости от слоя соломы в силу повышенной шероховатости поверхности стеблей, сплющивания их при прессовании, повышенной дезориентации и пр. В связи с этим возникает необходимость экспериментального определения проницаемости слоя льняной тресты с повышенной объемной плотностью.

Для изучения зависимости проницаемости льняной тресты от плотности слоя, скорости воздуха и диаметра стеблей различных для комлевой, срединной и вершиночной части стеблей проводились эксперименты на модернизированном устройстве с целью контроля проницаемости текстильных паковок [4]. В каждом опыте подготавливалась навеска образцов, вырезанных из вершин, середин и комлей стеблей длиной 200 мм, что соответствовало ширине бункера установки. Плотность образцов находилась на уровне 110, 130, 150 и 170 кг/м^3. Расход воздуха при температуре 20˚С изменялся в диапазоне 5…24 л/с, что соответствовало скорости на входе в слой 1,3…6,3 м/с. Навески тресты располагались в бункере, высота которого составляла 400 мм.

Основываясь на данных [2], [3], заключаем, что гидравлическое сопротивление слоя льняной тресты зависит от среднего диаметра стеблей, так как он определяет эквивалентный гидравлический диаметр слоя. Средний диаметр комлей по 30 стеблям составил 1,48 мм, середин – 1,12 мм, вершин – 0,81 мм.

Уравнение регрессии задавалось в виде:

$$C = a\left(\frac{v}{w}\right)^b\left(2d_{ст}\left(\frac{\beta}{P}-1\right)\right)^c, \qquad (1)$$

где a, b, c – искомые коэффициенты; v – коэффициент кинематической вязкости воздуха, $1{,}5\cdot10^{-5}$ м^2/с; β – тяжеловесность стебля, 275 кг/м^3; P – объемная плотность загрузки, кг/м^3; $d_{ст}$ – средний диаметр стеблей, мм.

С учетом того, что в условиях опыта v=$1{,}5\cdot10^{-5}$ м^2/с, получено уравнение регрессии:

$$C = 0{,}0789\left(\frac{v}{w}\right)^{0{,}180}\left(2d_{ст}\left(\frac{\beta}{P}-1\right)\right)^{2{,}804}. \qquad (2)$$

Все коэффициенты оказались статистически значимыми при доверительной вероятности 95%, коэффициент детерминации для факторов достигает 0,948.

Для определения проницаемости слоя льнотресты при продольной продувке слоя стеблей те же образцы тресты устанавливались в бункер вертикально, при этом толщина слоя составляла 0,18 м.

Получено следующее уравнение регрессии:

$$C = 0{,}165\left(\frac{v}{w}\right)^{0{,}496}\left(d_{ст}\left(\frac{\beta}{P}-1\right)\right)^{1{,}557}. \quad (3)$$

Все коэффициенты оказались статистически значимыми при доверительной вероятности 95%, коэффициент детерминации для факторов достигает 0,926.

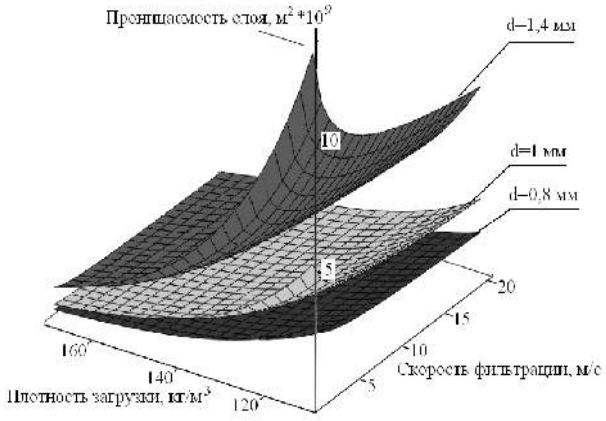


Рис. 1

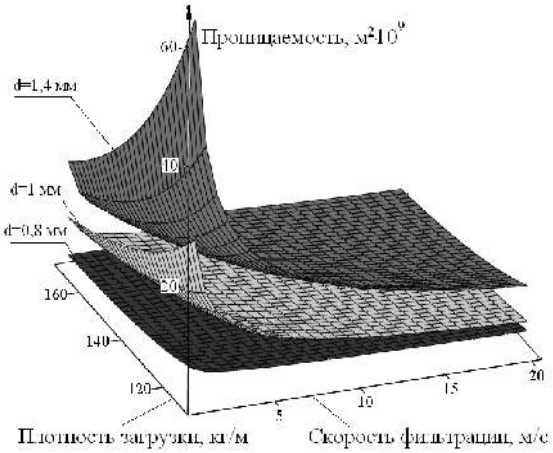


Рис. 2

Можно отметить, что проницаемость как при поперечной (рис. 1– зависимость проницаемости от плотности слоя, скорости фильтрации и диаметра стебля при поперечной продувке), так и при продольной (рис. 2 – зависимость проницаемости от плотности слоя, скорости фильтрации и диаметра стебля при продольной продувке) продувке значительно снижается с ростом плотности слоя. Теоретически при приближении плотности загрузки к величине тяжеловесности проницаемость асимптотически стремится к нулю, что объясняется снижением пористости. Зависимость проницаемости от скорости фильтрации наиболее выражена при низких значениях скорости, а при высоких становится менее существенной, что характерно для турбулентного режима.

Указанный характер зависимостей в большей степени проявляется при увеличении диаметра стебля (для комлевых участков).

При продольной продувке проницаемость выше, чем при поперечной. Отношение соответствующих значений проницаемости при прочих равных условиях увеличивается при повышении плотности слоя и снижении скорости фильтрации, как это видно на рис. 3 (соотношение проницаемостей слоя при продольной и поперечной продувке: 1 – скорость 2 м/с; 2 – скорость 8 м/с; 3 – скорость 16 м/с).

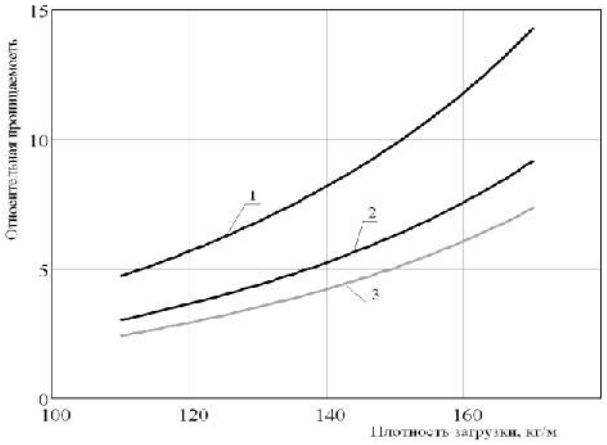


Рис. 3

Исходя и этого можно отметить, что при повышенной плотности загрузки, соответствующей тресте в рулонах, неоднородность слоя по плотности будет сильнее влиять на неоднородность поля скоростей, а следовательно, и на равномерность сушки рулона, особенно при низкой средней скорости продувки. Для повышения равномерности сушки необходимо увеличи-

вать скорость фильтрации сушильного агента.

В то же время повышение скорости продувки приведет к росту затрат электроэнергии на привод вентиляторов сушильной машины и отрицательно отразится на себестоимости. Таким образом, нахождение оптимальной скорости продувки при сушке тресты в рулонах представляет технико-экономическую задачу.

ВЫВОДЫ

Получены регрессионные зависимости проницаемости льняной тресты высокой плотности от скорости воздуха, диаметра стеблей и плотности слоя, и показана целесообразность повышения скорости продувки для снижения неравномерности рулона по проницаемости.

ЛИТЕРАТУРА

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

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

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

4. *Киселев Н.В.* Автоматизированное устройство для контроля проницаемости и разбраковки паковок мягкой мотки // Вестник КГТУ. –2009, №21. С.65.

Рекомендована кафедрой инженерной графики, теоретической и прикладной механики. Поступила 30.09.14.

УДК 677.022.28

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАТОЛИТА ПРИ ПОДГОТОВКЕ ЛЬНЯНОЙ РОВНИЦЫ К ПРЯДЕНИЮ*

USE OF THE CATHOLYTE BY PREPARATION FLAX ROVING FOR SPINNING

П.Н. РУДОВСКИЙ, А.П. СОРКИН, Ю.А. СОБАШКО
P.N. RUDOVSKY, A.P. SORKIN, YU.A. SOBASHKO

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

Проведены эксперименты по уточнению режимов обработки некрученой льняной ровницы в электрохимически активированных растворах с целью повышения мацерационной способности волокна.

Experiments were carried out to clarify the modes of processing flax untwisted rovings in electrochemically activated solutions in order to improve the ability of maceration flax fiber.

Ключевые слова: ровница, льняное волокно, электрохимическая активация, католит, мацерационная способность.

Keywords: roving, flax, electrochemical activation, catholyte, maceration ability.

Известно, что электрохимически активированные (ЭХА) водные растворы позволяют разрушать инкрусты в составе технического льняного волокна, улучшая его прядильные свойства [1].

Патентами [2], [3] защищены технические решения на обработку льняного волокна и ровницы электрохимически активированными (ЭХА) растворами с целью разрушения инкрустов и обеспечения продольного дробления технических комплексов волокон при его дальнейшей переработке [4]. Основным показателем, характеризующим пригодность волокна и полупродуктов текстильного производства к продольному дроблению при вытягивании, является мацерационная способность, численно определяемая как прочность при разрыве 10 см отрезков в мокром состоянии.

Анализ влияния структурных параметров ровницы и свойств волокна на прочность бескруточной ровницы рассмотрен в работах [5…9].

По предварительным данным обработка волокна в ЭХА растворах проводится при температуре порядка 60°С, в отличие от традиционной технологии, где такая обработка проходит практически в кипящих

* Работа выполнена в рамках госзадания на выполнение научных исследований на 2014, год тема № 115.

растворах, кроме того, сокращается время обработки. Замена традиционной технологии обработкой в ЭХА растворах позволит получить существенную экономию за счет энергосбережения. Кроме этого ЭХА растворы обладают малой минерализацией и не нуждаются в специальной утилизации. Развитие этого направления является перспективным для льняного прядения [10…12].

Результаты предварительных экспериментов по выявлению влияния обработки ровницы в ЭХА растворах на ее прочность описаны в [13].

С целью уточнения предварительных данных о режимах обработки бескруточной льняной ровницы [14…16] проводились эксперименты по оценке влияния обработки в ЭХА растворах на мацерационную способность бескруточной ровницы. Эксперименты проводились в лаборатории ЗАО "Институт электрохимических систем и технологий Витольда Бахира".

С целью разрушения лигнина, представляющего основной компонент инкрустов, бескруточная ровница, полученная мокрым способом, с линейной плотностью 670 текс подвергалась обработке католитом, получаемым на установках, производимых ООО "Delfin-aqua".

В качестве контрольного варианта использовалась ровница, обработанная в воде с начальной температурой 60°С.

Для обработки использовался католит с pH=11 и pH =12,8. Начальная обработка заключалась в погружении отрезков ровницы длиной 20 см на 30 мин в раствор католита с температурой 60°С при непрерывном помешивании. По завершении начальной обработки образцы последовательно извлекались из раствора и подвергались испытанию на разрыв с помощью специально изготовленного для этого тензометрического устройства. Устройство обеспечивало запись диаграммы "усилие-деформация". Испытание каждого последующего образца проводилось в среднем через 9 мин после предыдущего. Таким образом, последний из образцов находился в растворе еще 3 часа. Температура раствора при этом снижалась за счет естественного остывания до 20°С. Полученные значения разрывной нагрузки в зависимости от времени обработки приведены на рис. 1 – мацерационная способность бескруточной ровницы, обработанной в воде; рис. 2 – мацерационная способность бескруточной ровницы обработанной в католите с pH=11; рис. 3 – мацерационная способность бескруточной ровницы обработанной в католите с pH=12,8.

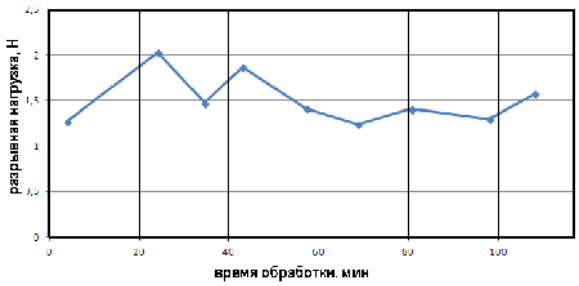


Рис. 1

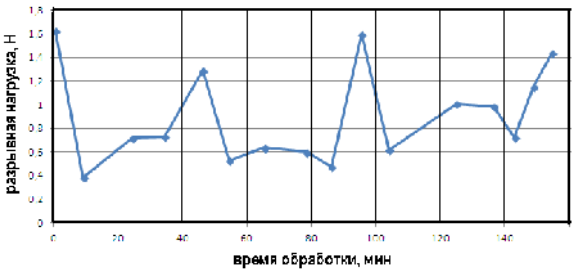


Рис. 2

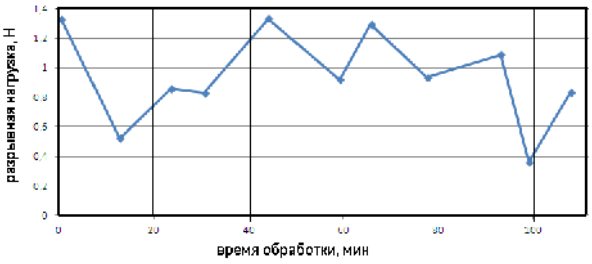


Рис. 3

Результаты экспериментов показали, что обработка в католите с pH=11 обеспечивает снижение прочности ровницы на 35%, а в католите с pH=12,8 – на 39%. Потеря прочности происходит в первые полчаса обработки. Дальнейшая обработка в течение 3 часов практически не влияет на мацерационную способность ровницы. Снижение прочности сопровождается уве-

личением неровноты по этому показателю. Так, при обработке в католите с pH=11 коэффициент вариации по прочности составляет 0,45 против 0,24 для необработанной ровницы, а при обработке в католите с pH=12,8 он равен 0,52. Это явление характерно для любых видов обработки и связано, с одной стороны, с тем, что при снижении среднего значения даже при сохранении величины разброса коэффициент вариации увеличивается. А с другой, интенсивность химической обработки неравномерна по длине ровницы и существенно зависит от плотности продукта, препятствующей проникновению раствора к волокнам, расположенным в его внутренних слоях.

В Ы В О Д Ы

1. Обработка ровницы в католите с pH=12,8 позволяет снизить прочность ровницы при испытании 10-сантиметровыми отрезками, то есть повысить мацерационную способность волокна на 39%.

2. Установлено, что при отсутствии активной циркуляции ЭХА растворов через слой намотки ровницы основной эффект от обработки происходит в первые 30 мин.

3. С увеличением мацерационной способности льняной ровницы увеличивается ее неровнота по линейной плотности.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *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.

2. Пат. №2467103 РФ. Способ формирования и подготовки некрученой ровницы к прядению и устройство для его осуществления. Рудовский П.Н., Соркин А.П., Смирнова С.Г., Гаврилова А.Б. Опубл. 20.11.2012, бюл. №32.

3. Пат. №2404300 РФ. Способ формирования и подготовки льняной ровницы к прядению. Петров В.Л., Гаврилова А.Б. Соркин А.П., Рудовский П.Н. и др. Опубл. 20.11.2010., бюл. № 32.

4. *Рудовский П.Н., Соркин А.П., Смирнова С.Г.* Подготовка ровницы к прядению в реакторе для электрохимической активации воды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 3. С. 51…55.

5. *Смирнова С.Г.* Имитационное моделирование прочности мокрой бескруточной ровницы // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2012, № 1 (28). С. 60…63.

6. *Смирнова С.Г.* Информационная поддержка процесса моделирования прочности мокрой бескруточной ровницы // Научный вестник Костромского государственного технологического университета. – 2012, № 1. С. 24.

7. *Рудовский П.Н., Соркин А.П., Смирнова С.Г.* Влияние условий формирования мокрой бескруточной ровницы на ее структуру и прочность // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 3. С. 34…38.

8. *Rudovsky P.N., Sorkin A.P., Smirnova S.G.* Influence of the conditions of forming a wet free from twist roving on its structure and durability // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 3. С. 34…38.

9. *Рудовский П.Н., Смирнова С.Г.* Математическая модель прочности мокрой бескруточной ровницы из льна // депонированная рукопись № 82-В2010 17.02.2010.

10. *Смирнова С.Г.* О перспективах прядения льна с применением бескруточной ровницы // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2013. Т. 1. № 2 (31). С. 19…21

11. *Смирнова С.Г., Соркин А.П.* Анализ процесса вытягивания некрученой ровницы на прядильной машине // Научный вестник Костромского государственного технологического университета. – 2013. Т. 1. № 2. С. 23

12. *Рудовский П.Н., Соркин А.П., Смирнова С.Г.* Проблемы технологии формирования ровницы для получения пряжи пониженной линейной плотности из льна // Научный вестник Костромского государственного технологического университета. – 2010, № 2. С. 12.

13. *Смирнова С.Г., Соркин А.П., Петров В.Л., Гаврилова А.Б.* Анализ влияния на прочность некрученой ровницы электрохимически активированного водного раствора // Изв. узов. Технология текстильной промышленности. – 2008, № 4. С. 56…58.

14. Пат. №2227824 РФ. Способ формирования некрученой ровницы из льняного волокна. Рудовский П.Н., Ямщиков А.В. Опубл. 27.04.2004, бюл. №12.

15. Пат. №49001 РФ. Устройство для формирования ровницы из льняного волокна. Рудовский П.Н., Соркин А.П., Кириллова Е.С. Опубл. 10.11.2005, бюл. № 31.

16. Пат. №90444 РФ. Устройство для формирования ровницы из льняного волокна. Рудовский П.Н., Палочкин С.В., Соркин А.П., Смирнова С.Г. Опубл. 10.01.2010, бюл. №1.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 30.09.14.

УДК 677.017

ПОВЫШЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА*

THE INCREASE OF MECHANICAL PROPERTIES OF MULTI-FUNCTIONAL TEXTILE MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF PRODUCTS FOR SPECIAL APPLICATIONS OF THE PETROCHEMICAL COMPLEX

Э.А. ХАММАТОВА
E.A. KHAMMATOVA

(Казанский национальный исследовательский технологический университет)
(Kazan National Research Technological University)
E-mail: venerabb@mail.ru

В работе рассматривается процесс обработки плазмой многофункциональных текстильных материалов специального назначения для повышения механических свойств швейных изделий. Представлены результаты исследования механических характеристик текстильных материалов, критерием оценки которых являлись относительная разрывная нагрузка, относительное разрывное удлинение и стойкость к истиранию. Установлено, что на процессы модификации текстильных материалов с содержанием натуральных и синтетических волокон влияют характеристики потока "холодной" плазмы. После плазменной модификации повышение свойств происходит за счет конформационных изменений макромолекул целлюлозы, вследствие чего возникает усиление межмолекулярных водородных связей между гидроксильными группами, что приводит к увеличению механических показателей образцов.

Разработанный многофункциональный текстильный материал для рабочей одежды специального назначения должен защитить от неблагоприятных производственных факторов, то есть одежда должна обладать износостойкостью, обеспечивать безопасность работы и сохранять здоровье рабочих.

The paper considers the process of special purpose to improve the mechanical properties of garments by plasma multifunctional textile materials. The investigation results of mechanical characteristics of textile materials, assessment criterion which were relative tensile load, relative fracture extension and abrasion resistance. It is established that the processes of modification of textile materials containing natural and synthetic fibers affect the flow characteristics of the cold plasma. Enhancing properties after plasma modification occurs due to conformational modifications of macromolecules cellulose, which resulted in the strengthening of the intermolecular hydrogen bonds between the hydroxyl groups, which leads to the increase of mechanical indexes of samples.

* Проект выполняется в организации исполнителе (Получателе субсидии) при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в соответствии с требованием соглашения №14.577.21.0019 о предоставлении субсидии на проведение прикладных научных исследований. Уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) RFMEFI57714X0019.

Developed multifunctional textile material of special purpose for the working clothes must be protected from harmful industrial factors that should be resistant to abrasion, to ensure security and maintain the health of workers.

Ключевые слова: плазма, модификация, прочность, стойкость к истиранию, текстильный материал, специальная одежда.

Keywords: plasma, modification, durability, resistance to abrasion, of textile material, special clothing.

Проблема конкурентоспособности изделий специального назначения занимает одно из центральных мест. Особую остроту она приобрела в отношении вредных производств, связанных с нефтеперерабатывающей и химической промышленностью, став одним из самых серьезных проблем при производстве и эксплуатации изделий специального назначения, которые выполняют защитные функции в процессе производства химической продукции и обеспечивают нормальное физиологическое функционирование человеческого организма в опасных или вредных условиях труда [1, с. 6].

Потребительские функции швейных изделий специального назначения зависят в равной степени от свойств применяемых текстильных материалов и от совершенствования технологических процессов в сфере текстильного производства, где материалы подвергаются механическим и физико-химическим методам воздействия. Как показали аналитические исследования, для улучшения качества текстильных материалов применяются в основном методы химической модификации [2].

При решении поставленной задачи использовали электрофизический метод воздействия с использованием плазменной установки. Среди электрофизических методов модификации наибольший интерес вызывают исследования на основе использования потока "холодной" плазмы высокочастотного (ВЧ) разряда пониженного давления, так как данный вид разряда обеспечивает модификацию не только поверхности, но и всего объема обрабатываемого материала [3,с.87]. Кроме того, характеристики потока "холодной" плазмы влияют на процессы модификации текстильных материалов с содержанием натуральных и синтетических волокон.

На основе проведенного обзора установлено, что на сегодняшний день одной из важных проблем является потеря механических свойств материалов для швейных изделий специального назначения до окончания нормативного срока носки.

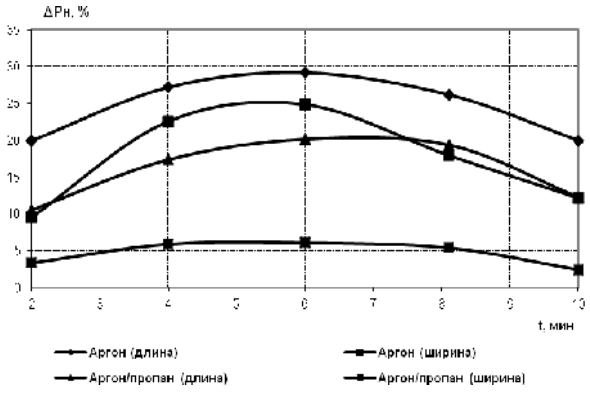


Рис. 1

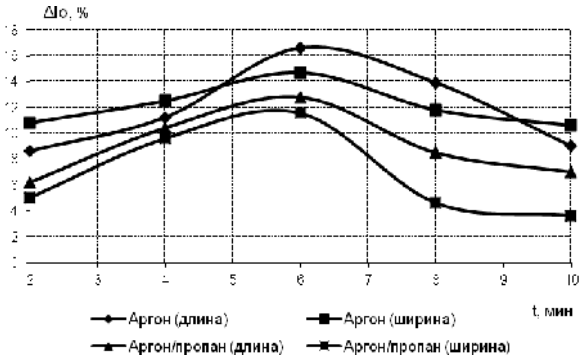


Рис. 2

Результаты исследования механических характеристик текстильных материалов, критерием оценки которых являлись относительная разрывная нагрузка и относительное разрывное удлинение, представлены на рис. 1 (влияние времени обработ-

ки потоком "холодной" плазмы на разрывную нагрузку многофункционального текстильного материала (G_{Ar}=0,04г/с; Р=26,6 Па; Рр=1,7кВт)) и рис. 2 (влияние времени обработки потоком "холодной" плазмы на относительное разрывное удлинение многофункционального текстильного материала (G_{Ar}=0,04г/с; Р=26,6 Па; Рр=1,7кВт)). Объектом исследования выбран многофункциональный текстильный материал для спецодежды с водоотталкивающей пропиткой "Климат Standard 250А" (арт. 81429).

Разрывная нагрузка многофункционального текстильного материала является важнейшим механическим показателем материалов для швейных изделий специального назначения. Стандартный метод экспериментальной оценки разрывной нагрузки материалов (ГОСТ 3813–72) позволяет определить их выносливость, то есть устойчивость к действию многоцикловых нагрузок [4].

В первом этапе экспериментально установлено, что характер кривых для всех видов плазмообразующих газов однотипен. Максимальные показатели прочности многофункционального текстильного материала "Климат Standard 250" (рис. 1) достигаются при времени обработки в течение 6 мин в плазмообразующем газе аргон: 29% по длине и 25% по ширине ткани относительно контрольных образцов, что связано с упорядочиванием структуры целлюлозы и повышением ее кристаллической фазы. После обработки в смеси плазмообразующего газа аргон-пропан-бутан в соотношении соответственно 70% к 30% разрывная нагрузка отличается менее чем на 14%.

Данный вид разряда позволяет не только упрочнять исследуемый ассортимент тканей, но и одновременно повышать их относительное разрывное удлинение (рис. 2) в плазмообразующем газе аргон максимально на 16,5%, а в смеси газов аргон-пропан-бутан эти показатели ниже соответственно на 3…4%.

Увеличение прочности и относительного разрывного удлинения образцов после плазменной модификации происходит за счет конформационных изменений макромолекул целлюлозы, вследствие чего происходит усиление межмолекулярных водородных связей между гидроксильными группами, что приводит к увеличению механических показателей образцов.

Для большинства тканей специальной одежды важным эксплуатационным свойством, определяющим размеры и форму швейных изделий, является не только прочность, но и стойкость к истиранию [5,с.144].

Истирание является основной причиной износа материалов при значительном воздействии производственных условий эксплуатации под действием трения и сопровождается ухудшением свойств многофункционального текстильного материала, а в отдельных случаях делает невозможным дальнейшее использование изделий по назначению. В конечной стадии истирания, когда нарушения в структуре нитей и ткани достигают критических значений, процесс разрушения идет чрезвычайно быстро и сопровождается удалением из ткани отдельных волокон и разрушенных участков нитей. Имеет место значительная потеря массы материала.

Экспериментальные исследования по определению стойкости к истиранию многофункционального текстильного материала осуществлялись по стандартной методике согласно ГОСТ 9913–90.

Для проведения испытаний из каждой отобранной точечной пробы вырезались по диагонали по три элементарных образца диаметром 80 мм для каждого вида испытания. На приборе ТИ-1М определяли выносливость образцов по числу циклов истирания до полного их износа (образования дыры). Подсчитывались как среднее арифметическое значения выносливости всех проб. Число циклов истирания фиксировали счетчиком. Погрешность среднеарифметического значения не превышала 0,1%.

На основе проведенных исследований установлено, что на показатель стойкости к истиранию существенное влияние оказывают вид плазмообразующего газа, время воздействия и мощность разряда.

В табл. 1 (изменение стойкости к истиранию от параметров обработки плазмой (G= 0,04 г/с; P = 26,6 Па; f = 13,56 МГц)) зафиксированы изменения стойкости к истиранию от параметров обработки плазмой.

Таблица 1

Виды тканей	Стойкость к истиранию (увеличение, %)					
	аргон – 100 %			аргон – 70 %, пропан-бутан-30 %		
	τ=3 мин	τ=6 мин	τ=9 мин	W_p=1,3 кВт	W_p=1,7 кВт	W_p=2,0 кВт
Климат Standard 250 (250*)	21,0	23,0	19,5	14,0	20,0	15,0
Премьер Standard 210 (210)	9,5	17,0	11,0	7,8	12,0	9,0
ЗПМ 216/4 (220)	14,5	20,0	17,0	12,0	16,0	14,0

* Поверхностная плотность, г/м^2.

Как показали исследования, повышение стойкости к истиранию в плазмообразующем газе аргон максимально – на 23%, а в смеси газов аргон-пропан-бутан эти показатели ниже, соответственно на 3…7%, поскольку происходит усиление межмолекулярных водородных связей между гидроксильными группами и уплотнение надмолекулярной структуры хлопковых волокон.

ВЫВОДЫ

1. Выпуск материалов, отвечающих наилучшим отечественным видам тканей, возможен только с применением новейших технологий. Важнейшее развитие традиционных технологических процессов на этапах выпуска текстильных материалов для разработки спецодежды нередко способствует значительному увеличению стоимости изделий и незначительному улучшению их механических показателей качества.

2. Максимальные показатели прочности многофункционального текстильного материала достигается при времени обработки в течение 6 мин в плазмообразующем газе аргон: 29% по длине и 25% по ширине ткани относительно контрольных образцов.

3. Повышение относительной разрывной нагрузки достигается в плазмообразующем газе аргон максимально на 16,5%, а в смеси газов аргон-пропан-бутан эти показатели ниже, соответственно на 3…4%. При этом наблюдается повышение стойкости к истиранию в плазмообразующем газе аргон максимально на 23%, а в смеси газов аргон-пропан-бутан эти показатели ниже, соответственно на 3…7%.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Пустыльник Я.И.* Безопасность для каждого рабочего // Рабочая одежда. – 2007, № 4 (39). С.6…7.
2. *Метелева О.В.* Теоретическое обоснование эффективного применения химических материалов при изготовлении защитных швейных изделий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №4. С. 109.
3. *Шарнина Л.В., Телегин Ф.Ю.* Текстильный материал, как объект плазменной обработки. Гидрофилизация поверхности // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2008, Т.51. Вып. 3. С.86…90.
4. *Власова Е.Н.* Количественная оценка конкурентоспособности текстильных изделий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №2. С.20.
5. *Абдуллин И.Ш., Хамматова В.В., Кумпан Е.В.* Исследование влияния комплексного воздействия потока низкотемпературной плазмы на механические свойства натуральных полимерных материалов // Вестник Казанского технологического университета. – Казань, 2011, №16. С. 144…147.

Рекомендована кафедрой дизайна. Поступила 30.09.14.

УДК 677. 024

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ НИТИ ПРИ ИЗГИБЕ*

THE METHOD OF DETERMINING THE RIGIDITY OF THE THREAD AT THE BEND

А.П. ГРЕЧУХИН
A.P. GRECHUKHIN

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

В статье представлен способ определения жесткости текстильной нити при изгибе и дано его обоснование. Особенностью способа является наиболее близкое соответствие схемы изгиба реальной нити в ткани. Это достигается благодаря тому, что нить под нагрузкой заправляют между двух опор в виде натянутых нитей.

In article the way definition of rigidity of a textile thread is presented at a bend and its substantiation is given. Feature of a way is the closest conformity of the scheme of a bend of a real thread in a fabric. It is reached thanks to that under loading fill a thread between two support in the form of the tense threads.

Ключевые слова: текстильная нить, определение жесткости, изгиб, реальная нить.

Keywords: textile thread, determining the rigidity, the bend, real thread

Существуют различные способы определения жесткости нити при изгибе. Остановимся подробно на способах [1], [2], которые, на наш взгляд, являются наиболее перспективными для использования.

В изобретении [1] способ определения жесткости нити при изгибе предусматривает измерение действительного радиуса кривизны нити, фактического угла охвата нитью цилиндра, натяжения в обеих ветвях нити. При этом радиус кривизны нити, при котором проводятся эксперименты, наиболее приближен к реальному. Недостаток данного способа заключается только в том, что нить изгибается около иглы, диаметр которой сложно подобрать для соответствия условий изгиба реальной нити в ткани.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-08-00475 а с участием Селиверстова В.Ю.

В работе [2] при определении жесткости нити используется нелинейная теория изгиба [3], которая успешно используется при моделировании структуры ткани [4…11]. Такой способ определения жесткости необходимо использовать при расчетах с помощью нелинейной теории изгиба [3]. Однако здесь могут возникнуть ограничения при использовании указанного способа. Согласно данным авторов [2] рассчитаем кривизну, которой соответствовала форма изгибающихся нитей. Используя [3], получаем значение 0,035 1/мм.

Нами был проведен эксперимент по определению жесткости льняной пряжи 50 текс (БМВЛ) согласно методике авторов [2]. Отмечаем простоту получения и точность полученных данных. Результат: уточная пряжа имеет жесткость 0,066 Н·мм², основная 0,0496 Н·мм². Далее провели расчет льняной ткани [6] и оценили кривизну нити в ткани, используя формулы [3]. Кривизна составила для уточной пряжи 0,67 1/мм, для основной пряжи 0,81 1/мм, что более чем в 20 раз больше, чем значение кривизны, полученное в опытах по определению жесткости нити при изгибе (0,035 1/мм), а этот факт может существенно повлиять на результаты расчетов параметров строения ткани. Также нами исследована углеродная ткань (основа и уток 205 текс, плотности по основе 60 нит/10 см и утку 50 нит/10 см) и кривизна нити составила 0,371 1/мм, что также существенно выше кривизны по методу [3]. На основании этого можно сделать вывод о целесообразности разработки дополнительных способов определения жесткости нити при изгибе с получением экспериментальных данных при большой кривизне нити, сопоставимой с реальной нитью в ткани, а также с учетом продольной нагрузки на нить.

В связи с этим задача, поставленная перед нами, состоит в расчете жесткости нити на изгиб при ее продольно-поперечном изгибе около нити, имитирующей противоположную систему нитей в ткани, находящейся под действием растягивающих усилий [12]. При этом возможно учитывать переменные значения жесткости при различных значениях растягивающих нагрузок и кривизны нити для расчета жесткости нити при изгибе. Нелинейная теория изгиба [3], используемая применительно к строению ткани в работах [4…11], предполагает в качестве допущения наличие сосредоточенной нагрузки в месте контакта нитей противоположных систем и отсутствие деформации сдвига. Такие же допущения мы принимаем и при расчетах жесткости нити при изгибе. Тогда схема изгиба нити согласно нашему способу выглядит следующим образом (рис. 1):

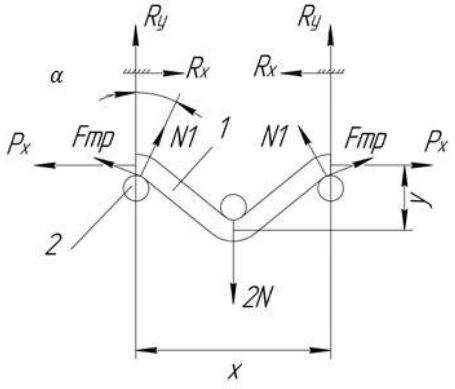


Рис. 1

Исследуемая нить 1 под нагрузкой Px заправляется около крайних опор 2, представляющих собой натянутые нити. Расстояние между опорами подбирается сопоставимо исследуемой ткани. Нить заправляется таким образом, чтобы между крайними опорами 1 она представляла прямую линию (располагалась горизонтально). Горизонтальную нить перекидывают через блоки, расположенные на расстоянии от опор 2, нить натягивают путем подвешивания груза к ее концам и заправляют в прибор, позволяющий фиксировать натяжение (мы использовали прибор "Метротекс"). Затем на такой же нити, как и опоры 2, подвешивают груз 2N между опорами и нить 1 занимает положение согласно рис. 1. На исследуемую нить действует растягивающая сила Px, сила нормального давления N1, сила трения Fтр. В опорах при этом возникают вертикальные реакции Ry и горизонтальные реакции Rx. В месте приложения нагрузки 2N возни-

кают такие же силы, как и в опорах 1 и 2 (N1, Fтр). Поэтому расчетная схема приводится к виду [6] – то есть к такому виду, при котором рассчитывалась нить в ткани в работах [4…11]. Следует отметить, что полученные значения жесткости при изгибе будут справедливы только в расчетах, в которых схема изгиба соответствует вышеприведенной на рис. 1, и использование при расчетах строения ткани в рамках нелинейной теории изгиба [3], например, распределенной нагрузки, потребует уточнения расчетной схемы изгиба и учета в расчетах распределенной нагрузки.

Так как в опоре имеется горизонтальная составляющая реакции и сила трения, то результирующая продольная сила Ркх будет рассчитываться.

Зная реакцию опоры Rx (предварительно измерив или рассчитав) и учитывая, что Ry = N, определяют силы Ркх, P и угол δo по формулам:

$$Pкx = Px - N1\sin(\alpha) + fN1\cos(\alpha), \quad (1)$$

где Ркх –результирующая растягивающая сила;α – угол наклона силы N1 к вертикали; f – коэффициент трения;

$$P = \sqrt{Pкx^2 + N^2}, \quad (2)$$

где P – равнодействующая сил Ркх и N;

$$\delta o = \frac{\pi}{2} + \operatorname{arctg}\left(\frac{Pкx}{N}\right), \quad (3)$$

где δo – угол, определяющий направление оси абсцисс по отношению к равнодействующей продольной и вертикальной сил в начальной точке [6, рис. 1, 2].

Учитывая, что

$$Rx = N1\sin(\alpha) - fN1\cos(\alpha), \quad (4)$$

где N1 – сила нормального давления между нитями, получаем:

$$Pкx = Px - Rx. \quad (5)$$

Затем определяем высоту изгиба нити y, расстояние между опорами x.

Окончательно с учетом нелинейной теории изгиба [3] получаем систему уравнений для определения жесткости нити на изгиб H:

$$\sqrt{\frac{P\ell^2}{H}} = \int_{\varphi A}^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\sqrt{1-k^2\cdot\sin(\varphi)}}, \quad (6)$$

$$\delta o = 2\arcsin(k\sin(\varphi A)), \quad (7)$$

$$\frac{y}{2} = \ell\left(\frac{2k\cos fA}{\sqrt{\frac{P\ell^2}{H}}}\cos\delta_o - \left(\frac{2\int_{fA}^{\frac{\pi}{2}}\sqrt{1-k^2\sin^2(f)}df}{\sqrt{\frac{P\ell^2}{H}}} - 1\right)\sin\delta_o\right), \quad (8)$$

$$\frac{x}{4} = \ell\left(\left(\frac{2\int_{\phi A}^{\frac{\pi}{2}}\sqrt{1-k^2\sin^2(\phi)}d\phi}{\sqrt{\frac{P\ell^2}{H}}} - 1\right)\cos\delta_o + \frac{2k\cos\phi A}{\sqrt{\frac{P\ell^2}{H}}}\sin\delta_o\right), \quad (9)$$

где ℓ – четверть длины изогнутой нити; φA – эллиптическая амплитуда в точке А; k – эллиптический модуль.

Здесь неизвестные величины φA, k, H, ℓ. Их получают путем решения системы уравнений.

Пример реализации заявленного способа экспериментально-расчетным путем.
Льняная нить 50 текс; 2N = 0,7 Н; Px = = 1,1 Н. На основе анализа фотографии участка изгиба определяли x = 2,00716 мм (x/4 = 0,50179 мм); y= 0,2356 мм (y/2 = = 0,1178 мм). Рассчитываем горизонтальную реакцию в опорах Rx. В нашем примере мы ее рассчитаем через угол α и силу трения Fтр. Определенные экспериментальные данные для расчета: α = 5,86°, f принимаем 0,3 [13], тогда N1 = 0,3414 Н.

Зная N1, можем определить Rx:

$$Rx = fN1\cos(\alpha)-N1\cos(90-\alpha) = 0{,}0696\text{Н}.$$

Тогда

$$Px_к = Px + Rx = 1{,}1603\ \text{Н},$$
$$P = \sqrt{Px_к^2 + N^2} = 1{,}212\ \text{Н},$$
$$\delta o = \frac{\pi}{2} + \operatorname{arctg}\left(\frac{Px_к}{N}\right) = 161{,}37°.$$

Далее решаем систему уравнений (6)…(9) численными методами (возможно использование ПО Mathcad, Mathlab).

Получаем следующие данные: k = 0,9999; φA = 1,42433; H = 0,01469 Н·мм²; ℓ = 0,5168 мм; кривизна при этом составляет 2,651 1/мм.

Существует погрешность ввиду сложности определения коэффициента трения f. Оценим ее. При использовании коэффициента трения, например f=0,2 , H = 0,0168 Н·мм². Изменение коэффициента трения в достаточно широком диапазоне дает разницу в расчете жесткости при изгибе 14,5%.

Таким образом, в отличие от авторов [2] при определении жесткости на изгиб мы используем значение интервала изгиба, которое приближенно соответствует реальному, а поверхность, около которых изгибается нить, имитирует противоположную систему нитей. Также мы учитываем продольную нагрузку на нить. Жесткость нити при изгибе по указанному способу значительной ниже, чем при использовании методики [2]. Однако следует отметить недостаток представленного способа – он трудоемок. В рамках представленного в настоящей статье способа возможна корректировка методики проведения экспериментов. Так, например, использовать натянутые нити, около которых изгибается исследуемая нить, целесообразно для нитей и пряж, поперечное сечение которых может сильно сопротивляться смятию. Это льняные и хлопчатобумажные нити, в частности. При определении жесткости при изгибе углеродных нитей необходимо учитывать, что их поперечное сечение слабо сопротивляется изгибу и поперечный диаметр при изгибе больше горизонтального диаметра в несколько раз, а если нити, около которых изгибается исследуемая нить, будут сильно натянуты, то это приведет к более сильному сопротивлению поперечника нити давлению со стороны огибаемой нити, а поэтому возможны погрешности при расчете жесткости нити на изгиб. Поэтому необходимы корректировки предложенного способа в зависимости от типа исследуемых нитей и пряж. Этому будут посвящены дальнейшие исследования. Также нами получены предварительные данные о значительном влиянии продольной силы на жесткость нити при изгибе в рамках предложенного способа определения жесткости нити при изгибе, чему будут посвящены следующие работы.

В Ы В О Д Ы

1. Существующие способы определения жесткости нити при изгибе имеют ограниченную область применения. Это не позволяет в полной мере использовать их при расчетах параметров строения ткани. Необходимо определить и ограничить круг задач, которые решаются с помощью различных способов определения жесткости нити при изгибе.

2. Предложен способ определения жесткости нити при изгибе, позволяющий учитывать продольную нагрузку на нить и

использовать в качестве огибаемой поверхности реальную нить.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. № 2219544 РФ. Способ определения жесткости текстильной нити при изгибе. Крутикова В.Р., Общанская И.В., Лустгартен Н.В. G01N33/36; заявлено 05. 08. 2002; опубликовано 20. 12. 2003, ФИПС.

2. *Егоров Н.В., Щербаков В.П.* Новый метод расчета жесткости нити при изгибе// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 5. С. 23…27.

3. *Попов Е.П.* Теория и расчет гибких упругих стержней. – М. : Наука. Гл. ред. физ. - мат. лит, 1986.

4. *Мельяченко Ж.В., Николаев С.Д.* Взаимосвязь технологических параметров ткачества и параметров строения вырабатываемых тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1991, № 1. С. 47...50.

5. *Николаев С.Д., Ковалева О.В., Ликучева А.А. и др.* Проектирование технологии тканей заданного строения.– М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2007.

6. *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/.

7. *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.

8. *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.

9. *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.

10. *Зайцев Д.В., Гречухин А.П.* Реализация метода расчета параметров строения ткани полотняного переплетения на основе нелинейной теории изгиба// Научные труды 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 определения жесткости текстильной нити при изгибе. Заявка на получение патента РФ № 2013125636 от 03.06.2013.

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

Рекомендована кафедрой технологии проектирования тканей и трикотажа. Поступила 30.09.14.

———————

УДК 677.024.84

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЛАКСАЦИИ УТКА НА РАПИРНОМ ТКАЦКОМ СТАНКЕ

THE STADY OF RIGILITY OF THE SYSTEM FILLING LOOMS

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

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

В статье представлены методы проведения релаксационного процесса в уточной пряже на ткацком станке Р1-190.

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

Ключевые слова: рапирный ткацкий станок, уток, релаксация.

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

При моделировании процесса выработки ткани на ткацком станке широко используются различные математические модели как отдельных технологических операций, так и элементов заправки [1…3]. При этом необходимо знать релаксационные (вязкоупругие) параметры основных и уточных нитей, которые, как правило, определяются на специальном испытательном оборудовании. Полученные таким образом вязкоупругие параметры пряжи могут существенно отличаться от тех, которые ей присущи непосредственно на ткацком станке, так как вязкоупругие свойства обладают так называемым свойством "наследственности", то есть зависят от всех предшествующих деформаций пряжи [4], [5]. Кроме того, современные АСУТП ткачества предполагают получение информации в режиме реального времени прямо с ткацкого станка для адаптации настроек станка под выработку конкретной ткани. Вязкоупругие параметры уточной пряжи и модуль упругости требуются при прогнозировании обрывности утка на станке [2], [3] и при расчете параметров структуры суровой ткани [6], а также некоторых технологических параметров, непосредственно связанных с потребительскими свойствами ткани, особенно с ее усадкой [7], [8].

Релаксацией называется падение со временем напряжения в образце, длина которого поддерживается постоянной. Для протекания релаксационного процесса в утке на ткацком станке необходимо обеспечить соответствующий режим деформирования уточной пряжи, то есть задать уточной нити некоторую деформацию, постоянную во времени.

В настоящей работе предлагается метод определения релаксационных параметров уточной пряжи непосредственно на ткацком станке. Для протекания релаксационного процесса на ткацком станке необходимо обеспечить соответствующий режим деформации пряжи, то есть задать нити утка некоторую деформацию, постоянную во времени. Режим постоянной деформации осуществляется с помощью механизма прокладывания утка.Проводятся следующие фазы деформирования:

– деформирование пряжи;

– сохранение постоянной деформации в течение проведения эксперимента (30…60 с).

Схема проведения экспериментов на ткацком станке Р1-190 (схема заправки утка) представлена на рис. 1 (1 – рапиры; 2 – механизм смены цвета утка; 3 – направляющая гребенка; 4 – тормозные пластины, 5 – электронная уточная вилочка; 6 – направляющие глазки; 7 – уточный накопитель; 8 – уточная бобина;9 – уточная нить; 10 – тензометрический датчик; 11 – измерительный комплекс ПАК 3).

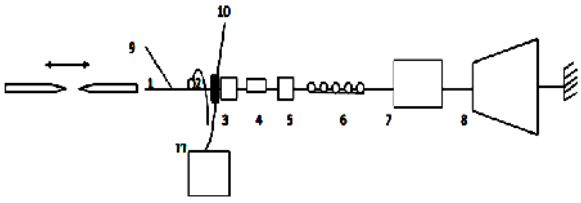


Рис. 1

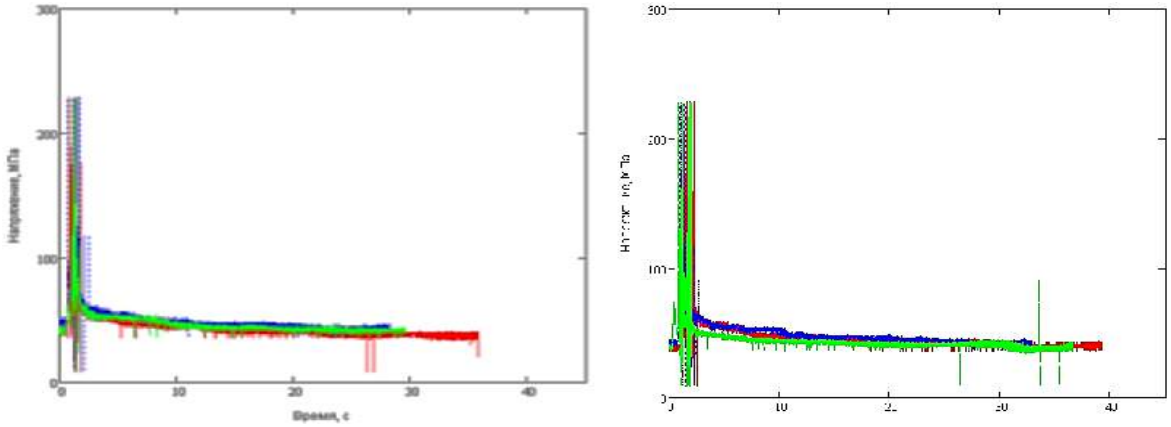
Датчик натяжения устанавливается после направляющей гребенки 3. Постоянная деформация создается путем управления работой рапир. Проводились следующие виды экспериментов:

– правая рапира доходит до встречи с левой (уток проложен до половины заправки станка), станок останавливается, при этом идет регистрация натяжения при постоянной деформации;

– уток прокладывается на всю ширину заправки станка.

В качестве утка применялась К 25×2 х/б пряжа.

В результате проведенных экспериментов получены кривые натяжения утка при прокладывании нити до половины заправки в одном эксперименте и на всю ширину – в другом. Примеры экспериментальных-кривых натяжения утка представлены на рис. 2, где а) – уток проложен на ½ ширины ткани, б) – уток проложен на всю ширину ткани.



а) б)

Рис. 2

Кривая релаксации, полученная стандартным методом испытания пряжи К 25×2 х/б при постоянной деформации, представлена на рис. 3.

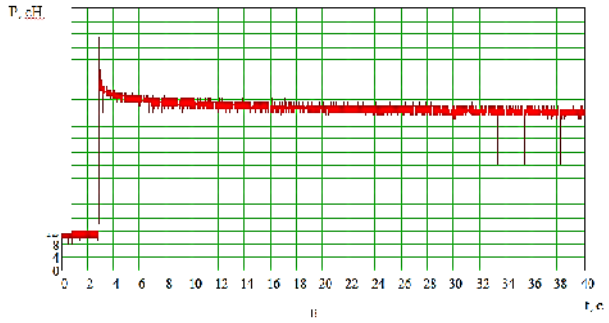


Рис. 3

Сравнивая эталонную кривую и кривые натяжения, полученные на станке, видим общий характер протекания релаксационного процесса. Таким образом, при предлагаемой схеме проведения испытаний на ткацком станке в утке происходит явление уменьшения натяжения при постоянной деформации – релаксация.

В Ы В О Д Ы

1. Предложен метод проведения релаксационного процесса в режиме постоянной деформации на рапирном ткацком станке.

2. Имеется возможность проведения эксперимента на релаксацию в двух вариантах:

– уток прокладывается на ½ ширины заправки;

– уток прокладывается на всю ширину заправки.

Оба варианта позволяют получить сопоставимые между собой кривые релаксации утка.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Сафонов П.Е., Федорова Е.Е., Фетисова О.Н., Юхин С.С.* Расчет повреждаемости арамидных нитей на ткацких станках различной конструкции //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 3.С.46…48.

2. *Егоров Н.В., Щербаков В.П.* Исследования свойств нитей Русар для изготовления технических тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. –2010, № 6.

3. *Назарова М.В., Романов В.Ю.*Оценка напряженности заправки ткацкого станка при изготовлении тканей различного переплетения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 2.

4. *Богатырева М.С., Старинец И.В.* Исследование релаксационных процессов в нитях основы на ткацком станке DORNIER HTV 6/SD 190 // Изв.

вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 4.С.89…92.

5. *Богатырева М.С.* Определение релаксационных параметров основы на ткацком станке // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 5.С.65…67.

6. *Сокова Г.Г., Малова Е.В., Королева А.Н., Нестерова И.А.*Исследование изменения параметров структуры суровой ткани в период отлежки // Сб. мат.: Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности. –Иваново: ИГТА, 2004.

7. *Сокова Г.Г.* Влияние периода отлежки суровой ткани на потребительские усадки готовой ткани// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, № 6.

8. *Сокова Г.Г., Бейтина А.А.* Отлежка – важный технологический этап тканеформирования// Сб. научн. тр. молодых ученых КГТУ. –Кострома, 2006.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования тканей и трикотажа. Поступила 30.09.14.

УДК 677.023

СПОСОБ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ПОСЛОЙНОЙ ПЛОТНОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПАКОВОК КРЕСТОВОЙ НАМОТКИ ПОД КРАШЕНИЕ

THE METHOD OF NONDESTRUCTIVE LAYER-BY-LAYER DENSITY TEXTILE PACKAGES CROSS WINDING UNDER DYEING

А.Г. БЕЗДЕНЕЖНЫХ
A.G. BEZDENEZHNYKH

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

Предложено использовать в научных исследованиях и производственной практике для контроля послойной плотности текстильных паковок крестовой намотки под крашение способ неразрушающего контроля с использованием рентгеновского излучения.

It is proposed to use in scientific research and industrial practice for the control layer density textile packages cross winding under dyeing method of nondestructive control with the use of x-ray radiation.

Ключевые слова: текстильная паковка, послойная плотность, рентгеновское излучение, структура намотки, емкость паковки, натяжение, обрывность нити.

Keywords: textile packages,density on layers, x-ray radiation, structure of winding, capacity of package, tension, end breakage.

Известно, что паковки, подвергающиеся жидкостной обработке (например, крашению), для обеспечения равномерности прокрашивания текстильной нити должны хорошо сматываться до последнего слоя нити, не иметь зон ленто- и жгутообразования, иметь одинаковую по величине плотность вдоль оси текстильной паковки и выполнение закона распределения послойной плотности по радиусу текстильной паковки. Воздействие наружных слоев на внутренние ведет к уплотнению слоев, прилегающих к патрону, и перераспределению массы нити по слоям паковки. В результате увеличивается сопротивление текстильной паковки прохождению кра-

сильного раствора из-за перераспределения массы нити внутренних прослоек [1]. Степень набухания волокнистого материала в текстильной паковке зависит от ее напряженно-деформируемого состояния, в частности, от плотности. Поэтому одним из основных контролируемых параметров качества текстильных паковок крестовой намотки под крашение является плотность вдоль оси текстильной паковки и послойная плотность по радиусу текстильной паковки [2], [3]. За слой намотанной текстильной нити принималась масса одного переработанного прядильного початка.

Необходимо отметить, что для определения плотности намотки текстильных паковок широко известны бесконтактные методы исследования как с помощью радиоактивных изотопов [4], так и путем пропускания сжатого воздуха через текстильную паковку [5].

Известен прибор [4], с помощью которого методом поглощения радиоактивного излучения без контакта детектора (датчика прибора) с измеряемым объектом (паковкой), проводятся исследования структуры текстильной паковки. Однако этот метод имеет ряд недостатков:аппаратура для исследований сложна в изготовлении и обслуживании; аппаратура не является промышленным образцом, выпущенным серийно; для получения достоверных результатов в зависимости от предполагаемой плотности паковки и характеристики намотанной на паковку текстильной нити необходимо подбирать различные бета-излучающие изотопы; для получения результатов послойной плотности в радиальном направлении паковки и вдоль оси паковки требуется осуществлять в процессе исследованияпослойное разматывание и послойное наматывание паковки, что продлевает время контроля; при послойном наматывании нити с паковки в процессе исследования будет происходить воздействие наружных слоев на внутренние, ведущее к уплотнению нижних слоев и перераспределению массы нити по слоям паковки, что повлечет за собой получение недостоверных результатов о послойной плотности; при послойном сматывании нити с паковки в процессе исследования будет происходить снятие давления с высвобождаемых слоев, что повлечет за собой получение недостоверных результатов о послойной плотности.

Исследования с помощью устройства [5] с пропусканием сжатого воздуха через текстильную паковку свидетельствуют о том, что оно также не повышает информативность о текстильной паковке и имеет недостатки: аппаратура не является промышленным образцом, выпущенным серийно; для получения информации о послойной плотности паковки необходимо продувать партию из 10…12 штук, так как результатом исследования является измерение аэродинамического сопротивления всей паковки (без локализации областей вдоль оси и по радиусу).

Наиболее полную информацию о плотности паковки может дать способ [6], применяемый при исследовании текстильных паковок с использованием рентгеновского излучения, с помощью дозиметра со вспомогательной аппаратурой. Однако этот способ также имеет ряд недостатков: аппаратура для исследований сложна в обслуживании; для получения результатов послойной плотности в радиальном направлении паковки и вдоль оси текстильной паковки требуется осуществлять в процессе исследования послойное разматывание и послойное наматывание паковки, что продлевает время контроля; при послойном наматывании нити с паковки в процессе исследования будет происходить воздействие наружных слоев на внутренние, ведущее к уплотнению нижних слоев и перераспределению массы нити по слоям паковки, что повлечет за собой получение недостоверных результатов о послойной плотности; при послойном сматывании нити с паковки в процессе исследования будет происходить снятие давления с высвобождаемых слоев, что повлечет за собой получение недостоверных результатов о послойной плотности.

В связи с недостатками рассмотренных методов контроля плотности текстильных паковок для контроляпослойной плотности текстильных паковок крестовой намотки

под крашение предлагается использовать способ неразрушающего контроля с использованием рентгеновского излучения [7], когда на текстильную паковку воздействует направленный пучок рентгеновского излучения с последующей фиксацией изображения текстильной паковки на радиографической пленке без проекционного увеличения изображения. На рис. 1 представлена схема комплекта размещения оборудования, реализующего данный способ.

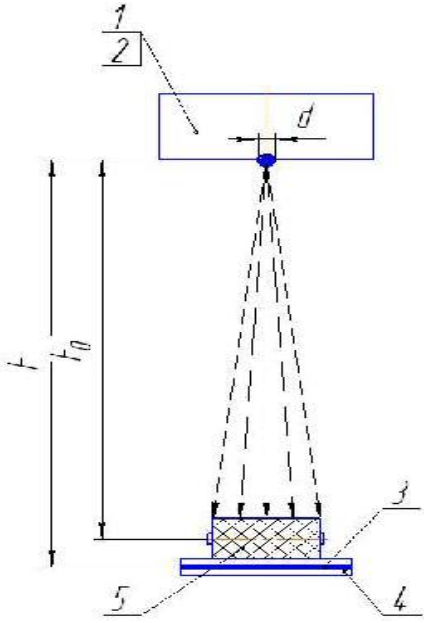


Рис. 1

В состав комплекта входит в качестве источника излучений компактный рентгеновский аппарат 1 непрерывного действия марки РАП-220-5Н с малым углом раствора пучка излучения (40°), оснащенный рентгеновской трубкой 2 марки 08БПК5-220 с малым размером фокусного пятна d (2×2 мм) при большой мощности излучения, высокочувствительная радиографическая пленка 3 марки "РТ-1" в кассете 4. Пленка радиографическая РТ-1 по своим рентген-сенситометрическим свойствам является уникальной. Среди пленок иностранных производителей, она не имеет аналогов. Ее структура такова, что она проявляет себя как высокочувствительная пленка только с флуоресцирующими и со свинцовыми экранами. Свечение усиливающих экранов под действием рентгеновского излучения в 60…100 раз повышает чувствительность пленки радиографической.

Комплект работает следующим образом: на стол рентгеновского аппарата устанавливается текстильная паковка 5 крестовой намотки под крашение. При работе рентгеновского аппарата 1, оснащенного рентгеновской трубкой 2, пучок рентгеновского излучения будет направлен на текстильную паковку. Рентгеновское изображение формируется при прохождении пучка рентгеновского излучения через исследуемый объект, имеющий неравномерную структуру. При этом пучок излучения на своем пути пересекает множество точек, каждая из которых в той или иной степени (в соответствии с атомной массой, плотностью и толщиной) поглощает его энергию. Однако суммарное ослабление интенсивности излучения не зависит от пространственного расположения отдельных поглощающих его точек. Очевидно, что все точки, вызывающие в сумме одинаковое ослабление пучка рентгеновского излучения, несмотря на различное пространственное расположение в исследуемом объекте, на пленке в одной проекции отображаются на одной плоскости в виде теней одинаковой интенсивности. Эта закономерность свидетельствует о том, что рентгеновское изображение является плоскостным. Плоскостной характер рентгеновского изображения может обусловить не только суммирование, но и вычитание теней изучаемых структур. Поэтому для получения дифференцированного изображения исследуемой области текстильной паковки нужно стремиться делать снимки как минимум в четырех взаимно перпендикулярных проекциях. Для получения результатов оптической плотности снимков в 4-х направлениях поля радиографической пленки используется электронный экспонометр марки "Фотон-1".

Степень проекционного увеличения зависит от пространственных взаимоотношений между рентгеновской трубкой, текстильной паковкой и радиографической пленкой. При значительном удалении исследуемого объекта от рентгенографиче-

ской пленки величина изображения существенно превосходит их истинные размеры [8]. Проекционное увеличение рентгеновского изображения в каждом конкретном случае легко рассчитать, разделив расстояние F"фокус трубки − детектор" на расстояние F_0 "фокус трубки − текстильная паковка". Чтобы размеры рентгеновского изображения стали близки к истинным размерам паковки (проекционное увеличение изображения текстильной паковки отсутствовало), необходимо расположить кассету 4 непосредственно за текстильной паковкой (установить паковку на кассету) и удалить рентгеновскую трубку на максимальное расстояние, ибо не малый угол раствора обеспечивает получение снимков без увеличения, а соотношение расстояний F "фокус трубки − детектор" и F_0 "фокус трубки − текстильная паковка", равное единице. При этом необходимо учитывать мощность рентгенодиагностического аппарата, так как интенсивность излучения изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния. При напряжении 100 кВ и установке на рентгеновской трубке тока 1 мА время просвечивания (экспозиция) составило 1,5 мин.

Для подтверждения преимуществ предлагаемого метода контроля распределения послойной плотности намотки в текстильных паковках [7] по сравнению с традиционным [9] контактным способом (закладкой металлических пластин в каждый слой текстильной паковки) проведен специальный эксперимент.За слой намотанной текстильной нити принималась масса одного переработанного прядильного початка. Текстильные паковки сомкнутой крестовой намотки формировались на мотальной серийной опаливающей прецизионной машине марки МПМО-8 [10], [11]. Режим наматывания паковок сомкнутой крестовой намотки оставался постоянным [12]: скорость наматывания нити на паковку 1000 м/мин; натяжение нити в зоне натяжной прибор – нитераскладчик 20 сН; усилие прижима паковки к укатывающему валику 22 Н; использовались хлопчатобумажные нитки линейной плотности 10 тексх3×3; наматывание нити проводилось на стандартный цилиндрический пластмассовый патрон диаметром 103 мм; процесс наматывания осуществлялся на одном технологическом месте. После обработки полученных данных были построены (рис. 2) графики распределения плотности намотки по слоям текстильной паковки, определенные контактным способом (пунктирная линия) и с использованием предлагаемого [7] способа неразрушающего контроля распределения послойной плотности намотки в текстильных паковках (сплошная линия).

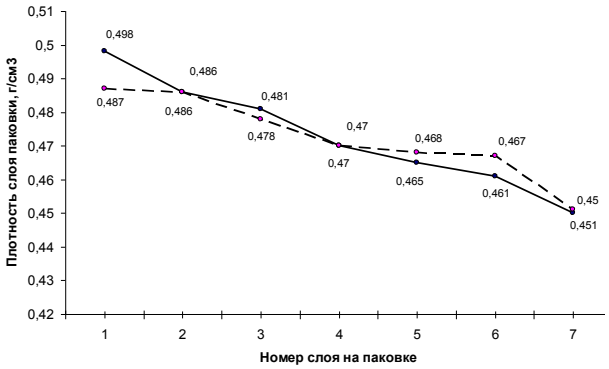


Рис. 2

Известно, что наиболее уплотненным слоем является слой нити, прилегающий к патрону. Поэтому наиболее достоверным результатом представляется значение плотности паковки 0,498 г/см^3, полученное с помощью предлагаемого способа контроля без нарушения ее целостности. Значения послойной плотности других слоев паковки, полученные традиционным контактным способом с закладкой металлических пластин в каждый слой текстильной паковки и с использованием предлагаемого способа неразрушающего контроля, различаются не более чем на 2%.

В Ы В О Д Ы

1. Предлагаемый способ контроля послойной плотности текстильных паковок крестовой намотки под крашение является бесконтактным, неразрушающим и позволяет повысить объективность контроля благодаря получению снимков без проекционного увеличения изображения паковки.

2. Предлагаемый способ является универсальным в отношении исследований текстильных паковок под крашение любого вида текстильной нити и может использоваться при наладке мотального оборудования для исключения брака конечного текстильного продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Безденежных А.Г., Борисова Е.А.* Анализ напряженного состояния текстильных паковок сомкнутой крестовой намотки // Изв. вуз. Технология текстильной промышленности. − 2011, №5.

2. *Безденежных А.Г.* Снижение неравномерности натяжения нитей на сновальной машине за счет использования конических паковок сомкнутой крестовой намотки// Изв. вуз. Технология текстильной промышленности. − 2013, №3.

3. *Безденежных А.Г.*Анализ проницаемости текстильной паковки сомкнутой крестовой намотки // Текстильная промышленность. − 2012, №2.

4. *Цагарели Н.В.* Прибор для определения строения паковок с помощью изотопов //Текстильная промышленность. – 1970, №1.

5. Пат. № 2148252 RU. Устройство для контроля качества текстильной паковки // Безденежных А.Г., Борисова Е.А. 2000, Бюл. №12

6. *Вайнер И.И., Стоянов С.Ф.* Экспериментальное исследование плотности намотки хлопчатобумажной пряжи в паковках // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1982. №3.

7. Способ неразрушающего контроля послойной плотности текстильных паковок крестовой намотки под крашение// Безденежных А.Г., Волков А.М., Заявка на изобретение № 2010135485.

8. *Румянцев С.В., Штань А.С., Гольцев В.А.* Справочник по радиационным методам неразрушающего контроля. – М.: Энергоиздат, 1982.

9. *Карезо В.Д.* Исследование и методы проектирования механизмов для регулирования плотности намотки пряжи на мотальных машинах: Дис….канд. техн. наук. – Кострома, 1970.

10. *Москаева Т.Б., Безденежных А.Г.* Исследование работы безынерционного лопастного нитераскладчика при наматывании текстильной паковки сомкнутой крестовой намотки// Текстильная промышленность. − 2013, №3.

11. *Безденежных А.Г.* Методика проектирования односекционного лопастного нитераскладчика для наматывания текстильной паковки сомкнутой крестовой намотки// Текстильная промышленность. − 2013, №3.

12. *Безденежных А.Г.* Обоснование и разработка устройства формирования паковки под крашение при прецизионном способе наматывания: Дис.... канд. техн. наук. – Кострома, 1998.

Рекомендована кафедрой технологии художественной обработки материалов, художественного проектирования, искусства и технического сервиса. Поступила 30.09.14.

УДК 677.024.054

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПЛОСКОГО ТОРМОЗА НА НАТЯЖЕНИЕ УТОЧНОЙ НИТИ В ЧЕЛНОКЕ

ESTIMATION OF INFLUENCE OF PLANE BRAKE ON TENSION OF WEFT IN A SHUTTLE

А.Б. БРУТ-БРУЛЯКО, М.Н. ЕРОХОВА
A.B. BRUT-BRULYAKO, M.N. EROKHOVA

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

Проведено исследование натяжения льняной уточной пряжи от скорости сматывания из челнока с плоским тормозом.

Research of dependence of linen weft tension of speed winding from shuttle with brake is carried out.

Ключевые слова: уточная нить, челнок, натяжение, скорость, тормоз.

Keywords: weft, shuttle, tension, speed, brake.

В производстве технических тканей используются челночные и бесчелночные ткацкие станки [1], [2]. На бесчелночных ткацких станках, где уточная паковка располагается с торца станков, представляется возможным замерить натяжение уточной нити. На челночных ткацких станках челнок постоянно при своем движении находится между нитями основы. Однако уровень натяжения уточной нити при выработке технических тканей представляет практический интерес.

При выработке тяжелых технических тканей уточную пряжу высокой линейной плотности формируют в трубчатые початки для увеличения длины уточной нити в челноке. Челноки для трубчатых початков выполняются только с направляющими шпильками или снабжаются специальными плоскими тормозками.

Натяжение уточной нити без тормоза обусловлено двумя направляющими шпильками и составляет не более одного процента от разрывной нагрузки [3].

При выработке тяжелых технических тканей на челночных ткацких станках используются челноки с тормозными пластинами.

Технологическая схема сматывания уточной нити из челнока с тормозом приведена на рис. 1.

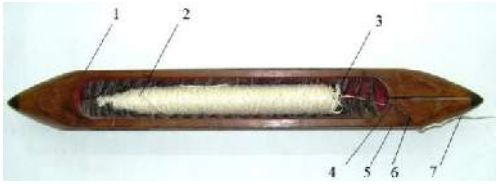


Рис. 1

Уточная нить сматывается с початка 2, который расположен в челноке 1. Для удержания початка от продольного смещения на внутренней поверхности его стенок расположена щетина 3. Сматывание уточной нити происходит с внутренней поверхности початка. Уточная нить движется внутри челнока, не задевая щетины, и огибает шпильку 4 под углом 90°. Затем уточная нить проходит плоское тормозное устройство 5 и на выходе из челнока огибает шпильку 6.

Натяжение уточной нити 7 в зеве создается за счет трения нити о поверхность намотки пряжи в початке при ее сматывании, трения о направляющие шпильки и плоским тормозом.

Для нахождения математической модели натяжения утка в зеве воспользуемся методикой из работы [4].

Начальное натяжение уточной нити складывается из натяжения ее при отделении от тела початка и определяется по формуле:

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

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

Далее нить огибает направляющую шпильку 4 и натяжение становится

$$F_2 = F_1 e^{f_1 \beta}, \qquad (2)$$

где β – угол обхвата нитью поверхности шпильки, рад; f_1 – коэффициент трения нити о стальную шпильку.

Затем нить проходит плоский тормоз 5, и натяжение будет:

$$F_3 = F_2 + N(f_1 + f_2), \qquad (3)$$

где N – усилие, с которым действует стальная пластина на нить, сН; f_2 – коэффициент трения нити о корпус челнока.

Затем нить огибает вторую шпильку 6, выходит из челнока, и натяжение составит:

$$F_4 = F_3 e^{f_1 \gamma}, \qquad (4)$$

где γ – угол охвата нитью поверхности шпильки, рад.

После подстановки в формулу (4) всех предшествующих выражений получим модель натяжения уточной нити 7 в зеве в развернутой форме:

$$F = \left[F_0 e^{(f\alpha + f_1 \beta)} + mv^2 e^{f_1 \beta} + N(f_1 + f_2)\right] e^{f_1 \gamma}. \qquad (5)$$

По формуле (5) проведен расчет натяжения льняной оческовой пряжи линейной плотности 96×4 текс при следующих исходных данных:F_0=0,5 сН; α = 90°; β = 90°; γ = 90°; m = 0,384$\frac{кг \cdot с^2}{м^2}$;n = 200 мин$^{-1}$; B_c = = 1,2 м; v = 12 м/с; N = 40 сН; f = 0,22; f_1 = = 0,2; f_2 = 0,22.

Расчетная величина натяжения уточной нити составила 24,3сН.

Для оценки реального натяжения льняной оческовой пряжи линейных плотностей 280 текс, 96×4 текс, 96×8 текс на кафедре технологии и проектирования тканей и трикотажа КГТУ создан стенд, который позволяет сматывать уточные нити из челнока с различными скоростями [4]. На стенде для контроля натяжения уточной нити устанавливали скорость движения нити на трех уровнях: 500, 600, 700 м/мин, что соответствует частоте вращения главного вала ткацкого станка АТ-120-Л5, n = 140; 170; 200 мин$^{-1}$. Плотность намотки льняной оческовой пряжи в початках составила 0,7 г/см^3.

Контроль натяжения движущейся нити, которая сматывается из челнока, осуществляли с помощью тензометра фирмы Смит (Германия).

Результаты замеров натяжения льняной оческовой пряжи представлены в табл. 1.

Таблица 1

Вид и линейная плотность пряжи, текс	Скорость движения уточной нити, м/мин								
	500			600			700		
	$\bar{F}$, сН	σ,сН	% от $P_р$	$\bar{F}$, сН	σ,сН	% от $P_р$	$\bar{F}$, сН	σ,сН	% от $P_р$
Оческовая суровая 280 текс	52,5	8,5	4,43	57,5	8,4	4,85	65	8,5	5,48
Оческовая беленая 96×4 текс	70	8,9	1,1	75	9,1	1,18	80	9,5	1,25
Оческовая беленая 96×8 текс	125	9,2	1,0	135	9,3	1,08	142,5	8,8	1,14

П р и м е ч а н и е. $\bar{F}$ – среднее значение натяжения пряжи, сН; σ – среднеквадратическое отклонение натяжения, сН; $P_р$– разрывная нагрузка пряжи; разрывная нагрузка льняной оческовой пряжи 280 текс составляет 1184 сН, льняной оческовой беленой пряжи 96×4 текс составляет 6310 сН, льняной оческовой беленой пряжи 96×8 текс составляет 12500 сН.

Результаты замеров натяжения уточной льняной пряжи при использовании челнока с дополнительным тормозом показали, что величина натяжения нити при выходе из челнока достигает 5,48 % от разрывной нагрузки. Данный уровень натяжения близок к уровню натяжения льняных нитей при сматывании из челнока со шпули.

С помощью критерия Стьюдента определили значимость различия средних значений натяжения уточной пряжи при разных скоростях сматывания. Для случая однородности дисперсий выборок расчетное значение критерия Стьюдента определим по формуле [5], [6]:

$$t_р = \frac{|Y_1 - Y_2|}{\sqrt{S^2\{Y\}}} \sqrt{\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}},$$

где $S^2\{Y\}$ – средняя дисперсия;

$$S^2\{Y\} = \frac{(m_1 - 1)S_1^2\{Y\} + (m_2 - 1)S_2^2}{m_1 + m_2 - 2}.$$

Для оческовой льняной пряжи линейной плотности 96×4 текс при числе испытаний $m_1 = m_2 = 20$ расчетное значение критерия Стьюдента составляет:

$$t_р = \frac{80 - 70}{\sqrt{84,73}} \sqrt{\frac{20 \cdot 20}{20 + 20}} = 3,43.$$

Так как табличное значение критерия Стьюдента $t_{табл}[P_д = 0,95, f = 38] = 2,02$ [5] меньше расчетного, то средние значения натяжения пряжи при разных скоростях относятся к разным генеральным совокупностям.

В результате аппроксимации величин натяжения пряжи, представленных в табл. 1, получены уравнения, показываю-

щие зависимость натяжения нитей от скорости движения:

- пряжа 280 текс F = 0,062v + 20,8;
- пряжа 96×4 текс F = 0,05v + 45;
- пряжа 96×8 текс F = 0,087v + 81,6.

Ошибка аппроксимации при доверительной вероятности 0,95 не превышает 1%.

В Ы В О Д Ы

Проведенные исследования натяжения льняной оческовой пряжи при сматывании ее из челнока с плоским тормозом позволяют заключить, что полученная математическая модель натяжения сматываемой нити из челнока отражает физический смысл натяжения нити, а фактическая величина натяжения льняных уточных нитей высокой линейной плотности при сматывании из челнока с тормозом не превышает 5,5% от разрывной нагрузки, что позволяет вырабатывать тяжелые технические ткани.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Керимов С.Г., Попов Л.Н.* Производство технических тканей. – М.: Легпромбытиздат, 1994.
2. *Попов Л.Н., Керимов С.Г.* Текстильные материалы технического назначения. – Ярославль: Типография комбината "Красный Перекоп", 2006.
3. *Брут-Бруляко А.Б., Ерохова М.Н.* Натяжение уточной нити при выработке фильтровальной ткани // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №4.
4. *Брут-Бруляко А.Б., Ширин А.А.* Натяжение уточной нити на челночном ткацком станке // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3.С. 70…73.
5. *Маховер В.Л.* Вероятностные методы исследования технологических процессов ткацкого производства. – Иваново: ИГТА, 2013.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования тканей и трикотажа. Поступила 30.09.14.

УДК 677.024.01

ЗЕВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ТРЕХМЕРНЫХ ТКАНЕЙ ПОВЫШЕННОЙТОЛЩИНЫ*

SHEDDING MECHANISM FOR MANUFACTURE OF 3D FABRICS OF INCREASED THICKNESS

В.Ю. СЕЛИВЕРСТОВ, В.В. ЛАПШИН, А.А. СМИРНОВ
V. YU. SELIVYORSTOV, V.V. LAPSHIN, A.A. SMIRNOV

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

В статье дано описание каретки с электронным блоком управления подъемом ремиз, позволяющей решать вопрос выработки трехмерных тканей сложной пространственной конфигурации и повышенной толщины.

In article description of carriage with electronic block of dobby control permitting to solve problem of manufacturing of three-dimensional fabrics of complex spare configuration and increased thickness is given.

* Работа выполнена в рамках государственного задания по проекту № 14.

Ключевые слова: трехмерная ткань, каретка с электромагнитным управлением, управляющая программа, ткацкий станок для производства 3D-тканей.

Keywords: three-dimensional fabric, carriage with electro-magnet control, controlling program, loom for 3-D fabric manufacture.

В настоящее время велик спрос на трехмерные тканые изделия, изготавливаемые из различного рода сырья. Эти изделия, как правило, специального назначения [1…4]. Среди них особую группу составляют углеродные ткани сложной пространственной конфигурации, используемые как армирующий наполнитель композиционных материалов – основа изделий специального назначения. Основной особенностью данных наполнителей является использование для их создания слоистокаркасных переплетений и повышенная толщина (более 50 мм) и, как следствие, большой раппорт данного изделия по утку (800 и более уточин). Данные переплетения, как описывалось ранее, вырабатываются на станках типа АТ или модернизированном станке с кареткой типа РК [5…8]. Однако следует отметить, что использование стандартного картона и самой каретки при таком раппорте не представляется возможным. Выход из создавшего положения – модернизация имеющихся зевообразовательных механизмов за счет введения в их устройство программируемых блоков управления совместно с набором электромагнитов (по числу ремиз), так как закупка зарубежных аналогов для большинства научных учреждений в настоящее время вещь невозможная вследствие большой цены на последние.

Нами в ходе решения задач, определенных ОАО ГСКБК ПВО "Алмаз-Алтей" и ОАО Ростекс "Технология", объединение "Композит", г. Обнинск для рапирного станка, созданного на базе станка АТ-60-Л5 с кареткой РК-12 [9], была разработана, изготовлена и испытана каретка РК-10 с электромагнитным блоком управления подъемом ремиз. Схема одноподъемной каретки РК-10 с электромагнитным управлением подъемом ремиз представлена на рис. 1.

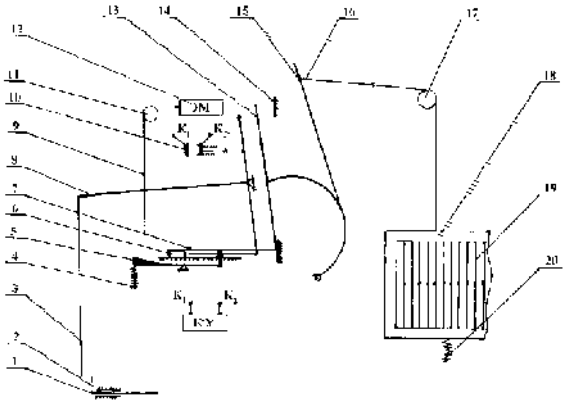


Рис. 1

От главного вала 1 через кривошип 2 и тягу 3 движение передается крестовине 8. Одно из плеч крестовины через тягу 3 связано с ножом 6, совершающим возвратно-поступательное движение. Нож 6 по команде управления может входить в зацепление с крючком 7, связанным с балансом 13, сидящем на среднем плече журавлика 15. Журавлик через гибкие подвязи 16 и блоки 17 связаны с ремизными рамами 18 с галевами 19. Нижняя часть ремизок связана с пружинами 20, возвращающими ремизные рамы в нижнее положение. Управление зацеплением крючка 7 с ножом 6 осуществляется через балансы 5, которые гибкими связями 9 через ролик 11 соединены с электромагнитами 12. Электромагниты 12 через контактную группу 10 управляют с программируемым блоком управления (БУ). Для стабильного возвращения балансов 5 в исходное положение служат пружины 4. Следует отметить, что в программируемый блок управления программа работы каретки (картон) вносится заранее посредством компьютера. Данная программа управления по мере надобности может оперативно заменяться на другую при смене ассортимента. В случае останова каретки, вследствие различных причин, предусмотрена ручная корректи-

ровка момента начала работы программоносителя, отображаемая на встроенном минидисплее, что позволяет исключить появление различного вида брака. Каретка рассчитана на максимальное использование в работе 10 ремиз, что является достаточным для получения большинства трехмерных изделий специального назначения.

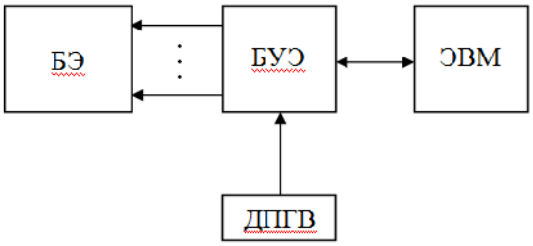


Рис. 2

На рис. 2 представлена структурная схема автоматизированного устройства управления ремизоподъемным механизмом каретки РК-10. Устройство включает блок электромагнитов (БЭ), датчик положения главного вала станка (ДПГВ), блок управления электромагнитами (БУЭ), управляющую ЭВМ.

Для управления электромагнитами используется транзисторный ключ, где транзистор подобран таким образом, чтобы он мог выдерживать ток коллектора 350...450 мА (это необходимая сила тока при питании 24 В для работы электромагнитов с нормальным усилием), при этом тепловыделение было умеренным, чтобы не применять радиатор. Управление электромагнитами будет инициироваться с ЭВМ через управляющую программу по интерфейсу USB.

Основу БУЭ составляет микросхема микроконтроллера ATmega8. Управляющая программа контролирует значение ДПГВ и переключает электромагниты в зависимости от его сигнала.

В Ы В О Д Ы

1. Разработанное устройство управления ремизоподъемным механизмом каретки РК-10 позволяет вырабатывать трехмерные армирующие наполнители композиционных материалов сложной пространственной конфигурации с величиной раппорта по утку свыше 1000 уточин.

2. Программирование работы устройств возможно автономно, с использованием стандартной ЭВМ с записью информации на флеш-карту памяти, и далее ввод через нее управляемой программы (картона) в управляющую ЭВМ устройства.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Павлихина И.Ю., Сумарукова Р.И., Николаев С.Д.* Разработка многослойных кремнеземных тканей разреженных структур // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №3. С. 19…21.

2. *Сергеев В.Т.* Перспективные многослойные ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №3. С. 22…24.

3. *Иманкулова А.С.* Текстильный материал из базальта как армирующая основа в композитах // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №7. С. 26…28.

4. *Бенецкая В.В., Селиверстов В.Ю., Киселев А.М., Рудовский П.Н., Киселев М.В.* Моделирование структуры тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С. 23…28.

5. *Селиверстов В.Ю., Иванюк Е.В.* Особенности технологии получения трехмерных слоисто-каркасных тканей // Вестник КГТУ. – №11, 2005. С.14…17.

6. *Селиверстов В.Ю., Гречухин А.П., Петров И.Н.* Взаимосвязь размеров зева с максимально возможной толщиной слоисто-каркасных тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №2. С. 52…54.

7. *Селиверстов В.Ю.* Строение и проектирование некоторых видов текстильных изделий и основы технологии их получения. – Кострома: КГТУ, 2005.

8. *Селиверстов В.Ю., Ерохова М.Н., Чернышева Л.В.* Автоматизированный способ построения заправочных рисунков слоисто-каркасных тканей. – Кострома: КГТУ, 2012.

9. *Селиверстов В.Ю., Петров И.Н., Черкасов К.А.* Механизм прокладывания утка для получения трехмерных текстильных изделий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1. С. 66…69.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования тканей и трикотажа. Поступила 30.09.14.

УДК 677.054

К ВОПРОСУ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА ТИПОРАЗМЕРА ГАЛЕВА РЕМИЗКИ

TO THE QUESTION OF RATIONAL CHOICE SIZE GALEVA HEALDS

Л.А.СЕКОВАНОВА, Ю.А. СОБАШКО, А.В. САВКИН
L.A. SEKOVANOVA, J.A. SOBASHKO, A.V. SAVKIN

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

Рассмотрен метод поддержки рационального выбора типоразмера галев ремизки. Рациональный выбор основан на математическом моделировании процесса воздействия галев на основные нити и численном критерии интенсивности этого воздействия. Разработанная ранее модель процесса уточнена и дополнена моделью расчета длины основы, необходимой для формирования одного элемента ткани.

The method support rational choice size heddles healds. Rational choice based on mathematical modeling of the process of impact heddles on the main thread and numerical criteria intensity of this impact. A General model of the process of revised and up-complete model of calculating the length of the basics needed to form one element of the fabric.

Ключевые слова: технологическая оснастка, галево, основные нити, моделирование процесса, критерий эффективности, уработка основных нитей.

Keywords: technological equipment, galeva, the main thread, process modeling, the criterion of efficiency, run-in of thread.

В настоящее время ассортимент технологической оснастки (галева, ламели, шпарутки, берда и др.), выпускаемой отечественными и зарубежными производителями, весьма широк и насчитывает десятки типоразмеров каждого наименования. При выборе оснастки текстильные предприятия, как правило, руководствуются ее стоимостью, сроком службы и удобством в эксплуатации, что подразумевает также снижение себестоимости и повышение качества вырабатываемых тканей. Чтобы сделать правильный выбор, сравнивая между собой по эффективности различные варианты, нужно иметь количественный критерий – показатель эффективности.

Для исследования воздействия оснастки на текстильные нити и ткань в основном используются физическое и математическое моделирование. Физическое моделирование менее универсально, чем математическое, требует больших затрат времени и средств. Кроме того, при исследовании влияния отдельных параметров на ход процесса иногда требуется исключить воздействие внешних случайных факторов. Этого практически невозможно добиться при проведении физических и натурных экспериментов.

В работе [1] в общем виде рассмотрен метод автоматизированного выбора рационального варианта технологической оснастки на основе математической модели ее взаимодействия с текстильным продуктом. Для успешного решения поставленной задачи математическая модель должна эффективно (достаточно правильно) отображать реальный процесс.

Одним из наиболее важных элементов оснастки является галево ремизки. Значимость его связана не только с массовостью и сроком службы, но и существенным

влиянием на уровень обрывности и, следовательно, на производительность ткацкого станка и качество вырабатываемой ткани. Известно, что наибольшие разрушающие воздействия при взаимодействии с нитенаправляющими элементами ткацкого станка основные нити получают именно в глазках галев ремиз:

1) нить в процессе ткачества совершает возвратно-поступательные движения через глазок, и элемент нити может подвергаться воздействию сил трения неоднократно;

2) интенсивность истирающих воздействий зависит от скорости нарастания фрикционных связей;

3) фрикционные связи обусловлены контактным напряжением смятия нити, величина которого определяется формой поверхности контакта, ее площадью и т.д.

Поэтому интенсивность разрушающих воздействий, воспринимаемых основными нитями в процессе ткачества, можно характеризовать интенсивностью их контактного и фрикционного взаимодействия с галевами [2].

В математической модели взаимодействия основной нити с галевом, представленной в работе [3], за критерий интенсивности разрушающих воздействий, воспринимаемых основной нитью за период образования элемента ткани, принята величина

$$Int = f\sigma_{см} m\ v_{ср}, \qquad (1)$$

где f – коэффициент трения скольжения нити по поверхности глазка; $\sigma_{см}$ – максимальное напряжение смятия нити; m – число взаимных перемещений при возвратно-поступательном движении нити относительно глазка; $v_{ср}$ – средняя скорость перемещения нити через глазок.

Для расчета максимального напряжения смятия $\sigma_{см}$ взята известная формула Герца контактного взаимодействия двух цилиндров с взаимно перпендикулярными осями [4]. Число взаимных перемещений m нити относительно глазка галева зависит от суммарной величины пути трения $\sum S_t$ и длины основы $\Delta\ell_o$, необходимой для формирования одного элемента ткани:

$$m = \sum S_t \Big/ \Delta\ell_0 . \qquad (2)$$

В работе [3] величина $\Delta\ell_o$ рассчитывалась по формуле $\Delta\ell_o = 100(1+0{,}01a_o)/P_y$, где P_y плотность ткани по утку (нитей/дм), a_0– величина уработки нитей основы (%).

Величина уработки, указанная в технических заправочных расчетах на ткань, вычисляется как относительная разность между длиной основной нити, заработанной в ткань, и длиной выработанной ткани после отлежки. Поэтому может значительно отличаться от расчетной для однородной идеально гибкой, нерастяжимой нити с круговым поперечным сечением, принятой в работе [3].Следовательно, для уточнения Int-критерия эффективности (1) необходима математическая модель расчета величины $\Delta\ell_o$ – длины нити основы, которая, с учетом указанных допущений и ограничений, требуется на образование одного элемента ткани полотняного переплетения на ткацком станке.

Известно, что основная нить, огибая уточные нити, по форме близка к синусоиде. Поэтому за величину $\Delta\ell_o$ обычно принимают длину полуволны синусоиды:

$$f(t) = 0{,}5(r_o + r_y)\sin\frac{\pi}{\Delta\ell_y}t,$$

где $\Delta\ell_y$ – расстояние между центрами двух соседних уточных нитей; r_y и r_o – радиусы поперечного сечения уточной и основной нити соответственно.

Однако аналитический метод расчета длины дуги синусоиды приводит к неберущемуся интегралу, который вычисляется только численными методами:

$$\Delta\ell_o = \int_0^{\Delta\ell_y} \sqrt{1 + a\cos^2\frac{\pi}{\Delta\ell_y}t}\ dt,$$

где $\Delta\ell_y = \frac{100}{P_y}$, $a = \frac{\pi^2(r_o + r_y)^2}{4(\Delta\ell_y)^2}$ (3)

Для того чтобы получить аналитическое выражение для вычисления длины

дуги основной нити и тем самым ускорить процесс ее вычисления в программной модели, примем ее за дугу окружности подходящего радиуса. В этом случае удобно воспользоваться формулой Гюйгенса:

$$\Delta\ell_o \approx 2\ell + \frac{1}{3}(2\ell - L), \qquad (4)$$

где $\ell = |OA|$, $L = |OB| = \Delta\ell_y$. С уменьшением угловой меры дуги относительная погрешность формулы Гюйгенса резко уменьшается. Если дуга OAB содержит 60^o, то относительная погрешность составляет примерно 0.02% ° (рис. 1 – дуга окружности OAB с центром в точке O_1).

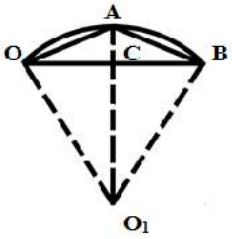


Рис. 1

На основе формулы Гюйгенса и с учетом принятых допущений получена математическая модель расчета $\Delta\ell_o$ длины нити основы (мм), которая требуется на образование одного элемента ткани полотняного переплетения:

$$\Delta\ell_o = \frac{8}{3}\sqrt{\left(\frac{50}{p_y}\right)^2 + 0{,}25(r_o + r_y)^2} - \frac{100}{3p_y} \quad . (5)$$

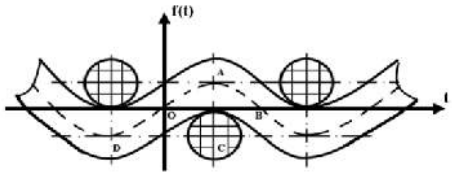


Рис. 2

Для ткани полотняного переплетения с одинаковой линейной плотностью нитей основы и утка (рис.2) формула (5) примет вид:

$$\Delta\ell_o = \frac{8}{3}\sqrt{\left(\frac{50}{p_y}\right)^2 + (r_y)^2} - \frac{100}{3p_y} \quad . \qquad (6)$$

В табл. 1 приведены характеристики тканей и расчетные значения длины основы, приходящейся на один продольный элемент некоторых видов тканей, вырабатываемых в настоящее время в ткацком производстве ООО "БКЛМ-АКТИВ" (г. Кострома).

Таблица 1

Ткань	Вид и линейная плотность пряжи, текс	Число нитей на1дм		Расчетные радиусы поперечного сечения нитей, мм		Расчетные значения $\Delta\ell_0$, мм	
	основа и уток	основа(Po)	уток (P_y)	основа(r_o)	уток(r_y)	формула(6)	интеграл(3)
№1 Обр. 06003	БМ 56 ВЛ	172	156	0,14	0,14	0,72	0,70
№2 Обр. 876	БМ 86 ОЛ	139	132	0,17	0,17	0,85	0,83
№3 Обр. 506080	БМ 86 ОЛ	109	83	0,17	0,17	1,27	1,3
№4 Обр. 905069	С 29 х/б	208	115	0,1	0,1	0,9	0,92

Для каждой ткани вычислены значения $\Delta\ell_o$ по формуле (6) и численным методом Симпсона с помощью интеграла (3). Результаты расчета показали, что значения $\Delta\ell_o$, вычисленные через длину дуги окружности (6) и длину дуги синусоиды (3), отличаются незначительно. При этом численный метод, ввиду накапливающейся погрешности, в некоторых случаях дает столь малые значения $\Delta\ell_o$, что приводит к отрицательной уработке. Анализ значений уработки, указанной в технических запра-

вочных расчетах на ткани данного ассортимента и вычисленной согласно модели (5), показал, что данная модель вполне адекватно представляет величину $\Delta\ell_o$.

На основе программной модели, представленной в работе [3], разработана подсистема СППР (система поддержки принятия решения) автоматизированного выбора рационального типоразмера галева для заданного артикула ткани. Программная модель дополнена моделью расчета $\Delta\ell_o$ и переведена на язык MicrosoftVisual C# 2010 Express с улучшенным интерфейсом. По усовершенствованной программной модели проведен машинный эксперимент с целью определения рационального типоразмера галева для рассматриваемых видов тканей, а также влияния фазы строения ткани на величину выходного параметра Int.

Для машинного эксперимента были взяты семь типоразмеров металлических галев из ремизной проволоки (ОАО "Ремиз", г. Иваново) и три типоразмера пластинчатых галев для ремизных рам с узкими галевоносителями (ОАО "Красная Маевка", г. Кострома). Характеристики галев приведены в табл. 2 .

Таблица 2

Обозначение	Вид галева	Тип галева	Размеры поперечного сечения проволоки или пластины, мм	Размеры ушка, мм	Размеры глазка, мм
2 М	Металлическое	II	d=0,4	16,0×5,0	6,0×3,0
3 М	Металлическое	II	d=0,5	16,0×5,0	4,0×2,0
6 М	Металлическое	II	d=0,8	16,0×5,0	6,0×3,0
7 М	Металлическое	II	d=0,8	16,0×8,0	8,0×3,0
1 П	Пластинчатое	I	2,3×0,35	16,0×1,7	6,0×1,5
2 П	Пластинчатое	I	2,6×0,4	16,0×1,7	6,5×1,8
3 П	Пластинчатое	I	2,0×0,3	16,0×1,7	5,5×1,2

Для тканей, указанных в табл.1, вычислялось значение Int-критерия интенсивности разрушающих воздействий галева на основную нить. В табл. 3 (результаты машинного эксперимента), в порядке возрастания числовых значений критерия, помещены три "лучших" результата для каждой ткани. Эксперимент с моделью (6), адаптированной к расчету величины $\Delta\ell_o$ для 9-й фазы строения ткани, показал, что значения выходного параметра Int реагируют на изменение фазы строения ткани, но сравнительное соотношение его значений не изменяется. Таким образом, изменение фазы строения ткани не влияет на выбор рационального типоразмера галева.

Таблица 3

Номер ткани	Пластинчатые галева		Наилучший вариант галева	Металлические галева		Наилучший вариант галева
	критерий Int, Дж/мм^2	галево		критерий Int, Дж/мм^2	галево	
1	12,8	1П	1П	12,17	6М	6М
	13,79	3П		12,43	7М	
	16,91	2П		17,18	3М	
2	10,47	1П	1П	9,45	6М	6М
	11,31	3П		9,66	7М	
	14,23	2П		12,46	3М	
3	6,32	1П	1П	5,37	6М	6М
	6,87	3П		5,49	7М	
	8,79	2П		7,66	3М	
4	9,13	1П	1П	9,39	6М	6М
	9,97	3П		9,6	7М	
	12,62	2П		13,02	2М	

Результаты машинного эксперимента для рассматриваемых тканей показали, что проволочные галева оказывают меньшие разрушающие воздействия на льняную и оческовую пряжу, чем пластинчатые. Для ткани из хлопчатобумажной пряжи в основе и утке (обр. 905069), вырабатываемой на ООО "БКЛМ-Актив", г. Кострома, целесообразнее использовать пластинчатые галева 1П.

Дальнейшее совершенствование модели предполагается в направлении учета стохастичности процесса. Рассматриваемая модель имитирует взаимодействие нити с элементами технологической оснастки во времени без учета неровноты пряжи по толщине. Для определения влияния на критерий интенсивности Inthеровноты пряжи по линейной плотности разработаны стохастические модели расчета толщины пряжи в момент ее взаимодействия с глазком галева ([5], [6]).

В Ы В О Д Ы

1. Для уточнения критерия интенсивности взаимодействия основной нити с галевом разработана математическая модель для расчета длины нити основы, зарабатываемой в ткань при образовании одного элемента ткани полотняного переплетения, исключающая, за счет применения формулы Гюйгенса, в алгоритме расчета применение тригонометрических функций и численное интегрирование.

2. Результаты машинного эксперимента с уточненной моделью показали, что интенсивность разрушающих воздействий галева на основную нить зависит, кроме всего прочего, и от его типоразмера. Рациональный вариант галева не зависит от фазы строения ткани и его целесообразно выбирать по наименьшему значению критерия интенсивности.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Секованова Л.А.*Методический подход к моделированию взаимодействия основной нити с технологической оснасткой ткацкого станка // С. тр. XX Междунар. научн.-техн. конф.: Математические методы в технике и технологиях. – Ярославль: ЯГТУ, 2007.

2. *Секованова Л.А.* Анализ силового взаимодействия в зоне контакта основной нити с глазкомгалева ремизы // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №3.

3. *Секованова Л.А.* Теория взаимодействия основной нити с элементами технологической оснастки ткацкого станка и принципы моделирования процесса. – Кострома: Изд-во КГТУ, 2006.

4. *Секованова Л.А.* Метод оценки контактных напряжений при взаимодействии основной нити с глазком галева ремизы//Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, №3.

5. *Секованова Л.А., Рыбакова Н.А.* Стохастическое моделирование пряжи по толщине// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №5.

6. *Секованова Л.А., Рыбакова Н.А.* Применение теории случайных функций к моделированию неровноты пряжи// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5.

Рекомендована кафедрой высшей математики. Поступила 30.09.14.

УДК 677.074.017

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ "НИТЬ-ЛЕЗВИЯ НОЖНИЦ" МЕХАНИЗМА ОБРЕЗКИ ЛОЖНОЙ КРОМКИ ТКАНИ СТАНКА DORNIER С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ANSYS*

ANALYSIS OF THE STRESS-STRAINED STATE OF SYSTEM ELEMENTS "THREAD - SCISSOR BLADES" OF FALSE EDGING TISSUE PRUNING MECHANISM OF THE LOOM DORNIER WITH THE HELP OF SOFTWARE PACKAGE ANSYS

В.А. ГУСЕВ, К.В. ДУБИНКИН
V.A. GUSEV, K.V. DUBINKIN

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

Проведен анализ влияния геометрии заточки ножниц механизма обрезки ложной кромки ткани рапирного ткацкого станка Dornier на напряженно-деформированное состояние системы "нить-лезвия ножниц" для выбора рациональных конструктивных параметров ножниц.

The work considers analysis of the influence of the geometry of sharpening scissors of the pruning false tissue mechanism of the rapier loom Dornier on the stress-strained state of "thread – scissor blades" system to select the efficient constructive scissors parameters.

Ключевые слова: ткацкий станок, Dornier, нить, лезвия ножниц, механизм, ложная кромка.

Keywords: loom, Dornier, thread, scissor blades, mechanism, false edge.

В процессе работы рапирного ткацкого станка Dornier происходит интенсивное взаимодействие лезвий ножниц механизма обрезки ложной кромки с нитями утка следствием чего является изнашивание режущих кромок, их притупление и в конечном итоге – потеря режущей способности механизма и возникновение брака ткани [1].

Процесс разрезания ножницами ложной кромки представляет собой частный случай измельчения материала и поэтому подчинен общим законам разрушения материалов под действием внешних сил, превосходящих силы молекулярного сцепления [1].

Задачей данного исследования являлось изучение напряженно-деформированного состояния системы "нить – лезвия ножниц" в зависимости от геометрии заточки лезвий.

Для решения поставленной задачи в работе в качестве расчетного инструмента применялась CAE-система конечно-элементного моделирования – программный комплекс ANSYS.

Работа в ANSYS выполнялась в интерактивном режиме, который позволяет использовать наиболее подходящие свойства графического режима, построчной подсказки, системного меню и графического выбора.

После входа в интерактивный режим диалог пользователя с программой осуществляется через многооконный "графический интерфейс пользователя", в котором меню представляет собой перечень нескольких логически связанных процедур управления программой, расположенных в отдельных окнах.

Данная работа была выполнена при консультации Пустового А.В.

Физико-механические свойства материалов системы "нить-лезвия ножниц" (модуль Юнга, коэффициент Пуассона, плотность) не зависят от геометрии элемента, поэтому для каждого типа используемых конечных элементов они должны задаваться отдельно. Кроме того, для одного и того же элемента задаются различные комбинации свойств материала. В зависимости от постановки задачи свойства материала могут быть линейные, нелинейные, анизотропные, температурно-зависимые и т.д. Свойства модели можно посмотреть и редактировать в диалоговом окне Engineeringdata.

В программе ANSYS существует два способа построения геометрической модели: импорт модели, предварительно построенной другой программой; твердотельное моделирование с использованием внутреннего редактора. Можно выбрать любой их этих методов или использовать их комбинацию для построения расчетной модели [5].

Нами разработана трехмерная модель механизма ножниц ткацкого станка DORNIER в Solid Works (рис. 1), которая была импортирована в ANSYS.

Программа ANSYS позволяет наносить сетку на модель, импортированную из другой программы, а также имеет возможность менять геометрию модели с целью упрощения расчета.

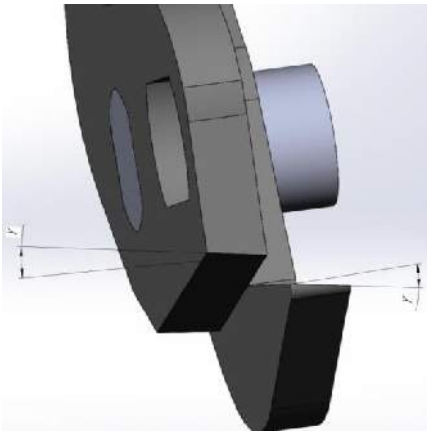
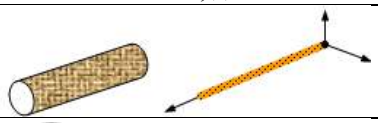
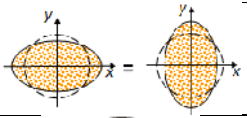
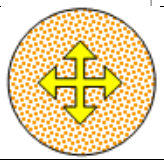
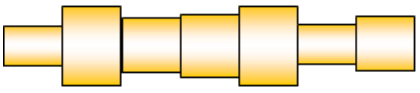


Рис. 1

Таблица 1

№ п/п	Допущения/Идеализация	Параметры
1	Геометрические свойства нити считаются известными или генерируются по известному закону распределения	Диаметры (*неровнота*), форма поперечного сечения, длина.
2	Нить изначально представляется как объект твердотельного моделирования или линейный объект с пространственными степенями свободы	
3	Форма поперечного сечения нити изначально рассматривается в двух вариантах: круглая и эллиптическая	
4	В поперечном сечении нить считаем однородной	
5	Гетерогенность геометрических и механических свойств в плоскости сечения отсутствует. Механические свойства одинаковы в поперечном сечении. Возможность вариации механических характеристик рассматривается только в продольном направлении	
6	Вариация геометрических характеристик рассматривается дискретно и только по отношению к диаметрам (*неровнота по диаметрам*)	
7	Механические и физические свойства считаются известными	Модуль упругости E_x, коэффициент пуассона μ, диаграмма деформирования (нагрузка-удлинение, напряжения-деформации), плотность вещества(нити) ρ.

Использование автоматических средств позволяет улучшить модель за счет устранения ненужных зазоров, перекрытий или взаимных внедрений ее частей, а также

выполнить слияние объектов и создание объемов. Это дает возможность получить значительно более простую расчетную модель путем ее "подчистки". Процедуры упрощения позволяют наилучшим образом подготовить модель для нанесения сетки за счет удаления отверстий, полостей и выпуклостей, исключения мелких подробностей [3], [4], [6], [7].

Допущения, принятые при создании моделей нити [2].

Текстильные материалы вследствие своей неоднородности как по геометрическим, так и по механическим свойствам представляют собой достаточно сложные объекты, моделирование которых без применения идеализации и принятия допущений не представляется возможным.

Представим нить в виде объемного равномерно протяженного тела с правильной формой поперечного сечения (см. допущения и идеализация модели нити) (рис. 2-а). С точки зрения конечно-элементного подхода объемную модель можно аппроксимировать с определенной степенью точности объемными конечными элементами, которым могут быть присвоены различные механические свойства (рис. 2-б).

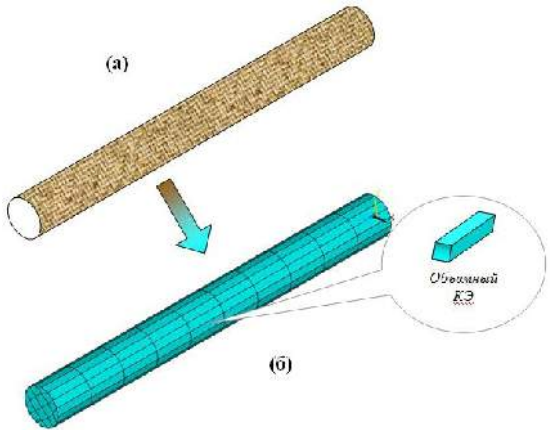


Рис. 2

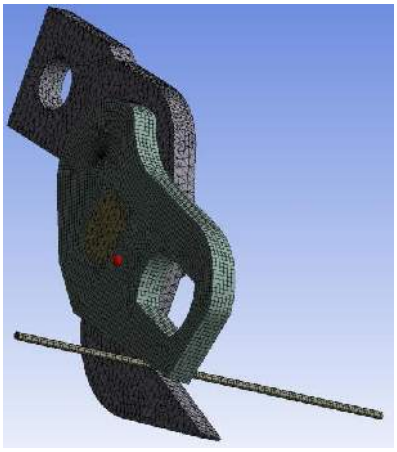


Рис. 3

Общий вид сетки конечных элементов системы нить – лезвия "ножниц" представлен на рис. 3

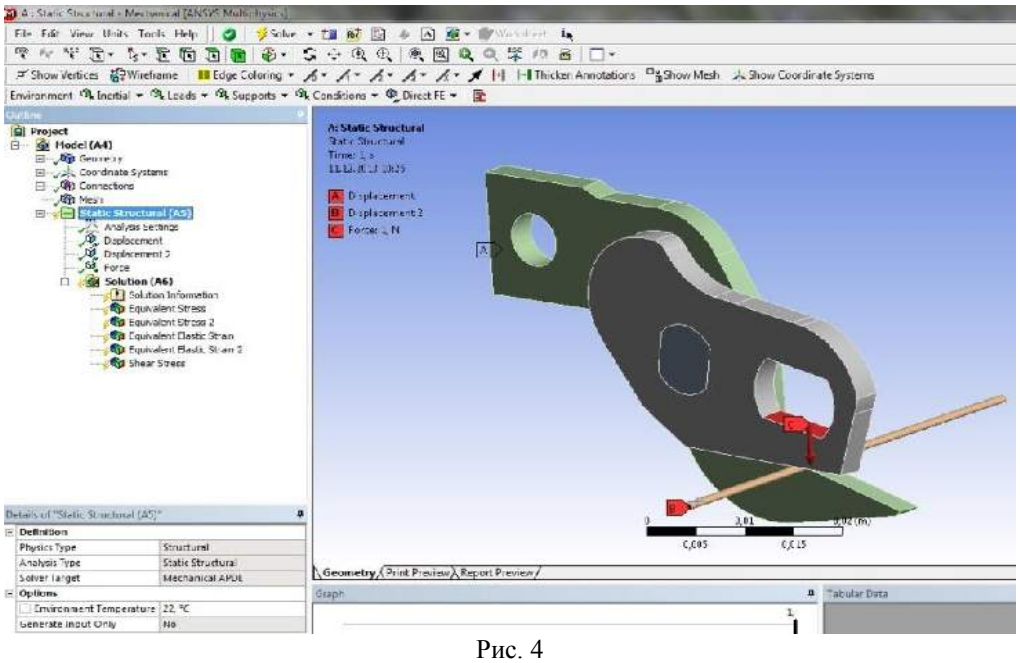


Рис. 4

После получения сетки конечных элементов к модели прикладываются нагрузки и закрепления, а также определяются некоторые условия расчета (число подшагов, время действия нагрузок и т.д.). Кроме того, в Workbench, в отличие от APDL, требуется определить, какие результаты нас интересуют: перемещения, напряжения, деформации (рис. 4 – приложение нагрузок и закреплений к системе).

После завершения всех необходимых действий можно приступать непосредственно к расчету.

Результаты расчетов напряженно-деформированного состояния нити при переднем угле заточки лезвий (Y): 5, 10, 15° и усилии реза в 1Н представлены на рис. 5 (напряжения (Па) в нити при различных углах заточки лезвий ножей).

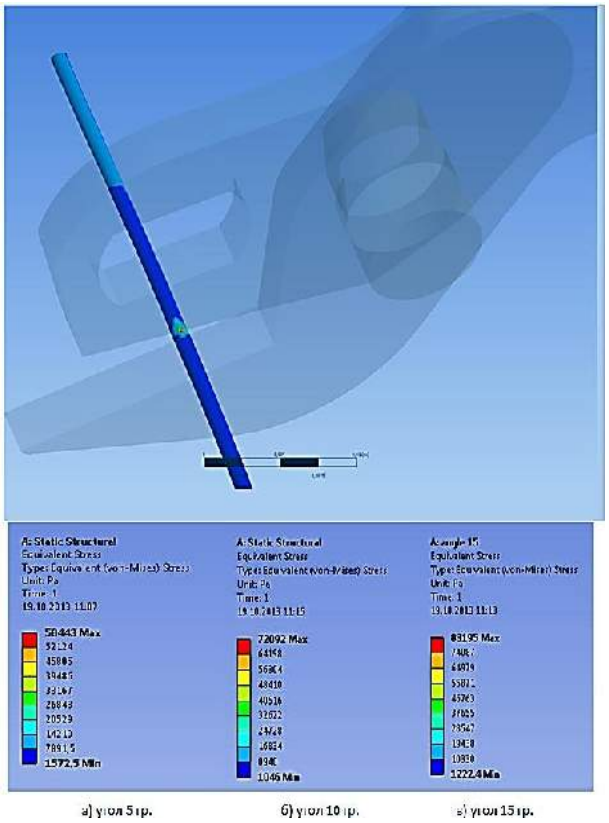


Рис. 5

Результаты расчетов напряженно-деформированного состояния лезвий ножниц при переднем угле заточки лезвий (Y): 5, 10, 15° и усилии реза в 1Н представлены на рис. 6 (напряжения (Па) в лезвиях ножей при различных углах их заточки).

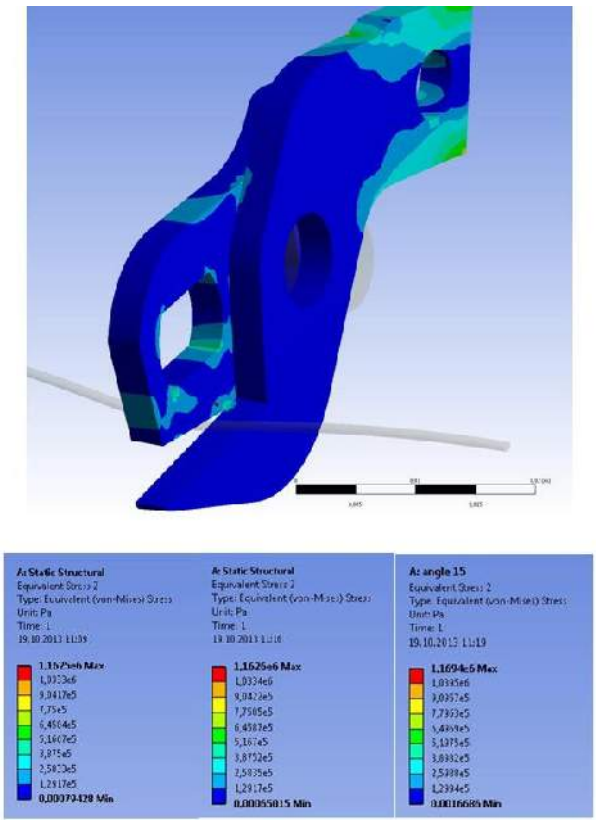


Рис. 6

Анализируя данные результатов расчетов моделирования процесса разрезания нити лезвиями ножниц кромкообразующего механизма ткацкого станка фирмы Dornier, можно выявить следующие закономерности.

При увеличении переднего угла заточки лезвия ножниц при F=const происходит увеличение напряжений, возникающих в нити в месте контакта, ведущих к ее разрушению. Следовательно, чем больше напряженно-деформированное состояние нити, тем быстрее произойдет процесс ее разрушения.

Увеличение напряжений при увеличении переднего угла заточки происходит не только в нити, но и в лезвиях ножниц.

Таким образом, при переднем угле заточки лезвий Y=5° возникающие напряжения в точке контакта лезвия ножниц с нитью в нити и в лезвиях ножниц будут 58443 Па, при угле Y=10° - 72092 Па и при угле Y=15° вырастут до 83195 Па.

Это приводит к понижению стойкости инструмента и к потере режущей способности лезвий, а значит и к возникновению брака ткани. Поэтому так важно выбрать

правильный передний угол заточки лезвий ножниц (Y).

При выборе переднего угла заточки (Y) ножниц нужно учитывать два основных фактора:

1) механические свойства текстильных материалов подвергшихся разрезанию;

2) механические свойства материала лезвий ножниц.

Например, высокоуглеродистые термообработанные стали после заточки имеют большую стойкость режущей кромки, но меньшую прочность и ударную вязкость, что приводит к выкрашиванию материала режущей кромки. Низкоуглеродистые (мягкие) стали хуже держат заточку, но лучше воспринимают нагрузку на кромку. Но нож из мягкой стали порой просто невозможно заточить до желаемой остроты из-за чрезмерной мягкости режущей кромки.

В свете вышеизложенного приходится искать компромисс между качеством и легкостью разрезания ткани и способностью материала лезвия выдерживать без разрушения деформации и напряжения при многоцикловомнагружении.

В Ы В О Д Ы

1. На основе моделирования в системе ANSYS получены численные значения эквивалентных напряжений по Мизесу в системе "нить-лезвия ножниц" при различных передних углах заточки лезвий и постоянных силовых воздействиях.

2. Наличие компьютерной модели позволяет достаточно быстро осуществлять численные эксперименты по определению деформационных характеристик системы при сложном сочетании различных внешних воздействий и граничных условий и решить задачу по выбору геометрических параметров лезвий ножниц и материалов для их изготовления.

Л И Т Е Р А Т У Р А

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. *Голубков Д.В.* Моделирование механических свойств нити и тканых материалов на основе методов численного анализа: Дис. ... канд. техн. наук. – Кострома, 2009.

3. *Пустовой А.В., Корабельников А.Р.* Модель взаимодействия валковой пары с многослойным композитным материалом в устройстве подготовки волокна к утонению и очистке //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3.

4. *Пустовой А.В., Корабельников А.Р., Шутова А.Г.* Анализ напряженно-деформированного состояния многослойного композиционного материала при его обработке в валковой паре // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №2.

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

6. *Каравайков В.М., Киселев Н.В., Шипов А.В.* Моделирование процессов тепломассообмена в водогрейном котле с экранно-конвективными секциями //Изв. вузов. Проблемы энергетики. – 2011, № 1-2.

7. *Пустовой А.В., Громова Е.И., Шутова А.Г.* Исследование распределения касательных напряжений внутри многослойного композитного материала при его обработке в валках, вращающихся с различными скоростями // Вестник КГТУ.– 2013, №2.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 30.09.14.

УДК 677.027.16

КРИТЕРИАЛЬНОЕ УРАВНЕНИЕ МАССООБМЕНА ПРИ СУШКЕ ЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ В ПАКОВКАХ

THE CRITERION EQUATION OF MASS EXCHANGE IN THE DRYIND PROCESS OF FLAX YARN IN PACKAGES

А.С. ГУБАНОВ, Н.В. КИСЕЛЕВ
A.S. GUBANOV, N.V. KISELEV

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

Приведены результаты исследований процесса конвективной сушки льняной пряжи. Получено критериальное уравнение массообмена.

The results of studies of the process of convective drying of flax yarn in packages are shown. The criteria equation of mass transfer is obtained.

Ключевые слова: сушка, льняная пряжа, паковка, массообмен.

Keywords: drying, flax yarn, mass transfer.

Одним из приоритетных направлений модернизации экономики Российской Федерации является повышение энергоэффективности технологических процессов. В льняной отрасли текстильной промышленности эта проблема ощущается особенно остро. При этом наиболее энергоемким является отделочное производство, где потребление воды достигает 60…70% [1], электроэнергии – 44,4%, а тепловой энергии – 69% в общем балансе предприятий. При этом удельное потребление тепла аппаратов периодического действия для обработки паковок почти на порядок превышает показатели отделочных линий [2].

На отечественных текстильных предприятиях широко используется для сушки паковок пряжи под давлением отечественный аппарат СКД-6. По паспортным данным время сушки пряжи и ниток составляет 150…290 мин. При этом для льняной пряжи фактическое время сушки составляет в среднем 4 часа. В работе [3] показано, что при коэффициенте вариации по проницаемости на уровне 30%, имеющем место в производственных условиях, время сушки увеличивается в 2,5 раза. В результате при досушивании небольшого количества паковок с низкой проницаемостью тепло не расходуется на процесс сушки, поскольку основная масса пряжи уже высохла, а теряется с охлаждающей водой, что увеличивает энергозатраты. Повысить энергоэффективность процесса, на наш

взгляд, можно путем автоматического регулирования расхода охлаждающей воды в зависимости от влажности или температуры воздуха на выходе из паковок. При этом неиспользованный потенциал сушильного агента на заключительной стадии процесса будет использоваться в режиме рециркуляции.

Предварительную оценку эффективности предлагаемого решения целесообразно проводить с использованием компьютерной модели процесса. В силу невозможности прямого моделирования тепломассообменных процессов в многоуровневой капиллярно-пористой структуре паковки предлагается использовать модельный подход [4], основанный на использовании критериального уравнения массообмена.

В работах [4], [5] приведены результаты исследования массобмена при конвективной сушке слоя льняной тресты и получены соответствующие критериальные уравнения. Можно предположить, что в силу сходства фильтрационных и массообменных процессов, а также структуры материала при сушке слоя тресты и пряжи в паковках интенсивность массообмена подчиняется аналогичному уравнению, коэффициенты которого должны определяться из эксперимента.

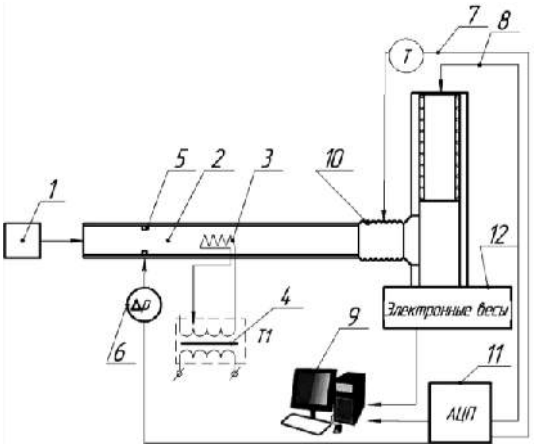


Рис. 1

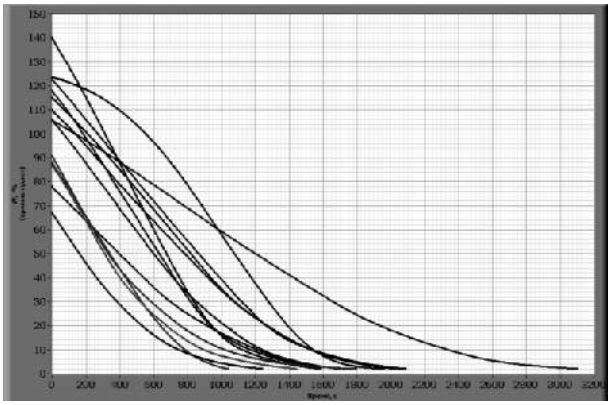


Рис. 2

Эксперименты выполнялись на установке (рис. 1 – схема экспериментальной установки: 1 – воздуходувка; 2 – труба подвода воздуха; 3 – нагревательный элемент; 4 – трансформатор; 5 – диафрагма; 6 – датчик дифференциального давления; 7 – датчик температуры; 8 – датчик относительной влажности воздуха; 9 – компьютер; 10 – гибкий шланг; 11 – аналогоцифровой преобразователь; 12 – электронные весы), сушка производилась при следующих параметрах: плотность намотки 295…446 кг/м^3, толщина слоя намотки 10,5…25,5 мм, расход воздуха 1,5…7,1 л/с, температура 78…102°С, начальная влажность материала 67…140%. Обработка данных по методике [4] выполнялась в автоматическом режиме в среде LabVIEW. Полученные кривые сушки поковок льняной пряжи представлены на рис. 2. Отмечается, что бóльшая часть процесса протекает при постоянной скорости сушки, снижение которой начинается лишь при влажности на 15…30%.

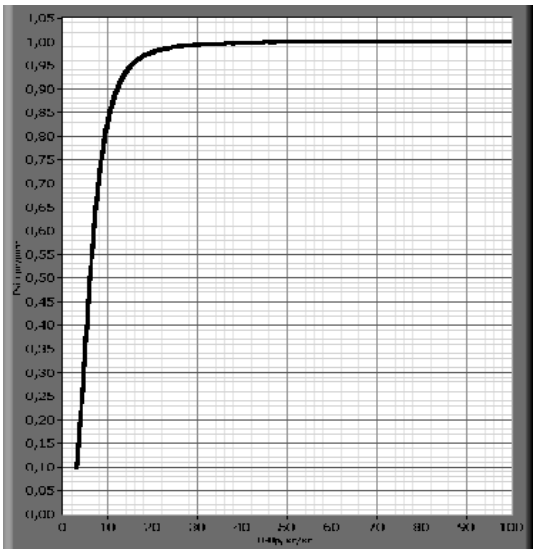


Рис. 3

Это хорошо видно на рис. 3, где представлена зависимость относительной скорости сушки паковок льняной пряжи от влажности, аппроксимированная по формуле Г.К.Филоненко [6], с границами доверительного интервала (почти совпадающим с кривой зависимости), соответствующими уровню значимости 0,95. В работе [6], где изучался этот параметр при сушке льняной тресты, показано, что он зависит от качества рыхления слоя, то есть его однородности. Утечка сушильного агента с неиспользованным потенциалом сушки через неплотности в структуре материала способствует снижению скорости сушки по сравнению с максимальной теоретической.

Действительно, визуальные наблюдения за процессом сушки паковок показывают, что снижение скорости сушки начинается в момент выхода сухого слоя на поверхность паковки. Это происходит на локальном участке ее поверхности, обычно в виде кольца, в силу наличия в паковке (в той или иной степени) жгутовой намотки, обусловленной преждевременным сбросом пряжи из канавки мотального барабанчика. При этом непосредственно за жгутом образуется участок пониженной плотности, который высыхает быстрее за счет более высокой скорости фильтрации. Таким образом, можно отметить, что относительная скорость сушки паковок крестовой намотки определяется в первую очередь качеством намотки, связанным с износом мотального барабанчика и работой механизма прерывателя мотальной машины. По результатам статистической обработки данных экспериментов для паковок льняной пряжи, сформированных в производственных условиях, уравнение Г.К. Филоненко имеет вид:

$$\psi = \frac{(U - U_p)^{3,15\pm0,057}}{(0,00014 \pm 0,00002) + (U - U_p)^{3,15\pm0,057}}, \quad (1)$$

где ψ – относительная скорость сушки; U – влажность, кг/кг; U_p– равновесная влажность пряжи, кг/кг.

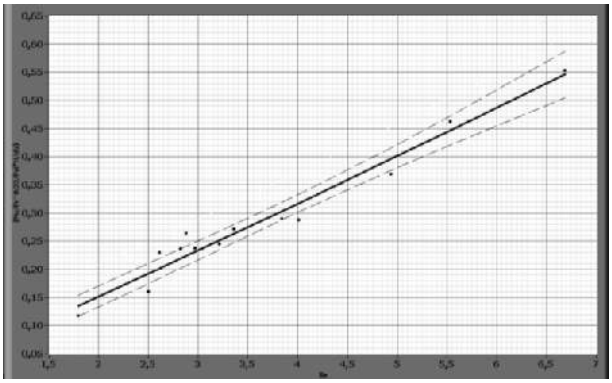


Рис. 4

Определение коэффициентов в критериальном уравнении массообмена при сушке льняной пряжи выполнялось путем его аппроксимация степенной функцией вида (2), график которой представлен на рис. 4:

$$\frac{Nu_d}{Pr_d^{0,33}\,\psi\,\frac{d_э}{H}} = C\,Re^a. \quad (2)$$

При вычислении числа Рейнольдса в качестве определяющего размера, по аналогии с [5], принимался эквивалентный диаметр слоя пряжи при движении среды перпендикулярно оси пряжи (формула (3)), в качестве скорости фильтрации принималось среднее значение по толщине слоя:

$$d_э = 2d_п\left(\frac{\delta}{\rho} - 1\right), \quad (3)$$

где $d_п$ – условный диаметр пряжи, м; δ – плотность пряжи, кг/м^3; ρ – плотность намотки, кг/м^3.

Условный диаметр пряжи определялся как [7]:

$$d_п = 3,57 \cdot 10^{-5}\sqrt{\frac{1000\,T}{\delta}}, \quad (4)$$

где T – линейная плотность пряжи, текс.

Таким образом, выражение для Re имело вид:

$$Re = \frac{4Q d_э}{\pi \nu h (D + d)\left(\frac{\delta}{\rho} - 1\right)}, \quad (5)$$

где Q – расход воздуха через паковку, $м^3/с$; ν – кинематический коэффициент вязкости воздуха, $м^2/с$; D – наружный диаметр паковки, м; d – внутренний диаметр паковки, м.

За определяющую температуру принималось среднее между температурой входящего воздуха и температурой мокрого термометра, вычисляемой программой в среде LabVIEW по алгоритму [4].

Данные рис. 4 показывают, что в случае конвективной сушки льняной пряжи в условиях опытов скорость сушки пропорциональна числу Рейнольдса, как это имело место при сушке льняной тресты.

Коэффициенты регрессии рассчитаны для диапазона влажности 2…100%. После статистической обработки данных 12 опытов получено следующее уравнение:

$$Nu_d = (0,073 \pm 0,008)\, Re^{1,06\pm0,07}\, Pr_d^{\,0,33}\, \psi \frac{d_э}{H}, \quad (6)$$

где H – толщина слоя пряжи на паковке, м.

В Ы В О Д Ы

Показана аналогия процессов массообмена при конвективной сушке льняной тресты и льняной пряжи в паковках, получено уравнение для относительной скорости сушки и критериальное уравнение массообмена при сушке паковок льняной пряжи.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Каравайков В.М.* Энергоемкость процессов отделки пряжи и ровницы в цилиндрических паковках // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, №1.

2. *Каравайков В.М.* Энергетический баланс текстильного производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.– 2003, №2.

3. *Киселев Н.В.* Развитие теории процессов распределения рабочих сред и совершенствование аппаратов для жидкостной обработки и сушки паковок: Дис. ... докт. техн. наук. – Кострома, 2008.

4. *Васильев Ю.В.* Совершенствование технологии и оборудования для сушки стланцевой льняной тресты: Дис. ... канд. техн. наук. – Кострома, 2013.

5. *Хомуцкий Н.Д.* Критериальные уравнения массообмена для тонких лубоволокнистых материалов // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 1964, №5. С.27.

6. *Хомуцкий Н.Д.* Относительная скорость сушки тонких лубоволокнистых материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1963, №2. С.46.

7. Свойства волокон и нитей [электронный ресурс]. Режим доступа: http://brezent.net/read/1/05.htm

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 30.09.14.

УДК 677.075

ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА КУЛИРНОГО ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ

THE EVALUATION OF SOME GEOMETRICAL PARAMETERS OF KNITTED FABRIC WEAVE ANY PLAIN STITCH TEXTURES

Л.А. КАМИНСКАЯ, И.В. ЗЕМЛЯКОВА, И.Л. ВЕРНЯЕВА
L.A. KAMINSKAYA , I.V. ZEMLYAKOVA, I.L. VERNYAEVA

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

Предложено математическое описание петли трикотажного полотна кулирного переплетения, в котором осевая линия нити петли описывается кусочно-кубическим сплайном. Обоснована возможность применения неразрушающего метода определения длины нити в каждой петле для трикотажных полотен любых кулирных переплетений. Предложена методика оценки неравномерности петельной структуры трикотажного полотна, позволяющая выявить участки полотна с дефектами петельной структуры. Определены условия, при которых для расчета длины нити в петле можно использовать плоскую математическую модель.

The mathematical description of knitted fabric loop where thread axis line described by piecewise cubic spline. We had justified possibility to use non-destructive method to determining length of the thread loop for any plain stitches in knitted fabrics. This method can estimate the irregularity of knitted fabric stitch structure to find defect areas. We found conditions to calculate thread loop length with a plane mathematical model.

Ключевые слова: трикотажные полотна, кулирное переплетение, математическое описание, интерполяционный полином, кусочно-кубический сплайн, узлы интерполяции, осевая линия нити, длина нити в петле, относительная погрешность.

Keywords: knitted fabrics, plain stitch, mathematical model, polynomial interpolation, piecewise cubic spline, thread axis line, relative error.

Совершенствованию процесса проектирования трикотажа в современных условиях уделяется большое внимание. За последние годы значительный вклад в решение данной проблемы внесли Г.И. Дроздова, Л.Ф. Немирова, В.Р. Крутикова, Е.А. Борисова, О.В. Стенюгина, А.Г. Березкин, Л.А. Кудрявин и другие российские ученые. Работы посвящены исследованиям петельной структуры, разработке моделей геометрического подобия структуры, автоматизированному проектированию и применению компьютерных технологий для определения характеристик структуры и свойств трикотажных полотен переплетения гладь [1…4].

Одной из проблем при проектировании трикотажных полотен является невозможность точного прогнозирования геометрических размеров изготавливаемого полотна. Для того чтобы прогнозировать размеры изготавливаемого полотна и соответственно расход дорогостоящего материала, очень важно знать длину нити в петле и ее отклонения от расчетной длины.

Для нахождения длины нити в петле льняных трикотажных полотен предлагается неразрушающий метод, в котором осевая линия нити описывается интерполяционным полиномом [5].

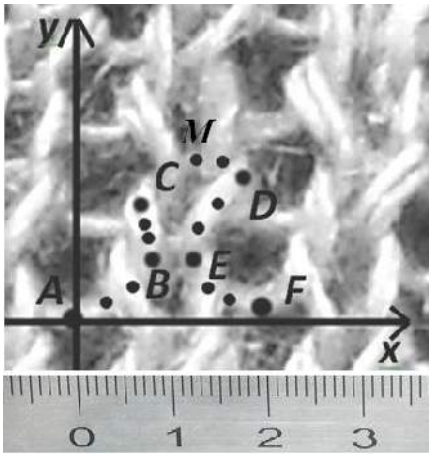


Рис. 1

Для анализа структуры трикотажного полотна получают его цифровое изображение, сфотографировав или отсканировав часть полотна заданного размера. На цифровом изображении выделяется произвольная петля. На ней фиксируются 16 точек, из которых точки A, B, C, D, E, F являются опорными (рис. 1 – узлы интерполяции для трикотажа переплетения гладь).

Из абсцисс и ординат всех точек формируются одномерные массивы $X=(x_0,x_1..x_{15})$, $Y=(y_0,y_1..y_{15})$. На каждом отрезке $[x_{3i};x_{3i+3}]$, где i=0,1..4, строится кубический сплайн $S_k(x)$, k=1..5, состоящий из функций вида $y_i(x)=a_i+b_ix+c_ix^2+d_ix^3$, где a_i, b_i, c_i, d_i – коэффициенты интерполирующей функции, i=1..3.

Длина нити в петле находится как сумма длин кривых AB, BC, CD, DE и EF:

$$\ell=\ell_1+\ell_2+\ell_3+\ell_4+\ell_5,$$

где $\ell_k=\int_{ak}^{bk}\sqrt{1+\left(S_k'(x)\right)^2}\,dx$ – длина дуги на отрезке [ak;bk], ak и bk – абсциссы первой и четвертой точек k-го участка петли, где k=1…5.

Аналогично можно рассчитать длину нити в других петлях того же образца трикотажного полотна и найти среднюю длину нити в петле для рассматриваемого образца трикотажного полотна [5].

Осевая линия нити в петле трикотажного полотна является гладкой кривой. Математически можно построить такие кубические функции $y_i(x)$ на любом интервале $[x_i;x_{i+1}]$, чтобы полученная в результате кривая y=y(x) и ее первая производная были непрерывны на большом интервале $[x_0;x_{15}]$. Непрерывность производной $y'(x)$ означает, что график функции y=y(x) не будет иметь острых углов. Среди всех дважды дифференцируемых, непрерывных на отрезке функций, интерполирующих заданную совокупность точек, кубический сплайн меньше всего осциллирует, поэтому поведение осевой линии нити в петле трикотажного полотна описывается кусочно-кубическими сплайнами [6].

Данный метод можно использовать для трикотажного полотна переплетений гладь, ластик, фанг, полуфанг, интерлок и др.

Для трикотажа переплетений ластик 2+2, фанг и интерлок отличий в выборе узлов интерполяции нет. В качестве ос-

новных точек осевой линии нити петли также берется 6 точек, всего узлов интерполяции – 16 (рис. 2 – узлы интерполяции для трикотажного полотна переплетения ластик 2+2, интерлок, фанг).

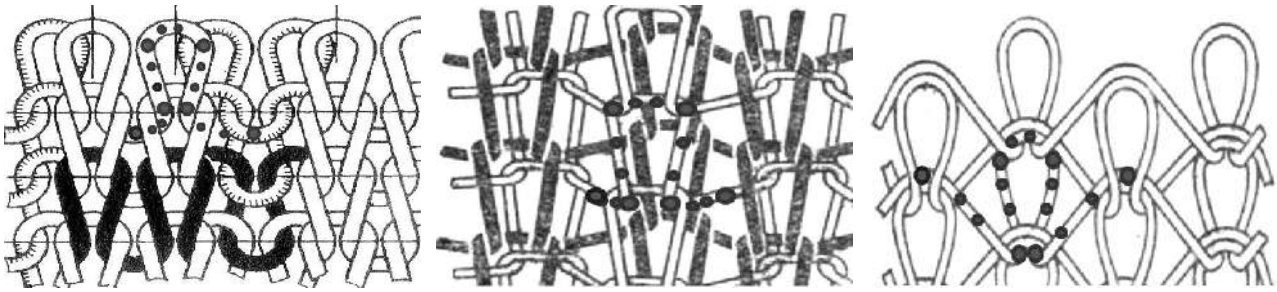
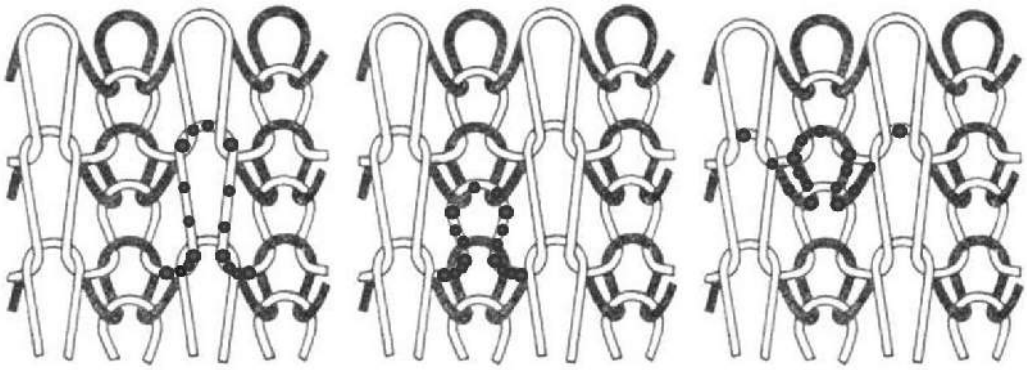


Рис. 2

В раппорт переплетений ластик 2+2 и интерлок входят 4 петли, поэтому для нахождения длины нити в раппорте необходимо выполнить операцию нахождения длины нити для каждой петли, входящей в раппорт.

Для трикотажа переплетения полуфанг по предлагаемой методике можно найти длину нити в каждой из трех различных петель, входящих в раппорт переплетения, но узлов интерполяции для каждой петли по-прежнему будет 16 (рис. 3).



а) б) в)

Рис. 3

Предлагаемый расчетный способ определения длины нити в петле трикотажа был апробирован на образце льняного трикотажного полотна переплетения гладь [5] и на образце полушерстяного трикотажного полотна переплетения ластик 1+1 (три нити с линейной плотностью 46 текс). Длина нити в петле, найденная в результате роспуска образца полушерстяного трикотажного полотна, равна 7,5 мм, а по предлагаемому способу длины нитей в пяти различных петлях рассматриваемого образца, отобранных случайным образом, равны: 7,37; 7,61; 7,52; 7,58; 7,59 мм, среднее значение равно 7,53 мм.

Трикотаж одного и того же переплетения, имеющий одинаковые типы петель, в равновесном состоянии может иметь различную форму петель, а длина нити в петле может отличаться от среднего значения для данного трикотажа. Найдя по предлагаемому методу длину нити ℓ конкретной петли и среднюю длину $\ell_{ср}$ нити в петле для всего образца трикотажного полотна, можно вычислить относительную погрешность по формуле:

$$\delta = \frac{\left|\ell - \ell_{ср}\right|}{\ell_{ср}} \cdot 100\% . \qquad (1)$$

Получив значения относительных погрешностей для всех петель рассматриваемого образца трикотажа, можно выявить неравномерность длин нитей в петлях на различных участках образца и выделить участки полотна с дефектами петельной структуры.

Разработан программный комплекс, реализующий расчетную методику неразрушающего метода определения длины нити в любой конкретной петле, среднего значения длины нити в петле и отклонений по цифровому изображению трикотажного полотна любого кулирного переплетения. Кроме того разработана программа для автоматизированного расчета важнейших при проектировании трикотажа параметров полотна переплетения гладь и создания имитационной модели, позволяющей осуществить визуализацию трикотажного полотна до его непосредственного изготовления [7].

По цифровому изображению трикотажного полотна определяется длина нити в проекции петли на фронтальную плоскость. Для описания поведения осевой линии нити петли в пространстве рассматриваются проекции петли на профильную и поперечную плоскости. Отмеченные ранее узлы интерполяции проектируются на профильную и поперечную плоскости.

Толщину трикотажного полотна переплетения гладь принято считать равной двум условным диаметрам нити [8]. Поскольку точки А, В, С, М отмечаются на осевой линии нити, то на профильной плоскости у них будут следующие координаты: $A(y_0,0)$, $B(y_3,d_y)$, $C(y_6,d_y)$, $M(y_7,0)$ (рис. 4 – узлы интерполяции на фронтальной и профильной проекции трикотажного полотна переплетения гладь).

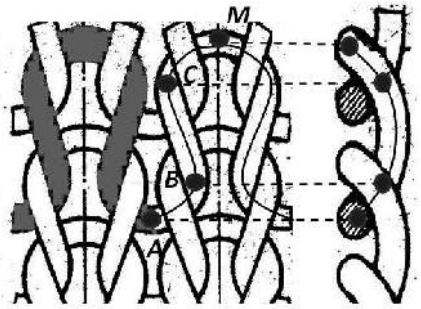


Рис. 4

Через указанные выше 4 точки строится кубический интерполяционный полином (координаты y_0, y_3, y_6 и y_7 удовлетворяют условию монотонности), затем находится длина профильной проекции дуги АВСМ:

$$\ell_{\text{АВ\v{C}М}} = \int_{y0}^{y7} \sqrt{1+\left(z'(y)\right)^2}\,dy, \qquad (2)$$

где z(y) – кубический интерполяционный полином.

Если же осевая линия нити петли располагается в одной плоскости, то те же узлы интерполяции имеют координаты: $A(y_0,0)$, $B(y_3,0)$, $C(y_6,0)$, $M(y_7,0)$. Длина фронтальной проекции дуги АВСМ в таком случае равняется длине отрезка АМ: $\ell_{AM}=y_7-y_0$. Относительная погрешность при замене дуги в профильной проекции на отрезок определяется по формуле:

$$\frac{\left|\ell_{\text{АВ\v{C}М}}-\ell_{\text{АМ}}\right|}{\ell_{\text{АВ\v{C}М}}}\cdot 100\% = \frac{\left|\int_{y0}^{y7}\sqrt{1+\left(z'(y)\right)^2}\,dy-(y_7-y_0)\right|}{\int_{y0}^{y7}\sqrt{1+\left(z'(y)\right)^2}\,dy}\cdot 100\%. \qquad (3)$$

Аналогично можно вычислить относительную погрешность при замене дуги в поперечной проекции на отрезок.

Если погрешности не превышают 5%, то для расчета длины нити в петле можно использовать плоскую математическую модель, основанную на описании осевой линии нити с помощью интерполяционного сплайна. В противном случае для расчета длины нити петли необходима пространственная математическая модель осевой линии нити в петле.

ВЫВОДЫ

1. Предложен расчетный способ определения длины нити в петле трикотажного полотна, в котором осевая линия петли рассматривается как несимметричная и описывается кубическими сплайнами. Обоснована возможность применения данного способа для определения длины нити в петле трикотажных полотен любых кулирных переплетений.

2. Предложенный расчетный способ определения длины нити в петли трикотажа кулирного переплетения позволяет рассчитать среднюю длину нити в петле и длину каждой петли, а также позволяет выявить участки полотна с дефектами петельной структуры.

3. Определены условия, при которых для расчета длины нити в петле можно использовать плоскую математическую модель.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Дроздова Г.И., Немирова Л.Ф.* Использование численных методов в расчетах параметров петельной структуры трикотажных полотен // Научный вестник КГТУ. – 2008, №2. С. 3…14.

2. *Крутикова В.Р., Борисова Е.А., Копылова Н.Н.* Сравнительный анализ расчета длины нити в петле по моделям геометрического подобия структуры трикотажа // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №5. С. 74…78.

3. *Стенюгина О.В., Коробов Н.А., Гусев Б.Н., Алешина А.Д.* Определение геометрических характеристик петлеобразования трикотажного полотна по компьютерному изображению // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №1. С. 134…137.

4. *Березкин А.Г.* Метод автоматизированного проектирования и машинной визуализации структуры трикотажа кулирных комбинированных переплетений // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №3. С. 78…81.

5. *Землякова И.В., Каминская Л.А.* Неразрушающий метод определения длины нити в петле трикотажного полотна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4. С.113…116.

6. *Мэтьюз, Джон, Г., Финк, Куртис, Д.* Численные методы. Использование MathLab. – 3-е изд. / Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2001.

7. *Землякова И.В., Смирнова Н.А., Чагина Л.Л., Каминская Л.А.* Разработка имитационной модели льносодержащих трикотажных полотен // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 1. С. 71…73.

8. *Шалов И.И. и др.* Технология трикотажного производства: Основы теории вязания. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

Рекомендована кафедрой высшей математики. Поступила 30.09.14.

УДК 677.025

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЗАПРАВКИ ПЛОСКОВЯЗАЛЬНЫХ МАШИН НА ИЗМЕНЕНИЕ НАТЯЖЕНИЯ НИТИ НА ВХОДЕ В ЗОНУ ВЯЗАНИЯ

THE ANALYSIS OF INFLUENCE OF PARAMETERS FLAT KNITTING MACHINES TO CHANGE THREAD TENSION ZONE INLET KNITTING

Н.В. БАНАКОВА, В.Р. КРУТИКОВА
N.V. BANAKOVA, V.R. KRUTIKOVA

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

В работе проведены экспериментальные исследования влияния усилия оттяжки и настройки регулятора плотности вязания на изменение натяжения нити. Выполнен расчет средней скорости движения нити при

вязании конкретных образцов трикотажа. Доказана существенность влияния усилия оттяжки полотна на среднее натяжение нити, поступающей в зону вязания.

In work experimental studies of the effects of stress and procrastination controller settings to change the density of knitting yarn tension. The calculation of the average speed when knitting yarn knitwear specific samples. Proved the significance of the effects of stress on the average web procrastination thread tension to zone knitting.

Ключевые слова: натяжение нити, скорость движения нити, усилие оттяжки полотна, плотность вязания, плосковязальная машина.

Keywords: a tension of a string, speed of movement of a string, effort of a delay of a cloth, density of knitting, flat knitting machine.

Использование международных стандартов требует повышения требований к качеству выпускаемой продукции. Эксплуатационные показатели трикотажного полотна во многом определяются стабильностью и точностью технологических параметров процесса вязания, в частности, натяжением нити, поступающем в зону вязания. Характер изменения натяжения нити, в свою очередь, зависит от заправочных параметров процесса вязания, которые определяют условия протекания процесса и его напряженность.

Одним из важных заправочных параметров является задаваемое усилие оттяжки полотна, влияние которого на протекание технологического процесса и изменение размеров полотна достаточно хорошо изучено для трикотажа, вырабатываемого из искусственных нитей на круглых машинах [1], и недостаточно отражено в литературе для трикотажа с плосковязальных машин, вырабатываемого из пряжи с натуральными волокнами, в частности, льняными. Особенностью переработки такой пряжи в вязальном производстве является ее большая жесткость при изгибе и малое удлинение при растяжении.

Экспериментальные исследования влияния усилия оттяжки на натяжение нити проводились на плосковязальных машинах типа SILVER 5 кл. и 7 кл. при переработке льняной пряжи и нити СВМ (вискоза) одинаковой линейной плотности 30 текс. Характеристики сырья представлены в табл.1, где f – коэффициент трения нити о направляющие; $C_р$ – коэффициент жесткости при растяжении; ε – разрывное удлинение; $H_и$ – коэффициент жесткости при изгибе; $\alpha_п$ – доля пластической составляющей деформации нити при изгибе.

Таблица 1

Вид пряжи и нити	f	$C_р$, Н/м	ε, %	$H_и$, сН·мм^2	$\alpha_п$
Льняная беленая	0,23	325	1,28	4,48	0,34
Специальная высокомодульная	0,15	422	1,71	0,55	0,96

При проведении опытов нарабатывались образцы трикотажа переплетением гладь с одинаковой шириной вязания при постоянной и одинаковой для обеих машин настройке пружинного натяжного устройства. Исследования проводились на основе многоуровневых однофакторных экспериментов. Усилие оттяжки трикотажа устанавливалось на трех уровнях: минимальном – 6,6 сН/пет, среднем – 11,6 сН/пет и максимальном – 18,3 сН/пет. В качестве дополнительного фактора, непосредственно влияющего на структуру трикотажа, выбрана глубина кулирования, которая задавалась на четырех уровнях с помощью настройки регулятора плотности

вязания (3, 4, 5 и 6 – увеличение условной единицы соответствует увеличению глубины кулирования и соответственно уменьшению плотности вязания).

Натяжение нити регистрировалось в процессе вязания в зоне неподвижных направляющих после натяжного прибора. Непрерывная запись натяжения проводилась для нескольких ходов вязальной каретки при каждом сочетании настройки независимых факторов. Расшифровка тензограмм осуществлялась с учетом тарировки с помощью специальной программы. Тензограммы и спектрограммы исследуемых нитей для машин 5 и 7 класса при минимальной (3) настройке регулятора плотности вязания представлены на рис.1…4 (тензограммы и спектрограммы льняной нити на машине 5 класса (рис. 1), льняной нити на машине 7 класса (рис. 2), СВМ нити на машине 5 класса (рис. 3), СВМ нити на машине 7 класса (рис. 4)).

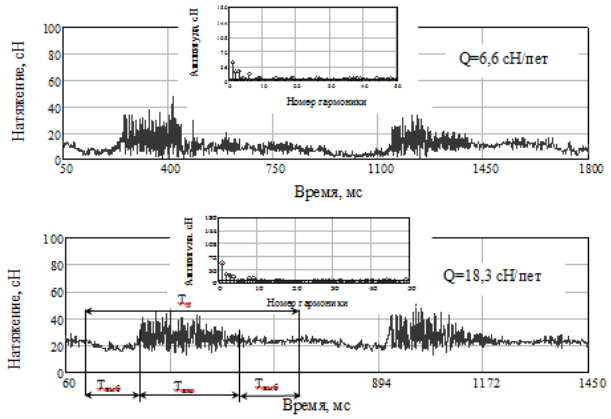


Рис. 1

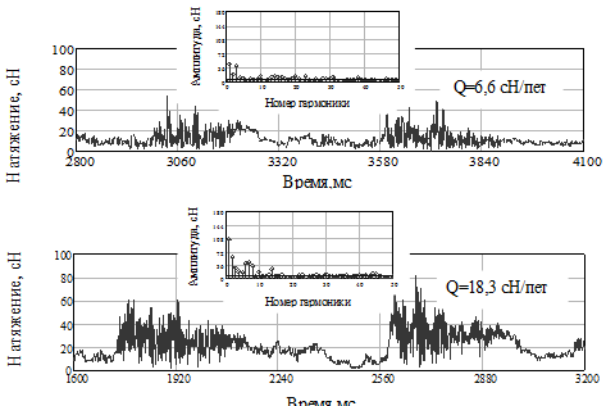


Рис. 2

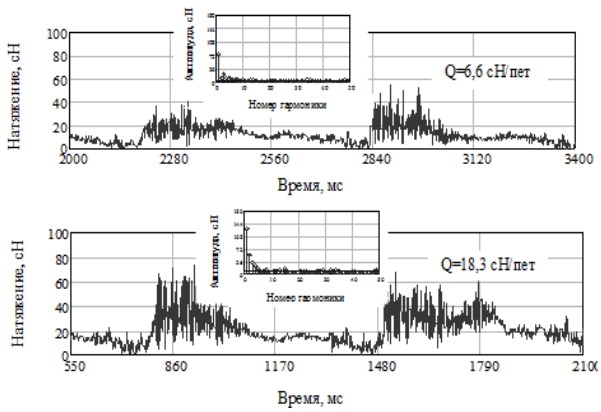


Рис. 3

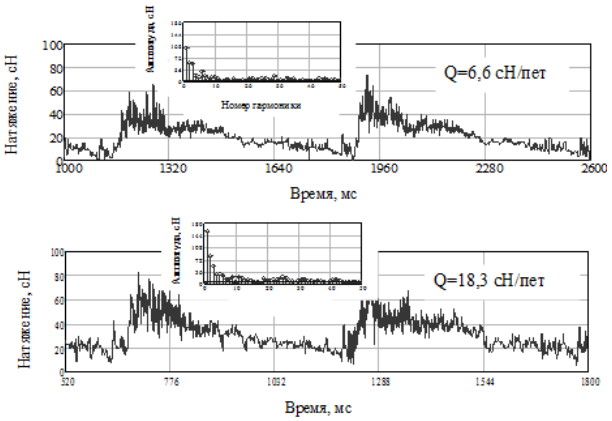


Рис. 4

Характеристики натяжения льняной пряжи на машине SILVER 5 кл. представлены в табл.2, льняной пряжи на машине SILVER 7 кл. – в табл.3, нити СВМ на машине SILVER 5 кл. – в табл.4, нити СВМ на машине SILVER 7 кл. – в табл.5. В табл. 2…5 указаны: Q – усилие оттяжки полотна; РП – настройка регулятора плотности вязания; $F_{ср}$ – среднее натяжение нити за несколько циклов вязания; σ – дисперсия натяжения; С – коэффициент вариации натяжения; F_{max} – среднее максимальное натяжение нити за несколько циклов вязания. Для оценки стабильности натяжения выбран показатель напряженности Н процесса вязания [2], который характеризует скорость приращения натяжения нити.

Таблица 2

Q, сН/пет	РП	F, сН	σ, сН^2	C	F_{max}, сН	H, сН/с
6,6	3	8,61	58	0,68	51,3	3,6
11,6		19,8	60	0,39	61,6	22,7
18,3		20,7	63	0,38	60,4	32,7
6,6	4	15,6	46	0,43	57,9	4,5
11,6		22,9	59	0,34	63,9	22,3
18,3		25,4	60	0,28	62,1	18,5
6,6	5	19,2	68	0,43	64,4	3,6
11,6		21,3	25	0,23	51,1	20,5
18,3		21,4	77	0,41	67,5	21,1
6,6	6	23,4	19	0,19	47,0	2,4
11,6		23,4	27	0,22	61,1	1,8
18,3		23,4	29	0,23	56,9	19,4

Таблица 3

Q, сН/пет	РП	F, сН	σ, сН^2	C	F_{max}, сН	H, сН/с
6,6	3	13,5	66	0,44	60,1	3,1
11,6		18,4	28	0,40	40,4	8,1
18,3		23,7	44	0,29	56,0	13,2
6,6	4	17,3	95	0,57	67,1	10,7
11,6		22,9	175	0,57	68,3	22,2
18,3		38,9	136	0,30	89,2	32,7
6,6	5	39,7	112	0,27	92,5	13,6
11,6		40,6	249	0,39	78,9	12,3
18,3		42,7	349	0,43	98,4	48,7
6,6	6	35,3	126	0,31	86,5	13,1
11,6		39,0	117	0,27	87,9	6,8
18,3		39,3	80	0,22	83,9	6,9

Существенность изменения среднего натяжения нити в цикле вязания в каждой группе опытов (табл. 2…5) определялась по критерию Стьюдента [3]. Поскольку в каждой группе опытов изменяемым фактором была оттяжка полотна, следует предположить, что увеличение натяжения нити для всех режимов плотности вязания связано с ростом усилия оттяжки. Это можно объяснить тем, что с возрастанием усилия оттяжки увеличивается и длина нити, расходуемая на петлю за счет того, что смещается положение старой петли на отбойной плоскости, таким образом, путь, который проходит нить при кулировании, увеличивается. При неизменном времени движения замочной системы увеличивается и скорость движения нити.

Рассчитаем среднюю скорость движения нити при вязании конкретных образцов трикотажа в соответствии с настройками, указанными в табл. 2…4. Скорость движения нити будет зависеть от скорости движения каретки и значения длины нити в петле для трикотажа, находящегося в деформированном состоянии в процессе вязания:

$$V_н = V_к \cdot \frac{L_м}{t_i}, \qquad (1)$$

где $V_к$ – средняя скорость движения каретки, рассчитанная по экспериментальным тензограммам нити; t_i – игольный шаг вязальной машины; $L_м$ – длина нити в петле, находящаяся в деформированном состоянии в процессе вязания.

Среднюю скорость движения каретки рассчитывали исходя из фактического времени вязания одного ряда трикотажа или одного цикла вязания $T_ц$ (рис.1), который складывается из времени формирования трикотажа $T_{вяз}$ и времени выбега каретки $2T_{выб}$ при возвратно-поступательном движении каретки.

Выделим на экспериментальной тензограмме (рис. 5 – реализация натяжения льняной пряжи) число целых циклов вязания n и время tm, затрачиваемое на вяза-

ние n рядов трикотажа. Для того чтобы точно определить время tm, необходимо определить на тензограмме точку начала вязания первого цикла t_1 и точку t_2 – окончания вязания последнего цикла.

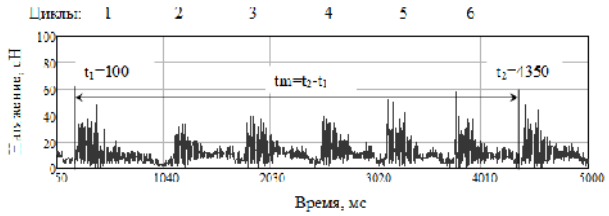


Рис. 5

Затем рассчитаем частоту процесса формирования одного ряда трикотажа:

$$f = \frac{n \cdot 10^3}{tm}. \qquad (2)$$

Период одного цикла вязания:

$$T = \frac{1}{f}. \qquad (3)$$

Длина хода каретки:

$$L = (I_1 + 2I_2)t_i \cdot 10^{-3}, \qquad (4)$$

где I_1 – количество игл в заправке; I_2 – количество игл, укладывающихся на расстояние выбега каретки (принимается удвоенная величина выбега, с учетом обеих сторон по ширине заправки игл).

Средняя скорость движения каретки:

$$V_к = \frac{L}{T}. \qquad (5)$$

Для расчета $L_м$ необходимо фактическое значение длины нити в петле после отлежки трикотажа увеличить на величину относительной деформации нити в процессе вязания.

Величина абсолютной λ деформации нити в процессе вязания определяется на основе расчетной тензограммы, характеризующей изменение натяжения по ширине заправки вязальной машины:

$$\lambda = \frac{F}{C_p}, \qquad (6)$$

где λ – абсолютная деформация; F – среднее натяжение нити в цикле вязания; C_p – коэффициент жесткости при растяжении.

Относительная ε деформация:

$$\varepsilon = \frac{\lambda}{L_z} \cdot 100\%, \qquad (7)$$

где L_z – длина нити в заправке вязальной машины, тогда

$$L_м = L_ф \varepsilon, \qquad (8)$$

где $L_ф$ – длина нити в петле образца трикотажа после отлежки.

На рис. 6 представлены графики изменения скорости движения нити при разных вариантах настройки регулятора плотности вязания для различных усилий оттяжки полотна.

В результате анализа изменения скорости движения нити (рис.6) установлено, что с увеличением усилия оттяжки трикотажного полотна при неизменной настройке регулятора плотности вязания скорость движения нити возрастает. Такая тенденция сохраняется для всех исследуемых вариантов плотности вязания.

Наибольшие изменения натяжения нити (табл. 2…5) с увеличением усилия оттяжки полотна проявляются на меньших настройках регулятора плотности вязания РП=3–5 (меньшей глубине кулирования) и соответственно меньшей скорости движения нити. Для настройки РП=6 (большей скорости движения нити) увеличение Q приводит к несущественному изменению среднего уровня натяжения нити, поступающей в зону вязания, но значительному изменению дисперсии натяжения, коэффициента вариации и показателя напряженности процесса вязания. Рост колебаний натяжения нити и показателя напряженности могут привести к нарушению стабильности петельной структуры трикотажа и изменению конфигурации петли.

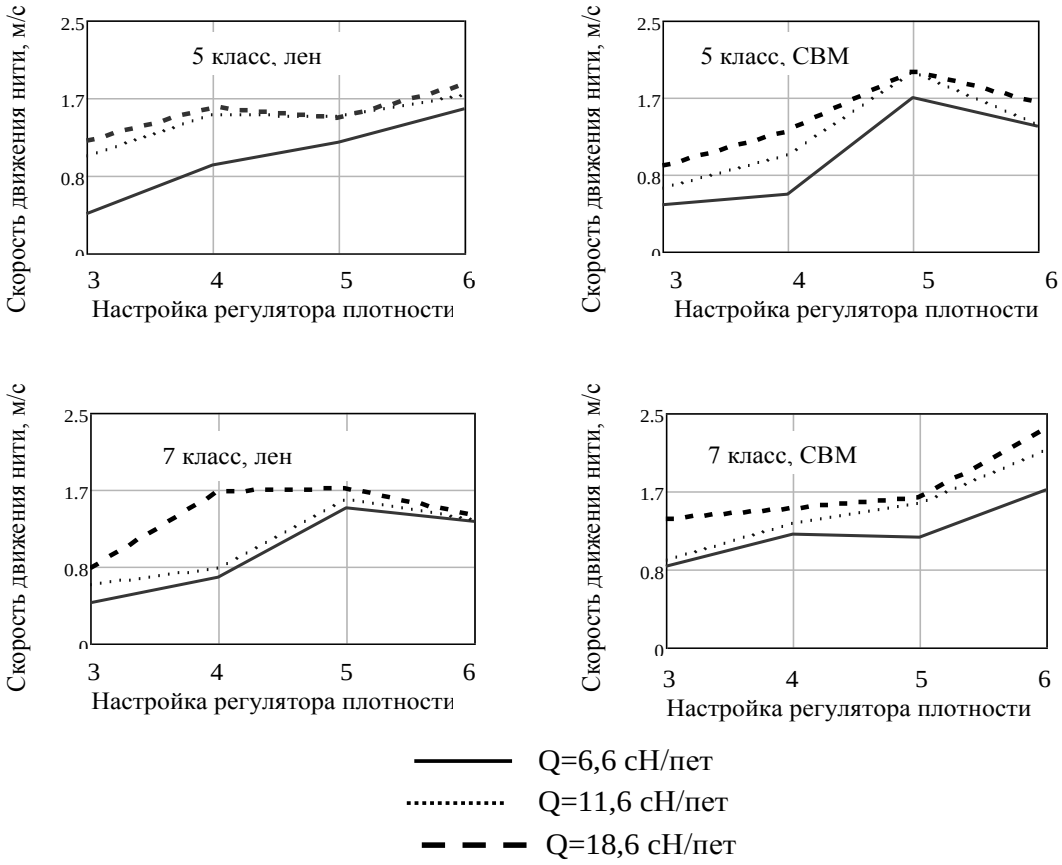


Рис. 6

Для настройки РП=6 характерно невысокое значение показателя напряженности Н, что может свидетельствовать о стабилизации процесса вязания, но для машин данных классов при переработке нитей, обладающих высокими коэффициентом трения и жесткостью при изгибе (льняная пряжа) такие значения показателя напряженности являются неприемлемыми для формирования трикотажа равномерной петельной структуры. В данном случае для стабилизации процесса вязания и получения трикотажного полотна заданной петельной структуры следует использовать проведение многокритериальной оптимизации, где в качестве критериев оптимизации будут выбраны показатель напряженности процесса вязания и структурные параметры трикотажа.

Таблица 4

Q, сН/пет	РП	F, сН	σ, $сН^2$	С	F_{max}, сН	Н, сН/с
6,6	3	13,7	104	0,69	59,4	6,8
11,6		17,2	126	0,62	67,0	7,7
18,3		23,7	157	0,51	76,7	35,9
6,6	4	14,1	234	1,03	89,5	30,0
11,6		23,1	187	0,54	82,8	34,0
18,3		29,1	128	0,38	87,2	56,1
6,6	5	31,1	164	0,33	98,6	21,0
11,6		35,3	142	0,34	103	42,1
18,3		37,0	171	0,39	105	27,0
6,6	6	24,5	136	0,40	90,2	45,0
11,6		24,8	153	0,45	90,7	49,0
18,3		25,7	112	0,48	91,5	53,0

Таблица 5

Q, сН/пет	РП	F, сН	σ, $сН^2$	C	F_{max}, сН	H, сН/с
6,6	3	34,7	218	0,42	101	13,6
11,6		37,8	219	0,39	93,5	16,2
18,3		38,2	242	0,48	97,3	17,7
6,6	4	34,9	150	0,35	76,2	15,5
11,6		35,3	155	0,35	79,6	10,1
18,3		40,2	234	0,38	94,8	17,3
6,6	5	26,8	208	0,55	81,5	9,1
11,6		36,4	363	0,52	93,8	19,6
18,3		37,4	226	0,40	90,7	21,9
6,6	6	45,7	344	0,40	94,5	26,1
11,6		47,1	318	0,41	98,1	24,0
18,3		48,2	381	0,43	99,1	28,1

Характер натяжения в цикле вязания исследуемых видов нити (рис. 1…4) практически не изменяется. Процесс переработки СВМ нитей (рис. 1, 2) по сравнению с льняной пряжей (рис. 3, 4) протекает при большем среднем значении натяжения нити, поступающей в зону вязания, что вызвано более высоким значением жесткости на растяжение и разрывным удлинением СВМ нитей.

В результате сравнительного анализа спектров натяжения (рис. 1…4) исследуемых видов нитей и показателя напряженности (табл. 2…5) установлено, что СВМ нити перерабатываются в более напряженных условиях по сравнению с льняными. Для спектров СВМ нитей характерны высокие значения амплитуды первых низкочастотных составляющих, определяющих характер натяжения в цикле вязания. Достаточно высокие значения амплитуд гармоник СВМ нити свидетельствуют о напряженных условиях протекания процесса вязания. Увеличение усилия оттяжки приводит к росту значений амплитуды максимальной гармоники спектров для всех исследуемых режимов вязания.

ВЫВОДЫ

1. Изменение усилия оттяжки полотна из льняной пряжи и нитей СВМ оказывает существенное влияние на среднее натяжение нити, поступающей в зону вязания, что объясняется увеличением скорости движения нити за счет увеличения длины нити в петле при увеличении оттяжки полотна.

2. Установлено, что при одинаковом изменении условий вязания уровень напряженности процесса переработки льняной пряжи ниже, чем при переработке СВМ нитей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Цитович И.Г.* Технологическое обеспечение качества и эффективности процессов вязания поперечновязанного трикотажа. – М.: Легпромиздат, 1992.

2. *Крутикова В.Р., Банакова Н.В.* Оценка показателя напряженности процесса вязания // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, №6. С.72…75.

3. *Севостьянов А.Г.* Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования тканей и трикотажа. Поступила 30.09.14.

УДК 687.016.5

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕТРОСПЕКТИВНЫХ И СОВРЕМЕННЫХ ПРИЕМОВ КОНСТРУИРОВАНИЯ ШКОЛЬНОЙ ФОРМЫ*

COMPARATIVE ANALYSIS OF RETROSPECTIVE AND CURRENT METHODS OF DESIGNING SCHOOL UNIFORM

О.И. ДЕНИСОВА
O.I. DENISOVA

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

В статье рассмотрены методы конструктивного моделирования школьной формы с первого ее введения (1834 г.) по настоящее время; выявлены актуальные приемы кроя, которые целесообразно использовать в рамках комплексного подхода к проектированию моделей школьной формы, отвечающей требованиям социокультурной среды костромских учебных заведений.

The article considers the methods of constructive modeling school uniforms with the first of its introduction (1834) to date; identified current techniques of cutting, which should be used in the framework of the complex approach to designing of models of uniforms, meeting the requirements of the sociocultural environment of Kostroma educational institutions.

Ключевые слова: школьная форма, конструирование, методика, покрой, социокультурная среда, костюм, моделирование.

Keywords: school uniform, design, technique, style, socio-cultural environment, suit, modeling.

* Работа выполнена в рамках гранта РГНФ № 14-16-44002 "Ретроспективный анализ социокультурной среды Костромского региона в контексте формирования и духовно-нравственного развития личности подрастающего поколения".

Актуальность конструкторско-технологической разработки моделей школьной формы обусловлена введением так называемого дресс-кода в учебных заведениях региона.

При создании моделей школьной формы с учетом потребительских требований и исторически сложившихся костромских традиций был применен комплексный подход. Данный подход предполагает объединение методологических основ таких отечественных концепций дизайн-проектирования, как аксиоморфологической, "открытой формы" дизайна и теории системного проектирования. Метод системного проектирования позволяет охватывать наибольшее число объектов проектирования, а также решить задачу гармоничного соответствия разрабатываемых моделей школьной одежды, уже существующей в учебных заведениях, социокультурной среде. Применение этого подхода обусловлено тем, что требования к составу комплекта одежды, цветовой гамме и материалам для формы в большинстве школ Костромы и области формулирует администрация учебного заведения.

В рамках аксиоморфологической концепции дизайна формируются требования, как обеспечивающие функциональность формы, так и учитывающие расходы на производство, приобретение и эксплуатацию. С целью выявления этих требований был проведен социологический опрос потребителей и разработана номенклатура показателей качества, которая находит практическое применение на этапе сравнительной оценки уже существующих на рынке моделей школьной формы, а также и вновь разработанных изделий [1].

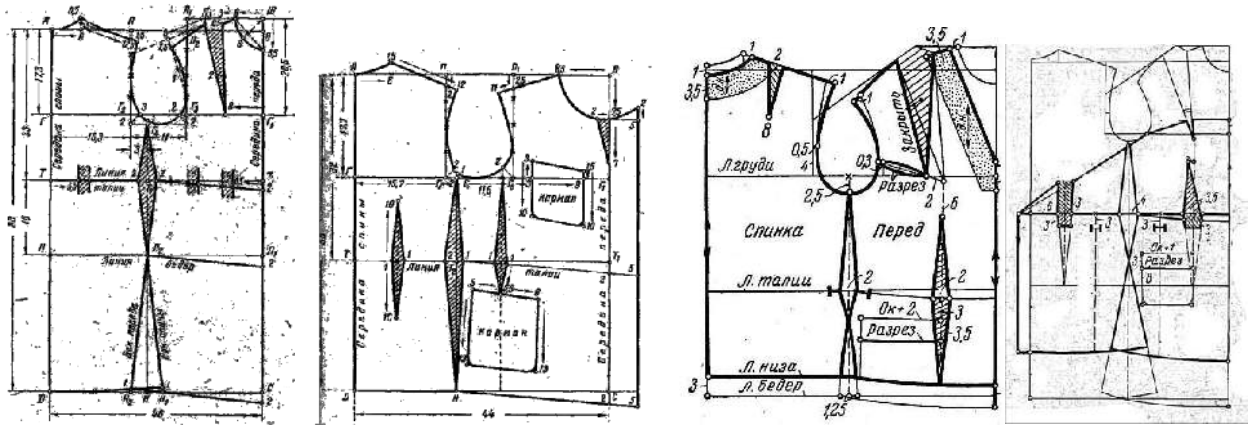
Принцип "открытой формы" художественного проектирования решает задачу самовыражения и дизайнера, и потребителя. Конструкция и отделка изделий, входящих в комплект школьной формы, должна позволять себя "перестраивать", чтобы приспособиться к изменяющимся условиям среды и к личному вкусу покупателя. Как показали проведенные исследования по выявлению потребительских требований, этот дизайнерский подход является особо актуальным при проектировании школьной формы. В первую очередь, это связано с желанием родителей продлить срок эксплуатации изделий минимум на один учебный год, что не всегда возможно из-за несоответствия конструктивного решения формы быстрым антропометрическим возрастным изменениям ребенка. Для решения этой проблемы многие родители предпочитают покупать школьную одежду большего роста и размера ("на вырост"). Вторая задача – это возможность изменения назначения формы с повседневной на нарядную. Как возможный вариант решения данной задачи многие родители школьников, участвующие в социологическом опросе, приводят в пример образцы "советской" формы с парадным белым и повседневным черным фартуками.

С целью выявления возможностей для изменения формообразования и композиционного решения изделий был проведен сравнительный анализ как современных, так и ретроспективных методик конструктивного моделирования. Известно, что единую школьную форму в России вводили несколько раз. В первый комплекс одежды (1834 г.) был включен не только костюм, но и пальто (шинель), а также головной убор. В основе композиционного и конструктивного решения костюма для мальчиков была военная форма, поэтому гимназическая тужурка двубортная, плотнооблегающая с глухо закрытой горловиной и воротником-стойкой. Очевидно, что конструкция изделий мало соответствует возрастным особенностям ребенка и не эргономична.

Как исторический прототип была рассмотрена форма девочек-гимназисток Костромской Григоровской женской гимназии, которая включала платье со сменными фартуками и имела различия в цвете в зависимости от ступени образования (начальные или старшие классы). Особенностью конструкции женской формы являются объемные рукава и приталенный силуэт с конической достаточно длинной юбкой. Такое конструктивное решение обусловлено в первую очередь стилем мо-

дерн и является подражанием моде взрослых женщин. Проблема эргономичности и соответствия антропометрическим особенностям девочек решалась за счет того, что школьное платье имело широкую складчатую юбку, длина рукавов фиксировалась манжетами.

В 1948 г. в СССР вернули форменную одежду для учащихся школ, используя во многом прототип 1834 г. (исключая пальто). Существенные изменения в подходе к конструированию школьной формы произошли в 1960-х гг. (рис. 1-а,б – конструкции школьной формы 1959 г. и 1970-х гг [2], [3]: а) – базовая конструкция школьного платья для девушки; б) – модельная конструкция тужурки для мальчика школьного возраста; в) – модельная конструкция безрукавки (пионерская форма); г) – модельная конструкция повседневного фартука, построенная на базовой конструкции учебной формы) [2], [3]. Так, в это время изменяется силуэтное решение как женской, так и мужской формы: костюм мальчиков становится более свободным по силуэту и приобретает светский вид, появляются элементы традиционного "английского костюма". Воротник-стойка заменен на открытый английский, двубортная застежка – на однобортную, присутствует большое число накладных карманов. В 70-е гг. форма для мальчиков приобретает более свободный эргономичный силуэт, приближаясь к спортивному стилю: из конструкции убираются талиевые вытачки, тем самым создается прямой силуэт; прилегание в области бедер достигается при помощи отрезной планки; школьная куртка декорируется погончиками, накладными карманами с клапанами и пришивными эмблемами на рукаве; используется металлическая фурнитура.



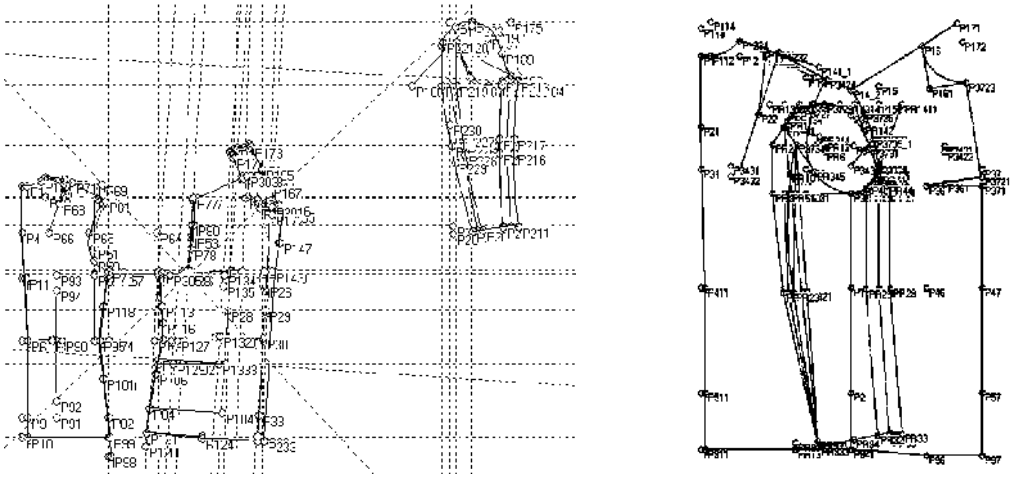
а) б) в) г)

Рис. 1

Форма для девочек также становится более эргономичной, ее разработкой занимается Всесоюзный институт ассортимента изделий легкой промышленности и культуры одежды (рис. 1-в, г). Анализ особенностей конструирования школьной формы этого периода выявил, что в разработке моделей применяются традиции "народного" кроя, например ластовицы, позволяющие как повысить экономичность раскладки деталей, так и удобство конструкции изделия, а также возможность "реставрации" изделий.

Проведен анализ современных методик конструирования школьной формы, представленных в рамках базы САПР JULUVI, который позволил выявить различия в подходах к конструированию. В качестве исходных данных возможно как использование базы размерных данных типовых фигур детей, так и изменение отдельных размерных признаков вручную при конструировании изделий на индивидуальную (нетиповую) фигуру ребенка. Как показывают социологические исследования, это является несомненным достоинством САПР, поскольку число детей с нетипо-

вым телосложением в настоящее время неуклонно растет вследствие акселерации, а также различных заболеваний. В группе "школьная форма" представлены методики А.П. Роговой и Л.П. Шершневой (рис. 2 – методики конструирования школьной формы, представленные в САПР JULUVI: а) – базовая конструкция школьного жакета для девочки (рост 164) по методике Шершневой; б) – жакет детский по методике ЕМКО СЭВ (старшие школьницы) рост 158 размер 38), которые основаны на "традиционном" алгоритме построения поясных и плечевых изделий (рис. 2-а). Методика ЕМКО СЭВ существенно отличается тем, что построение рукава производится непосредственно на участке проймы на базовой основе спинки и полочки плечевого изделия, что существенно улучшает посадку (рис. 2-б), отсутствуют вытачки по линии талии. Таким образом, изделия имеют более простой, прямой силуэт. Это упрощает технологическую обработку школьной формы и улучшает ее эргономические показатели.



а) б)

Рис. 2

Ретроспективная методика 60-х гг и методика ЕМКО СЭВ, представленная в САПР JULUVI, были использованы в разработке моделей формы для современных школьниц. Так проект, созданный по методике 60-х гг. [1] в среде САПР с "нулевыми" прибавками, апробирован при создании изделий из трикотажных полотен, что позволило добиться высоких эргономических показателей моделей школьной формы (рис. 3 – модели сарафанов, жилета и трикотажных блуз для школьниц).

Рис. 3

Таким образом, объединение приемов "исторического" и современного конструктивного моделирования, а также применение в качестве основных таких натуральных материалов, как шерстяные и хлопчатобумажные трикотажные полотна, лен, позволило создать изделия с высоким уровнем потребительских свойств.

В Ы В О Д Ы

1. Комплексная методология проектирования школьной формы с применением приемов аксиологии, открытой формы дизайна и системного проектирования предполагает изучение и анализ конструктивного формообразования изделий-прототипов

2. Ретроспективные методики конструирования школьной формы отличаются от современных использованием приемов кроя, заимствованных из светской моды, военного костюма, народного кроя. Композиционное решение ретроформы отличает соответствие социокультурной среде и информационная выразительность.

3. Современные методики ориентированы на унифицированность моделей школьной формы, упрощение кроя и силуэтного решения изделий.

4. Применение САПР позволяет органично соединить приемы ретрокроя с современными методами конструирования, адаптировать их в соответствии со свойствами современного ассортимента материалов для школьной формы путем автоматизированного задания величины прибавок и припусков на обработку.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Денисов А.Р., Ершов В.Н., Денисова О.И.* Системы поддержки принятия решений в бизнесе. – В 4 ч. Ч. 1. Введение в теорию принятия решений. – Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2011.

2. *Демезер А.А., Дзюба М.Л.* Домоводство.–2-е изд., – М.: Сельхозгиз, 1959.

3. *Беляева И.Н., Владимиров Н.Н.* Для своих детей. – Горький: Волго-Вятское книжное издательство, 1966.

Рекомендована кафедрой дизайна, технологии, материаловедения и экспертизы потребительских товаров. Поступила 30.09.14.

УДК 613.48 : 613.64

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАКЕТОВ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ С ИЗМЕНЯЕМЫМ УРОВНЕМ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

RESEARCH OF EFFICIENCY OF PACKAGES OF INNOVATIVE HEAT-SHIELDING CLOTHES WITH CHANGEABLE LEVEL OF PHYSICAL PROPERTIES

М.В. РОДИЧЕВА, А.В. АБРАМОВ
M,V. RODICHEVA, A.V. ABRAMOV

(Госуниверситет – учебно-научно-производственный комплекс)
(State University – Education-Scientific-Production Complex)
E-mail: ral@orel.ru; ant-lin88@mail.ru

Представлены результаты исследований пакетов теплозащитной одежды с изменяемыми теплозащитными и гигиеническими свойствами.

Results of researches of modern heat-shielding clothes with changeable heat-shielding and hygienic properties are presented.

Ключевые слова: теплозащитные свойства, гигиенические свойства, "интеллектуальные" материалы, вентиляционные элементы.

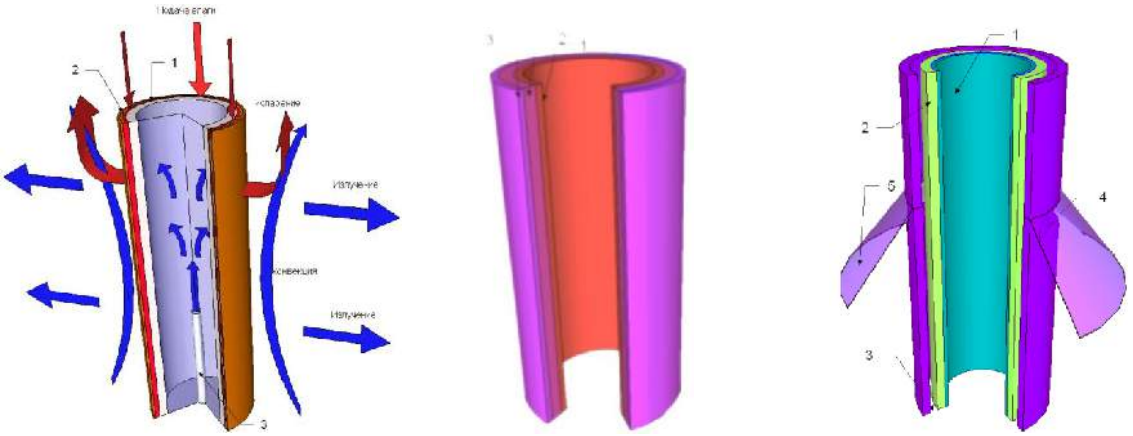
Keywords: heat-shielding and hygienic properties smart fabrics, ventilating elements.

Повышение эффективности защиты человека от холода связано с проектированием спецодежды с изменяемыми теплозащитными свойствами. Такая одежда разрабатывается:

– на основе элементов системы естественной вентиляции пододежного пространства;

– при использовании "интеллектуальных" тканей с инновационной структурой или использования нанотехнологий.

Цель работы заключается в получении количественных данных о влиянии структуры пакетов теплозащитной одежды с изменяемыми теплофизическими свойствами на интенсивность тепло- и массообменных процессов в биотехнической системе "человек – одежда – окружающая среда".



а) б) в)

Рис. 1

Исследования проводились на основе авторского метода с использованием тепловой модели элемента тела человека, на рабочей поверхности (1, рис. 1-а) (исследуемые элементы пакетов одежды (а: 1 – рабочая поверхность тепловой модели элемента тела человека, 2 – элемент пакета одежды, 3 – источник тепловой энергии; б: 1 – Thermal layer, 2 – Polartech, 3 – Gore-Tex; в: 1 – хлопчатобумажное белье, 2 – шерстяной флис, 3 – воздушная прослойка, 4 – воздухозаборные отверстия, 5 – вентиляционный элемент)) которой размещается исследуемый пакет одежды (2). Элемент тела нагревается от внутреннего источника энергии (3) в заданных пределах температуры, накапливая строго определенное количество тепла. При отключении источника элемент остывает до заданной температуры, отдавая накопленное тепло в окружающую среду через пакет одежды, представленный набором концентрических оболочек [1].

Установка позволяет имитировать работу системы потоотделения и обеспечивает подачу на внутреннюю поверхность пакета одежды модельной влаги, которая мигрирует к его внешней поверхности, откуда испаряется в окружающую среду. В процессе проведения исследований измеряются термодинамические параметры воздуха до и после его контакта с рабочей поверхностью пакета. По результатам замеров могут быть рассчитаны: величина

суммарного теплового сопротивления пакета (1), плотность теплового потока на его поверхности (2), интенсивность испарения с поверхности (3), динамика величины влагосодержания слоев пакета во времени (4).

$$R = \frac{F\tau_2\left(t_{внут} - t_{внеш}\right)}{UI\tau_1}, \qquad (1)$$

где F – площадь поверхности элемента пакета одежды, м^2; $t_{внут}$, $t_{внеш}$ – значение температуры на внутренней и внешней поверхностях пакета, °С; U – напряжение на ТЭНе нагревателя, В; τ_1 – продолжительность импульса, с; $\tau_{цикла}$ – продолжительность цикла, с; I – сила тока на ТЭНе нагревателе, Ом [2].

$$\frac{UI\tau_1}{\tau_2} = \dot{m}\left(c\left(t_1 - t_2\right) + ir\right) + \sigma\varepsilon F\left(\left[\frac{T_{пов}}{100}\right]^4 - \left[\frac{T_{окр}}{100}\right]^4\right), \qquad (2)$$

где $\dot{m}$ – массовый расход воздуха, обтекающего поверхность пакета одежды, кг/с; c – теплоемкость воздуха, Дж/кг·°С; $T_{пов}$ – температура поверхности модели, К; $T_{окр}$ – температура окружающей среды, К; σ – постоянная Стефана-Больцмана; ε – степень черноты рабочей поверхности модели; i – интенсивность испарения с поверхности пакета одежды, г/с; r – удельная теплота испарения влаги, Дж/г [2].

$$i = 622\dot{m}\left(\frac{10^k - 0,7947(t_{сп} - t_{вп})(1 + 0,00115t_{вп})}{P_б - \left(10^k - 0,7947\left(t_{сп} - t_{вп}\right)\left(1 + 0,00115t_{вп}\right)\right)} - \frac{10^k - 0,7947\left(t_{сд} - t_{вд}\right)\left(1 + 0,00115t_{вд}\right)}{P_б - \left(10^k - 0,7947\left(t_{сд} - t_{вд}\right)\left(1 + 0,00115t_{вд}\right)\right)}\right), \qquad (3)$$

где k – показатель степени; $P_б$ – барометрическое давление, мм рт. ст.; $t_{сд}$, $t_{вд}$ – показания психрометра, размещенного на расстоянии метра от тепловой модели, °С; $t_{сп}$, $t_{вп}$ – показания психрометра, размещенного в потоке воздуха после контакта с поверхностью пакета, °С [2];

$$\frac{du}{d\tau} = \frac{m_{в1}/m_{с1} - m_{в2}/m_{с2}}{\left(\tau_2 - \tau_1\right)}, \qquad (4)$$

где $m_{в1}$, $m_{в2}$ – масса элементарных образцов, отобранных из структуры каждого слоя пакета одежды в моменты времени τ_1 и τ_2; $m_{с1}$, $m_{с2}$ – масса тех же образцов после выдерживания в сушильном шкафу согласно методике [3].

Исследовалась эффективность следующих элементов пакетов одежды для условий субнормального климата:

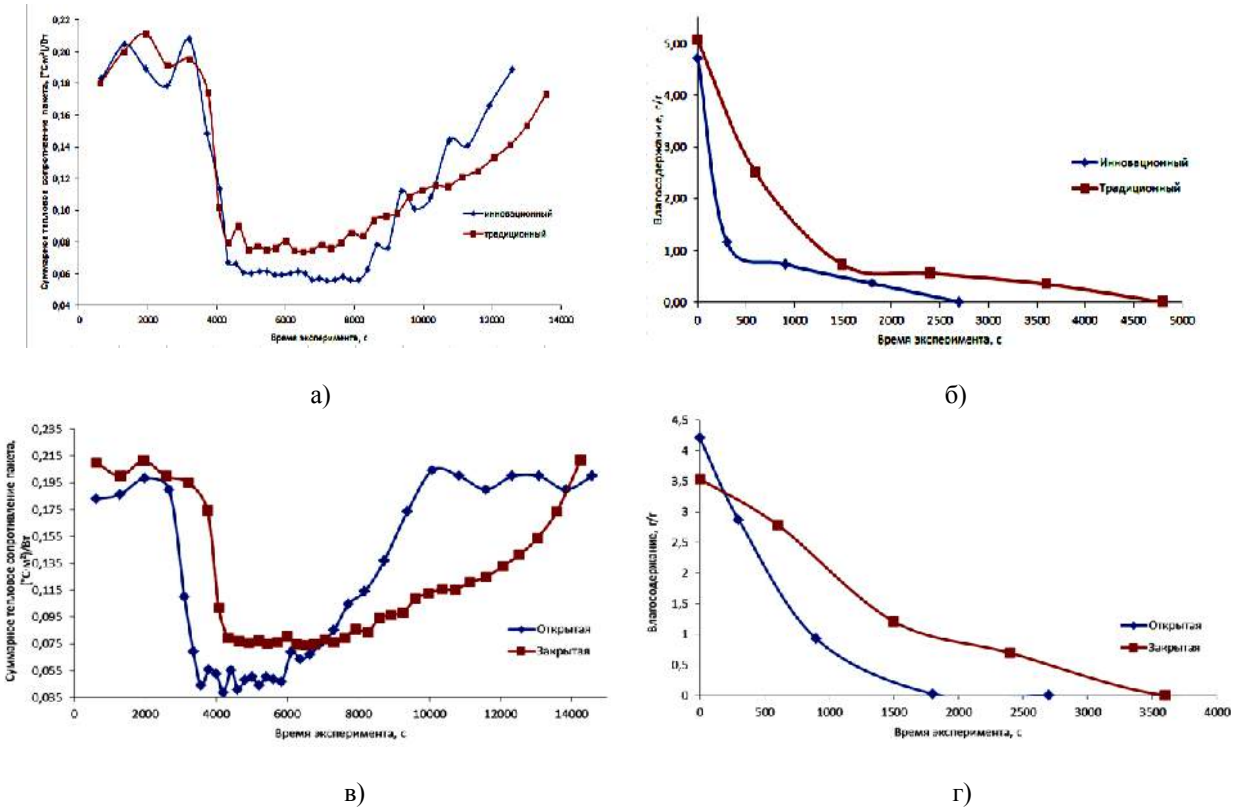
– инновационного из "интеллектуальных" материалов (рис. 1-б): нижний слой (1) – термобелье Thermal layer, промежуточный утепляющий (2) – ткань Polartech, верхний (3) – мембранная ткань Gore-Tex;

– традиционного: нижний слой – хлопчатобумажное белье, утепляющий– шерстяной флис, верхний – плащевая ткань с односторонним изнаночным покрытием;

– вентилируемого: нижний и промежуточный слои (1, 2) аналогичны предыдущей комплектации, между ними и верхним слоем – стабилизированная воздушная прослойка (3), в верхнем слое выполнены воздухозаборные отверстия (4) и расположенные над ними воздухозаборные элементы (5) – на рис. 1-в условно показаны прозрачными.

На рис. 2-а, в представлена динамика суммарного теплового сопротивления пакетов в сухом состоянии, при увлажнении за счет имитатора потоотделения, и в процессе сушки при выключенном имитаторе потоотделения. На рис. 2-б, г представлена динамика влагосодержания пакетов в процессе сушки. Как видно, вывод пота из-под одежды в инновационном пакете на 30…40% интенсивнее, чем в традиционном, а величина суммарного теплового сопротивления на 20…30% ниже. Эта разница, по нашему мнению, обусловлена тем, что через мембранную ткань влага отводится в виде пара и на ее испарение в структуре пакета дополнительно затрачи-

вается тепловая энергия. В вентилируемом пакете при открытых вентиляционных элементах наблюдается повышенная интенсивность вывода пота, а при закрытых – значительно повышается суммарное тепловое сопротивление пакета.



а) б)

в) г)

Рис. 2

Обобщая, отметим, что недостатком пакетов теплозащитной одежды из "интеллектуальных" материалов является выраженное снижение величины суммарного теплового сопротивления во влажном состоянии вследствие затрат тепла на испарение влаги в их структуре. Использование системы вентиляции пододежного пространства позволяет регулировать интенсивность вывода влаги и за счет этого изменять теплозащитные свойства пакета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. №2340267 РФ. Устройство для обеспечения регулируемой вентиляции под одеждой / М.В. Родичева и др.; заявитель: ОрелГТУ, заявл. 06.04.2008, опубл. 10.12.2008, - 5с.: ил.

2. *Родичева М.В., Абрамов А.В., Уваров А.В.* Моделирование процессов тепломассообмена в биотехнической системе "человек - одежда - окружающая среда" // Швейная промышленность. – 2009, №6. С.38…40.

3. *Родичева М.В., Абрамов А.В., Белова Т.И., Агашков Е.М.* Оценка влияния кислотности осадков на параметры массообмена в биотехнической системе "человек – одежда – окружающая среда" // Отраслевые аспекты технических наук. – М.: ИНГН, 2011, №10. С.2…5.

Рекомендована кафедрой технологии и конструирования швейных изделий. Поступила 30.09.14.

УДК 675.6.02

РАЗРАБОТКА НОМЕНКЛАТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ОВЧИННОГО ПОЛУФАБРИКАТА

DEVELOPMENT OF THE NOMENCLATURE OF TECHNOLOGICAL INDICATORS OF QUALITY FOR DESIGN OF PRODUCTS FROM THE SHEEPSKIN SEMI-FINISHED PRODUCT

Е.Н. БОРИСОВА, Ж.Ю. КОЙТОВА
E.N. BORISOVA, J.YU. KOYTOVA

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

Разработана номенклатура технологических показателей качества овчинного полуфабриката, положенная в основу разработанного алгоритма проектирования изделий с учетом свойств материала, что обеспечивает повышение качества овчинного мехового товара на этапе проектирования и сохранение его при эксплуатации одежды.

Developed a range of technological parameters of quality sheepskin semi underlying the algorithm developed by the product design based on the properties of the material that enhances the quality sheepskin fur product at the design stage and the preservation of his clothes during operation.

Ключевые слова: качество, сырье, овчинный полуфабрикат, изделие, меховой товар, номенклатура технологических показателей, проектирование, алгоритм.

Keywords: quality, raw materials, sheepskin semi-finished product, product, fur goods, nomenclature of technological indicators, design, algorithm.

Обеспечение необходимого уровня качества потребительской продукции является важной задачей для любого производства и главным фактором обеспечения конкурентоспособности продукции.

Меховой товар в зависимости от уровня технологической обработки может быть представлен как сырье (шкуры овец), овчинный полуфабрикат и готовое изделие. При переходе из одного состояния в другое формируются и сохраняются определенные свойства. На каждом этапе осуществляется выходной и входной контроль качества по соответствующим критериям – показателям.

Свойства сырья определяются зоологическим видом (породой, возрастной категорией, условиями их содержания и др.). Требования и оценка качества на данном этапе проводится в соответствии с ГОСТ 28509–90. Овчины невыделанные. Технические условия. На этом этапе формируется комплекс свойств сырья, определяющих его качество ($\sum_{i=1}^{n}$ Кс).

При переходе сырья в полуфабрикат формируются новые свойства, уровень которых определяется совершенством применяемой технологии, технологическим оснащением производства. Применяемая номенклатура показателей качества на данном уровне позволяет оценить качество исходного сырья и качество технологической обработки. Сформированный комплекс свойств овчинного полуфабриката,

определяющий его качество ($\sum_{i=1}^{n}$ Кпф) на данном уровне, оценивается рядом нормируемых показателей, регламентируемый ГОСТ 4.420–86. Система показателей качества продукции. Шкурки меховые выделанные. Номенклатура показателей, ГОСТ 1821–75. Овчина шубная выделанная. Технические условия, ГОСТ 4661–76. Овчина меховая выделанная. Технические условия.

При переходе на следующий уровень технологической обработки овчинный полуфабрикат преобразуется в изделие с определенным уровнем качества ($\sum_{i=1}^{n}$ Ки). На данном этапе качественные показатели будут определяться уровнем проектирования, технологией и качеством изготовления.

На этапе перехода изделия в потребительский товар будет определяться его соответствие уровня качества требованиям потребителя. При этом уровень качества товара ($\sum_{i=1}^{n}$ Кт) определяется качеством рекламы, правильной организацией торговли (рис. 1).

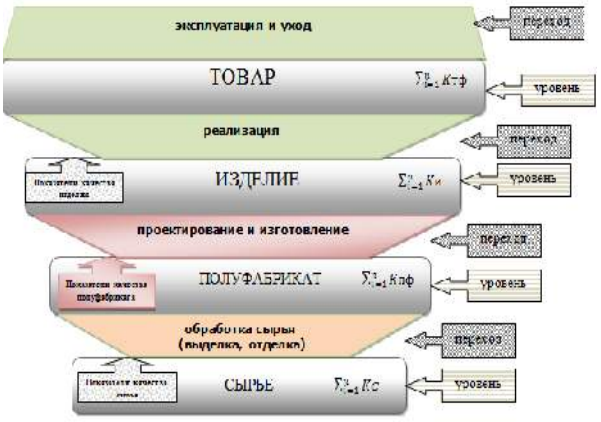


Рис. 1

Таким образом, при каждом переходе формируются определенные показатели, которые оцениваются соответствующей стандартной номенклатурой. Сформированные показатели качества каждого уровня являются выходными для данного уровня и одновременно входными для следующего перехода обработки. Поэтому для качественного перехода с одного уровня на другой необходимо, чтобы перечня входящих показателей качества было достаточно для формирования последующего комплекса свойств на соответствующем переходе. Только при этом условии будет обеспечиваться необходимый уровень качества мехового товара.

Анализ нормируемых показателей качества овчинного полуфабриката показывает, что они учитывают и отражают лишь качество исходного сырья и качество его технологической обработки на этапе выделки. Данные показатели не могут быть использованы для качественного перехода на уровень "изделия". В результате качество изделия может не соответствовать требованиям, которые предъявляются к нему при его переходе на уровень"товар". Несоответствие качества товара может проявиться при реализации и последующей его эксплуатации. Поэтому актуальной является разработка номенклатуры показателей овчинного полуфабриката, обеспечивающей качественный переход с уровня "полуфабрикат" на уровень "изделие" с целью удовлетворения требований потребителей на уровне "товар".

Создание любого предмета одежды включает в себя дизайнерскую, конструкторскую и технологическую проработку. Для проектирования качественной одежды на каждом этапе необходимо учитывать те или иные свойства материала, которые должны быть включены в номенклатуру, определяющие его технологичность.

Овчинный полуфабрикат – природный комплексный материал, состоящий из кожевой ткани и волосяного покрова, его свойства будут определяться свойствами каждого из составляющих компонентов и шкуры в целом.

Проведенные ранее исследования свойств овчинного полуфабриката [1…7] позволили разработать номенклатуру технологических показателей качества овчинного полуфабриката (табл. 1).

Таблица 1

Наименование показателя	Наименование характеризуемого свойства	Обозначение показателя
Кожевая ткань		
Толщина	Структурная характеристика	$t_{кт}$
Податливость	Деформируемость	$C_{кт}$
Усадка при химчистке	Изменение линейных размеров	$У_{х}$
Коэффициент драпируемости	Драпируемость (мягкость)	$К_{др}$
Цветовое различие	Устойчивость окраски при химчистке	$\Delta E_{кт}$
Волосяной покров		
Высота ВП	Структурная характеристика	$h_{вп}$
Угол наклона волоса	Структурная характеристика	$\beta_{в}$
Длина волоса	Структурная характеристика	$\ell_{в}$
Изменение степени черноты	Устойчивость окраски при сухом и мокром трении	$\Delta К_{вп}$
Жесткость	Абразивная способность	$EI_{вп}$
Коэффициент изменения высоты ВП при давлении	Сминаемость	$\Delta h_{вп}$

В данную номенклатуру показателей качества включены структурные показатели, такие как толщина кожевой ткани, высота волосяного покрова, угол наклона и длина волоса, а также вновь введенные показатели. К ним относятся податливость [1], цветовые различия [3], драпируемость [4], жесткость волосяного покрова [5], коэффициент изменения высоты волосяного покрова при давлении.

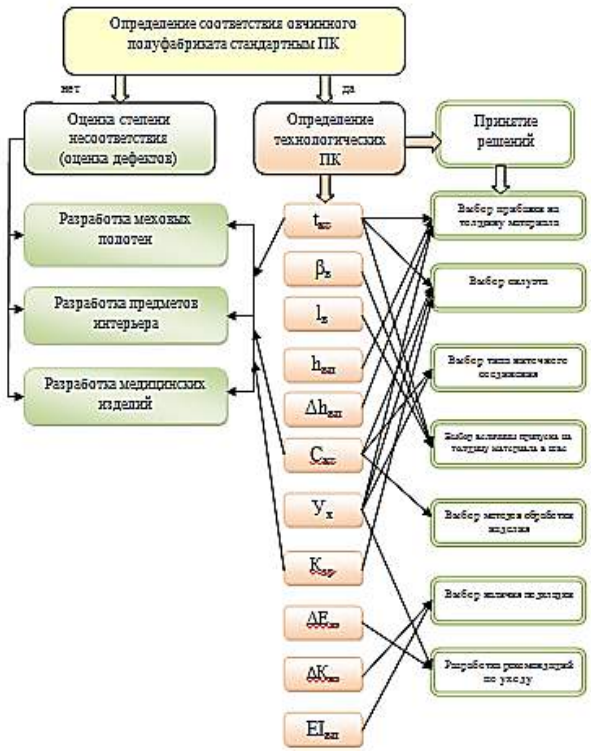


Рис. 2

Разработанная номенклатура технологических показателей качества положена в основу алгоритма проектирования изделий из овчинного полуфабриката (рис. 2), который предполагает определение стандартных показателей качества, при несоответствии которым овчинный полуфабриката не может быть использован для изготовления одежды. Поэтому некондиционный полуфабрикат предлагается использовать для изготовления меховых полотен, предметов интерьера, изделий медицинского назначения [8…10]. Для овчинного полуфабриката соответствующего уровня качества определяются технологические показатели, на основе которых принимаются соответствующие проектные решения с учетом соответствующих свойств [11].

ВЫВОДЫ

1. Для овчинного мехового товара установлены уровни технологической обработки, включающие "сырье"-"полуфабрикат"-"изделие" и определены критерии качественного перехода с одного уровня на другой.

2. Разработана номенклатура технологических показателей качества овчинного полуфабриката, включающая существующие и разработанные показатели.

3. Разработан алгоритм проектирования меховых товаров из овчинного полуфаб-

риката, позволяющий изготавливать изделия с учетом свойств материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Шапочка Н.Н., Койтова Ж.Ю., Борисова Е.Н.* Анализ диаграмм растяжения различных овчинных полуфабрикатов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 5. С.17…20.

2. *Борисова Е.Н., Муравская Н.Н., Койтова Ж.Ю.* Сравнительный анализ свойств материалов для верхней одежды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №4. С.21…25.

3. *Борисова Е.Н., Койтова Ж.Ю.* Использование метода расчета цветовых различий для оценки изменения окраски овчинного полуфабриката // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5; URL:http://www.science-education.ru/111-10468

4. *Тимченко В.А., Борисова Е.Н.* Разработка неразрушающего метода оценки драпируемости меховых полуфабрикатов // Швейная промышленность. – 2013, №5. С.27…28.

5. *Борисова Е.Н., Койтова Ж.Ю.* Влияние волосяного покрова овчин на изменение поверхности материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №6.

6. *Борисова Е.Н., Койтова Ж.Ю., Шапочка Н.Н.* Влияние химчистки на потребительские свойства изделий из овчины // Вестник КГТУ. – 2011, № 2. С. 37…38.

7. *Борисова Е.Н., Койтова Ж.Ю., Кучерова И.А.* Оценка усадки овчинного полуфабриката на основе исследования разноусадочности слоев // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4. С.121…131.

8. *Рассадина С.П.,Койтова Ж.Ю., Борисова Е.Н.* К вопросу классификации характеристик строения волосяного покрова пушно-меховых полуфабрикатов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С.101…104.

9. Пат. 2468722 Российская Федерация. Повязка лечебная / Борисова Е.Н., Койтова Ж.Ю., Шапочка Н.Н., Куркин В.В.; заявл. 19.06.2011; опубл. 10.12.2012.

10. Пат. 78882 Российская Федерация. Полупальто женское из шубной овчины / Е.О. Киян, А.А. Барсукова, Ж.Ю. Койтова, Е.Н. Борисова, Н.Н. Шапочка, Е.Ю.Медведева, заявл. 21.12.2009; опубл. 16.07.2011.

11. *Борисова Е.Н.* Оценка влияния параметров меховых полотен из овчинного полуфабриката на их теплозащитные свойства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С.108…112.

12. *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.

Рекомендована кафедрой дизайна, технологии, материаловедения и экспертизы потребительских товаров. Поступила 30.09.14.

УДК 792.023 "18/19"

МЕТАМОРФОЗЫ ОБРАЗОВ "СНЕГУРОЧКИ" В РУССКОМ ТЕАТРАЛЬНО-ДЕКОРАЦИОННОМ ИСКУССТВЕ КОНЦА XIX – НАЧАЛА XX ВЕКОВ (к историографии вопроса)

METAMORPHOSES OF IMAGES OF "THE SNOW MAIDEN" IN THE RUSSIAN THEATRICAL-DECORATIVE ART OF THE LATE XIX - EARLY XX CENTURIES (historiography of the question)

Ю.А. КОСТЮКОВА, А.П. ГРУЗДЕВА
Y.A. KOSTYUKOVA, A.P. GRUZDEVA

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

"Снегурочка" А.Н. Островского, впитавшая в себя поэзию русского фольклора и великолепно исполненная на музыку Н.А. Римского-Корсакова, оказала заметное влияние на развитие русского театрально-

декорационного искусства конца XIX – начала XX вв. Авторами статьи предпринята попытка собрать воедино, изучить и проанализировать материалы, связанные с разработкой эскизов костюмов и сценических декораций "Снегурочки". Исследованы метаморфозы образов "весенней сказки" в творчестве выдающихся художников русского модерна.

"Snow maiden" A.N. Ostrovsky that absorbed all the poetry of Russian folklore and magnificently performed to the music of N.A. Rimsky-Korsakov, has had a marked influence on the development of Russian theatrical-decorative art of the late XIX - early XX centuries. The authors attempt to collect, study and analyze the material, related with development of sketches of costumes and stage sets "snow Maiden". Studied images of the metamorphosis of the "spring tale" in the works of prominent Russian artists of the art Nouveau.

Ключевые слова: образ, снегурочка, русское театрально-декорационное искусство, эскизы, декорации, костюм, метаморфозы.

Keywords: image, snow maiden, russian theatrical-decorative art, sketches, scenery, costume, metamorphosis.

В последней трети XIX в. художественная культура России переживает сильное влияние русского фольклора. Мощным импульсом для этого послужили публикации удивительных находок, сделанных учеными-фольклористами, в 1860-е гг., собравшими по русским деревням и селам сотни сказок и былин, пословиц, поговорок, исторических песен, в которых отечественная история предстала как многовековая сокровищница народной памяти. К числу такого рода первоисточников относятся русские народные сказки А.Н. Афанасьева, пословицы русского народа В.И. Даля, песни, собранные П.В. Киреевским и П.Н. Рыбниковым, Онежские былины, записанные и изданные А.Ф. Гильфердингом [1].

Ограненные и отшлифованные, зазвучали они в стихах А.К. Толстого и в музыке Н.А. Римского-Корсакова, пленяя театралов не меньше, чем купеческие пьесы А.Н. Островского. Сам А.Н. Островский под впечатлением от трудов выдающегося собирателя русского фольклора А.Н. Афанасьева пишет поэтическую сказку "Снегурочка" (1873). Вскоре пьеса была напечатана в "Вестнике Европы" и поставлена в Большом театре [2]. Но признание пришло не сразу. Новый виток развития "весенняя сказка" получила в опере Н.А. Римского-Корсакова. Завершенная в 1881 г., она была поставлена в 1882 г. практически одновременно в Мариинском театре и на сцене Частного театра промышленника и мецената С.И. Мамонтова в имении Абрамцево (в конце XIX вв. Абрамцево – своего рода культурный центр России с ориентацией на народное творчество и его художественные традиции). Опера "Снегурочка" имела громадный успех и более двадцати лет шла в театрах Петербурга, Лондона и Чикаго.

Театральные художники охотно писали декорации к постановкам "Снегурочки" в драме и к опере Римского-Корсакова. Ее чудесные зримые образы во многом обязаны трем великим художникам русского модерна: В.М. Васнецову, М.А. Врубелю и Н.К. Рериху. В пьесе А.Н. Островского практически нет прямых описаний одежды героев, что дало повод художникам обратиться к своей фантазии, вдохновляясь мудрой прелестью народной сказки.

Первым художником костюмов и декораций "Снегурочки" стал В.М. Васнецов – признанный мастер фольклорно-исторического жанра живописи. Реалистичность его творчества, проникновенное видение русского народного искусства и поэтическая настроенность натуры художника были сродни литературным образам

сказки Островского с присущей им, по словам самого драматурга, "…поэзией русского языческого культа и этой сперва снежно-холодной, а потом неудержимо-страстной героиней сказки" [3]. Васнецов подошел к работе очень серьезно, с сосредоточенностью к деталям и пониманием самобытности дохристианской Руси. Он говорил: "…эта поэма "Снегурочка" – лучшее, что есть. Молитва русская и мудрость, мудрость пророка..." [4]. В своих эскизах он стремился воссоздать колорит русской старины, поэтическую атмосферу народной жизни, ее светлую задушевную красоту, которая нашла отражение в избах и теремах, украшенных резьбой, деревянными коньками, наивными и замысловатыми орнаментами. Будучи убежденным, что "…без народной природной почвы никакого искусства нет…", Васнецов отправил в Тульскую губернию старосту Мамонтовых Алексеича. По словам Н.В. Поленовой, помощницы В.М. Васнецова по костюмам, результат получился блестящий. Староста привез массу вещей, и среди них такие оригинальные и примитивные по покрою, что все пришли в восторг. По ним Васнецов набросал эскизы костюмов для главных действующих лиц. Поленова занялась подыскиванием подходящей материи, кройкой, отделкой и руководством вышивок. Публика была в изумлении, увидев с первого же акта не тоскливую группу статистов, которые обычно выступали в массовках театров той поры, а толпу настоящих берендеев, сияющую белизной домотканого полотна с яркими пятнами красных и синих вышивок, набоек, кокошников, душегреек, армяков. Это был поистине театрализованный образ народа [3].

Васнецов, беззаветно влюбленный в родную старину, глубоко понимающий ее особенную прелесть, смог открыть в "Снегурочке" закон древнерусской красоты [5]. Главную героиню пьесы он представил в образе юной девушки-крестьянки, костюм которой сочетал в себе исторически правдивый крой и орнаментику Древней Руси. Художник украсил верхнюю часть сарафана Снегурочки тесьмой, выложенной угольками, а по светлому полю дает простой узор "змейка", который согласно языческим верованиям, означает, что деревня, где жила Снегурочка, стояла у воды [6].

Позднее, в 1899 г., В.М. Васнецов напишет "зимнюю" Снегурочку в богато декорированной длинной шубе, выходящую из леса, будто из сказки. Эта работа стала одной из самых узнаваемых картин художника. На ней милый художнику образ – ни что иное, как выражение мечты о "прекрасном". Снегурочка пленительна в своем очаровании. Фигура девушки как будто освещается не сверху, а снизу, от снега. Все окружающее создает общее впечатление волшебства и загадочности. Для написания картины Васнецов использует холодную гамму цветов – белые, серые и голубые оттенки, тем самым очень тонко подчеркивает таинственность происходящего. Моделью для Снегурочки выступила дочь С.И. Мамонтова Сашенька. И в Сашеньке, и в Снегурочке мастер видел образ "чистой заснеженной России".

После Васнецова эскизы к постановкам "Снегурочки" создавали Врубель, Коровин, Кустодиев, Билибин и другие художники. Как будто соревнуясь, они искали свое видение уже полюбившегося многим сказочного персонажа. С 1889 г. в Абрамцеве много и плодотворно работает М.А. Врубель. Захваченный общей идеей создания "нового русского стиля", он пишет декорации для частной оперы С.И. Мамонтова, исполняет серию скульптур для майолик Абрамцевской фабрики. Есть среди них и романтические образы "Снегурочки", "Мизгиря", "Леля", а "Царь Берендей", по мнению многих специалистов, это просто стилизованный портрет Римского-Корсакова, с которым Врубель дружил и безмерно уважал [7]. Обаяние оперы и самой сказки было так велико, что художник обращается к этой теме даже при оформлении интерьеров частных особняков. Так родилась "таинственная Снегурочка" М.А. Врубеля – декоративное панно, написанное им в 1890 г. для дома А.В. Морозова (Москва). Как истинный символист, Врубель своим "вторым зрением" создает уникальный живописный образ сказочной

красавицы. Его Снегурочка молчалива, неподвижна, полна тайной силы. Он видит в ней роскошную (темой роскоши и богатства пропитаны многие его картины), далеко не крестьянскую девушку, в серебристо-снежном наряде, опушенном горностаевым мехом и сплошь осыпанном большими звездами снежинок, которые украшают также волосы на голове девушки [8]. Этот образ целиком повторяется в сценическом облачении Н.И. Забелы-Врубель (жены художника) – исполнительницы главной партии в опере "Снегурочка" конца 1890-х гг. Как и на сохранившейся фотографии Забелы-Врубель в роли Снегурочки, на панно Врубель изображает ее с таким же выражением лица, которое, видимо, особенно нравилось художнику – глаза как бы не разбужены для жизни, дремотная томная улыбка [9]. Сказочная красавица с локонами, распущенными по плечам, и громадными карими ("врубелевскими") очами – хозяйка в этом фантастическом, таинственном мире.

Образы сказок нашли отражение и в творчестве Н.К. Рериха. "В сказке, как в кладе захороненном, сокрыты вера и стремления народа", – писал великий художник в своих воспоминаниях [10]. "Снегурочка" Н. А. Римского-Корсакова пленила Рериха еще в юные годы. Его восхищали миросозерцание древних славян и живописный колорит их жизни. Он высоко оценил декорации В.М. Васнецова, характеризуя их как "…полные проникновения в самую сущность славянского языческого времени" [11].

Рерих обращался к оформлению "Снегурочки" четыре раза. В 1908 г. он сделал эскизы декораций для парижского оперного театра; в 1912 г. – для драматической постановки сказки Островского в Петербурге; в 1919 г. оформлял оперный спектакль в Лондоне и в 1921 г. – в Чикаго. Детально изучая формообразующие элементы, он создает уникально тонкие, правдиво читающиеся образы. Его ранняя Снегурочка (1912) – хрустальная, с изобилием декорирующих элементов (костюм Снегурочки весь украшен большими кругами и маленькими, объединенными по три и оканчивающимися завитком) [12], переносила зрителей в сказочный мир языческой Руси. Более поздняя "Снегурочка" для чикагского оперного театра отличалась совершенно новым, в чем-то даже неожиданным подходом к драматургическому материалу и иной характеристикой персонажей. В 1921 г. Рерих пишет эскизы костюмов для берендеек в бусах и браслетах, с огромными височными кольцами возле ушей. Лель, играющий на свирели, становится в этих эскизах смуглым отроком с узкими глазами, черные косы девушек напоминают Азию. Берендеи явственно превращаются в "торков" – людей загадочного племени, которые помогали оборонять Киев от половцев, но сами были азиатской крови [11]. В своей статье "Одеяние духа" [13] художник представляет Россию как чудесный край, где сталкиваются достояния различных народов – и из этих столкновений рождается великое и прекрасное древо русской культуры.

Эскиз "Берендей и Снегурочка" стилизован автором под древнерусскую икону (Рерих один из первых поднял вопрос об огромной художественной ценности древнерусской иконописи). Со временем образы героев пьесы "Снегурочка" Рерих дополняет видениями, пришедшими из глубин иных мировых – не европейских – цивилизаций и иных – не только христианской – религий, которые художник мечтал объединить в новом "царстве Света" [1]. В этой связи наиболее примечательна легендарная трактовка образа Леля в духе индуистского Кришны (1932) – "святого пастыря" из мира древнего символизма.

Сценические декорации Рериха были удостоены похвалы английской и американской прессы. В частности, журнал "Вог" писал о "Песне Леля" как об "одной из наиболее восхитительных цветовых гармоний". Сам Рерих пояснял, что в "Снегурочке" он пытался выразить душу России, а сама опера является гимном человеческой любви и жертвенности [14]. Мудрое стилистическое чутье художника, наложенное на увлечение археологией, и притом не дилетантское, а глубокое, научное (Рерих был членом Русского археоло-

гического общества), приносит свои плоды. У Рериха вырабатывается особое чувство времени, умение заглянуть в "тридесятое царство" и увести за собой зрителя.

В Ы В О Д Ы

1. Театрально-декорационные образы "Снегурочки" в произведениях Васнецова, Врубеля, Рериха создают целый калейдоскоп разного рода видений, отражающих мифологическую, сказочно-символическую и даже "космическую" природу первоисточника. Васнецов обращается к фольклорно-исторической реальности и создает неповторимый и самобытный "берендеевский" стиль, ставший определенным каноном для всех последующих поколений художников, так или иначе связанных с русской сказочной темой. Врубель подталкивает зрителя к поиску таинственных символов в зыбком, исчезающем отблеске красоты Снегурочки. Рерих детально изучает архаику славянского язычества и вместе с героями "Снегурочки" совершает своего рода путешествие во все более глубокие исторические слои духовного прошлого человечества.

2. Благодаря усилиям художественной элиты конца XIX – начала XX вв. "Снегурочка", пришедшая из традиционного мира русской культуры, примерила на себе реальные и фантастические образы русского модерна, при этом оказалась необыкновенно восприимчива к дальнейшим метаморфозам времени [15].

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Яковлева Н.А.* Историческая картина в русской живописи. Энциклопедия мирового искусства. – М: Белый город, 2005. С. 259, 395.

2. *Душечкина Е.В.* Дед Мороз и Снегурочка // Отечественные записки. – 2003, №1(10) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.strana-oz.ru.

3. *Пучинская А.* Опера "Снегурочка" в постановке мецената и предпринимателя Саввы Ивановича Мамонтова // Меценат и Мир.– 2007, № 33…36 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mecenat-and-world.ru.

4. Статьи и воспоминания Константина Коровина. Савва Иванович Мамонтов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.bibliotekar.ru.

5. *Бенуа А.Н.* История русской живописи в XIX веке. – М.: Республика, 1999. С. 389.

6. *Бялик В.* Платье для Снегурочки // Родина. – 2000, №12 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.istrodina.com.

7. *Линкова И.* Любимые герои: Снегурочка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.bibliogid.ru.

8. *Суздалев П.К.* Врубель. Музыка. Театр. М.: Изобразительное искусство. –1983. С. 111.

9. *Дмитриева Н.А.* Михаил Врубель. Жизнь и творчество. – М.: Детская литература, 1988. С. 87.

10. *Рерих Н.К.* О вечном … – М.: Политиздат, 1991. С. 199.

11. *Полякова Е.И.* Николай Рерих. – М.: Искусство, 1973. С. 157…159.

12. *Маточкин Е.П.* Знак Знамени Мира в искусстве Евразии и творчестве Н.К. Рериха // Новая эпоха. – 1997, №4 (15) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.neweporch.ru.

13. *Рерих Н.К.* Пути благословения. – М.: Сфера, 1999. С. 13…15.

14. История одного экспоната [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.konstantin-palace.ru.

15. *Костюкова Ю.А., Рогачева А.А.* Костюм российской Снегурочки: традиции и современность // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 3 (345). С. 97…101.

Рекомендована кафедрой дизайна, технологии, материаловедения и экспертизы потребительских товаров. Поступила 30.09.14.

УДК 687:339.137

САМОКЛЕЯЩИЙСЯ МАТЕРИАЛ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ НЕПРОНИЦАЕМОГО СОЕДИНЕНИЯ В ОДЕЖДЕ*

SELF-GLUED MATERIAL AS THE BASIS OF FORMATION OF IMPENETRABLE CONNECTION IN CLOTHES

О.В. МЕТЕЛЕВА, Е.В. ДЬЯКОНОВА, Л.И. БОНДАРЕНКО
O.V. METELYOVA, E.V. DYAKONOVA, L.I. BONDARENKO

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnic University)
E-mail: olmet07@yandex.ru, el_dyakonova@mail.ru

Представлены результаты экспериментальных исследований вариантов самоклеящегося пленочного материала. Материал предназначен для предотвращения проницаемости перопухового утеплителя сквозь проколы строчек одежды.

Results of experimental researches of variants of a self-glued film material are presented. The material is intended for prevention of permeability a heater feather-down through punctures of lines of clothes.

Ключевые слова: самоклеящийся пленочный материал, полимерная композиция, миграция, перопуховая смесь, коэффициент сквозной миграции, эксплуатационные нагрузки, отверстие прокола, химчистка.

Keywords: Self-glued film material, polymeric composition, migration, feather-down a mix, factor of through migration, operational loadings, a puncture aperture, a dry-cleaner.

Расширение ассортимента комплектующих материалов для швейной промышленности – актуальная задача разработки новых технологических подходов и за счет этого повышения эффективности и качества различных швейных изделий. Это направление позволяет решать задачи швейных предприятий технологически менее сложными методами [1…4]. Решение проблемы повышения непроницаемости ниточных соединений в одежде на ППУ (перопуховой утеплитель), как показали проведенные исследования [5], невозможно без разработки специального вспомогательного материала, способного обеспечить формирование ниточно-клеевых соединений, являющихся барьером для различных фракций ППУ.

Цель настоящего исследования – разработка клеевого пленочного материала, удовлетворяющего требованиям швейного производства и создающего условия после проклеивания ниточных соединений для препятствования миграции ППУ на поверхность одежды.

Объектами исследований в работе являлись модели узлов утепленной одежды в виде пакетов (состоящих последовательно из материала верха – полиэфирного материала Jordan с пленочным водозащитным покрытием; ППУ в виде чехла из полиамидной ткани с перопуховой смесью (пух – 85% и перо – 15%) внутри; полиэфирной подкладочной ткани), соединенных челночной стегальной строчкой. Режим ниточного машинного соединения: n_{10}= 3,3; нитки – полиэфирные 70ЛЛ; игла – 70SPI.

* Статья подготовлена в рамках выполнения проектной части госзадания № 11.1898.2014/К Минобрнауки России.

Методы исследований: толщина пленочного материала – толщиномер ТР-1 по ГОСТ 11358–89; блокирующий эффект измеряли коэффициентом сквозной миграции (Ксм) перопуховой смеси через проколы ниточных соединений – метод и прибор для оценки миграции разработки кафедры ТШИ ИВГПУ [6]; устойчивость технологического эффекта оценивали по изменению Ксм в результате воздействия аквастирок в условиях предприятия химчистки.

Результаты исследований. Наиболее перспективной для реализации поставленной цели является разработка способа проклеивания ниточных швов швейных изделий, основанного на применении специального вспомогательного пленочного материала при условии обеспечения максимальной эффективности процесса. Оптимально для швейного производства, чтобы этот материал представлял собой контактный клей с низкой температурой стеклования, с применением которого клеевое соединение образуется без длительного воздействия давления [7], [8]. Адгезионная способность без дополнительного активирования может быть обеспечена постоянной остаточной липкостью вспомогательного материала, при этом блокирующий эффект достигается высокими реологическими свойствами липкого слоя. Таким образом, проектируемый материал должен представлять собой липкую пленку. Учитывая это, могут быть сформулированы требования к вспомогательному пленочному материалу: максимальное обеспечение требуемого эффекта блокирования проколов ниточной строчки для ППУ; отсутствие осложнений при выполнении операций стачивания; исключение необходимости в предварительной подготовке материала; простота технологии применения; экологическая безопасность при применении и в процессе носки изделий; сохранение достигнутого технологического эффекта в процессе ухода за изделием; исключение влияния наличия пленки на внешний вид изделия.

Перспективно для получения пленочного материала применение полимеров акриловой природы в форме водных дисперсий – латексов. Температуру стеклования сополимера можно варьировать изменением природы акрилата. Покрытия из акрилатных латексов отличаются высокой устойчивостью к атмосферным воздействиям, к действию ультрафиолетовых лучей, озона, тепла и другим. Общее свойство акрилатных латексов – прозрачность получаемых из них пленок. Известно, что изменением химического состава и количественного содержания сомономеров в сополимере можно варьировать свойства пленок: эластичность, жесткость, прочность, липкость и др. В работе были исследованы различные варианты предлагаемого самоклеящегося пленочного материала (табл. 1 – варианты химического состава полимерной композиции и толщины полученного пленочного материала).

Таблица 1

№ варианта пленки	Состав полимерной композиции	Агрегативная устойчивость композиции	Толщина пленки, мм
0	Современная технология образования стегальной строчки	-	без пленки
1	БАК-Р + Лакротэн	+	0,08
2	БАК-Р + БАК-Н + ПФ10	+	0,24
3	БАК-2Э + БАК-Н	+	0,10
4	БАК-Р + БАК-Н	+	0,23
5	БАК-Р + БАК-Н	+	0,10
6	(БАК-Р + БАК-Н) + БАК-Н	-	0,10
7	БАК-Р + БАК-Н	+	0,17
8	БАК-Р + БАК-Н + ПФ1	+	0,24
9	БАК-Р + БАК-Н + ПФ3	+	0,24
10	БАК-Р + БАК-Н + ПФ5	+	0,24
11	БАК-Р + БАК-Н + ПФ20	+	0,24

Экспериментальные исследования технологических и эксплуатационных свойств полученных вариантов пленочных материалов позволяют установить закономерности изменения их свойств (жесткости, величины блокирующего эффекта, надежности блокирующего эффекта) при варьировании их толщины, химического ингредиентного и количественного состава. Установлено, что требуемый эффект блокирования проколов ниточных соединений за счет реологии липкого клеевого слоя пленочного материала достигается при применении всех испытуемых его вариантов, что подтверждают микрофотографии отверстия прокола от иглы в ткани, полученные до и после проклеивания (рис. 1, увеличение 200 раз; а) – необработанного (ткань без пленки); б) – после стачивания (ткань, проклеенная пленкой); в) – после реологии клеевого вещества).

а) б) в)

Рис. 1

При существующей технологии изготовления утепленной одежды на ППУ, не предполагающей специальных операций по предотвращению миграции перопуховой смеси в ниточных соединениях, Ксм достигает в новом (не подвергнутом носке) изделии 0,4 и в процессе ухода постоянно растет, увеличиваясь после десятого цикла аквастирки в 3 раза (рис. 2).

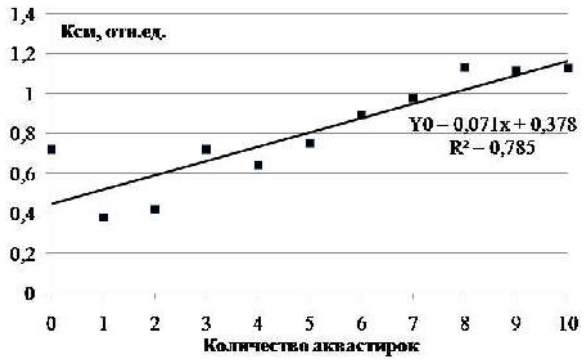


Рис. 2

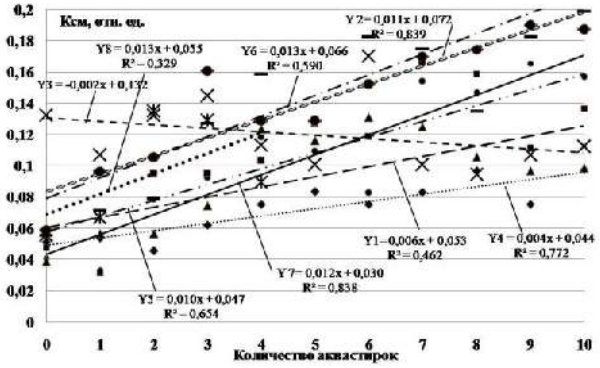


Рис. 3

Использование для проклеивания с внутренней стороны (такое расположение исключает изменение внешнего вида изделия) нового вспомогательного материала всех исследуемых вариантов способствует существенному снижению Ксм (в 6…8 раз). Этот эффект сохраняется и после воздействия десяти аквастирок – Ксм не превышает 0,20 (рис. 3). Однако в процессе приготовления полимерных композиций и формировании пленочного слоя варианта № 6 возникали технологические трудности: частичная коагуляция готовой композиции и неоднородность пленки. Варьирование количественного содержания пластифицирующей добавки (вариант № 2,

8…11) во всех случаях приводит к повышению эластичности и снижению жесткости пленок при одновременном снижении прочностных показателей, сопровождающегося снижением вязкости клеевого слоя и повышением его текучести, что негативно сказывается на процессе стежкообразования из-за налипания клеевого вещества на иглу и нитки.

Оптимальными вариантами для получения искомого самоклеящегося пленочного материала являются № 3…5, 7. Их использование при формировании ниточно-клеевого соединения обеспечивает снижение Ксм до 0,04…0,05 (до аквастирки), незначительное повышение Ксм в результате воздействия десяти аквастирок 0,09…0,16. При этом следует отметить, что обычно верхняя одежда на ППУ служит не более 3-х лет, а значит Ксм достигнет в этом случае величины не более 0,12. Увеличение толщины пленочного материала при неизменном химическом составе способствует максимальному снижению Ксм=0,95 после десяти аквастирок (рис. 4).

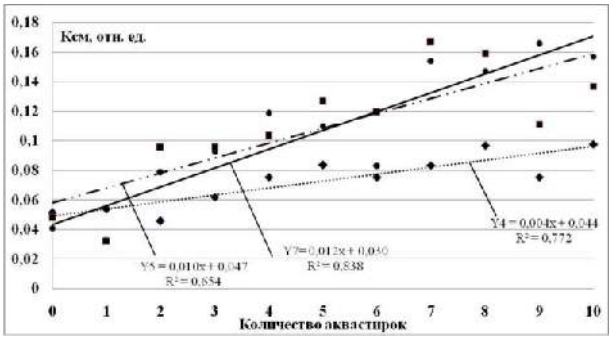


Рис. 4

ВЫВОДЫ

1. Разработан новый самоклеящийся пленочный материал и способ его применения для снижения миграции перопуховой смеси через ниточные соединения утепленной одежды.

2. Установлены закономерности влияния химического состава полимерной композиции на основе акрилатных латексов и толщины полученного пленочного материала на его блокирующий технологический эффект.

3. Показано, что использование разработанного вспомогательного пленочного материала для проклеивания ниточных швов обеспечивает снижение коэффициента сквозной миграции в 6…8 раз при сохранении достигнутого эффекта после воздействия химчистки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Белова И.Ю., Бабашова Е.Е., Веселов В.В.* Технологические аспекты обработки изделий из композиционных материалов, содержащих специализированные нанослои металлов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, – № 5. С. 90…97.

2. *Заботкин Д.Д., Бородина И.А., Королева С.В., Веселов В.В.* Разработка и исследование технологии безниточного предохранения срезов от осыпания // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 2. С. 100…105.

3. *Белова И.Ю., Веселов В.В., Горберг Б.Л.* Разработка и исследование экранирующих свойств пакета материалов в изделиях специального назначения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 2. С. 72…77.

4. *Белова И.Ю., Веселов В.В.* Разработка технологии дифференцированного по свойствам ниточного соединения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 1. С.96…100.

5. *Матвеева Е.В., Метелева О.В.* Влияние параметров образования ниточной строчки на миграцию перопуховой смеси в швейных изделиях // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2011, № 1. С. 36…39.

6. Пат. 2497113 Российская Федерация, МПК G 01 N 33/36. Способ оценки миграции пухоперовой смеси и устройство для его осуществления [Текст] / Горбачева М.В. и др. – заявл. 17.07.2012, № 2012130503; опубл. 27.10.2013, Бюл. № 30.

7. *Метелева О.В.* Теоретическое обоснование эффективного применения химических материалов при изготовлении защитных швейных изделий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 4. С. 109…113.

8. *Сурикова М.В., Метелева О.В., Коваленко Е.И.* Соединение защитных материалов при использовании самоклеющегося пленочного материала // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 5. С. 101…104.

Рекомендована кафедрой технологии швейных изделий. Поступила 30.09.14.

УДК 677.074.017

ОЦЕНКА РАЦИОНАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАР ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕХАНИЗМА КРОМКООБРАЗОВАНИЯ ТКАЦКОГО СТАНКА ФИРМЫ DORNIER

ESTIMATION OF A RATIONAL LOCATION OF KINEMATIC PAIRS AT MECHANISM PROJECTION CRIMP SHAPING A LOOM DORNIER

С.В. БУКИНА, Е.К.СЫСОЕВА
S. V. BUKINA, E.K. SYSOEVA

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

Проведен кинематический анализ условий работы кромкообразующего механизма рапирного ткацкого станка Dornier для выбора рациональных конструктивных параметров и углов передачи, обеспечивающих наименьшие нагрузки в кинематических парах.

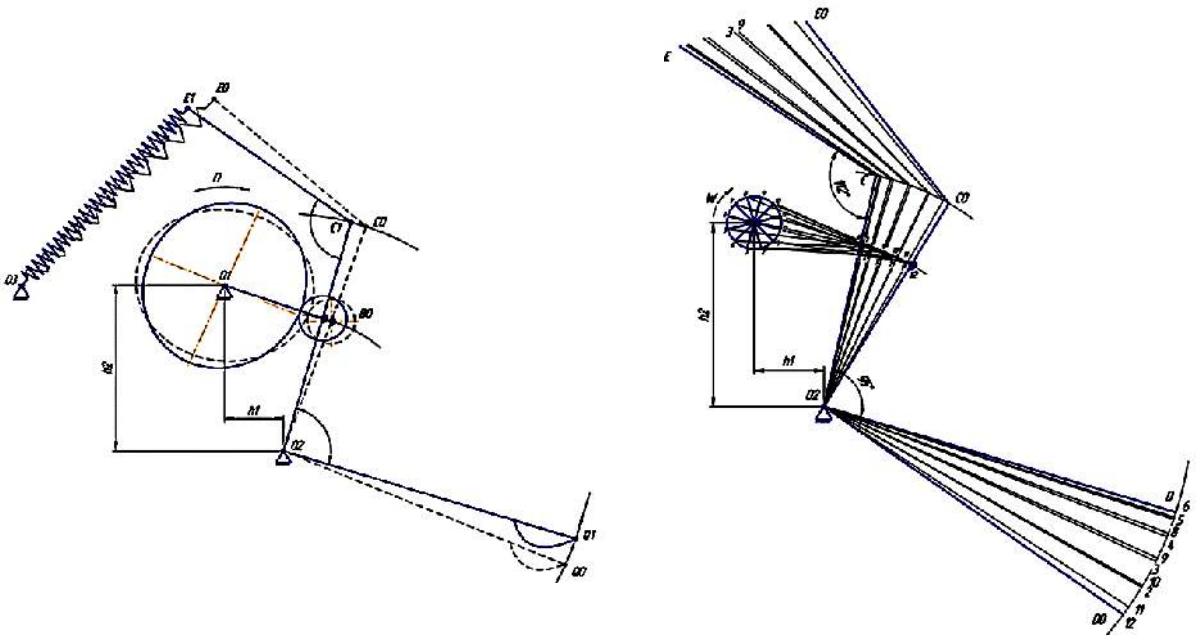
The kinematic analysis of working conditions crimp shaping the mechanism by means of rapiers loom Dornier, for a choice of rational design data and the corners of transmission ensuring the least loadings kinematic pairs is carried out.

Ключевые слова: механизм кромкообразования, кривошипно-коромысловый механизм, кинематические пары.

Keywords: the mechanism crimp shaping, krivoshipno-koromyslovyj the mechanism, kinematic pairs.

Механизм кромкообразования, оснащенный ножницами, предусмотрен для формирования и обрезки ложной кромки ткани и представляет собой соединение рычажных механизмов с кулачковыми [1]. Соединения могут быть последовательными и параллельными [2]. Исследования, посвященные расчетам механизма кромкообразования, изложены нами в работе [3]. Проблемы износа рабочих поверхностей кулачков и деталей механических систем ткацких машин рассмотрены в работах [4], [5].

Для оценки рационального расположения кинематических пар в качестве примера взята кинематическая схема механизма кромочных ножниц ткацкого станка фирмы Dornier (рис. 1: а) – общий вид механизма; б) – заменяющий механизм).



а) б)

Рис. 1

Принцип действия ясен из схемы, в которой входным звеном является кулачок. Толкатель CO_2 с силовым замыканием высшей кинематической пары получает движение от кулачка и передает качательное движение рычагу ножниц – звену O_2D. Перемещение рычага ножниц осуществляется по определенному кинематическому закону, который диктуется технологическим процессом ткачества [6]. По этому закону должен быть спроектирован профиль кулачка. Форма профиля, как это можно видеть, будет зависеть от размеров звеньев всей кинематической цепи.

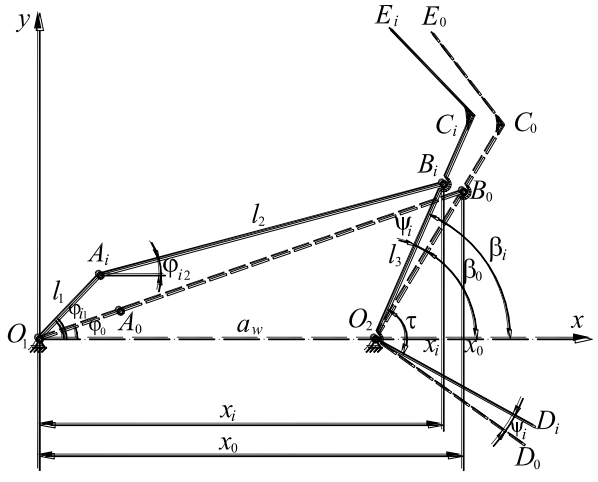


Рис. 2

Рассмотрим схему центрального кривошипно-коромыслового механизма, состоящего из звеньев 1, 2, 3, замещающий механизм которого представлен на рис. 2. Основной идеей замены служит то, что линия действия нормального давления проходит через ось ролика толкателя, точку контакта ролика с профилем кулачка, и центр радиуса кривизны профиля кулачка в данной точке (положение механизма).

Перемещение звена 3 представляется функцией $\psi(\phi)$, где ϕ – угол поворота кулачка (в заменяющем механизме – кривошипа); ϕ_0 – начальная координата кривошипа (звена 1), длина которого ℓ_1; β_0 – начальное положение коромысла, длина которого ℓ_3; x_i , ψ_i , β_i – текущие координаты коромысла (звена 3); a_w – межосевое расстояние между центром вращения кривошипа и центром вращения коромысла; τ – постоянная величина конструктивного угла $B_iO_2D_i$ (рис.2).

Обозначим расстояние O_1O_2 – a_w ; длину звена O_1A – ℓ_1; длину звена AB – ℓ_2; длину звена O_2B – ℓ_3; координату точки B_i – x_i; координату точки B_o – x_o.

Угловое перемещение коромысла составит:

$$\psi_i = \beta_i - \beta_0. \qquad (1)$$

Проецируя звенья (рис. 2) на ось координат X, получим:

$$O_2X_i = \ell_3 \cos\beta_i \Rightarrow \cos\beta_i = \frac{O_2X_i}{\ell_3},$$

с другой стороны:

$$O_2X_i = x_i - a_w,$$

где $x_i = \ell_1 \cos\phi_{i1} + \ell_2 \cos\phi_{i2}$.

Тогда:

$$\cos\beta_i = \frac{\ell_1 \cos\phi_{i1} + \ell_2 \cos\phi_{i2} - a_w}{\ell_3},$$

соответственно:

$$\beta_i = \arccos\frac{\ell_1 \cos\phi_{i1} + \ell_2 \cos\phi_{i2} - a_w}{\ell_3}, \quad (2)$$

$$O_2X_0 = \ell_3 \cos\beta_0 \Rightarrow \cos\beta_0 = \frac{O_2X_0}{\ell_3},$$

с другой стороны:

$$O_2X_0 = x_0 - a_w,$$

где $x_0 = (\ell_1 + \ell_2)\cos\phi_0$.

Тогда

$$\cos\beta_0 = \frac{(\ell_1 + \ell_2)\cos\phi_0 - a_w}{\ell_3},$$

соответственно:

$$\beta_0 = \arccos\frac{(\ell_1 + \ell_2)\cos\phi_0 - a_w}{\ell_3}. \quad (3)$$

После подстановки выражения (2) и (3) в выражение (1) получим:

$$\psi_i = \arccos\frac{\ell_1 \cos\phi_{i1} + \ell_2 \cos\phi_{i2} - a_w}{\ell_3} - \arccos\frac{(\ell_1 + \ell_2)\cos\phi_0 - a_w}{\ell_3}. \qquad (4)$$

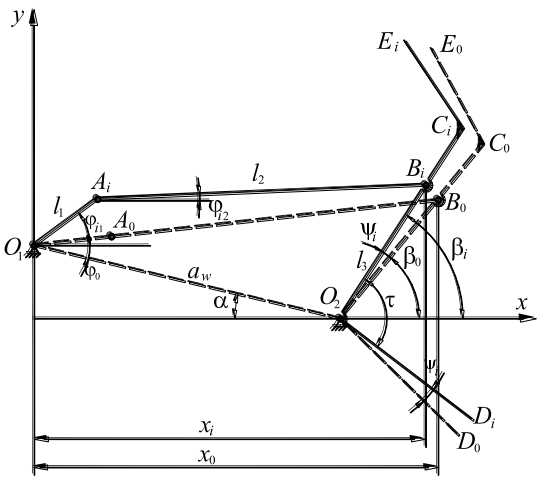


Рис. 3

Таким образом, угловые перемещения коромысла ($B_iO_2D_i$) являются функцией угла поворота кулачка $\psi_i(\phi) = \beta_i - \beta_0$, где β_0 – начальная координата коромысла.

Если рассмотреть заменяющий механизм дезаксиального кулачкового механизма, то расчетная схема будет выглядеть так, как показано на рис. 3.

Осуществив аналогичные предыдущему случаю рассуждения и математические преобразования, запишем выражение углового перемещения звена 3 ($B_iO_2D_i$) в виде:

$$\psi_i = \arccos\frac{\ell_1 \cos\phi_{i1} + \ell_2 \cos\phi_{i2} - a_w \cos\alpha}{\ell_3} - \arccos\frac{(\ell_1 + \ell_2)\cos\phi_0 - a_w \cos\alpha}{\ell_3}. \qquad (5)$$

Геометрические характеристики рассчитаны по максимальному ходу подвижных ножниц (звена O_2D). Таким образом, проведено исследование кинематики рычажной части механизма кромкообразования в зависимости от закона движения, ко-

торый диктуется технологическим процессом ткачества и позволяет при различных длинах звеньев спроектировать профиль кулачка.

ВЫВОДЫ

1. Получено выражение для определения углового перемещения коромысла (звена O_2D) в зависимости от угла поворота кулачка, что дает возможность проектирования других вариантов конструкции рычажной части механизма кромкообразования.

2. Подбор длин звеньев рычажной части механизма позволяет создать этот механизм с наиболее рациональными углами передачи, обеспечивающими наименьшие нагрузки в кинематической паре кулачок-толкатель.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гусев В.А., Букина С.В., Дубинкин К.В.* Назначение и устройство кромкообразующих механизмов и классификация способов кромкообразования в ткачестве // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3.

2. Приводные системы ткацких станков / Под ред. И.А. Мартынова. – М.: Легпромиздат, 1991.

3. *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.

4. *Королев П.А., Лохманов В.Н.* Динамика износа рабочих поверхностей кулака ремизоподъемного механизма ткацкой машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №1.

5. *Гуляев Е.С., Прокопенко А.К.* Возможные решения проблемы износа деталей механических систем и исполнительных органов оборудования текстильного производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №1.

6. *Букина С.В., Проталинский С.Е.* К вопросу исследования технологических условий формирования ткани // Вестник КГТУ. – 2013, №1(30).

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 30.09.14.

УДК 677.051

ОБЩИЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ВОЛОКНООЧИСТИТЕЛЕЙ*

THE GENERAL APPROACH TO THE DESIGN OF FIBER CLEANERS

Д.А. ЛЕБЕДЕВ
D.A. LEBEDEV

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

В работе рассматриваются общие вопросы методологии проектирования волокноочистительных машин, основные этапы проектирования волокноочистителей и решаемые при этом задачи.

The paper discusses general issues in the design methodology of cleaning machines, the main stages of designing cleaners fiber and solve problems.

Ключевые слова: волокноочиститель, проектирование машин, хлопок, короткоштапельное льняное волокно, текстильное машиностроение.

---

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук А.Р. Корабельникова.

Keywords: fiber cleaner, design machines, cotton, flax fiber, textile machinery.

Эффективность использования очистительной машины, ее технические и функциональные характеристики, конкурентоспособность на рынке в значительной степени предопределяются проектными решениями, которые принимаются на ранних стадиях проектирования (разработка технического задания, технического предложения, эскизное проектирование), в целом определяемых как концептуальное проектирование.

Задачей исходного этапа (первого уровня) является определение цели проектирования (или совершенствования) очистительной машины. На основе проведенного аналитического обзора современного уровня развития очистительного оборудования [1…3] и др. можно сформулировать следующие основные цели, закладываемые в основу создания новой техники: улучшение качественных характеристик волокнистого материала; повышение технического и функционального уровня очистительной машины.

На втором этапе, который не может рассматриваться в отрыве от первого этапа, необходимо установить, какие свойства и выходные параметры должен иметь вновь проектируемый или модернизируемый волокноочиститель, то есть набор выполняемых функций, их количественные и качественные характеристики. При этом выходные параметры устанавливаются в достижимом диапазоне значений, то есть исходя из требований технологического процесса, наличия объективных условий выполнения, а также предпосылок для их реализации (общего уровня развития очистительной техники, достижений в области технологии очистки, свойств волокнистого материала, на обработку которого необходимо будет ориентироваться и т.д.).

К первой группе выходных параметров, направленных на улучшение качественных характеристик волокнистого материала, можно отнести: снижение содержания сорных примесей и пороков волокна после очистки, то есть повышение очистительного эффекта на очистителе; обеспечение сохранности (снижение поврежденности) волокна, что определяется величиной относительной разрывной нагрузки волокна после обработки, а также средней штапельной длиной волокна и процентным содержанием коротких волокон.

Ко второй группе выходных параметров, направленных на повышение технического и функционального уровня очистительной машины, следует отнести: снижение потерь волокнистого материала, то есть волокнистости отходов; повышение производительности очистительной машины; снижение материало- и энергоемкости очистительной машины; возможность обработки различного по виду и свойствам волокнистого материала (например, хлопка и короткоштапельного льняного волокна).

Третий этап проектирования заключается в выборе и обосновании функциональной структуры очистительной машины, то есть комплекса узлов и механизмов, составляющих то, что называется очистительной машиной. Проработка вопросов, в каком направлении идет совершенствование технологии очистки волокна, какими выходными параметрами должна обладать очистительная машина, с помощью которой может быть осуществлена эта технология, выполняется на первых двух этапах. Далее же решается вопрос, какой вообще должна быть очистительная машина, что она представляет собой в самом общем виде. И первое, что надо определить – какие конкретные функции должны быть реализованы в очистительной машине, чтобы с ее помощью можно было бы эффективно очищать волокно.

Совокупность технологических функций и соответствующих им подсистем: блоков, узлов и других структурных единиц в их взаимосвязи образует сложную функциональную иерархическую структуру очистительной машины (дерево функций), представленную в укрупненном виде на рис. 1.

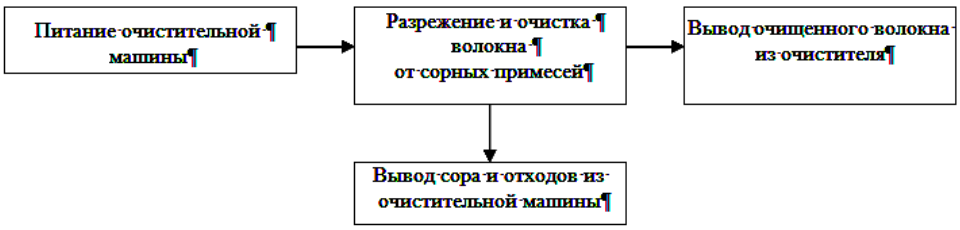


Рис. 1

Каждый из блоков в представленной схеме, отражающий одну из макрофункций, может быть разложен на составляющие, характеризующие функции более низкого уровня, то есть функции, обеспечивающие выполнение макрофункций.

На четвертом этапе проектирования необходимо решить вопросы принципов действия или способов, на основе которых будут реализованы функции, предусмотренные при выборе структуры машины. При этом под принципами действия, закладываемыми в волокноочиститель для реализации тех или иных функций, подразумеваются физические процессы (эффекты), которые будут происходить в машине, механизмах, которые обеспечат выполнение нужных функций.

Исходя из типа волокна, его характеристик, а также засоренности можно назначить тот или иной тип воздействия для его очистки и выбрать необходимую интенсивность воздействия. В настоящее время чаще всего характер воздействия определяется существующими устройствами и машинами, а интенсивность определяется экспериментально. Между тем в работах [1], [4] доказано, что интенсивность воздействия должна меняться на различных этапах очистки, что приводит к увеличению очистительного эффекта. Разрежение слоя волокна приводит к увеличению открытой поверхности волокна, что в свою очередь способствует более интенсивному разрушению связей между волокном и сором, и, как следствие, более высокой степени очистки волокна. Таким образом, на этом этапе проектирования перед конструктором очистительной техники стоит задача выбора типа воздействия на волокно и выбора необходимой интенсивности воздействия. Он должен проводиться в соответствии с результатами известных исследований [1…5] и др. или путем проведения дополнительных поисковых работ.

В работах [1…3] были проведены исследования очистки короткоштапельного льняного волокна и хлопкового волокна, что позволило сделать вывод о том, что первым этапом очистки волокна должно быть разрежение слоя волокна, причем проводиться оно может как с удалением сорных примесей (конденсеры), так и без вывода сорных примесей с поверхности волокна.

На втором этапе очистки волокна необходимо повышать интенсивность воздействия и применять ударное воздействие, облегчающее выделение примесей со свободной поверхности волокна, а также способствующее разрушению связей сорных примесей с волокном. В качестве такого воздействия могут использоваться следующие узлы, обеспечивающие очистку в свободном состоянии: колосниковые решетки, отбойные ножи, колковые барабаны, ножевые барабаны, пильные барабаны, делители холстика и другие узлы. Подобные устройства наряду с выделением сорных примесей обеспечивают дополнительное разрежение волокна. Некоторые подобные устройства, такие как очиститель с делителем холстиков [1], позволяют резко интенсифицировать процесс очистки волокна за счет создания дополнительных зон разрежения, в которых под действием сил инерции и скольжения волокна по рабочим органам удается постоянно менять интенсивность воздействия на сорные примеси.

Третьим этапом очистки должен быть процесс тонкой очистки, во время которого происходит обработка волокна в зажатом состоянии. Этот этап очистки характе-

ризуется сравнительно малой производительностью, высокой интенсивностью воздействия и высокой степенью выделения сорных примесей, большой степенью волокнистости отходов и повышенной интенсивностью образования пороков волокна и поврежденностью волокна. Процесс обработки волокна в зажатом состоянии применяют также для ориентации волокна. Если обрабатывается ориентированное волокно, то подвергать его очистке можно только в зажатом состоянии, либо с использованием специальных рабочих органов (чесальная машина).

Необходимо отметить, что в случае, если целью проектирования является усовершенствование или модернизация очистительной машины, то функциональная структура машины и выбор способов реализации заложенных функций не разрабатываются заново целиком, а проводится уточнение и корректировка функциональной структуры, заложенных принципов действия и проектных решений, реализованных в предыдущих образцах и аналогах очистительного оборудования. Многообразие идей реализации функциональной структуры очистительной машины, многовариантность принципов и способов выполнения функций очистителем в целом и отдельными его элементами определяют проблему выбора, которая решается с учетом многих обстоятельств, в том числе с учетом тех требований, которые в первом приближении формулируются на первом этапе.

Заключительные этапы работ, относящихся к стадиям проектирования, – это поиск и обоснование вариантов конструктивного (технологического) решения в соответствии с принятой концепцией очистительной машины с их сравнительными оценками, описанием структурных и кинематических схем, предварительной конструктивной проработкой, включая общую компоновку очистительной машины и, кроме того, расчеты основных параметров. Методологическая разработка вариантов технического воплощения принятой концепции очистительной машины ведется прежде всего, на основе анализа известных решений [1…3], [6] и др., реализованных не только в аналогичных по назначению технических объектах, их узлах и механизмах.

После выбора типа воздействия определяются виды рабочих органов, которые будут взаимодействовать с волокном. Вид рабочих органов влияет на интенсивность воздействия и производительность машины. Выбору параметров рабочих органов посвящено множество работ [1…3], [6…11] и др. Тем не менее, в каждом конкретном случае конструкторам приходится решать вопрос о том, воспользоваться ли уже разработанными методами определения параметров рабочих органов, либо проводить дополнительные исследования, часто сопряженные с изготовлением опытных образцов и большим объемом экспериментальных исследований. Развитие современных CAD- и CAE-систем позволяет проводить численные эксперименты и моделировать различные типы воздействия на волокно на этапе проектирования с учетом свойств конкретных материалов. Это позволит резко сократить стоимость процесса проектирования. Процесс создания новой волокноочистительной техники до этапа внедрения в производство предполагает изготовление нескольких проектов, целью разработки которых является согласование отдельных узлов очистителей, разработка опытных образцов и др. Современные CAD-системы позволяют использовать 3D-сборки для согласования отдельных узлов и механизм параметризации для модернизации проекта при проектировании опытных и промышленных образцов.

Таким образом, нами представлена общая методология проектирования волокноочистителей, определены основные этапы проектирования волокноочистительной машины и решаемые при этом задачи.

ЛИТЕРАТУРА

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

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

3. *Лебедев Д.А., Корабельников А.Р.* Развитие теории процессов и машин для очистки натуральных волокон. – Кострома: КГТУ, 2013.

4. *Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А.* Моделирование технологических процессов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

5. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Лебедев Д.А.* Основы выбора операций при очистке короткоштапельного волокна (хлопка, льна) // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 1. С. 24…27.

6. *Мирошниченко Г.И.* Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. – М.: Машиностроение, 1982.

7. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Лебедев Д.А.* Обоснование требований к переходным поверхностям (кромкам) рабочих органов машин для переработки натуральных волокон // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 5. С. 88…92.

8. *Корабельников А.Р.* Совершенствование питателя к волокноочистителю ОН-6-3 // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, № 1. С. 37…40.

9. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* Особенности процесса взаимодействия острия иглы игольчатой гарнитуры с льняным волокном // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 1. С. 30…34.

10. *Корабельников Р.В., Лебедев Д.А., Громова Е.И.* Влияние основных параметров взаимодействия волокна с колосником на силу удара и характеристики льняного волокна // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2008, № 17. С. 8…10.

11. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Лебедев Д.А.* Определение шага расстановки колосников на очистительной машине // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 30.09.14.

УДК 677.054.004

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К МОДЕРНИЗАЦИИ МЕХАНИЗМА ОБРАЗОВАНИЯ ЗЕВА ТКАЦКИХ СТАНКОВ

A SYSTEMATIC APPROACH TO THE MODERNIZATION OF FORMATION OF THE THROAT OF LOOMS

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 системный подход к определению направления и технического обеспечения модернизации кулачкового механизма образования зева бесчелночных ткацких станков. Разработана динамическая модель, которая позволяет определить рациональность принятых решениЙ по направлению модернизации с позиции динамики механизма.

Provides a systematic approach to determining the direction and technical support modernization Cams formation of the throat shuttleless looms. Developed a dynamic model, which allows to determine the rationale adopted the decision on the direction of modernization from the position of Dean-Miki mechanism.

Ключевые слова: ткацкий станок, механизм образования зева, модернизация, системный подход.

Keywords: the loom, the mechanism of formation of the throat, modernization, system approach.

Одной из актуальных проблем, стоящих перед текстильными предприятиями, является сохранение работоспособности ткацкого оборудования. В настоящее время в России парк ткацкого оборудования имеет срок службы более 25 лет. Однако владельцы предприятий и бизнес требуют от производственников повышения производительности и работоспособности оборудования и его оснастки, расширения технологических возможностей ткацких станков и повышения качества вырабатываемых тканей.

Решение указанных проблем на устаревших ткацких станках может быть достигнуто наиболее доступным и экономичным для предприятий способом, а именно, путем модернизации станка.

В таком техническом состоянии ткацких станков, в котором они находятся в настоящее время, этот путь является наиболее доступным, так как дает возможность достигнуть предприятию результатов в кратчайшие сроки и с минимальными затратами. Стоимость модернизации в десятки раз ниже, чем закупка нового оборудования. Тем более, что модернизацию ткацкого станка можно проводить собственными силами предприятия во время ремонта, вызванного отказом какого-либо механизма. Однако для этого необходимо заранее приобретать узлы и детали модернизации за счет средств, идущих на запасные части.

Такого же мнения придерживаются специалисты Чебоксарского машиностроительного завода "Текстильмаш" [1]. Вопросами конструктивной разработки и изготовлением узлов модернизации ткацких станков СТБ в настоящее время занимается Московский завод "МЭЗ №1". Следует отметить, что текстильные предприятия неохотно приобретают комплектующие для модернизации, так как они не всегда позволяют достичь рекламируемого эффекта. Это объясняется тем, что разработка идей и конструкций модернизации механизмов производится специалистами заводов на базе накопленного опыта и конструкторской интуиции. Однако с ростом требований к эффективности модернизации знаний практики становится недостаточно для выбора рационального решения, а используемая теоретическая база не дает возможности найти эффективное расчетное и конструктивное решение, требуются дальнейшие исследования механизмов с учетом новых достижений в области механики машин и факторов, не учтенных в уже известных исследованиях.

Наиболее ответственным за технологический процесс ткачества и, в то же время имеющий относительно низкую надежность в ткацком станке, является механизм образования зева и его технологическая оснастка (ремизные рамы и галева). Эксплуатация ткацких станков типа СТБ на предприятиях текстильной промышленности показала, что существующая конструкция ремизного движения не отвечает требованиям надежности и долговечности, предъявляемых к ткацким станкам. По количеству разладок, числу ремонтов и простоев ткацкого станка, механизм ремизного движения выходит на первое место в ряду остальных механизмов, которые работают в процессе формирования ткани.

Теоретические вопросы модернизации рассматривались в исследованиях, посвященных отдельным механизмам образования зева и технологической оснастке [2…4]. Основы модернизации наиболее полно изложены в [5].

Для модернизации механизма образования зева предлагается использовать не дискретную информацию о конкретных процессах и составляющих механизмах, а разработать методологию построения процесса образования зева как систему взаимодействия механизмов и оснастки с нитями основы, то есть применить системный подход к исследованию и проектированию всей системы образования зева. На рис. 1 показана обобщенная функциональная схема системы образования зева как объекта модернизации. На этом же рисун-

ке подведен итог априорных исследований, определяющих основные направления модернизации входящих в систему механизмов, оснастки и упругой заправки.

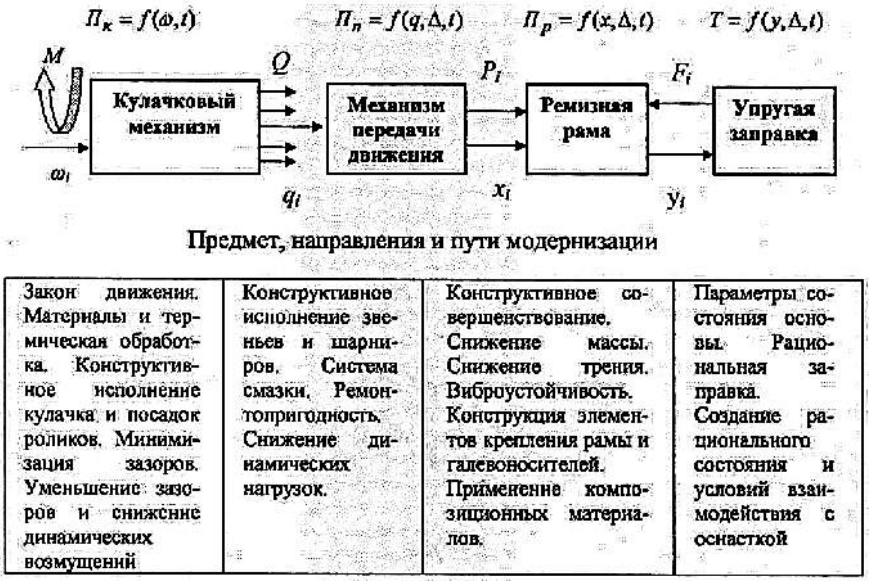


Рис. 1

На функциональной схеме системы (рис.1) представлены: $П_i$ – функции положения (кинематические аналоги) элементов системы; q_i, x_i, y_i – обобщенные векторы состояния элементов системы; M, Q_i, P_i, F_i – обобщенные силовые векторы; Δ_i – зазоры; i – секция ремизной заправки.

Входное воздействие на систему определяют угловая скорость вала кулачков ω и крутящий момент M. Результатом функционирования системы является вектор состояния упругой заправки являющийся функцией времени. В процессе теоретического анализа системы целесообразно использовать в качестве аргумента угол поворота главного вала.

Состояние системы T определяет реальное состояние основных нитей y при формировании зева в точке контакта с глазком галева, а также натяжение основной нити и зазоров в галеве с нитью основы и галевоносителем. Состояние кулачкового механизма, механизма передачи движения и ремизной рамы определяют кинематические векторы состояния g_i, x_i и y_i, а силовые функции векторы Q_i и P_i.

Элемент "ремизная рама" в системе, выполняет роль сумматора силовых воздействий со стороны механизма передачи движения и упругой заправки, то есть роль замыкающего элемента системы.

Анализ и обобщение априорной информации из литературных источников и опыта работы ткацких станков на предприятиях позволили выделить основные направления и пути модернизации составляющих системы образования зева, которые определены на рис. 1 под соответствующими блоками функциональной схемы.

В механических системах, образованных последовательным соединением звеньев с механизмами, образующими кольцевую структуру при исследовании колебательных процессов, оказались весьма эффективными вычислительные процедуры, рассмотренные в [6]. Однако для их применения к исследованию механизмов образования зева оставляло без внимания определение влияния зазоров и сил трения в элементах системы.

Разработанная с учетом особенностей системного подхода динамическая модель системы образования зева представлена на рис. 2.

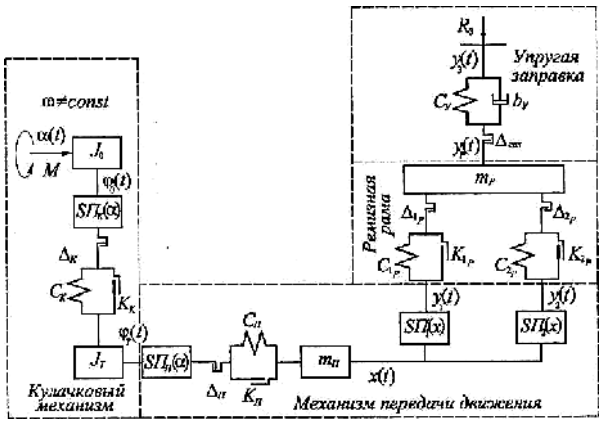


Рис. 2

На динамической модели каждый из блоков соответствует функциональной схеме системы и включает упругодиссипативные элементы с последовательно включенными нелинейными элементами типа "люфт". При этом диссипативные элементы определяются демпфирующими свойствами сил трения.

Элементы обозначений на схеме (рис. 2) имеют следующие значения: M, α(t) – момент и угол поворота вала кулачков; J_0 , J_T – моменты инерции пакета кулачков и толкателя кулачкового механизма; $m_П$, $m_Р$ – приведенная масса звеньев механизма передачи движения и ремизной рамы; SП(α) – преобразование состояния механизма в функции положения; $C_К$, $C_П$, $C_Р$, $C_У$ – коэффициенты жесткости кулачкового механизма, механизма передачи движения, ремизной оснастки и упругой заправки; $К_Т$, $К_П$, $К_Р$, $b_У$ – диссипативные коэффициенты механизмов и упругой заправки; Δ - приведенный зазор в соединениях звеньев; $Δ_{гал}$ – суммарный зазор "основная нить – галево – ремизная рама".

Составить систему дифференциальных уравнений для всей системы образования зева имеет ряд сложностей из-за рассогласования распределений нагрузок и деформаций с учетом фазовых сдвигов и зазоров [6]. Поэтому нами предлагается использовать для исследований метод расчленения системы (диакоптику). В качестве примера такого подхода рассмотрено распределение зазоров в креплении ремизной рамы, приведенные в [7], где предложена также методика расчета влияния сдвига фаз в механизме передачи движения, имеющего кольцевую структуру.

В Ы В О Д Ы

1. Обобщены направления модернизации механизма образования зева ткацкого станка и предложен системный подход определения элементов конструкции для рациональной модернизации.

2. Разработана динамическая модель системы образования зева, которая позволяет определять эффективность предлагаемых и разрабатываемых конструкций модернизаций элементов системы образования зева с точки зрения их динамической работоспособности.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Кожевников В.А.* Станкам СТБ – "вторую жизнь". // Машиностроитель. Корпоративное издание группы компаний ООО "Техмашхолдинг". – Чебоксары, 2012.

2. *Лебзяк А.В.* Разработка подсистем автоматизированного проектирования кулачково-рычажного механизма скоростных ткацких станков типа СТБ: Дис. … канд. техн. наук. – М., 2004.

3. *Кулемкин Ю.В., Травин Г.М.* Тканеформирующая оснастка. Проектирование и расчет. – М.: Текстильная промышленность, 2011.

4. *Ульянов В.И., Грушин В.Н., Проталинский С.Е.* Расчет и проектирование зевообразовательных механизмов ткацких станков – Ярославль: ЯрПИ, 1985.

5. *Орнадская В.А., Кивилис С.С.* Проектирование и модернизация ткацких машин. – М.: Легпромиздат, 1986.

6. *Вульфсон И.И.* Колебания машин с механизмами циклического действия. – Л.: Машиностроение, 1990.

7. *Мазник Е.Е., Проталинский С.Е.* Распределение зазоров в креплении ремизной рамы ткацкого станка СТБ // Вестник КГТУ – 2013, №2(31). С. 55…57.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 30.09.14.

УДК 677.051.12, 677.494

АНАЛИЗ ЭТАПОВ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОФОРМИРОВАНИЯ НАНОВОЛОКОН. ЭТАП ОБРАЗОВАНИЯ ОЧАГОВ СТРУЙНОГО ТЕЧЕНИЯ РАСТВОРА*

ANALYSIS OF THE ELECTROFORMING PROCESS STEPS NANOFIBERS. PHASE FORMATION OF FOCI OF THE JET STREAM OF THE SOLUTION

А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ
A.R. KORABELNIKOV

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

Электроформирование нановолокон из растворов полимеров является одним из самых перспективных способов получения новых нановолокнистых материалов. Статья посвящена обзору основных закономерностей этапа образования очагов струйного течения раствора полимера с его свободной поверхности.

Electroforming nanofibers from polymer solutions is one of the most promising ways to obtain new nanofibrous materials. Article reviews the basic laws of the step of forming centers of the jet stream of the polymer solution with its free surface.

Ключевые слова: нановолокна, электроформирование, электроспининг.

Keywords: nanofibers, electroforming, elektrospining.

Одним из наиболее перспективных способов получения новых нановолокнистых материалов является способ электроформирования. Этот способ обладает некоторыми ограничениями в промышленном применении, но в поисковых исследованиях является одним из самых универсальных и доступных методов получения новых нановолокнистых материалов [1], [2].

Суть процесса образования нановолокон заключается в следующем. На раствор или расплав полимерного материала, подаваемого через заряженную фильеру или нанесенного на поверхность электрода, воздействуют силы электростатического поля, под действием которых с поверхности раствора образуется поток волокон, который осаждается на противоположный электрод. Несмотря на широкий интерес исследователей к этому способу и к получаемому волокнистому продукту, процесс электроформирования до конца не изучен и раскрывает широкие перспективы получения новых материалов.

Анализируя процесс электроформирования, можно сказать, что он состоит из нескольких основных этапов: образование очагов струйного течения раствора полимера (конусов Тейлора); струйное течение раствора полимера в электростатическом поле, сопровождающееся расщеплением, утонением и отрывом струй; осаждение волокон на приемный электрод.

Здесь и далее нами рассматривается вариант реализации процесса электроформирования волокон со свободной поверхности электрода, описанный в работах [3…6]. Этот метод представляет больший интерес как наиболее производительный.

* Работа выполнена по государственному заданию на выполнение научных исследований по проекту № 1058.

В данной статье приведено описание и анализ исследований первого этапа электроформирования волокон из раствора полимера. На этом этапе на поверхности раствора под действием кулоновских сил и сил поверхностного натяжения образуются очаги струйного течения. На рис. 1 представлена принципиальная схема процесса электроформирования нановолокон со свободной поверхности раствора полимера нанесенного на электрод Здесь ω – угловая скорость вращения электрода, погруженного в ванну с раствором; ℓ_1, ℓ_2, ℓ_n – расстояния между очагами струйного движения раствора.

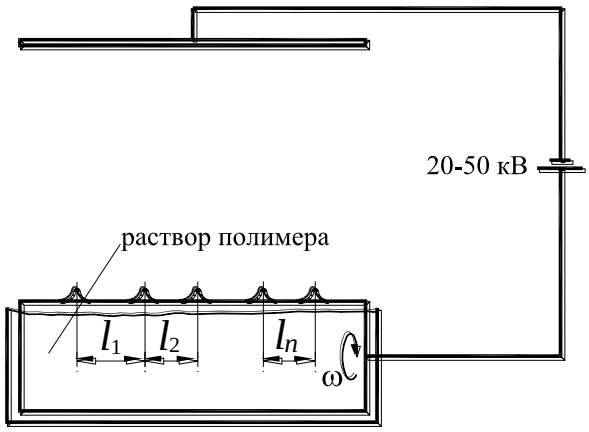


Рис. 1

Вращение электрода в ванне с раствором полимера приводит к образованию тонкой пленки раствора на его поверхности. Под действием сил электростатического поля, вызванного высокой разностью потенциалов между электродами, на поверхности раствора образуются конические образования ("конус Тейлора"), которые при последующей работе установки становятся очагами струйного движения раствора к противоположному электроду. Подобных очагов на поверхности раствора, нанесенного на электрод, образуется множество. Как показали наши исследования[1], процесс, как правило, начинается с образования нескольких очагов на поверхности раствора, расположенных на различном расстоянии друг от друга. Очаги перемещаются вдоль оси вращающегося электрода, количество очагов увеличивается, и они образуют на поверхности электрода некоторую самоорганизованную структуру. При дальнейшем протекании процесса с поверхности раствора начинается струйное движение раствора. Этапы изменения формы конических образований на поверхности раствора во времени показаны на рис. 2: а) – начальный этап образования утолщения на поверхности раствора; б) – развитие процесса, появление конического образования, так называемого "конуса Тейлора"; в) – начало струйного течения раствора полимера.

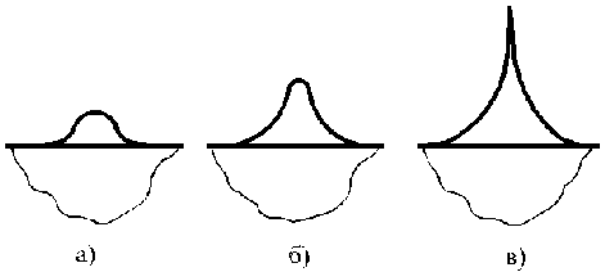


Рис. 2

В работе [7] приводится выражение, позволяющее определить критическую напряженность электростатического поля, при которой из капли раствора начинается струйное течение жидкости.

$$E_{кр} = \sqrt[4]{\frac{\propto \pi}{r}}. \qquad (1)$$

Здесь α – коэффициент поверхностного натяжения жидкости; r – радиус капли; $E_{кр}$ – критическая напряженность электростатического поля, при которой начинается струйное движение жидкости. Выражение получено для нулевого расхода жидкости. Очевидно, что при создании модели, из которой получено данное выражение, не учитывались электрические свойства жидкости.

Выражение (1) получено для капиллярного способа подачи раствора полимера в рабочую зону [7]. Для этого же способа в работе [7] приводится выражение для оп-

[1] Исследования проводились на макете установки для электроформирования, созданной с помощью ООО "Шаг".

ределения критической напряженности электростатического поля, полученное с учетом размеров капилляра:

$$E_{кр} = x^2\sqrt{2\pi\left(\frac{2\alpha a}{b^2} - \rho g h\right)}. \qquad (2)$$

Здесь x – коэффициент деполяризации капли; ρ – плотность раствора; b – размер капли по вертикали; a – радиус капли в горизонтальной плоскости; h – высота столба жидкости над каплей.

Очевидно, что оба выражения получены с большой долей допущений и требуют уточнений. Выражения (1) и (2) получены при воздействии на единичную каплю определенных размеров и не применимы к процессу волокнообразования со свободной поверхности раствора. Однако из этих выражений можно определить основные факторы, влияющие на образования конуса Тейлора. К таким факторам относятся напряженность электростатического поля, плотность раствора, коэффициент поверхностного натяжения. Кроме этих факторов на течение процесса, несомненно, оказывают влияние вязкость и электропроводность раствора полимера.

В работе [8] приведен анализ исследований модели непрерывного отрыва и течения жидкости, где отмечено влияние на радиус и процесс отрыва формируемой струи электрических свойств раствора полимера и его концентрации, а также напряженности электрического поля. Предлагаемые авторами решения описывают диффузию жидкости и не могут быть непосредственно применены к описанию процесса электроформирования.

Приведенные в работе [9] теоретико-экспериментальные исследования процесса образования конуса Тейлора так же, как и в вышеприведенных работах, не позволили создать какую-либо универсальную модель, описывающую начальную стадию электроформирования. Тем не менее авторам удалось проанализировать стадии образования конуса Тейлора. Эти исследования подтверждают предположение о том, что электрические свойства, концентрация и вязкость раствора оказывают значительное влияние на процесс образования очагов струйного движения и на интенсивность их образования. В работе [10] рассмотрен процесс самоорганизации множества струй, возникающих с поверхности раствора полимера в электростатическом поле, и отмечена физическая природа процесса самоорганизации. Результаты работы подчеркивают, что на интенсивность образования очагов струйного течения полимерного раствора, нанесенного на поверхность электрода, оказывает особое влияние конфигурация электрического поля, гидродинамические и электрические свойства раствора.

Проведенные нами исследования [3], [4] и анализ вышеперечисленных источников позволяют определить основные факторы, влияющие на процесс образования очагов струйного течения жидкости при получении нановолокон методом электроспининга и разработать пути дальнейших исследований. Одними из важнейших факторов, определяющих интенсивность образования очагов струйного течения, являются напряженность и конфигурация электрического поля. Как показывает опыт получения нановолокон методом электроформирования, напряженность электростатического поля можно менять в рамках некоторых пределов, причем верхний предел напряженности ограничивается значением, при котором наблюдается пробой межэлектродного пространства или коронный разряд (23…30 кВ/см, для воздуха). В случае использования метода формования со свободной поверхности раствора, нанесенного на электрод, конфигурация электрического поля зависит от конструктивного исполнения установки, наличия дополнительных электродов и др. Для выбора оптимальной конфигурации электрического поля необходимо смоделировать электростатическое поле установки численными методами и сопоставить полученные данные с результатами экспериментальных исследований процесса электроформирования. Изучение влияния на процесс электроформирования гидродинамических, молекулярных и электрических характеристик раствора по-

лимера, таких как молекулярная масса полимера, диэлектрическая постоянная раствора, проводимость раствора, вязкость раствора, коэффициент поверхностного натяжения, требует проведения значительного объема теоретико-экспериментальных исследований. Существующие исследования в этой области не позволяют делать обобщенные выводы по большому спектру комбинаций полимеров и растворителей.

В Ы В О Д Ы

1. Проведен анализ первого этапа процесса электроформирования – образования очагов струйного движения раствора, а также анализ исследований, посвященных этому вопросу.

2. Определены факторы, влияющие на протекание этого этапа. К ним относятся: напряженность электрического поля в межэлектродном пространстве установки E, конфигурация электрического поля установки, вязкость раствора η, коэффициент поверхностного натяжения α, электропроводность раствора, диэлектрическая постоянная раствора.

3. Намечены основные пути дальнейших исследований этапа образования очагов струйного течения раствора для случая, когда процесс электроформирования осуществляется со свободной поверхности раствора, нанесенного на электрод.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Рудовский П.Н.* Развитие технологии прядильного производства в вузах Российской Федерации // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 5. С. 117…121.

2. *Корабельников А.Р., Шутова А.Г.* Области применения и перспективы развития нановолокнистых материалов // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2014, № 1 (32). С. 48…51.

3. *Корабельников А.Р., Потехин В.М., Шутова А.Г.* Устройство для получения полимерных нано- и микроволокон и исследования его работы // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 1. С. 52…54.

4. *Корабельников А.Р., Шутова А.Г., Потехин В.М.* Исследования влияния формы электрода на процесс получения нановолокон в устройстве для электроформирования // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2013, № 1 (30). С. 52…54.

5. *Корабельников А.Р.* Устройство для получения полимерных нано- и микроволокон. // Патент на полезную модель № 133529 Российская Федерация, от 09.04.2013.

6. *Корабельников А.Р., Шутова А.Г., Сысоева Е.К., Громова Е.И.* Новое устройство для получения нано- и микроволокон из полимеров // Сб. тр. Междунар. научн.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности. – М., 2013.

7. *Филатов Ю.Н.* Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ-процесс) / Под ред. В. Н. Кириченко. – М.: Нефть и газ, 1997.

8. *Friedlander S.K.* Particle diffusion in low-speed flows // Journal of Colloid and Interface Science. – 23, 1967. 157.

9. *Reznik S.N., Yarin A.L., Theron A. and Zussman E.* PressTransient and steady shapes of droplets attached to a surface in a strong electric field // J. Fluid Mech. – Vol. 516, 2004, P. 349…377.(c_ 2004 Cambridge University).

10. *David Lukas, Arindam Sarkar, Pavel Pokorny.* Self-organization of jets in electrospinning from free liquid surface: A generalized approach. // Journal of Applied Physics. – Vol.103, No. 8, 15 April 2008.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 30.09.14.

УДК 677.022; 677.024

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕРЕВЕРСИВНЫХ ВЬЮРКОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ САМОКРУЧЕНОГО ПРОДУКТА

APPLICATION OF NON-REVERSIBLE AIR-JET NOZZLES FOR FORMING A SELF-TWIST PRODUCT

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

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

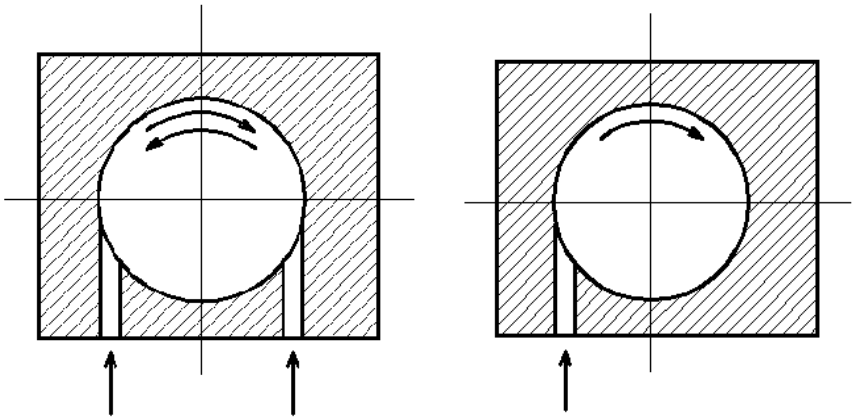
Авторы статьи предлагают использовать нереверсивные воздушные вьюрки в аэродинамическом крутильном устройстве, также авторами произведен расчет уровней крутки в левом и правом компонентах. Показано, что применение такого крутильного устройства позволит повысить скорость процесса формирования самокрученой структуры.

The authors of the article offer an arrangement of non-reversible air-jet nozzles in the aerodynamic torsion device. The authors calculated levels of twisting of the left-hand and right-hand components. It is shown that application such torsion device will make possible to increase the speed of self-twist process.

Ключевые слова: самокрученый продукт, воздушный вьюрок, аэродинамическое крутильное устройство, уровень крутки, скорость самокруточного процесса.

Keywords: self-twist product, air-jet nozzles, aerodynamic torsion device, level of twisting, speed of self-twist process.

Все промышленно освоенные способы формирования самокрученой (СК) пряжи и ровницы в аэродинамическом крутильном устройстве (АКУ) осуществлялись при помощи реверсивных вьюрков, поперечный разрез которых показан на рис. 1 (типы вьюрков: а) – реверсивный; б) – нереверсивный).



а) б)

Рис. 1

В реверсивном вьюрке стренга, проходя через центральный канал, приобретает знакопеременную крутку путем попеременной подачи импульсов сжатого воздуха в левый и правый тангенциально расположенные сопловые каналы. Схема расположения реверсивных вьюрков в АКУ показана на рис. 2. Здесь компоненты А и В получают знакопеременную крутку в крутильных камерах 1 и 2 при одновременной или со сдвигом по фазе подаче импульсов сжатого воздуха в сопловые каналы 1 и 3, а затем в 2 и 4. Далее, пройдя через направители 3 и 4, компоненты А и В самораскручиваются друг на друга в нитесоедини-

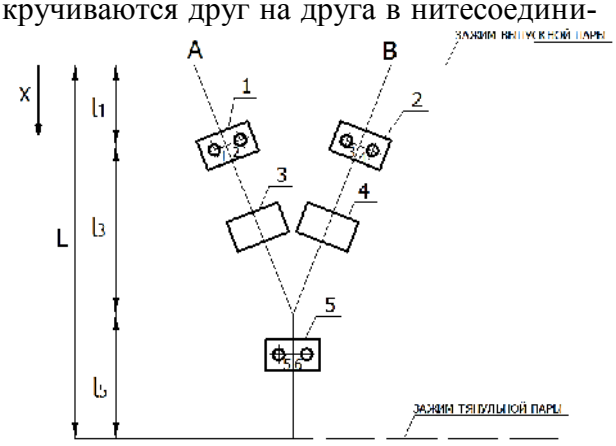


Рис. 2

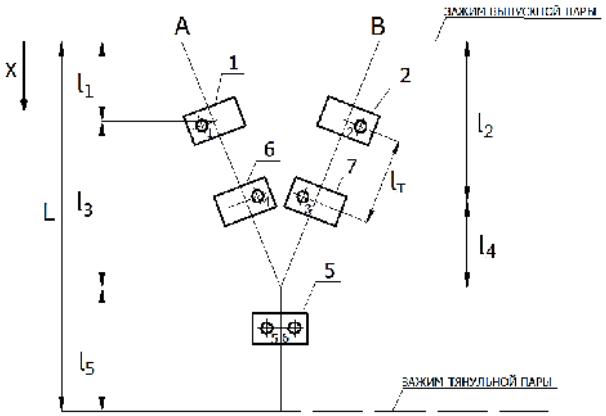


Рис. 3

теле 5, который может быть пассивным (сопловые каналы 5 и 6 отключены) или активным. В этом случае в сопловые каналы 5 и 6 по определенному закону подаются импульсы сжатого воздуха, способствующие процессу самораскручивания компонентов и формирования СК- структуры. По реверсивной схеме работают вьюрки АКУ, реализующих СК [1], СФК [2], КСК [3] – процессы, а также вьюрки несимметричных АКУ [4]. В целом конструкция реверсивных вьюрков представляется рациональной с точки зрения ее компактности.

Однако исследования, результаты которых приведены авторами в [5], позволили предположить, что использование реверсивных вьюрков вносит серьезные ограничения на процесс формирования самокрученого продукта с уменьшенной длиной периода крутки. Это связано с тем, что при повышении частоты подачи импульсов сжатого воздуха в реверсивный вьюрок противоположно направленные потоки сжатого воздуха в моменты переключения начинают недопустимо ослаблять друг друга. Проявляется это в снижении уровня удельной крутки в стренгах и увеличением длины "нулевых зон". Этим же можно объяснить и многократно замеченное на практике резкое снижение прочности СК-пряжи при увеличении скорости ее выпуска до величины, превышающей 200…210 метров в минуту, так как при этом, видимо, частота переключений вьюрков начинает превышать некий допустимый предел.

Решить возникшие проблемы могут позволить вьюрки нереверсивного типа, поперечный разрез которых приведен на рис. 1-б. Возможная схема расположения нереверсивных вьюрков в АКУ приведена на рис. 3. Здесь крутильные камеры 1 и 2 выполнены нереверсивными, а для обеспечения в стренгах реверсивной крутки вместо направителей 3 и 4 (рис. 2) установлены дополнительные нереверсивные крутильные камеры 6 и 7, имеющие такую же крутильную способность, как 1 и 2.

Из рис. 3 видно, что, например, при закручивании компонентов А и В потоками сжатого воздуха из сопловых каналов 1 и 3, длины зон кручения оказываются различными (ℓ_1 и ℓ_3, ℓ_2 и ℓ_4 соответственно). При работающих соплах 2 и 4 картина меняется на противоположную. На рис. 3 символом $\ell_т$ обозначен так называемый

"транспортный сдвиг". Однако в дальнейших рассуждениях мы будем использовать для расчетов величины ℓ_1 и ℓ_3, ℓ_2 и ℓ_4, поскольку именно такой подход применялся ранее при изучении крутильной способности АКУ с реверсивными вьюрками [1], [2]. После разработки проекта АКУ по рис. 3 было установлено, что при известном L=150 мм длины зон кручения составят: ℓ_1 = 45 мм, ℓ_2 = 80 мм, ℓ_3 = 65 мм, ℓ_4 = = 30 мм, ℓ_5 = 40 мм.

Для обеспечения максимально простого аппаратурного обеспечения примем, что сжатый воздух подается в сопловые каналы 1 и 3 (а в следующем полупериоде в 2 и 4) одновременно. Нитесоединитель 5 примем пассивным. Тогда для первого полупериода крутки (работают сопла 1 и 3) уравнения баланса числа кручений:

для компонента А

$$\ell_1 \frac{dK_{A1}(x)}{dx} + K_{A1}(x) = \frac{n(x)}{V}, \qquad (1)$$

$$\ell_3 \frac{dK_{A3}(x)}{dx} + K_{A3}(x) = -\frac{n(x)}{V} + K_{A1}(x), \quad (2)$$

для компонента В

$$\ell_2 \frac{dK_{B2}(x)}{dx} + K_{B2}(x) = \frac{n(x)}{V}, \qquad (3)$$

$$\ell_4 \frac{dK_{B4}(x)}{dx} + K_{B4}(x) = -\frac{n(x)}{V} + K_{B2}(x), \quad (4)$$

где K_{A1} и K_{A3} – крутка компонента А соответственно в зонах длиной ℓ_1 и ℓ_3; K_{B2} и K_{B4} – крутка компонента В соответственно в зонах длиной ℓ_2 и ℓ_4; n – интенсивность кручения компонентов вьюрками; V – линейная скорость движения компонентов.

Полученная система уравнений (1)…(4) может быть решена в изображениях по Лапласу относительно неизвестных значений круток [1] после рассуждений, аналогичных произведенным в [2], [6], [7]. В результате получаем выражения для нормированных значений круток компонентов А и В соответственно в зонах ℓ_3 и ℓ_4. По их величине можно судить об относительном уровне крутки реального продукта в этих зонах.

$$K_{A3}(t) = \frac{2\gamma_3}{\gamma_3 - 1} \frac{\exp(-\alpha_3 t)[1+\exp(-\alpha_3\gamma_3)] - \exp(-\alpha_3\gamma_3 t)[1+\exp(-\alpha_3)]}{[1+\exp(-\alpha_3)][1+\exp(-\alpha_3\gamma_3)]}, \qquad (5)$$

$$K_{B4}(t) = \frac{2\gamma_4}{\gamma_4 - 1} \frac{\exp(-\alpha_4 t)\,[1 + \exp(-\alpha_4\gamma_4)] - \exp(-\alpha_4\gamma_4 t)\,[1 + \exp(-\alpha_4)]}{[1 + \exp(-\alpha_4)][1 + \exp(-\alpha_4\gamma_4)]},$$

где $\gamma_3 = \frac{\ell_1}{\ell_3}$; $\gamma_4 = \frac{\ell_2}{\ell_4}$; $\alpha_3 = \frac{t_k}{\ell_1}$; $\alpha_4 = \frac{t_k}{\ell_2}$; t – длина рассматриваемого участка компонента, то есть аналог текущей координаты x в выражениях (1)….(4) согласно терминологии, принятой в [4].

Далее нами расчетным путем при помощи выражений (5) и (6) были определены величины $K_{A3}(t)$ и $K_{B4}(t)$. Расчеты производились для момента окончания первого полупериода крутки при $t = t_K$, где t_K – длина полупериода крутки. Длина полупериода крутки принималась равной 0,09 м (используется на ЗАО "Сейм"), 0,12 м (используется на ЗАО "Суворовская нить) и 0,06 м (следует из рекомендаций [5] для повышения прочности СК-пряжи). Тенденция изменения крутки компонентов А и В для АКУ, оснащенного нереверсивными вьюрками (рис.3) наглядно показана на рис. 4.

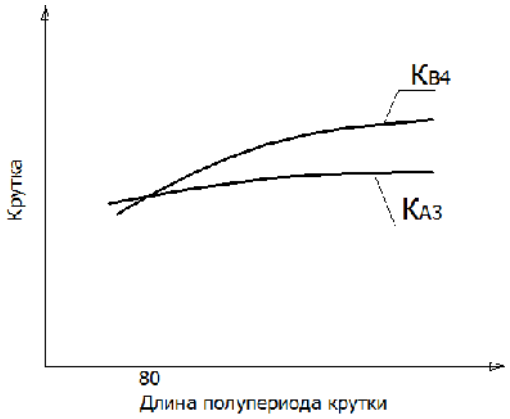


Рис. 4

Выражения (5) и (6) не позволяют получить реальные значения крутки компо-

нентов в кручениях на метр их длины, а лишь дают возможность судить о ее относительной величине. Поэтому на рис. 4 размерность крутки не указана. Однако вид графиков позволяет сделать два важных наблюдения. Во-первых, можно было ожидать, что первичная крутка компонента В при любом значении длины полупериода будет стабильно выше, чем крутка компонента А, поскольку длина зоны ℓ_4 меньше, чем длина зоны ℓ_3. Так и происходит при длинах полупериода крутки более 0,08 м. При дальнейшем уменьшении длины полупериода крутка компонента А становится даже выше, чем компонента В. Объяснить это можно тем, что длина участка ℓ_2 равна 80 мм, и при значениях длины периода крутки менее этой величины на нем в компоненте В будет гарантированно образовываться крутка противоположных знаков. Во-вторых, из рис. 4 видно, что при необходимости в АКУ, оснащенном нереверсивными вьюрками, можно, изменяя длину полупериода крутки, обеспечить одинаковый уровень крутки обоих компонентов.

Оценим теперь влияние транспортного сдвига $\ell_т$ (рис. 3) на структуру получаемой СК-пряжи. Известно, что необходимая прочность самокрученого продукта в нулевых зонах обеспечивается сдвигом круток одного направления по фазе. Технически это реализуется смещением пазов в корпусе пневмопереключателя, как это показано на рис. 5.

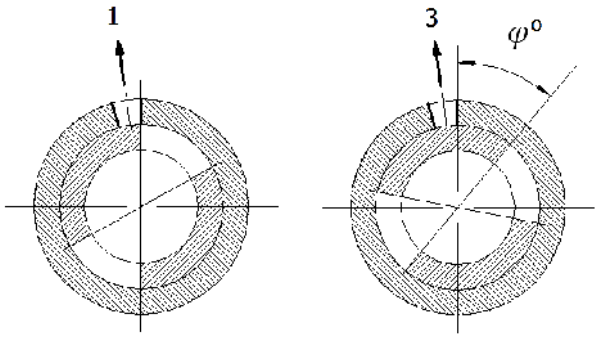


Рис. 5

Для условий крупнейшего в настоящее время производителя высокообъемной самокрученой пряжи – ЗАО "Суворовская нить" угол φ^o составляет 30°, а длина периода самокрутки Т=240 мм. Из кинематической схемы привода машины ПСК-225-ШГ2 можно получить следующую зависимость:

$$\varphi° = \ell_Т / 2\,Т \cdot 360°. \qquad (7)$$

Из выражения (7) определяем, что при одновременной подаче сжатого воздуха в сопловые каналы 1 и 3 за счет наличия транспортного сдвига $\ell_т$ обеспечивается угол сдвига фаз круток $\varphi° = 28{,}5°$, что почти соответствует значению, использующемуся на практике.

В Ы В О Д Ы

1. Модернизация АКУ машины ПСК-225-ШГ2 путем замены реверсивных вьюрков на нереверсивные при сохранении расстояния между выпускной и тянульной парами технически возможна.

2. Изменением длины полупериода крутки можно влиять на соотношение первичных круток компонентов.

3. Установлено, что при одновременной подаче сжатого воздуха в сопловые каналы 1 и 3, 2 и 4 нереверсивных вьюрков за счет транспортного сдвига обеспечивается необходимый угол сдвига фаз круток в компонентах.

4. Авторы предполагают, что различные значения амплитуд первичных круток компонентов А и В могут способствовать увеличению прочности СК-пряжи в нулевых зонах за счет использования при соединении остаточной энергии деформации одного из компонентов.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Мовшович П.М.* Самокруточное прядение. – М.: Легпромбытиздат, 1985.

2. *Дюканова Т.И.* Разработка технологии получения самокрученой пряжи способом совмещенного формирования и кручения: Дис... канд. техн. наук. – Кострома,1989.

3. *Телицын А.А., Данилов В.В., Миндовский С.К.* Разработка рабочей схемы АКУ для получения пряжи КСК-структуры // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, № 2 .

4. *Telitsyn A.A., Delektorskaya I.A.* Specifics of forming a self-twisted product in asymmetrical torsion

device // Fibres and Textile in Eastern Europe. – 2014, № 3(105) 58…60.

5. *Елисеева Н.А., Телицын А.А., Делекторская И.А.* Оценка технологических возможностей крутильного устройства прядильной самокруточной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3 С. 55…59.

6. *Романовский П.И.* Ряды Фурье. Теория поля. Аналитические и специальные функции. Преобразование Лапласа. – М. : Наука, 1980.

7. *Диткин В.А., Прудников А.П.* Интегральное преобразование и операционное исчисление. – М.: Наука, 1974. С. 46…47.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 30.09.14.

УДК 677.051. 12, 677.494

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОФОРМИРОВАНИЯ ВОЛОКОН ИЗ РАСТВОРОВ ПОЛИМЕРОВ*

EXPERIMENTAL RESEARCH OF PROCESS OF ELEKTROFURNITURY FIBRES FROM SOLUTIONS OF POLYMERS

А.Г. ШУТОВА
A.G. SHUTOVA

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

Статья посвящена экспериментальным исследованиям процесса электроформирования волокон из растворов полимеров на оригинальной установке для получения нано- и микроволокон. Приводятся данные о соотношении различных конструктивных параметров и параметров работы установки, соответствующих началу процесса волокнообразования.

The article is devoted to an experimental research of process of elektrofurnitury fibers out of polymer solutions for original equipment for nano and micro fibres. Data on the ratio of various design parameters and parameters corresponding to the beginning of the process fiberizing.

Ключевые слова: нановолокна, микроволокна, электроформирование, полимерные тонкие волокна.

Keywords: nanofiber microfiber electroforming, polymer thin fibers.

Одним из перспективных и быстро развивающихся направлений мировой производственной и научной деятельности в настоящее время является производство нановолокон различного назначения [1…3]. Метод электроформирования, как наиболее производительный способ получил широкое применение как в производстве, так и в научных исследованиях. Подробное описание данного метода приведено в работах [1…6].

Устройство экспериментальной установки для производства нано- и микроволокон из растворов полимеров [4…7] позволяет получить экспериментальные данные при различных технологических параметрах и химических составах растворов полимеров.

* Статья подготовлена под руководством проф., докт. техн. наук Корабельникова А.Р. Работа выполнена по государственному заданию на выполнение научных исследований по проекту № 1058.

В [5], [8] приведены результаты экспериментов, позволяющие определить влияние формы волокнообразующего электрода на процесс образования волокон из полиметилметакрилата в смеси растворителей, состоящей из 50% дихлорэтана, 50% ацетона.

Следующая серия экспериментов проводилась с целью определения влияния напряжения и концентрации того же раствора полимера на величину разводки при устойчивом волокнообразовании с использованием разных форм волокнообразующего электрода, частота вращения которого была постоянной (n = 36 об/мин).

Каждая серия состояла из десяти экспериментов. Усредненные значения занесены в табл. 1.

Таблица 1

№ серии опытов	Вид электрода		Напряжение U, кВ		Расстояние между электродами h, мм			Конц. р-ра, %
	диск	цилиндр	50	37	минимальное	начало образования	установившийся режим	
1	-	+	+	-	90	110	100	2,5
2	-	+	+	-	80	105	90	2,5
3	-	+	-	+	50	80	60	2,5
4	-	+	-	+	45	75	50	2,5
5	+	-	+	-	100	130	120	2,5
6	+	-	+	-	90	125	100	2,5
7	+	-	-	+	65	110	75	2,5
8	+	-	-	+	55	100	65	2,5
9	-	+	+	-	30	60	40	2
10	-	+	+	-	40	60	45	2
11	-	+	-	+	20	40	25	2
12	-	+	-	+	25	45	35	2
13	+	-	+	-	60	100	75	2
14	+	-	+	-	60	95	70	2
15	+	-	-	+	50	90	65	2
16	+	-	-	+	55	85	65	2

Эксперименты проводились при постепенном сближении электродов от максимальной разводки. Начало волокнообразования фиксируется при появлении первых волокон. При дальнейшем непрерывном уменьшении расстояния между электродами волокон становилось больше, затем наблюдалось образование отдельных жидких струй, что нежелательно, так как при этом толщина волокон резко увеличивается. В этот момент фиксировалось минимальное значение разводки. Далее расстояние между электродами опять увеличивалось для достижения установившегося режима образования волокон, без присутствия жидких струй. По мере дальнейшего увеличения расстояния процесс образования волокон постепенно затухал.

Анализ полученных экспериментальных данных еще раз подтвердил, что применение волокнообразующего электрода дисковой формы позволяет получить волокна при большей разводке, как было описано ранее в работах [5], [8], что благоприятно влияет на образование более тонких волокон. Повышение концентрации раствора полимера при остальных неизменных параметрах также ведет к началу и стабилизации волокнообразования при больших разводках между электродами. С увеличением напряжения начало и стабильный режим волокнообразования проходят при большем расстоянии между электродами независимо от концентрации и формы электрода.

ВЫВОДЫ

Проведена серия экспериментов, которая позволила определить влияние технологических параметров (концентрации раствора полимера, напряжения между электродами и формы волокнообразующего электрода) на параметры начала и ста-

билизации процесса волокнообразования при электроформировании нано- и микро волокон из раствора полиметилметакрилата.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Кричевский Г.Е.* Прошлое, настоящее и будущее мирового текстиля. Революционное и эволюционное развитие // Междунар. научн.-практ. конф.: Сегодня и завтра медицинского, технического и защитного текстиля. Роль традиционных высоких технологий (тезисы докладов) / Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, Институт химии растворов им. Г.А. Крестова. – Иваново: Изд. "Иваново", 2012. С. 5.

2. *Рудовский П.Н.* Развитие технологии прядильного производства в вузах Российской Федерации // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 5. С. 117…121.

3. *Филатов Ю.Н.* Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ-процесс) / Под ред. В.Н. Кириченко. – М.: Нефть и газ, 1997.

4. *Корабельников А.Р., Потехин В.М.* Установка для получения нановолокон // Междунар. научн.-техн. конф.: Актуальные проблемы науки в развитии информационных технологий. – Кострома: КГТУ, 2012.

5. *Корабельников А.Р., Потехин В.М., Шутова А.Г.* Устройство для получения полимерных нано- и микро волокон и исследования его работы // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 1. С. 52…54.

6. *Корабельников А.Р.* Устройство для получения полимерных нано- и микроволокон. // Патент на полезную модель № 133529 Российская Федерация, от 09.04.2013

7. *Корабельников А.Р., Шутова А.Г., Сысоева Е.К.,Громова Е.И.* Новое устройство для получения нано и микроволокон из полимеров (тезисы доклада) // Сб. тр. Междунар. научн.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности. – М., 2013.

8. *Корабельников А.Р. Шутова А.Г., Потехин В.М.* Исследования влияния формы электрода на процесс получения нановолокон в устройстве для электроформирования // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2013, № 1 (30). С. 52…54.

Рекомендована кафедрой инженерной графики, теоретической и прикладной механики. Поступила 30.09.14.

УДК 677.051.183

МОДЕРНИЗАЦИЯ ГРЕБЕННОГО ПОЛЯ ЛЬНОЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВОЛОКОН КОНОПЛИ

MODERNIZATION OF THE GILLING SECTION OF A FLAX COMBER FOR HEMP FIBER MANUFACTURING

Ю.В. КУЛЁМКИН, А.В. ПРИВАЛОВ, Г.М. ТРАВИН
U.V. KULEMKIN, A.V. PRIVALOV, G.M. TRAVIN

(Костромской государственный университет им. Н.А. Некрасова)
(Kostroma State University named after N.A. Nekrasov)
(E-mail: ops@ ksu. edu. ru)

Возрождение и обновление технологии производства тканей из волокон конопли возможно с использованием модернизированного оборудования для переработки льна. Модернизация льночесальной машины связана с созданием новых долговечных и ремонтопригодных конструкций игольно-планочной гарнитуры.

The revival and renewal of fabric manufacturing from hemp technologies base on the use of the modernized flax processing facilities. Modernization of the flax combers depends on the creation of the durable and repairable needle-bar suit constructions.

Ключевые слова: модернизация льночесальной машины, волокна конопли, гребенное поле, игольно-планочная гарнитура.

Keywords: modernization of the flax comber, hemp fiber, gilling section, needle-bar suit.

Мировая тенденция расширения использования технической конопли для производства тканей, в том числе и бытовых, потребовала интенсификации изысканий по адаптации отечественного семеноводства к выращиванию ненаркосодержащей конопли и разработке технологий изготовления тканей из таких волокон. Очевидно, что пеньковая пряжа для производства бытовых тканей, относящаяся, как и льняная, к классу лубяных, должна выпускаться в том же диапазоне линейных плотностей. Отсюда следует, что при практическом отсутствии специального оборудования для переработки волокон конопли целесообразно использовать в структуре технологической цепочки льноперерабатывающее оборудование. Первый переход в этой цепочке следует реализовать на льночесальной машине Ч-302-Л.

В связи с имеющимися значительными отличиями в структуре и свойствах льна и конопли [1] необходима модернизация рабочего органа этого оборудования – гребенного поля, основным элементом которого являются гребенные планки различных типов. Опыт эксплуатации игольно-планочной гарнитуры при чесании длинного трепаного льна показывает, что основными причинами отказов гарнитуры на начальных переходах является расшатывание игл и их выпадание, главным образом, в срединной части планок; на последних переходах – поломка игл у основания и в вершинной части и их загибы и подсечки. В [2] установлено, что срок службы планок зависит от их типа и уменьшается с возрастанием плотности рассадки игл. В настоящее время срок службы планок, последних переходов (технический ресурс), не превышает 1500…2100 часов.

Работы по повышению эффективности чесания и надежности игольно-планочной гарнитуры наиболее интенсивно проводились в ЦНИИМашдеталь под руководством Н.И. Потапенкова в конце 80-х годов (1985-1989 гг.) [3]. Итогом этих работ стало создание новых конструкций планок с использованием оснований с большей жесткостью и применением плоской иглы на средних и последних переходах чесания. Рассматриваются следующие технологические принципы изготовления жесткого основания:

- штампованный стальной с образованием ребра жесткости;
- стальной гнутый профиль.

Рассматриваются следующие типы жесткого основания:

- стальное штампованное с ребром жесткости;
- стальное из гнутого профиля;
- алюминиевое из прессованного профиля;
- полимерное с элементом жесткости.

Закрепление игл в основании:

- пайкой припоями на основе олова;
- заливкой полимерными материалами;
- клеением композициями на основе эпоксидных смол;
- вклеиванием полимерных или паяных вставок в корпус основания.

Промышленное освоение производства такой игольно-планочной гарнитуры осуществлялось на основе ряда разработанных Технических условий на их изготовление [4] [5]. Использование вставок позволяет обеспечить разборность, а следовательно, и ремонтопригодность заменой при поломке, загибе или подсечке части игл. Возможность замены вставок ограничивается необходимостью введения термической операции нагрева планки для обеспечения текучести клеевого компаунда или припоя при удалении вставки, а также последующей очистки и обезжиривания полости перед монтажом новой вставки.

Известны патенты Италии и Великобритании, согласно которым игольные па-

кеты паяные или из резиноподобных материалов закрепляются в основании (планке) с помощью резьбовых соединений или вклеиванием пакета, иглы которого входят в отверстия верхней грани планки. Эти конструкции низкотехнологичны и трудоемки в изготовлении (пайка, клеение, дополнительные отверстия в планке), увеличение расстояния до ряда игл (смещение игл от зоны чесания). Анализ зарубежных патентов, выполненных исследовательских работ, разработанных на их основе ТУ, опыта эксплуатации таких планок при переработке длинноволокнистого льна, учет особенностей структуры и свойств волокон технической конопли позволили сформулировать основные требования к конструкции гребенных планок для переработки этих волокон:

- высокая надежность и долговечность;
- повышение эффективности процесса чесания;
- высокая технологичность и низкая трудоемкость изготовления;
- высокая ремонтопригодность при эксплуатации.

Очевидно, что для реализации в конструкциях этих требований необходимо использование быстроразъемных соединений для крепления игольных планок, набора из нескольких вставок в одной планке, регулирование некоторых параметров планки на первых переходах чесания. Исходя из сформулированных требований и вышеизложенных рекомендаций для первых переходов чесания конопли предлагаются планки с однорядным расположением П-образных скоб, высотой 19 и 28 мм с диаметром проволоки 3 мм, устанавливаемых в основании перпендикулярно продольной оси планки или под углом (тип I). Плотность насадки скоб 5 на 10 см.

Варианты сочетания размеров и расположения скоб позволяют образовать 4 типоразмера таких планок. Для средних переходов чесания предлагаются планки сборно-разборные с однорядным (тип II) и двухрядным расположением (тип III) игл. Планка представляет собой металлический стальной штампованный, гнутый или алюминиевый экструдированный профиль длиной 302 мм, в который устанавливаются несколько (три ÷ четыре) полимерных вставок из термопластичного материала, имеющих в сечении трапециевидную форму с залитыми иглами круглой или плоской формы со специальным хвостовиком [6]. Крепление планок в профиле осуществляется зажимным элементом также из термопластичного материала, обеспечивающим удержание вставок в профиле за счет клинового соединения. На рис. 1 представлена конструкция сборно-разборной планки типа II с двухрядным расположением игл для средних переходов чесания: 1 – вставка игольная, 2 – зажимной элемент, 3 – основание (профиль), 4 – резьбовое соединение. Для избежания образования подсечек при эксплуатации планок острия игл имеют радиусное скругление при вершине.

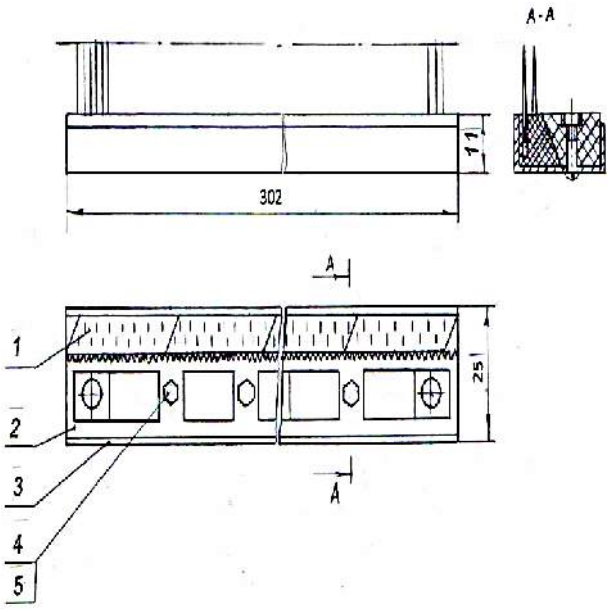


Рис. 1

Использование полимера со специальным комплексом адгезионных и упругожесткостных свойств, наличие хвостовика у иглы, а также металлический профиль определенной формы обеспечивают гребенной планке надежное крепление в ней игл. Сборная полимерная вставка с иглами делает планку ремонтопригодной и создает возможность относительно легко получать смещение поля смещенным шагом игл. Зажимной элемент обеспечивает простое и быстрое извлечение вышедшей из

строя полимерной вставки с иглами и последующую установку новой.

Планка гребенная с двухрядным расположением игл (тип IV) предназначена для последнего перехода. Представляет собой алюминиевый профиль, в котором с помощью того же термопластичного материала зафиксированы иглы диаметром 1,7 мм с плотностью насадки 24 на 10 см. Могут использоваться плоские иглы с хвостовиком, подбираемые по толщине и моменту сопротивления с таким расчетом, чтобы их толщина соответствовала среднему или минимальному диаметру заменяемых круглых игл.

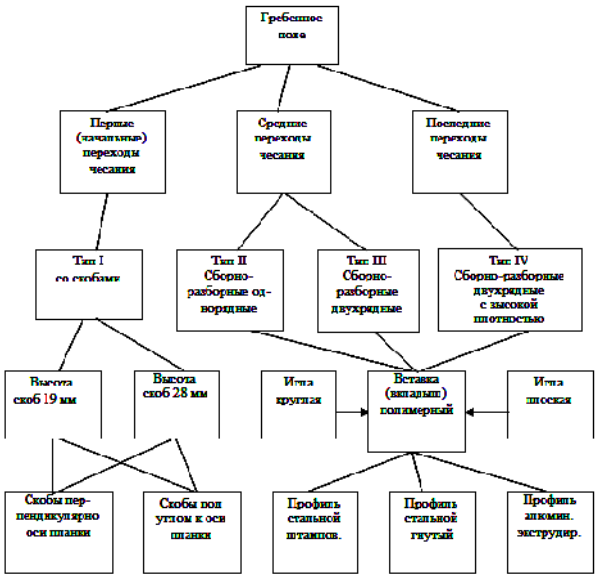


Рис. 2

На рис. 2 в систематизированном виде отражены возможные варианты формирования гребенного поля из игольно-планочной гарнитуры для чесания пеньковых волокон.

В Ы В О Д Ы

1. При использовании для переработки волокон конопли льночесальной машины необходима модернизация рабочего органа за счет новых конструкций игольно-планочной гарнитуры.

2. Основные требования к гарнитуре – высокоэффективность процесса чесания, надежность при эксплуатации, включая ремонтопригодность, технологичность изготовления.

3. Для средних переходов чесания рекомендуются сборно-разборные планки, с однорядным и двухрядным расположением игл, залитых в сменные 3÷4 по длине планки трапециевидные полимерные вставки, закрепляемые в основании клиновым зажимом.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Пашин Е.Л., Жукова С.В.* Определение взаимосвязи свойств конопли с особенностями строения ее стеблей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №2. С 31…34.

2. *Потапенков Н.И.* Поиск оптимальной унифицированной конструкции гребней текстильных машин // Тезисы зональн. научн.-техн. конф.: Повышение степени унификации – одно из средств улучшения качества и надежности изделий. – Кострома – 1977. С.23…25.

3. *Потапенков Н.И.* Исследование деформаций упругих соединений игл в основаниях игольно-планочной гарнитуры // Сб. научн. тр. ЦНИИМашдеталь: Исследования в области техники, технологии производства и эксплуатации технологической оснастки текстильного оборудования. – М.: ЦНИИТЭЛегпром, 1988.

4. ТУ 17-40-987–88. Планки гребенные сборно-разборной конструкции с повышенной плотностью игл для льночесальных машин. – М.: ВПО Союзлегпромтехоснастка. – 1988.

5. ТУ 17-40-985–89. Игольно-планочная гарнитура усиленного типа. – М.: ВПО Союзлегпромтехоснастка, 1989.

6. *Карабельников Р.В., Карабельников А.Р.* Особенности взаимодействия острия иглы игольчатой гарнитуры с льняным волокном // Изв. вузов. Технология текстильной промыщленности. – 2011, №1. С 30…31.

Рекомендована кафедрой организации производства и сервиса. Поступила 30.09.14.

УДК 614

НОВЫЙ СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ПЫЛЕОСАЖДЕНИЯ НА ТЕКСТИЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ*

A NEW WAY OF MEASURING THE INTENSITY OF DUST REMOVAL CHAMBER ON TEXTILE COMPANY

И.В. СУСОЕВА
I.V. SUSOEVA

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State University of Technology)
E-mail: info@kstu.ed.ru

В статье предложен экспериментальный способ оценки интенсивности пылеосаждения, позволяющий определить массу взвихрившейся пыли поступившей в помещение в результате аварийной ситуации. Данный способ дает возможность более объективно определить категории помещения по пожарной и взрывопожарной опасности, например, для текстильных предприятий.

The article presents the experimental method of estimation of the intensity of dust removal chamber, allowing to determine the mass uzvikivala dust entered the room in the result of emergency. This method allows a more objective determination of the category of premises fire and explosion hazard, for example, for textile enterprises.

Ключевые слова: интенсивность пылеосаждения, масса пыли.

Keywords: dust precipitation intensity, weight dust.

Известно, что параметр интенсивности пылеосаждения широко используется при расчетах категории взрывопожарной и пожарной опасности производственных помещений текстильных предприятий. Однако методика определения данного параметра в пожарных нормативах не приводится [1]. Представляет интерес экспериментальное определение интенсивности пылеосаждения, например, на текстильном предприятии по переработке льна.

Технологический процесс переработки льняной пряжи сопровождается интенсивным пылеобразованием. Существующие в ткацких цехах системы аспирации не в полной мере обеспечивают необходимую эффективность удаления пыли. Осаждение пыли на полу цеха, стенах или оборудовании ухудшает условия труда, качество продукции, служит причиной профессиональных заболеваний и может послужить причиной пожара, нанести ощутимый со-

* Работа выполнена под руководством докт. техн. наук Букалова Г.К.

циальный, экологический и экономический ущерб. Кроме того, для различных производств текстильной промышленности характерно неравномерное пылеобразование, зависящее от количества и качества сырья поступающих в цех для технологического процесса. Проблема оценки интенсивности осаждения пыли на поверхностях оборудования и помещения является актуальной.

Разработка эффективных методов оценки массы образовавшейся пыли может способствовать обоснованию при принятии решений по защите работающих от воздействия пыли и объективной оценке пылевой обстановки. Под пылевой обстановкой в производственном помещении понимают интенсивность пылеобразования в ходе технологического процесса. В общем случае комплексно оценить пылевую обстановку на предприятиях возможно только при наличии данных о физико-химических свойствах пыли, интенсивности пылеобразования от организованных и неорганизованных источников, массы осевшей пыли на поверхностях, распределении концентраций пыли в объеме помещения, об оценке риска превышения нормативных концентраций пыли в рабочих зонах и влиянии ее на риск возникновения профессиональных заболеваний у работающих.

В настоящее время отсутствует единая методология комплексной оценки пылевой обстановки на предприятиях. Процессы, связанные с выделением, распространением, оседанием, удалением пыли, имеют стохастическую природу. Представляет интерес оценка интенсивности пылевыделения с использованием методов оценки массы осевшей пыли. Это позволяет более точно охарактеризовать пылевую обстановку на предприятии и решать целый ряд конкретных задач.

При измерении концентрации пыли в воздухе производственных помещений предпочтение отдают способам, основанным на предварительном осаждении. Большинство из них позволяют определить весовую концентрацию пыли, что особенно важно при проведении контроля воздушной среды помещений.

Для определения концентрации пыли в воздухе рабочей зоны предлагается применять способ, основанный на измерении массы и количества осевшей пыли на поверхностях, покрытых клеем, при заданных площади пылеулавливающей поверхности и времени исследования. Расположение пылеулавливающих поверхностей горизонтальное или иное. Под количеством осевшей пыли понимают количество пыли, выпавшей за установленное время работы оборудования на единицу площади горизонтальной или иной поверхности.

Сущность способа заключается в использовании поверхности, покрытой клейким веществом. Приспособления для отбора пыли изготавливаются из прозрачного одностороннего скотча заданного размера и размещаются на стеклянных пластинах заданного размера. Затем приспособления помещаются на поверхности, на которых происходит пылеосаждение, липкой стороной вверх. Приспособления для отбора пыли устанавливаются так, чтобы пылеулавливающая поверхность располагалась в заданных точках и направлениях относительно поверхности пола или оборудования помещения. При выборе места отбора проб необходимо учитывать возможные искажения результатов измерения вызываемые влиянием воздушных течений. После проведения замеров приспособления для отбора пыли снимаются и фиксируются липкой стороной с пылью на предметном стекле.

Оценку пылеосаждения, веса и состава пыли выполняют взвешиванием на электрических весах и под микроскопом. Единицей измерения может быть, например: г/(м^2·с); г/(м^2·мин).

Интенсивность пылеосаждения $И_{ос}$ определяется отношением:

$$И_{ос} = \frac{M_{п}}{St},$$

где $M_{п}$ – вес пыли, мг (определяется как разность между весом приспособления для отбора пыли до и после эксперимента); S –

площадь поверхности улавливания, м^2; t – время отбора пробы пыли, мин.

Данным способом были выполнены исследования пылеосаждения в ткацком корпусе БКЛМ. Замеры проводились в ткацком цехе размером 52,5×25,15 м при переработке льняной пряжи Т=57 текс на станках СТБ. Площадь помещения – 1320,375 м^2. Габаритные размеры станка: ширина – 3600 мм, глубина – 1875 мм. Площадь станка составит 6,750 м^2. Приспособления для отбора пыли располагали в различных точках помещения (станок, стена, пол) (рис. 1 – фотографии с осевшей пылью: а) – пол; б) – стена; в) – ткацкий станок), площадь поверхности улавливания S=774 мм^2. Время отбора проб составило 1 час. Результаты замеров и интенсивность пылеосаждения представлены в табл. 1.

а) б) в)

Рис. 1

Интенсивность пылеосаждения $И_{ос}$ для станка определится следующей зависимостью:

$$И_{ос} = \frac{M_п}{St} = \frac{0,0384 - 0,0380}{0,000774 \cdot 1} = 0,516 \text{ г/м}^2\cdot\text{ч}.$$

Наибольшая масса осевшей пыли зафиксирована на приспособлениях для отбора пыли, закрепленных на полу (табл. 1 – результаты замеров). Возможно, это связано с тем, что под воздействием воздушных потоков, а также вентиляционных систем в процессе переработки льняной пряжи пылевые частицы с загрязненных поверхностей пола, стен, потолка, оборудования и ограждающих конструкций срываются и поднимаются в воздух: при этом крупные пылевые частицы быстро оседают на поверхность, а мелкодисперсные фракции пыли постоянно витают в воздухе помещений, затем осевшие крупные и мелкие частицы снова поднимаются в воздух, то есть происходит постоянная рециркуляция вторичных пылевых аэрозолей и аэрогелей в направлении поверхность – воздух и обратно.

Таблица 1

Интенсивность пылеосаждения $И_{ос}$, г/м^2·ч	Точки помещения		
	станок	стена	пол
	0,516	0,775	14,470
	0,645	1,291	14,728
	0,387	1,421	15,245

Преимущество данного способа заключается в возможности оценки пылеосаждения и объективного расчета категории пожарной и взрывопожарной опасности. Данный метод объединил весовой и счетной методы оценки

количества и вида пыли в воздухе рабочей зоны. Реализация данного способа основана на использовании большого количество точек, в том числе в труднодоступных местах помещения.

Масса взвихрившейся пыли $М_п$, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, определяется:

$$М_п = И_{ос} S_п t_с,$$

где $S_п$ – площадь помещения, м^2; $t_с$ – время рабочей смены, ч.

Таким образом, в ткацком цехе в результате аварийной ситуации масса взвихрившейся пыли $М_п$, поступившей в помещение при 8-часовой рабочей смене, составит:

$$М_п = И_{ос} S_п t_с = 0,516 \cdot 1320,375 \cdot 8 = 5450,508 \text{ г.}$$

В Ы В О Д Ы

Предложенный способ оценки интенсивности пылеосаждения позволяет определить массу взвихрившейся пыли поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, которая дает возможность более объективно определить категории помещения по пожарной и взрывопожарной опасности, например, для текстильных предприятий.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. ГОСТ Р 12.3.047–98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1998.

2. ГОСТР 54578–2011. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. – М.: Стандартинформ, 2012.

3. *Сусоева И.В., Букалов Г.К., Кривошеина Е.В.* Оценка пылевыделения на предприятиях. – Кострома: Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2013.

4. *Сусоева И.В.* Организация противопожарной защиты объектов текстильной промышленности // Вестник КГТУ, 2013.

Рекомендована кафедрой техносферной безопасности. Поступила 30.09.14.

УДК 677.051.151.256

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА СИЛ ТРЕНИЯ СЛОЯ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА О ПОВЕРХНОСТИ РЕМНЕЙ ЗАЖИМНОГО УСТРОЙСТВА ТРЕПАЛЬНЫХ МАШИН

COMPUTER-AIDED CALCULATION OF FORCES FRICTION LAYER FLAX FIBERS ON THE BELT CLAMPING DEVICE PICKER

Н.И. КОВАЛЕНКО, М.С. БУРОВ, С.Н. РАЗИН
N.I. KOVALENKO, M.S. BUROV, S.N. RAZIN

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

В работе описано программное обеспечение процесса расчета сил трения слоя льняного волокна о контактирующие с ним поверхности зажимного механизма. Предложен алгоритм их расчета. В основе алгоритма лежит математическая модель, позволяющая вести расчет сил трения для различных форм поверхностей, контактирующих со слоем волокна и при любой длине зажатого слоя. Предлагаемое программное обеспечение позволяет выбрать рациональную форму линии контакта поверхностей зажимного устройства.

The paper describes the software process for calculating the forces of friction layer of flax fiber on the surface area of contact of the clamping mechanism. An algorithm for calculating them. Algorithm is based on a mathematical model allows calculation of the friction forces for various forms of contact surfaces with a layer of fiber. The proposed software allows you to choose a rational form the line of contact surfaces of the clamping device at any length sandwiched layer.

Ключевые слова: алгоритм, математическая модель, силы трения, зажимной механизм.

Keywords: algorithm, a mathematical model, the friction force, the clamping mechanism.

Проектирование элементов машин в настоящее время невозможно без применения информационных технологий. Это касается и такой отрасли народного хозяйства, как переработка льна. Применение информационных технологий позволяет сократить сроки проектирования элементов машин и уменьшить его трудоемкость. Решение задач в области переработки льна имеет свои особенности, которые связаны со сложностью описания физико-механических свойств льняного волокна.

Проводимые в данной работе исследования посвящены изучению условий работы зажимного механизма трепальных машин для переработки льна. В процессе переработки пряди льна зажимаются в ремнях зажимного механизма и перемещаются вдоль секций трепальной машины. Для более надежной фиксации прядей сверху на ремни оказывают давление нажимные ролики, расположенные на определенном расстоянии друг от друга. Прядь льна в процессе обработки подвергается ударным воздействиям со стороны трепальных барабанов. Удержание прядей зависит от надежности их зажима, которая определяется различными факторами, исследованию которых посвящены работы [1…18].

В [1] представлена математическая модель, полученная для определения предельной силы трения слоя о поверхности ремней зажимного механизма агрегата МТА-2Л. Модель разработана для случая, когда слой волокна огибает поверхность нижнего ремня, профиль которого имеет прямолинейные участки и криволинейные в виде дуг окружностей рис.1.

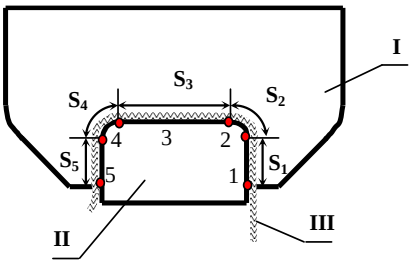


Рис. 1

На рис. 1 показана линия сопряжения ремней зажимного механизма трепальной машины агрегата МТА-2Л, где I – верхний ремень, II – нижний ремень. Цифрами обозначены участки линии сопряжения. При выборе рациональной формы линии сопряжения ремней, позволяющей обеспечить более надежный зажим прядей, необходимо провести расчет сил трения для различных ее конфигураций. Линия сопряжения может быть выполнена в виде прямолинейных или криволинейных участков. Профиль криволинейных участков может являться какой-либо заданной функцией, отличной от окружности. Также возможно сочетание этих участков. Количество участков, их длина и форма могут быть различными. Для этого случая в работе [13] получена математическая модель, позволяющая определить данную силу трения слоя:

$$T=\sum_{i=1}^{n}F_{тpi}=\sum_{i=1,i=y_j}^{n}e^{f\alpha_i}\int_{0}^{R_i\alpha_i}2fq_i(s)e^{-fs/R_i}ds+\sum_{i=1,i=y_j}^{n}(e^{f\alpha_i}-1)\sum_{j=i+1}^{n}F_{тpi}+\sum_{i=1,i\neq y_j}^{n}2f\int_{0}^{\ell i}q_i(s)ds, \qquad (1)$$

где n – общее количество участков линии сопряжения ремней; m – количество криволинейных участков (очевидно, что $0\le m\le n$); y_j – номер j-го криволинейного участка; ℓ_i – длина i-го участка, м; $F_{тр_i}$ – сила трения между слоем и ремнями на i-м участке, Н; $q_i(s)$ – интенсивность распределенной нагрузки, действующей со стороны верхнего ремня на слой на i-м участке, Н/м; s – дуговая координата вдоль линии сопряжения; R_i – радиус кривизны криволинейного участка, м; α_i – угол обхвата криволинейного участка, выраженный в радианах; f – коэффициент трения слоя о поверхность ремня.

Следует заметить, что формула (1) получена для случая, когда прядь полностью попала под зажим на всей линии сопряжения ремней. Однако в процессе обработки прядь может попасть под зажим не на всей

длине их линии сопряжения. В этом случае предельная сила натяжения пряди T, у которой под зажим попал участок длиной ℓ и при этом конец пряди находится на участке с номером k, может быть найдена по формуле:

$$T = F_{тр_k} + \sum_{i=1}^{k-1} F_{тр_i} . \qquad (2)$$

В этой формуле первое слагаемое соответствует силе трения на участке с номером k, а второе слагаемое – сумме сил трения на всех предыдущих участках. Если k-й участок прямолинейный, то силу трения на этом участке можно найти по формуле:

$$F_{тр_k} = 2f \int_0^{\ell - \sum_{i=1}^{k-1} \ell_i} q_k(s)ds . \qquad (3)$$

В случае если k-й участок криволинейный, то:

$$F_{тр_k} = e^{f\left(\ell - \sum_{i=1}^{k-1} \ell_i\right)/R_k} \int_0^{\left(\ell - \sum_{i=1}^{k-1} \ell_i\right)} 2fq_k(s)e^{-fs/R_k}ds . \quad (4)$$

Для получения результатов с использованием этих моделей необходимо знать, как распределены силы давления со стороны внешнего ремня на зажатый слой обрабатываемого материала вдоль линии сопряжения ремней. Получить эти данные возможно различными способами: численными или экспериментально. И в том, и другом случае получим массив значений напряжений в зависимости от координаты вдоль линии сопряжения ремней. Для использования математической модели (1) необходимо иметь аналитические зависимости напряжений от координаты $q_i(s)$, которые можно найти путем аппроксимации данных, полученных численными методами или экспериментальными. Это дает возможность, используя эту модель, сразу получить предельную силу трения слоя о поверхности ремней.

На основе данной модели разработан алгоритм решения и программный комплекс в виде системы автоматизированного расчета сил трения.

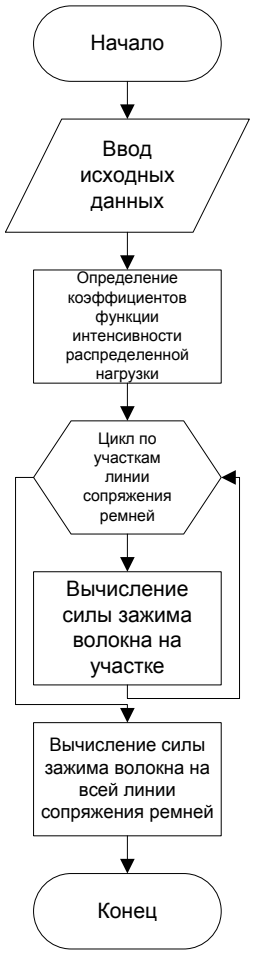


Рис. 2

На рис.2 представлена блок-схема алгоритма расчета сил трения. Алгоритм включает в себя два этапа:

1. Определение аналитических зависимостей интенсивности распределенной нагрузки для каждого участка линии сопряжения ремней.

2. Расчет сил трения слоя с использованием математических моделей.

Для определения аналитической зависимости нами был использован метод наименьших квадратов. Необходимо отметить, что аппроксимация данных реализуется двумя функциями:

– квадратическим полиномом, имеющим вид:

$$y(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2;$$

– кубическим полиномом, имеющим вид:

$$y(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3.$$

Также для каждой аппроксимирующей функции вычисляются следующие виды ошибок, называемых погрешностью аппроксимации:

– максимальное значение отклонения значения аппроксимирующей функции и экспериментального значения функции;

– среднеквадратическое отклонение.

Та из функций, которая имеет наименьшее значение ошибки, и будет взята в качестве функции интенсивности распределенной нагрузки. Для вычисления сил трения слоя в программе был применен численный метод прямоугольников для вычисления интегралов.

Для эффективной работы с системой разработан удобный пользовательский интерфейс, позволяющий вводить параметры расчета, изменять их и получать результаты расчета в виде графиков, в виде значений сил трений, а также их можно сохранить в файл. Для хранения данных, обрабатываемых системой автоматизированного расчета сил трения, используются файлы следующих типов: файл линии сопряжения ремней и файл экспериментальных данных. Файл линии сопряжения ремней содержит информацию о параметрах отдельных участков линии сопряжения ремней. В файле экспериментальных данных хранятся данные, необходимые для аппроксимации с целью получения функции распределенной нагрузки.

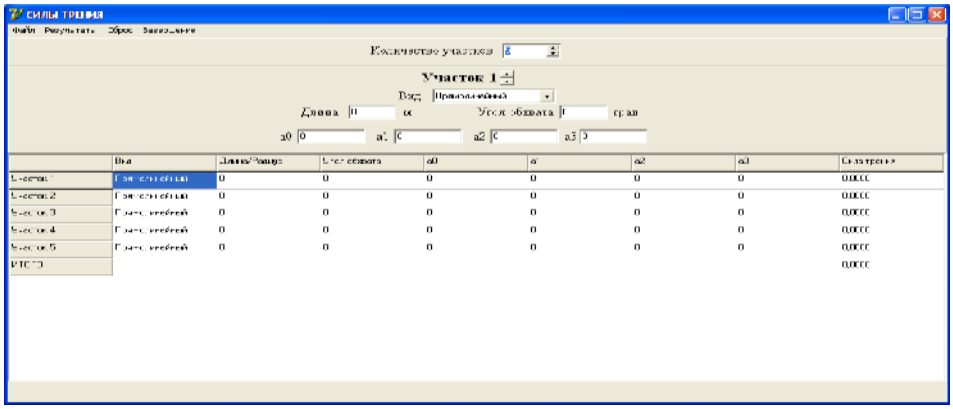


Рис. 3

Для аппроксимации данных необходимо в главном окне программы (рис. 3 – панель ввода параметров участка линии сопряжения) выбрать пункт "Аппроксимация", результате появится форма "Деформации и нагрузки". На форме расположены меню и основное окно. Аппроксимация необходима для получения аналитических зависимостей напряжений от координаты $q_i(s)$.

Исходными данными для запуска процесса расчета сил трения являются:

– геометрические параметры верхнего и нижнего транспортирующих ремней;

– результаты расчета напряженно-деформированного состояния.

Для ввода геометрических параметров о ремнях необходимо в главном окне программы выбрать пункт "Расчет", в результате появится форма для ввода параметров ремней и их расчета. На форме ввода геометрических параметров находятся следующие панели ввода исходных данных:

– количество участков;

– информация об участках.

На панели ввода информации об участках, необходимо ввести следующие параметры:

– вид участка (прямолинейный / криволинейный);

– длина участка (для прямолинейного) или радиус участка (для криволинейного);

– угол обхвата участка;

– коэффициенты (a_0, a_1, a_2, a_3) функции интенсивности распределенной нагрузки, полученные путем аппроксимации экспериментальных данных или полученных аналитически.

Данные о геометрических параметрах также могут быть открыты из ранее созданного файла. Для открытия файла необходимо выполнить команду "Файл – открыть". Для сохранения данных в файл необходимо выполнить команду "Файл – Сохранить". Эти данные могут быть, как введены вручную в соответствующие им поля ввода, так и загружены из файла. Чтобы загрузить данные об участках, необходимо выполнить команду "Файл – Открыть". Далее необходимо выбрать файл, содержащий в себе нужные данные. Во время ввода данных они автоматически записываются в таблицу. При вводе данных о параметрах участков автоматически вычисляются силы трения как на данном участке, так и по всей линии сопряжения ремней (рис. 3).

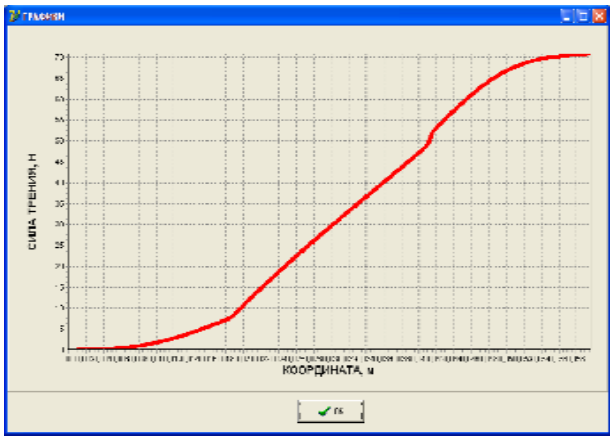


Рис. 4

Чтобы увидеть данные о расчете сил трения в виде графика, необходимо выполнить команду "Результаты - График". График выводится в виде линии, абсцисса которого соответствует координате, а ордината – силе трения (рис. 4 – панель представления результатов расчета в виде графика). В системе также имеется возможность вывода значений сил трения в файл для последующего их анализа, для этого необходимо выполнить команду "Результаты – Сохранить", в появившемся диалоговом окне необходимо задать имя файла, в который будут записаны результаты. Для удобства пользования системой расчета сил трения реализован интерфейс сохранения текущих данных в файл, открытия файла с данными и сброс результатов.

Необходимо отметить, что в таблице отражается результат расчета, в случае если волокно попало на всю длину участков линии сопряжения. Если волокно попало на какой-либо участок не полностью, то для просмотра результатов в этом случае служит пункт меню "Результаты", который содержит в себе следующие подпункты:

– графики – для просмотра результатов в виде графиков;

– сохранить – для сохранения результатов в текстовом файле;

– линия сопряжения – просмотр вида линии сопряжения ремней;

– настройки – для управления параметрами расчета;

– параметры – информация о виде расчета.

В качестве среды разработки системы автоматизированного расчета сил трения нами была выбрана среда Borland Delphi 7.0. Она позволяет полностью реализовать все алгоритмы, необходимые для работы системы.

ВЫВОДЫ

1. Разработаны алгоритм и программа, позволяющие рассчитать предельную силу трения слоя о поверхности транспортирующих ремней для участка пряди произвольной длины.

2. Программа позволяет рассчитать предельную силу трения для транспортирующих ремней произвольного профиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Коваленко Н.И.* Совершенствование транспортирующего механизма трепальной машины: Дис….канд.техн.наук. – Кострома, 2005.

2. *Коваленко Н.И., Разин С.Н.* Определение силы зажима пряди произвольной длины в транспортирующих ремнях трепальной машины// Вестник КГТУ. – Кострома,2006,№13.

3. *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.

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 ВИНИТИ.- №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. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Буров М.С. Имитационное моделирование слоя стеблей льна при его обработке в трепальной машине // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №6.

15. *Разин С.Н., Коваленко Н.И., Буров М.С.* Моделирование процесса взаимодействия слоя льна с рабочими органами трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1.

16. *Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В.* Влияние расстояния между нажимными роликами на силу зажима слоя в ремнях трепальной машины// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №2.

17. *Коваленко Н.И., Разин С.Н.* Моделирование напряженно-деформированного состояния транспортирующих ремней трепальной машины поляризационно-оптическим методом// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3.

18. *Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В. Исследование* влияния диаметра нажимных роликами на силу зажима слоя в ремнях трепальной машины// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №5.

Рекомендована кафедрой информационных технологий. Поступила 30.09.14.

УДК 677.024.01

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ТЕХНИЧЕСКИХ СЕТОК

THE AUTOMATED CALCULATION OF TECHNICAL GRIDS

Г.Г. СОКОВА, М.В. ИСАЕВА, М.А. СОКОВ
G. G. SOKOVA, M.V. ISAEVA, M.A. SOKOV

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: sokoff1@rambler.ru

В статье предложены подходы, позволяющие унифицировать алгоритмы для расчета параметров многослойных технических сеток с учетом особенностей их строения.

The article suggests approaches to standardize the algorithms for calculating parameters of multilayered networks, based on technical characteristics of their structure.

Ключевые слова: тканая, многослойная, сетка, параметры, расчет, алгоритм, программа

Keywords: woven, multi-layered, grid, parameters, calculation, algorithm, program

Технические сетки имеют большое распространение и широко применяются в перерабатывающей промышленности в качестве фильтров, транспортерных лент, служат основой для композитов т.п. Назначение тканых сеток при их проектировании обязывает выполнять расчеты специальных параметров, определяющих свойства сеток [1…4]. Проектирование таких сложных по своему строению текстильных материалов, как сетки, весьма трудоемко, поэтому для выполнения процедур, связанных с разработкой структуры и техническими расчетами, разрабатываются специальные программные продукты (CAD/CAE-системы). Данные системы, как правило, имеют привязку к определенному ассортименту сеток [5]. Функционал программного продукта определяется предприятием, где в дальнейшем он будет использован.

В настоящей работе рассматривается модуль расчета параметров технических сеток, который реализуется в CAD/CAE-системе "Проектирование и расчет технических сеток", (ОАО "КЗМС") [6]. Данный программный продукт разрабатывался с учетом условий и ассортимента ОАО "Краснокамский завод металлических сеток" (ОАО "КЗМС"). Для разработанного продукта приведена схема его внедрения в производство, при которой происходит реорганизация отдела главного технолога за счет внедрения, предлагаемой автоматизированной системы, состоящей из нескольких модулей (проектирование переплетений сетки, расчет параметров сетки), связанных между собой общими базами данных (рис. 1 – усовершенствованная организационная структура отдела главного технолога ОАО "КЗМС"). Функционал CAD/CAE-системы позволяет провести полный процесс проектирования сетки, то есть последовательно спроектировать переплетение, а далее по нему провести полный расчет наиболее важных параметров, после чего сформировать отчет о характеристиках разработанной сетки.

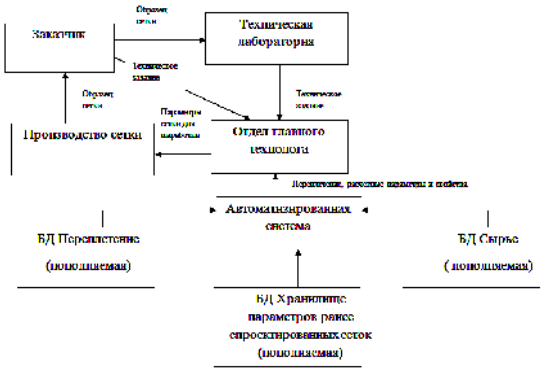


Рис. 1

Ассортимент технических сеток достаточно большой и определяется в первую очередь их строением и сырьевым составом. По структуре различают одинарные (однослойные) и многослойные сетки. Однослойные сетки вырабатываются как с чередованием утка – это подразумевает, что в качестве уточных нитей в сетке могут применяться нити из различного сырья или диаметра (до 4-х видов), так и без чередования. Среди многослойных можно выделить подтипы сеток, которые определяют расположение нитей в слоях и способ соединения слоев: стандартные, самосвязующие, с поддерживающим утком [7]. По своему строению сетки разных подтипов существенно отличаются друг от друга. Число нитей основы и утка, участвующих в переплетении, зависит как от числа слоев сетки, так и от способа соединения

этих слоев. Для производства сеток используется самое различное сырье, включая синтетические, искусственные, комплексные мононити, проволоки из различных сплавов и т.д. [8].

Сетки, выпускаемые на ОАО "КЗМС", используются как база для нанесения специальных покрытий, что предъявляет особые требования к ее строению, при проектировании сеток выделяют формующий слой (сторону), на который впоследствии может наноситься напыление или пропитка и опорный слой (сторона). Для сеток данного назначения особо выделяют следующие параметры: $T_{оп}$ – число точек опоры; $П^{в}_{о}$ – количество нитей верхней основы на 1 см сетки; $П^{в}_{у}$ – количество нитей верхнего утка на 1 см сетки; $T_{ау}$ – число мест перекрытий уточных нитей нитями основы, находящихся на формующей стороне в пределах одного рапорта; DI – дренажный индекс; а, в, $в_i$ – коэффициент поддержки волокон в направлении утка по Берану; Q – воздухопроницаемость сетки в CFM при давлении 125 Па; FSI – индекс поддержки волокон; $R_о$, $R_у$ – раппорт переплетения сетки по основе, утку и др.[3], [4]. Следует отметить, что данные параметры, а именно расчетные формулы для их вычисления, зависят от строения сетки и существенно отличаются для разных типов сеток, что и следовало учесть при разработке алгоритмов для CAD/CAE-системы (табл. 1 – выражения для расчета параметров тканых сеток различных типов и подтипов).

Таблица 1

Тип сетки	Подтип сетки	Параметры тканых сеток		
		индекс FSI	дренажный индекс (DI)	число точек опоры ($T_{оп}$), шт/см^2
Одинарная (однослойная) сетка	С чередованием утка	Не рассчитывается для данного типа сеток		
	Без чередования утка	Не рассчитывается для данного типа сеток		
Двухслойная сетка	Стандартная	$FSI = \frac{2}{3}\left(а П_0 + 2в П^{в}_{у}\right)$	$DI = в П^{в}_{у} Q \cdot 10^{-3}$	$T_{оп} = \frac{П_о}{R_о}\frac{П^{в}_{у}}{R_у} Tау$
	С поддерживающим утком	$FSI = \frac{2}{3}\left(а П_0 + \left(в_1 + в_2\right) П^{в}_{у}\right)$	$DI = \left(\frac{в_1 + в_2}{2}\right) П^{в}_{у} \cdot\cdot 10^{-3}$	
	Самосвязующая	$FSI = \frac{2}{3}\left(П^{в}_{о} + 2П^{в}_{у}\right)$	$DI = П^{в}_{у} Q \cdot 10^{-3}$	
Трехслойная сетка	Стандартная	$FSI = \frac{2}{3}\left(а П_0 + 2в П^{в}_{у}\right)$	$DI = в П^{в}_{у} Q \cdot 10^{-3}$	$T_{оп} = \frac{П^{в}_{о}}{R_о}\frac{П^{в}_{у}}{R_у} Tау$
	Самосвязующая	$FSI = \frac{2}{3}\left(П^{в}_{о} + 2П^{в}_{у}\right)$	$DI = П^{в}_{у} Q \cdot 10^{-3}$	$T_{оп} = \frac{1}{2} П^{в}_{о} П^{в}_{у}$
	С поддерживающим утком	$FSI = \frac{2}{3}\left(а П_0 + \left(в_1 + в_2\right) П^{в}_{у}\right)$	$DI = \left(\frac{в_1 + в_2}{2}\right) П^{в}_{у} Q \cdot 10^{-3}$	$T_{оп} = \frac{П^{в}_{о}}{R_о}\frac{П^{в}_{у}}{R_у} \cdot ау$

Исходными данными для работы расчетного модуля CAD/CAE-системы являются параметры переплетения сетки, которые выбираются из базы данных "БД переплетения" (рис.2 – база данных переплетений в модуле "Построение рисунка переплетения").

Расчетный модуль предусматривает ввод параметров используемого сырья из "БД Сырье", а также число нитей в слоях. В "БД сырье" содержатся сведения об объемной массе материала, используемого в качестве уточных и основных нитей. Выбор подтипа проектируемой сетки опреде-

ляет выбор алгоритма для выполнения расчетных операций. Автоматизированная система позволяет выполнять расчеты для самосвязующих, стандартных, с поддерживающим утком 1-1,5-2-2,5-3-3,5-слойных сеток.

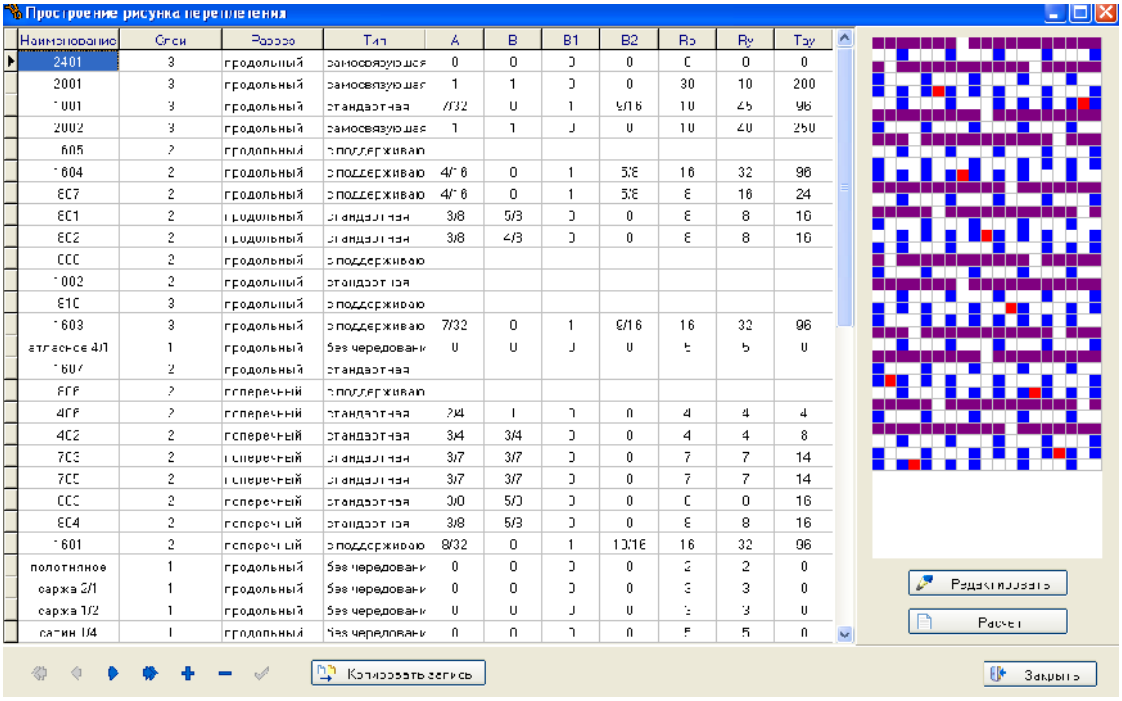


Рис. 2

Для упрощения работы программы нами разработаны унифицированные алгоритмы, позволяющие проводить технические расчеты сеток с учетом особенностей, связанных с их строением. Таким образом, нами выделены "Алгоритм аппроксимации слоя" и "Алгоритм расчета технологических параметров сетки". В том случае, когда для формирования слоя сетки используются основные и уточные нити разного размера и/или сырьевого состава, для расчета некоторых параметров требуется использовать аппроксимированные (средние или средневзвешенные) значения размеров поперечников нитей для каждого слоя или всей сетки. "Алгоритм аппроксимации слоя" применяется для вычисления параметров сетки: размер ячейки, площадь ячейки, коэффициент равновесности, коэффициент связности, живое сечение. Аппроксимированные средние значения размеров поперечников нитей используются для вычисления параметров слоя, средневзвешенные значения размеров нитей применяются для вычисления параметров, применяющихся ко всей сетке.

Алгоритм расчета технологических параметров сетки позволяет по исходным параметрам сетки (числу слоев, соотношению нитей в слоях, способу соединения слоев, наличию разновидностей утка) выбрать соответствующие формулы для расчета, определить выбор и последовательность порядка расчета использующихся формул с последующим проведением расчета, согласно табл. 1. На основании результатов расчета формируется отчет, содержащий результаты расчета.

Данная система позволит ускорить процесс разработки сеток по приведенным в техническом заказе параметрам за счет снижения "этапности" производства сеток, а также перевести большинство рутинных и "ошибкоопасных" процессов, таких как выбор и построение переплетений, расчет параметров сеток, ведение базы производимых переплетений и т.д., из ручного труда дессинаторов и технологов в автоматизированный труд спроектированной системы.

ВЫВОДЫ

1. Разработаны алгоритмы "аппроксимации слоя" и "расчета технологических параметров сетки", позволяющие рассчитать параметры многослойных сеток с учетом особенностей их строения.

2. Предложенные алгоритмы реализованы в программном продукте для автоматизированных расчетов параметров технических самосвязующих, стандартных, с поддерживающим утком 1-1,5-2-2,5-3-3,5-слойных сеток, что позволит ускорить процесс разработки сеток по приведенным в техническом заказе параметрам.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ломов С.В.* Автоматизированный расчет строения многослойных тканых структур. Часть 1 // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1993, № 1. С. 51.

2. *Ломов С.В., Примачеко Б.М.* Автоматизированный расчет строения многослойных тканых структур. Часть 2 // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1993, № 2. С. 50.

3. *Беран Р.Л.* Развитие и выбор формующих сеток / TAPPI. – 1979.

4. *Джонсон Д.Б.* Удержание и дренаж многослойных тканей / PULP&PAPER. – 1986.

5. *Ломов С.В., Гусаков А.В., Могильный А.Н.* "СЕТКА 3.1" // Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 990118.

6. *Сокова Г.Г., Исаева М.В., Соков М.А., Корочкова С.И.* CAD/CAE "Проектирование и расчет технических сеток" // Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2013612077 от 13.02.13 г.

7. *Сокова Г.Г., Исаева М.В., Корочкова С.И.* Классификация тканых сеток для процедур автоматизированного их проектирования // Научный Вестник КГТУ. – Кострома: КГТУ,2011.

8. *Сергеев В.Т.* Перспективные многослойные ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 3. С.22.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования тканей и трикотажа. Поступила 30.09.14.

УДК 677.024.1

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРЯДИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ ИПИ-ТЕХНОЛОГИЙ

MODERNIZATION OF QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OF A SPINNING PRODUCTION ON THE BASIS OF CALS-TECHNOLOGIES

С.Г. СМИРНОВА, Л.Ю. КИПРИНА
S.G. SMIRNOVA, L.YU. KIPRINA

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

Статья посвящена вопросам разработки и внедрения современных систем автоматизированного проектирования на основе информационных технологий на предприятиях текстильной промышленности. Модернизация процедур проектирования текстильных продуктов и полуфабрикатов позволит упростить процедуры разработки нового ассортимента и повысить качество продукции за счет автоматизированного подбора рациональных технологических параметров.

The article is devoted to questions of development and introduction of modern systems of the automated designing on the basis of information technologies at the enterprises of the textile industry. Modernization of procedures of designing of textile products and semi-finished products will simplify procedures for the develop-

ment of new assortment and improve product quality through automated selection of a rational technological parameters.

Ключевые слова: проектирование, текстильные изделия, качество продукции.

Keywords: design, textiles, quality products.

Конечным продуктом прядильного производства является пряжа. Ее качество зависит от качества полупродуктов прядения, в частности ровницы (в мокром прядении), этап получения которой предшествует этапу получения пряжи. Пряжа, в свою очередь, в значительной степени определяет качество получаемой из нее ткани. Качество продуктов и полупродуктов прядения зависит от исходных характеристик волокна и технологических режимов их формирования, которые являются составной частью технологических операций, образующих технологический процесс. При проектировании технологических процессов решают ряд задач: определение совокупности технологических переходов, выбор оборудования, расчет сопряженности, планы координации приготовительной системы, прядильные вытяжки и т.д.

Поэтому обеспечение требуемого уровня качества и полуфабрикатов, и конечного продукта начинается в ходе проектирования технологических процессов текстильного производства, причем сам процесс проектирования невозможен без использовании ИПИ-технологий [1].

Конечной целью процессов, осуществляемых на ровничных машинах, является доведение продукта до необходимой толщины и подготовка его для переработки на прядильной машине в пряжу.

На настоящий момент такой продукт, как бескруточная ровница, является новым и недостаточно изученным. Этот вид ровницы обладает пониженной прочностью, связанной с некоторыми особенностями ее структуры, влияющими на способность к переработке ее на прядильной машине, что требует дальнейшего изучения [2…6]. Так как бескруточная ровница имеет структуру, отличную от крученой, то и все существующие модели, методики и системы расчета ее прочности не могут быть применены для данного продукта.

Технологический процесс производства пряжи из бескруточной мокрой ровницы может быть представлен моделью "как есть" в нотации BPMN (рис. 1).

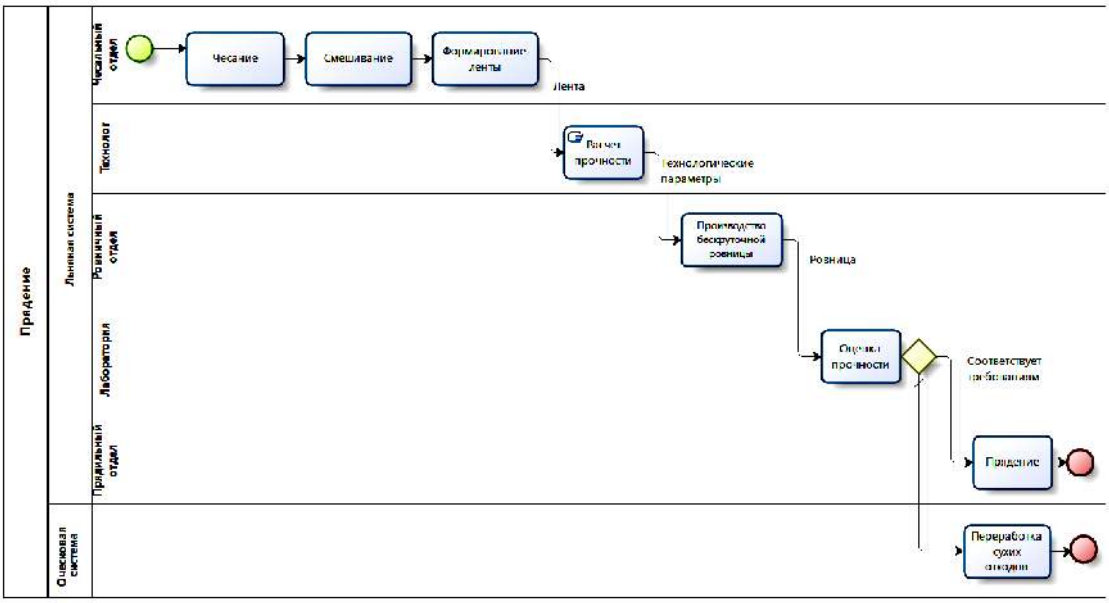


Рис. 1

Основным параметром, оказывающим наибольшее влияние на качественные характеристики бескруточной ровницы является ее прочность, величина которой зависит от заданных технологических режимов [7], [8]. Процесс расчета и анализа этого параметра достаточно трудоемок, требует много времени, но до сих пор выполняется вручную, поскольку на сегодняшний день не существует специализированной автоматизированной системы решающей эту задачу. Следствием применяющегося подхода являются ошибки технолога, приводящие к материальным и финансовым потерям из-за производства ровницы с недостаточной прочностью и необходимостью повторной переработки, начиная с этапа чесания по причине непригодности к дальнейшей переработке.

Устранить недостатки существующего подхода поможет внедрение модуля автоматизированного расчета и моделирования прочности мокрой бескруточной ровницы, который должен быть составной частью системы автоматизированного проектирования технологического процесса производства пряжи.

Технологический процесс производства пряжи из бескруточной ровницы с включенным в контур управления качеством продукции модулем автоматизированного расчета может быть представлен моделью "как должно быть" в нотации BPMN (рис. 2).

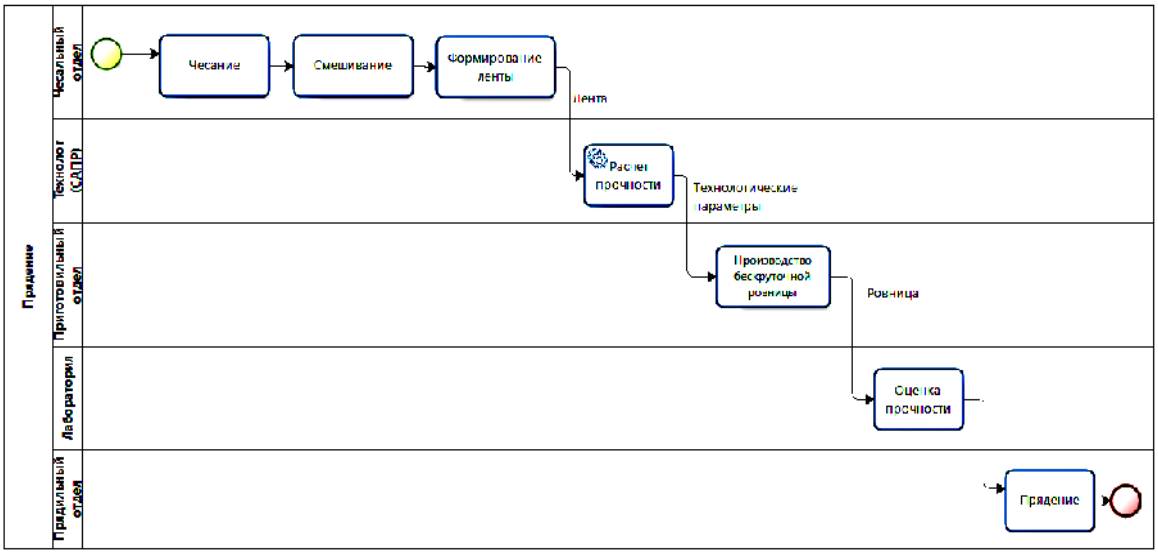


Рис. 2

В соответствии с этой моделью перед непосредственным производством ровницы происходит автоматизированный подбор рациональных технологических параметров формирования бескруточной ровницы, обеспечивающих выработку ровницы достаточной прочности.

Для реализации предлагаемого подхода был разработан модуль, выполняющий решение следующих задач:

– разработка детальной модели расчета прочности;

– автоматизированный расчет прочности ровницы по входным данным;

– получение справочной информации о параметрах и об их возможных значениях;

– сохранение результатов моделирования прочности;

– графическое представление зависимости прочности от основных параметров бескруточной ровницы.

ВЫВОДЫ

Существующая система проектирования технологического процесса производства пряжи не соответствует современным требованиям. Для ее модернизации необходимо внедрение современной САПР на базе информационных технологий, включающей модуль позволяющий в автоматизированном режиме рассчитывать прочность ровницы, проводить сравнительный анализ результатов расчетов, представлять их в графическом виде, а также сохранять результаты исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Киприна Л.Ю.* Использование CALS-технологий в системе управления качеством на предприятиях текстильной промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 5. С.5…7.

2. *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.

3. *Смирнова С.Г.* Анализ показателей качества мокрой бескруточной ровницы, влияющих на ее пригодность к переработке на прядильной машине // Научн. тр. молодых ученых КГТУ. – Вып.11.Часть 1. – Кострома: Изд-во КГТУ, 2010. С.28…30.

4. *Смирнова С.Г., Рудовский П.Н., Соркин А.П.* Влияние условий формирования мокрой бескруточной ровницы на ее структуру и прочность // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №3. С. 34…38.

5. *Смирнова С.Г.* О перспективах прядения льна с применением бескруточной ровницы // Вестник КГТУ. – Кострома: КГТУ, 2013.

6. *Смирнова С.Г., Рудовский П.Н., Соркин А.П.* Влияние условий формирования мокрой бескруточной ровницы на ее структуру и прочность // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №3. С. 34…38.

7. *Смирнова С.Г.* Информационная поддержка процесса моделирования прочности мокрой бескруточной ровницы. Электронное научн. изд-е: Научный вестник КГТУ, №1 – 2012, Рег. № 0421200113\0005
http://vestnik.kstu.edu.ru/6/viewnumber.aspx.

8. *Смирнова С.Г.* Имитационное моделирование прочности мокрой бескруточной ровницы // Вестник КГТУ. – Кострома: КГТУ, 2012, №1(26). С.58…62.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и защиты информации. Поступила 30.09.14.

УДК 658.562.64

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ КАЧЕСТВА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В ВУЗАХ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ДЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

THE MAIN APPROACHES IN ENSURING QUALITY OF THE HIGHER EDUCATION IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS IN TRAINING FOR THE DOMESTIC TEXTILE INDUSTRY

Ю.А. АНТОХИНА, С.А.ЛЕОНОВ, Т.И. ЛЕОНОВА
YU.A. ANTOHINA, S.A. LEONOV, T.I. LEONOVA

**(Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения;
Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна;
Санкт – Петербургский государственный экономический университет)
(The St.-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation;
The St.-Petersburg State University of Technology and Design;
The St.-Petersburg State University of Economics)**
E-mail: sergey-leonov@mail.ru

В статье раскрыта актуальность вопросов обеспечения качества высшего образования при подготовке кадров для текстильной и легкой промышленности. Определены понятия обеспечения качества деятельности вуза. Раскрыты цели и содержание систем менеджмента качества на примере одного из ведущих университетов по подготовке соответствующих кадров: Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна

In article relevance of questions of ensuring quality of the higher education in training for textile and light industry is opened. Concepts of ensuring quality of activity of higher education institution are defined. The purposes and the maintenance of systems of quality management on the example of one of leading universities in preparation of the corresponding personnel are opened: the Saint - Petersburg State University of Technology and Design.

Ключевые слова: кадры текстильной промышленности, образовательная деятельность вуза, обеспечение качества образования.

Keywords: personnel of the textile industry, educational activity of higher education institution, ensuring quality of education.

Актуальность вопросов обеспечения качества высшего образования для формирования кадрового потенциала отраслей экономики, и в том числе текстильной легкой и промышленности, обусловлена рядом проблем, важнейшие из которых озвучены в стратегических государственных документах. Так, в Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года [1] отмечается важность формирования человеческого капитала и усиление развития сферы образования в связи с недостаточным имеющимся уровнем качества профессиональных кадров и образовательных услуг; в Программе РФ "Развитие образования" на 2013 - 2020 годы [2] установлено, что главной целью является обеспечение высокого качества образования в соответствии с запросами населения и общества; в Стратегии развития легкой промышленности до 2020 года [3], указывается на значительное отставание развития отрасли в целом и ее важнейшей составляющей – текстильной промышленности, сделан акцент на необходимость формирования профессиональных кадров для возрождения отрасли. Базовыми центрами подготовки кадров для легкой и текстильной промышленности являются вузы, среди которых одной из ведущих образовательных организаций является Санкт-Петербургский государственной университет технологии и дизайна (СПГУТД).

СПГУТД сегодня представляет собой многопрофильный образовательный комплекс, в состав которого входят 14 институтов, 2 колледжа, 8 специализированных школ – малых факультетов. В университете ведется многоуровневая подготовка по более чем 100 образовательным программам, в том числе реализуются направления подготовки 07, 15, 23, 24, 26 соответствующих укрупненных групп. В университете учатся более 12 тысяч студентов и аспирантов. Сформирован профессиональный профессорско-преподавательский состав. Ученые СПГУТД проводят фундаментальные и прикладные научные исследования в области создания новых видов продукции, технологий и оборудования для текстильной и легкой промышленности, участвуют на конкурсной основе в федеральных и министерских научных программах. Вместе с тем поставленные государственные цели развития отраслей текстильной промышленности и преобразования высшей школы обусловливают дальнейшее совершенствование деятельности университета в области качества.

Для исследования вопросов качества образования необходимо уточнить понятие "качество высшего образования". В общепринятом понимании качество какого-либо объекта представляет собой степень, с которой совокупность внутренних свойств этого объекта удовлетворяют внешним требованиям [3]. Поэтому понятие качества высшего образования подразумевает под собой степень соответствия содержания деятельности вуза и ее результатов имеющимся и будущим требованиям потребителей (общества, государства, бизнеса, личности) и всех других заинтересованных сторон (партнеров, работодателей, преподавателей, работников), а также их высокую удовлетворенность качеством деятельности вуза. В исследованиях, связанных с качеством любого объекта образовательной деятельности, необходимо отталкиваться от имеющихся требований всех заинтересованных сторон и на их основе формировать показатели качества этих объектов.

Для оценки качества образования в России используются отдельные показатели и критерии, в основном отражающие требования государства. Так, сформированы требования по лицензированию и аккредитации вузов, федеральными государственными образовательными стандартами установлены критерии качества образовательных программ как ключевого элемента образовательного процесса, действует система показателей эффективности вузов. Комплексным показателем может

выступать экспертная оценка соответствия результатов деятельности образовательной организации критериям российской Премии по качеству. В мировой практике применяются модель качества для образовательных учреждений ENQA и ряд других специальных моделей, например, EQUIS. Использование показателей и критериев качества, в частности этих моделей, позволяет получить данные для анализа и принимать определенные решения в области менеджмента качества высшего образования.

Менеджмент качества, как целенаправленная деятельность в области качества, включает два направления – обеспечение и улучшение качества, которые в соответствии с международными стандартами ИСО серии 9000 определяются следующим образом: обеспечение качества – это часть менеджмента качества, направленная на создание уверенности, что требования к качеству будут выполнены (в данном направлении ключевой деятельностью является контроль и предупреждение отклонений); улучшение качества – часть менеджмента качества, направленная на увеличение способности выполнить требования к качеству (в данном направлении ключевой деятельностью является изменение свойств объектов качества и инновации). Эти два направления имеют по существу принципиально различный характер, определяющий специфические цели, механизмы и показатели. В этом отношении в научной литературе по качеству образования имеется некоторая нечеткость. Так, часто цели менеджмента качества образования сводят только к проблемам соответствия стандартам и выявления отклонений, или под качеством понимают только инновационные процессы и т.п.

В целом понятие обеспечения качества образовательной деятельности вуза можно трактовать в широком и узком смысле. Обеспечение качества в широком смысле, по определению одного из авторитетных зарубежных специалистов в области качества Исикавы К., – это гарантирование такого уровня качества продукта, который позволяет потребителю с уверенностью приобретать и использовать его в течение длительного времени, причем этот продукт должен полностью удовлетворять потребителя [5]. Такая трактовка понятия означает непрерывное совершенствование качества. Именно в этом аспекте надо понимать поставленную в государственных документах цель обеспечения качества образования как деятельность вуза, направленную на удовлетворение имеющихся и постоянно возрастающих требований. В узком смысле обеспечение качества можно рассматривать как составную часть менеджмента качества, направленную на гарантирование соответствия установленным требованиям (стандартам).

Общепризнано, что для достижения высокого качества деятельности вуза необходима разработка, внедрение и поддержание системы менеджмента качества (СМК). В настоящее время имеется достаточное количество научных и методических работ, освещающих процессы создания и внедрения СМК в вузе [6], [7]. Система менеджмента качества вуза разрабатывается для достижения целей и выполнения задач, определенных Политикой и стратегией вуза в области качества. Стратегической целью в области качества, по нашему мнению, является достижение высокой удовлетворенности потребителей и общества результатами деятельности вуза на основе эффективного менеджмента качества, направленного на повышение качества научно-исследовательской и образовательной деятельности вуза, на подготовку востребованных, высококвалифицированных, творческих кадров и создание новых знаний и технологий для инновационной экономики России. Управленческая модель системы менеджмента качества представляет собой механизм, позволяющий осуществлять управление качеством посредством систематического мониторинга системы (определения достигнутого уровня качества), анализа полученных результатов (сравнение показателей с эталонными значениями), а также разработку и внедрение конкретных действий по улучшению (корректирующих и преду-

преждающих мероприятий) и постоянного совершенствования этой модели.

Сегодня практически в каждом российском университете ведутся работы по созданию СМК с использованием различных подходов, таких как самооценка по критериям качества, использование международных стандартов ИСО серии 9000, применение принципов TQM, ENQA и различных методов менеджмента качества. Так, например, в СПГУТД, внедрена и успешно развивается внутривузовская система менеджмента качества образовательной деятельности, распространяющаяся на основные процессы. Система построена на принципах гарантии качества в Европейской зоне высшего образования и функционирует согласно Программе стратегического развития СПГУТД на 2012-2016 гг. В университете сформированы следующие основные элементы системы менеджмента качества.

– Политика в области качества.

– Документирование основных образовательных процессов.

– Контроль качества образовательного процесса и его основного звена – учебно-методического обеспечения образовательных программ. Ведется контроль по всем учебным дисциплинам (модулям) каждой образовательной программы в части обеспечения учебно-методическими комплексами, в которые входят рабочие программы, фонд оценочных средств, критерии оценивания уровня сформированности компетенций обучающихся, методические указания и иные учебно-методические материалы, которые в виде аннотаций представлены в сети Интернет на сайте университета.

Осуществляется информационная поддержка взаимосвязи элементов СМК, проводится мониторинг основных показателей качества деятельности, а именно:

- оценка качества деятельности кафедр, включающая процедуру мониторинга деятельности кафедр для оценки уровня организации учебного процесса, проходящую в формате методических семинаров и встреч с научно-педагогическими работниками и учебно-вспомогательным персоналом кафедр с последующим формированием рекомендации по совершенствованию методического обеспечения учебного процесса и актуализации кафедральной документации;

- оценка качества знаний студентов, построенная на использовании информационных аттестационных педагогических измерительных материалах, тестирования обучающихся посредством интернет-тренажеров сетевой тестирующей системы СПГУТД "ТЕСТ" и интернет-тренажеров портала www.i-exam.ru. Система СПГУТД "ТЕСТ" содержит базу вопросов и заданий по различным учебным дисциплинам, которая разработана научно-педагогическими работниками университета. Система "ТЕСТ" используется как для текущего контроля, проведения промежуточной аттестации по дисциплине при проведении внутривузовской процедуры оценки качества знаний.

Внешняя независимая оценка результатов обучения, проводимая посредством использования в СПГУТД интернет-тренажеров единого портала интернет-тестирования в сфере образования (www.i-exam.ru), используется в течение семестра регулярно, путем проведения сеансов репетиционного тестирования в режимах "Обучение" и "Самоконтроль". Для прохождения тестовых заданий каждый обучающийся получает разовый индивидуальный логин и пароль.

Анализ показателей качества деятельности СПГУТД, полученных на основе мониторинга, выявляет области дальнейшего совершенствования для разработки мероприятий, направленных на достижение перспективных требований потребителей и общества. В настоящее время в целях дальнейшего совершенствования качества деятельности СПГУТД определены важнейшие перспективные мероприятиями, а именно: 1) развитие международного сотрудничества, соответствие международному уровню образования; 2) совершенствование содержания образования и организации образовательного процесса согласно принципу "обучения через всю жизнь"; 3) развитие научных исследований

по приоритетным направлениям деятельности университета и их ориентация на потребности экономики; 4) развитие кадрового потенциала университета; 5) развитие материально-технической базы.

Стратегической задачей обеспечения качества в СПГУТД является постоянная актуализация системы менеджмента качества университета, направленная на инновационное развитие для конкурентоспособности, устойчивости и востребованности деятельности университета.

ВЫВОДЫ

1. Определена высокая актуальность вопросов обеспечения качества высшего образования в вузах, выпускающих профессиональные кадры, в частности, для текстильной промышленности, в связи с новыми государственными требованиями к высшему образованию и принятой Стратегией развития легкой промышленности России.

2. Сформулировано содержание термина "обеспечение качества" образования в широком и узком смысле. В широком смысле понятие "обеспечение качества" означает постоянное совершенствование, направленное на удовлетворение возрастающих требований всех заинтересованных сторон, а в узком смысле его можно рассматривать как часть менеджмента качества, связанного с предупреждением отклонений от норм (стандартов).

3. Проведена оценка состояния системы менеджмента качества в СПГУТД по обеспечению качества в его широком понимании, показывающая результативность системы, высокий уровень достигнутых показателей качества образовательной деятельности, что позволяет университету полностью соответствовать требованиям образовательных стандартов, а также формировать перспективные направления инновационных программ для устойчивого развития как лидирующего вуза России по подготовке кадров для текстильной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция долгосрочного социально – экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года: [концепция: принята Правительством РФ 2008 г.]. – М., 2008.

2. Государственная программа Российской Федерации "Развитие образования" на 2013 – 2020 годы: [гос. программа: принята Правительством РФ 2013 г.]. – М., 2013.

3. Стратегия развития легкой промышленности России на период до 2020 года: [стратегия: утверждена приказом Минпромторга РФ от 24.09.2009 № 853]. - М., 2009.

4. *Окрепилов В.В.* Менеджмент качества. – В 2-х т.; том 2. – СПб.: Наука, 2007.

5. *Исикава К.* Японские методы управления качеством / сокр. пер. с англ.; научн. ред. и авт. предисл. А.В. Гличев. – М.: Экономика, 1988.

6. *Горбашко Е.А.* Управление качеством. – М.: Изд-во Юрайт, 2012.

7. *Антохина Ю.А.* Ситуационное управление качеством проектов технического университета: Дис. …док. экон. наук. – Санкт-Петербург, 2014.

Рекомендована кафедрой экономики и управления качеством. Поступила 30.09.14.

№ 5 (353) ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Текстильное материаловедение

Лапшин В.В. Метрологические характеристики измерительного комплекса для исследования свойств текстильных полотен 5

Замышляева В.В., Смирнова Н.А., Волкова С.В., Татарникова Л.М. Исследование влияния ниточных соединений на показатели формоустойчивости пакетов одежды 8

Ивановский В.А. Распознавание нити в структуре трехмерной ткани 12

Добрынина Н.Н. Исследование влияния влажности на формоустойчивость тканей при сдвиге нитей 15

Нехорошкина М.С., Рудовский П.Н., Букалов Г.К., Кривошеина Е.В. Обоснование формы индентора при экспериментальном исследовании способности ткани предохранять от удара 18

Первичная обработка. Сырье

Пустовой А.В. Методология разработки модели обработки многослойного композиционного материала (ленты короткого льняного волокна) в валках, вращающихся с различной скоростью 23

Носов А.Г., Щербаков Д.С. О повышении эффективности процесса сушки льняной тресты в рулонах на машине СЛР-3М2 28

Слеппнева Е.В., Хамматова В.В. Плазменная обработка сырья как инструмент поверхностной модификации волокон в процессе первичной обработки шерсти 32

Носов А.Г., Киселев Н.В. Определение проницаемости льняной тресты высокой плотности 36

Прядение

Рудовский П.Н., Соркин А.П., Собашко Ю.А. Использование католита при подготовке льняной ровницы к прядению 40

Хамматова Э.А. Повышение механических свойств многофункциональных текстильных материалов для производства изделий специального назначения нефтехимического комплекса 43

Ткачество

Гречухин А.П. Способ определения жесткости нити при изгибе 47

Богатырева М.С., Старинец И.В. Исследование релаксации утка на рапирном ткацком станке 51

Безденежных А.Г. Способ неразрушающего контроля послойной плотности текстильных паковок крестовой намотки под крашение 54

Брут-Бруляко А.Б., Ерохова М.Н. Оценка влияния плоского тормоза на натяжение уточной нити в челноке 58

Селиверстов В.Ю., Лапшин В.В., Смирнов А.А. Зевообразовательный механизм для выработки трехмерных тканей повышенной толщины 61

Секованова Л.А., Собашко Ю.А., Савкин А.В. К вопросу рационального выбора типоразмера галева ремизки 64

Гусев В.А., Дубинкин К.В. Исследование напряженно-деформированного состояния элементов системы "нить-лезвия ножниц" механизма обрезки ложной кромки ткани станка DORNIER с помощью программного комплекса ANSYS 69

Отделка

Губанов А.С., Киселев Н.В. Критериальное уравнение массообмена при сушке льняной пряжи в паковках …….. 74

Трикотажное производство

Каминская Л.А., Землякова И.В., Верняева И.Л. Оценка некоторых геометрических показателей трикотажного полотна кулирного переплетения …… 77

Банакова Н.В., Крутикова В.Р. Анализ влияния параметров заправки плосковязальных машин на изменение натяжения нити на входе в зону вязания …….. 82

Швейное производство и дизайн

Денисова О.И. Сравнительный анализ ретроспективных и современных приемов конструирования школьной формы ……. 89

Родичева М.В., Абрамов А.В. Исследование эффективности пакетов инновационной теплозащитной одежды с изменяемым уровнем физических свойств ……. 93

Борисова Е.Н., Койтова Ж.Ю. Разработка номенклатуры технологических показателей качества для проектирования изделий из овчинного полуфабриката …….. 97

Костюкова Ю.А., Груздева А.П. Метаморфозы образов "Снегурочки" в русском театрально-декорационном искусстве конца XIX – начала XX веков (к историографии вопроса) …….. 100

Метелева О.В., Дьяконова Е.В., Бондаренко Л.И. Самоклеящийся материал как основа формирования непроницаемого соединения в одежде ……. 105

Текстильные машины и агрегаты

Букина С.В., Сысоева Е.К. Оценка рационального расположения кинематических пар при проектировании механизма кромкообразования ткацкого станка фирмы DORNIER …….. 109

Лебедев Д.А. Общий подход к проектированию волокноочистителей …….. 112

Мазник Е.Е., Проталинский С.Е. Системный подход к модернизации механизма образования зева ткацких станков …….. 116

Корабельников А.Р. Анализ этапов процесса электроформирования нановолокон. Этап образования очагов струйного течения раствора …….. 120

Телицын А.А., Елисеева Н.А., Делекторская И.А. Использование нереверсивных вьюрков для формирования самокрученого продукта ……. 124

Шутова А.Г. Экспериментальные исследования процесса электроформирования волокон из растворов полимеров ……... 128

Кулёмкин Ю.В., Привалов А.В., Травин Г.М. Модернизация гребенного поля льночесальной машины для переработки волокон конопли …… 130

Экологическая и производственная безопасность. Промтеплоэнергетика

Сусоева И.В. Новый способ измерения интенсивности пылеосаждения на текстильном предприятии ……... 134

Информационные технологии

Коваленко Н.И., Буров М.С., Разин С.Н. Система автоматизированного расчета сил трения слоя льняного волокна о поверхности ремней зажимного устройства трепальных машин ……... 137

Сокова Г.Г., Исаева М.В., Соков М.А. Автоматизированный расчет технических сеток …… 143

Смирнова С.Г., Киприна Л.Ю. Модернизация системы управления качеством прядильного производства на основе ИПИ-технологий …… 147

Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

Антохина Ю.А., Леонов С.А., Леонова Т.И. Основные подходы к обеспечению качества высшего образования в вузах при подготовке кадров для отечественной текстильной промышленности …….. 151

CONTENTS

Textile Materials

Lapshin V.V. Metrological Characteristics of the Measuring Complex for Research of Properties of Textile Cloths …….. 5

Zamyshlyaeva V.V., Smirnova N.A., Volkova S.V., Tatarnikova L.M. Research of Influence of Thread Connections on Indicators of Shape Stability Package Clothes ……... 8

Ivanovsky V.A. Thread Recognition in Structure of Three-Dimensional Fabric ……... 12

Dobrynina N.N. Experimental Study of Moisture Formstabilitu Under Shear Threads in Fabric …… 15

Nekhoroshkina M.S., Rudovsky P.N., Bukalov G. K., Krivosheina E.V. Justification of Indenter Shape During Experimental Investigation of the Protective Properties of Fabrics ……. 18

Preliminary Treatment. Raw Materials

Pustovoy A.V. Methodology of Developing a Model of Multi-Layer Composite Material (Short-Fiber Flax Ribbon) in the Rolls, Rotating with Different Velocities ……. 23

Nosov A.G., Scherbakov D.S. About Increase of Efficiency of Linen Stalks Rolls Drying Process in Machine SLR-3M2 …… 28

Slepneva E.V., Khammatova V.V. Plasma Treatment of Raw Materials as a Tool of Fibers Surface Modification in the Primary Processing of Wool …….. 32

Nosov A.G., Kiselev N.V. Research of the Flax Stalks Permeability at High Density …….. 36

Spinning

Rudovsky P.N., Sorkin A.P., Sobashko Yu.A. Use of the Catholyte By Preparation Flax Roving for Spinning ……... 40

Khammatova E.A. The Increase of Mechanical Properties of Multi-Functional Textile Materials for the Production of Products for Special Applications of the Petrochemical Complex …… 43

Weaving

Grechukhin A.P. The Method of Determining the Rigidity of the Thread at the Bend ……. 47

Bogatyreva M.S., Starines I.V. The Stady of Rigility of the System Filling Looms ……. 51

Bezdenezhnykh A.G. The Method of Nondestructive Layer-By-Layer Density Textile Packages Cross Winding under Dyeing ……. 54

Brut-Brulyako A.B., Erokhova M.N. Estimation of Influence of Plane Brake on Tension of Weft in a Shuttle ……... 58

Selivyorstov V. Yu., Lapshin V.V., Smirnov A.A. Shedding Mechanism for Manufacture of 3D Fabrics of Increased Thickness ……... 61

Sekovanova L.A., Sobashko J.A., Savkin A.V. To the Question of Rational Choice Size Galeva Healds …. 64

Gusev V.A., Dubinkin K.V. Analysis of the Stress-Strained State of System Elements "Thread - Scissor Blades" of False Edging Tissue Pruning Mechanism of the Loom DORNIER with the Help of Software Package ANSYS ……... 69

Finishing

Gubanov A.S., Kiselev N.V. The Criterion Equation of Mass Exchange in the Dryind Process of Flax Yarn in Packages …….. 74

Knitting

Kaminskaya L.A., Zemlyakova I.V., Vernyaeva I.L. The Evaluation of Some Geometrical Parameters of Knitted Fabric Weave Any Plain Stitch Textures …… 77

Banakova N.V., Krutikova V.R. The Analysis of Influence of Parameters Flat Knitting Machines to Change Thread Tension Zone Inlet Knitting …… 82

Sewing and Design

Denisova O.I. Comparative Analysis of Retrospective and Current Methods of Designing School Uniform …….. 89

Rodicheva M.V., Abramov A.V. Research of Efficiency of Packages of Innovative Heat-Shielding Clothes with Changeable Level of Physical Properties ……. 93

Borisova E.N., Koytova J.Yu. Development of the Nomenclature of Technological Indicators of Quality for Design of Products From the Sheepskin Semi-Finished Product ……... 97

Kostyukova Y.A., Gruzdeva A.P. Metamorphoses of Images of "the Snow Maiden" in the Russian Theatrical-Decorative Art of the Late XIX - Early XX Centuries (Historiography of the Question) ……... 100

Metelyova O.V., Dyakonova E.V., Bondarenko L.I. Self-Glued Material as the Basis of Formation of Impenetrable Connection in Clothes ……. 105

Textile Machines and Aggregates

Bukina S.V., Sysoeva E.K. Estimation of a Rational Location of Kinematic Pairs at Mechanism Projection Crimp Shaping a Loom Dornier ……... 109

Lebedev D.A. The General Approach to the Design of Fiber Cleaners ……. 112

Maznik E.E., Protalinsky S.E. A Systematic Approach to the Modernization of Formation of the Throat of Looms ……... 116

Korabelnikov A.R. Analysis of the Electroforming Process Steps Nanofibers. Phase Formation of Foci of the Jet Stream of the Solution ……... 120

Telitsyn A.A., Eliseeva N.A., Delektorskaia I.A. Application of Non-Reversible Air-Jet Nozzles for Forming a Self-Twist Product ……... 124

Shutova A.G. Experimental Research of Process of Elektrofurnitury Fibres from Solutions of Polymers 128

Kulemkin U.V., Privalov A.V., Travin G.M. Modernization of the Gilling Section of A Flax Comber for Hemp Fiber Manufacturing …….. 130

Ecological and Industrial Safety. Heat Engineering

Susoeva I.V. A New Way of Measuring the Intensity of Dust Removal Chamber on Textile Company …. 134

Information Technologies

Kovalenko N.I., Burov M.S., Razin S.N. Computer-Aided Calculation of Forces Friction Layer Flax Fibers on the Belt Clamping Device Picker ……. 137
Sokova G.G., Isaeva M.V., Sokov M.A. The Automated Calculation of Technical Grids ……. 143
Smirnova S.G., Kiprina L.Yu. Modernization of Quality Management System of a Spinning Production on the Basis of Cals-Technologies ……... 147

Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items

Antohina Yu.A., Leonov S.A., Leonova T.I. The Main Approaches in Ensuring Quality of the Higher Education in Higher Education Institutions in Training for the Domestic Textile Industry ……... 151