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 (341)
2012

Издание Ивановской государственной текстильной академии

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 (341) ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 2012

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор *Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ.*

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

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

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ.*

Статьи печатаются в редакции авторов.

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

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 05.12.2012. Подписано в печать 28.12.2012. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. 20,92 усл.-печ. л.; 21,17 усл. кр.-отт. Заказ

Тираж 400 экз.

"Известия вузов. Технология текстильной промышленности"
Ивановская государственная текстильная академия
153000, г. Иваново, пр. Фр. Энгельса, 21.
E-mail: info@igta.ru; ttp@igta.ru

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

© «Известия вузов. Технология текстильной промышленности», 2012

**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 (341)
2012**

Published by Ivanovo State Textile Academy

PROCEEDINGS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

№ 5 (341) TEXTILE INDUSTRY TECHNOLOGY 2012

EDITORIAL BOARD

Chief editor *G.I. CHISTOBORODOV*.

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

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

Executive secretary *S.L. KHALEZOV*.

The articles are published in authors' editions.

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

Registered with the Ministry of Printing of Russian Federation. Registration no. 796. Passed for typesetting on 05.12.2012. Signed for printing on 28.12.2012. Format 60×84 1/8. Book/journal paper. Offset printing. 20.92 conventional sheets. 21.17 conventional. Order

Circulation of 400.

"Proceedings of institutions of higher education. Textile Industry Technology"
Ivanovo State Textile Academy
153000, Ivanovo, F. Engels av., 21.
E-mail: info@igta.ru; ttp@igta.ru

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

© Proceedings of institutions of higher education. Textile Industry Technology, 2012

УДК 339.187; 339.13

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОГО АССОРТИМЕНТА ТЕКСТИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE COMPETITIVE ASSORTMENT OF A TEXTILE ENTERPRISE

Н.А. ГРУЗИНЦЕВА, Б.Н. ГУСЕВ
N.A. GRUZINTSEVA, B.N. GUSEV

(Ивановская государственная текстильная академия)
(Ivanovo State Textile Academy)
E-mail: ng@igta.ru

В статье предложено ввести понятие "конкурентоспособный ассортимент" и разработана методика его количественной оценки. Понятие "конкурентоспособный ассортимент" является одной из составляющих понятия "конкурентоспособное предприятие".

The article offers to enter the notion of "competitive assortment", and the methods of its quantitative assessment has been developed. The notion of "competitive assortment" is one of the component of the notion of "competitive enterprise".

Ключевые слова: ассортимент, конкурентоспособный, развернутый, оптимальный, рациональный, широта, полнота, глубина, качество, затраты, махровые изделия, сорт.

Keywords: assortment, competitive, detailed, optimal, rational, width, fullness, depth, quality, expenses, terry-loop goods, a sort.

Вступление России во Всемирную Торговую Организацию (ВТО) диктует текстильным и швейным предприятиям новые условия, которые в том числе связаны и с необходимостью совершенствования их ассортиментной политики для достижения необходимого уровня конкурентоспособности предприятия.

Понятие "конкурентоспособное предприятие" включает ряд составляющих, отражающих обеспечение высокого качества и низкой себестоимости продукции, применение современной технологии, достижение высокой квалификации персонала и, как следствие, формирование конкурентоспособного ассортимента.

Анализ учебной [1] и научной [2] литературы показал, что при рассмотрении разновидностей ассортимента потребительских товаров пока не выделено поня-

тие "конкурентоспособный ассортимент". Поэтому на первом этапе определяли возможные компоненты этого понятия. Прежде всего с учетом ранее проведенного исследования [3] по декомпозиции сложного свойства конкурентоспособности текстильных материалов были выделены такие отдельные свойства, как качество продукции и затраты на его обеспечение, трансформируемые в себестоимость продукции. С учетом определения "рациональный ассортимент" [1], где оно отождествляется с наполнением качественной продукцией, а также на основе понятия "оптимальный ассортимент" [1], отражающего оптимальные ценовые характеристики продукции, закономерно включили данные разновидностей в понятие "конкурентоспособный ассортимент". Кроме этого, предложено дополнительно включить как составляющую конкурентоспособности и разновидность "развернутый ассортимент", что характерно для любого текстильного предприятия.

Таким образом, в формальном виде конкурентоспособный ассортимент (КСА) можно алгоритмически представить следующим образом:

$$КСА \subset (РзА, ОА, РцА), \qquad (1)$$

где РзА, ОА, РцЦ – соответственно развернутый, оптимальный и рациональный ассортимент.

В качестве объекта исследования выбрана продукция предприятия ОАО "Ткацко-отделочная фабрика "Авангард" (г. Юрьев-Польский Владимирской области), которое производит легкие, мебельные и махровые ткани. Для анализа качественной и количественной характеристик конкурентоспособности ассортимента выбраны махровые изделия в качестве однородной группы товаров.

На следующем этапе исследования выделяли качественные и количественные характеристики, позволяющие объективно оценивать разновидности конкурентоспособного ассортимента. Наряду с известными показателями [2] были предложены новые, отражающие абсолютную и относительную характеристики их направленности.

Для количественной оценки составляющей "развернутый ассортимент" предложены показатели, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Показатель		Отклонение от базового значения по величине	
качественный (свойство)	количественный	абсолютной	относительной
Широта (Ш)	Относительный показатель широты ($X_Ш$)	$\Delta X_Ш = \|X_Ш\| - (X_Ш)_ф$	$\delta X_Ш = 1 - \frac{(X_Ш)_ф}{\|X_Ш\|}$; $K_{X_Ш} = \frac{(X_Ш)_ф}{\|X_Ш\|}$
Глубина (Г)	Относительный показатель глубины ($X_Г$)	$\Delta X_Г = \|X_Г\| - (X_Г)_ф$	$\delta X_Г = 1 - \frac{(X_Г)_ф}{\|X_Г\|}$; $K_{X_Г} = \frac{(X_Г)_ф}{\|X_Г\|}$
Полнота (П)	Относительный показатель полноты ($X_П$)	$\Delta X_П = \|X_П\| - (X_П)_ф$	$\delta X_П = 1 - \frac{(X_П)_ф}{\|X_П\|}$; $K_{X_П} = \frac{(X_П)_ф}{\|X_П\|}$

Примечание. $(X_Ш)_ф$, $(X_Г)_ф$, $(X_П)_ф$ – фактические значения; $\|X_Ш\|$, $\|X_Г\|$, $\|X_П\|$ – базовые значения групп товаров; $K_{X_Ш}$, $K_{X_Г}$, $K_{X_П}$ – коэффициенты широты, глубины и полноты.

Для оценки составляющей "рациональный ассортимент" в соответствии с его направленностью в качестве базовых значений количественных показателей использовали число изделий, оцениваемых первым сортом (Y_{1c}), и число изделий, изготовленных вторым сортом (Y_{2c}). В этом случае суммарную оценку изделий (Y_c) определяли по выражению:

$$Y_c = Y_{1c} + Y_{2c}. \qquad (2)$$

С учетом выражения (2) необходимые количественные показатели рационального ассортимента приведены в табл. 2.

Таблица 2

Количественный показатель	Доля	
	абсолютная	относительная
Изделия первого сорта	$\Delta Y_{1c} = Y_c - Y_{2c}$	$(\delta Y)_{1c} = (\Delta Y_{1c}/Y_c)$
Изделия второго сорта	$\Delta Y_{2c} = Y_c - Y_{1c}$	$(\delta Y)_{2c} = (\Delta Y_{2c}/Y_c)$

Для оценки составляющей "оптимальный ассортимент" в качестве количественных показателей использовали минимально возможные затраты на производство продукции первого сорта $(\|Z_з\|_{1c})_{min}$ и минимально возможные затраты на производство продукции второго сорта $(\|Z_з\|_{2c})_{min}$. Фактические затраты, произведенные на продукцию в рассматриваемом ассортименте: $(Z_з)_ф$.

Относительная доля затрат на производство продукции первого сорта находили по формуле:

$$(\delta Z)_{1c} = (\Delta Z_{1c}/Z_c), \qquad (3)$$

а относительную долю затрат на производство продукции второго сорта по выражению

$$(\delta Z)_{2c} = (\Delta Z_{2c}/Z_c). \qquad (4)$$

Перед построением комплексного (обобщенного) показателя КСА осуществим нормирование его единичных показателей. В табл. 3 представлены базовые значения и фактические значения показателей из ассортиментных матриц по махровым полотенцам, рекомендованных ОАО "Авангард". Коэффициенты весомости (α) для сложных свойств (наполняемость, качество, затраты на качество) устанавливали одинаковыми при условии $\sum_{j=1}^{m}\alpha = 1$, где m – количество свойств ассортимента. Аналогично устанавливали значения весомости (β) для количественных показателей сложных свойств при условии $\sum_{i=1}^{m}\beta_i = 1$.

Таблица 3

Сложное свойство	Весомость свойства (α)	Относительный количественный показатель	Значение		Коэффициент весомости показателя (β)
			фактическое	базовое	
Наполняемость ассортимента	0,33	$K_{X_Ш}$	15	25	0,11
		$K_{X_Г}$	9	15	0,11
		$K_{X_П}$	36	45	0,11
Качество продукции	0,33	$(\delta Y)_{1c}$	0,8	0,9	0,17
		$(\delta Y)_{2c}$	0,2	0,1	0,17
Затраты на обеспечение качества продукции	0,33	$(\delta Z)_{1c}$	0,9	0,8	0,17
		$(\delta Z)_{2c}$	0,1	0,2	0,17

Непосредственно для комплексной оценки показателя КСА использовали выражение:

$$КСА=\left(\frac{K_{X_Ш}}{\|K_{X_Ш}\|}\beta_{X_Ш}+\frac{K_{X_П}}{\|K_{X_П}\|}\beta_{X_П}+\frac{K_{X_Г}}{\|K_{X_Г}\|}\beta_{X_Г}\right)(\alpha_X)+\left(\frac{\delta Y_{1c}}{\|\delta Y_{1c}\|}\beta_{1c}+\frac{\delta Y_{2c}}{\|\delta Y_{2c}\|}\beta_{2c}\right)(\alpha_Y)+\left(\frac{\delta Z_{1c}}{\|\delta Z_{1c}\|}\beta_{1c}+\frac{\delta Z_{2c}}{\|\delta Z_{2c}\|}\beta_{2c}\right)(\alpha_Z). \quad (5)$$

На основании выражения (5) и данных, представленных в табл. 3, в итоге получаем для рассматриваемой ассортиментной группы (махровые полотенца) КСА = 0,65.

Для качественной оценки сформированного ассортимента с использованием шкалы порядка можно и ввести уровни градации конкурентоспособности ассортимента, например, в варианте: 1,00… 0,81 – "высокий"; 0,80…0,61 – "средний" и 0,60…0,3 – "низкий". На основании этой шкалы можно сделать вывод о том, что значение КСА для исследуемой ассортиментной группы соответствует среднему уровню конкурентоспособности.

В Ы В О Д Ы

Разработана методика количественной оценки ассортимента текстильного предприятия для обеспечения требуемого уровня его конкурентоспособности, основанная на введении понятия "конкурентоспособный ассортимент" и количественного комплексного показателя конкурентоспособности ассортимента. Методика прошла апробацию и используется на предприятии ОАО "Ткацко-отделочная фабрика "Авангард".

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Николаева М.А.* Теоретические основы товароведения. – М.: Норма, 2006.

2. *Аверин А.В.* Товароведение, экспертиза и стандартизация. – М.: МИЭМП, 2010.

3. *Гусев Б. Н., Грузинцева Н. А., Сташева М.А.* Проектирование конкурентоспособности тканых полотен. – Иваново: ИГТА, 2007.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии. Поступила 05.10.12.

УДК 334.021

МОДЕЛЬ ПЛАНИРОВАНИЯ РЕСУРСОВ, СИНХРОНИЗИРОВАННОГО С ПРОИЗВОДИТЕЛЕМ И ПОТРЕБИТЕЛЕМ ПРОДУКЦИИ

THE MODEL OF RESOURCES PLANNING SYNCHRONIZED WITH A MANUFACTURER AND A CUSTOMER

Е.К.ГИТМАН, М.Б. ГИТМАН, В.Ю. СТОЛБОВ
E.K. GITMAN, M.B. GITMAN, V.YU. STOLBOV

(Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет,
Пермский национальный исследовательский политехнический университет)
(Perm State Humanities and Teachers' Training University,
Perm National Research Polytechnic University)
E-mail: mygitman@gmail.com

Рассмотрена проблема повышения эффективности производственной системы с учетом интересов потребителей и производителей планируемой продукции. Предлагается новая модель бизнеса – планирование ресурсов, синхронизированное с потребителем и производителем (CMSRP). Важнейшим элементом модели является процесс перепланирования как механизм разрешения конфликта между запросами потребителей и возможностями производителей планируемой продукции.

The problem of manufacturing system effectiveness increase has been considered subject to the interests of customers and manufacturers of the planned production. The new business model is offered – resources planning synchronized with customers and manufacturers (RPSCM). The most important element of the model is the process of replanning as the mechanism of regulating the conflict between customers' requirements and manufacturers' resources.

Ключевые слова: производственное планирование, потребители, производители, синхронизация.

Keywords: manufacturing planning, customers, manufacturers, synchronization.

Основной задачей любого современного промышленного предприятия является производство продукции должного качества в сроки и в количестве, необходимом потребителям, при минимальных затратах материальных ресурсов. Отклонение от указанной цели производства всегда несет за собой явные и неявные материальные потери. Поэтому возникает острая необходимость построения рациональной системы производственного планирования, направленной на повышение эффективности производства с учетом индивидуальных предпочтений потребителей продукции.

В производственную систему входят службы, связанные с прямым производством, и службы, отвечающие за сбыт и продажу продукции. Последние, контактируя с потребителями, недостаточно внимания обращают на взаимодействие с плановыми и производственными подразделениями предприятия, что приводит к изоляции производителей от проблем рынка сбыта продукции. Поэтому требуется разработка новых механизмов и инструментов их взаимодействия, позволяющая сгладить конфликт между производственными и маркетинговыми службами предприятия. Неотъемлемым элементом процесса планирования должен стать механизм разрешения конфликта между запросами потребителей и возможностями производителей планируемой продукции. В качестве такого механизма может служить перепланирование производства с учетом изменяющихся конъюнктуры рынка и условий производства [1]. При этом возникает новая модель бизнеса – планирование ресурсов, синхронизированное с потребителем и производителем (Customer and Manufacturer Synchronizer Resource Planning – CMSRP). В отличие от известной модели планирования ресурсов, синхронизированной только с потребителями (CSRP) [2], [3], получившей бурное развитие в последние годы, модель синхронизации планирования затрачиваемых ресурсов еще и с производителем (то есть с учетом возможностей производства) недостаточно разработана, особенно для крупных промышленных предприятий, что обусловливает актуальность данной работы.

Под перепланированием будем понимать целенаправленное изменение сформированного плана производства с учетом дополнительных требований со стороны заказчиков продукции и/или изменяющихся условий производства. Система перепланирования производства позволяет минимизировать потери материальных ре-

сурсов при возникновении отклонений от начального плана производства.

Стоит отметить, что преимущества использования системы перепланирования могут быть достаточно просто оценены для каждого конкретного предприятия на основе статистики. При этом для различных предприятий экономический эффект от внедрения системы планирования может значительно отличаться. Например, максимальный эффект от внедрения системы перепланирования производства может быть достигнут на предприятиях текстильной промышленности, обладающих одним или несколькими из нижеперечисленных свойств [4], [5]:

1. Большой процент заказов покупателей являются срочными.
2. Спрос на продукцию является непостоянным.
3. Заказы покупателей изменяются после заключения договора.
4. На производстве используется универсальное оборудование.

Рассмотрим процесс перепланирования в системе управления промышленным производством.

Известно, что на крупных предприятиях процессы планирования и управления производством обладают большой степенью неопределенности и сопровождаются множеством ограничений, связанных с большим количеством взаимодействующих субъектов [6]. Поэтому перепланирование является важным элементом воздействия на производственную систему. Предлагается процесс перепланирования производства сконцентрировать на уровне операционного планирования, одновременно учитывая все изменения, происходящие на уровне главного календарного плана производства (ГКПП), связанные с изменяющейся конъюнктурой рынка, и изменения, определяемые текущими условиями производства. Это связано с тем, что именно на этом уровне планирования возможна эффективная синхронизация запросов потребителей готовой продукции с возможностями производителей. Очевидно, что с позиции производителя минимизация изменений операционного плана производства (ОПП) приводит к максимизации уровня комфортности производства. Однако изменения плана – это процесс обязательный, так как, с одной стороны, он связан с требованиями потребителей, а, с другой стороны, с изменяющимися возможностями самих производителей. При любом внешнем изменении (как со стороны потребителей, так и со стороны производителей) можно запускать новый процесс планирования, начиная с ГКПП. Это требует значительных материальных и временных затрат, связанных с пересогласованием сроков поставок материалов и нового оборудования, перераспределением трудовых ресурсов и т.п. Поэтому процесс перепланирования, предполагающий незначительное (по возможности) изменение исходного операционного плана производства, экономически целесообразен и практически выгоден.

Структурная схема системы перепланирования приведена на рис. 1, из которого видно, что все изменения со стороны потребителей и производителей планируемой продукции учитываются и синхронизируются на уровне тактического планирования путем корректировки ОПП [1]. При этом необходимо стремиться быть как можно ближе к исходному плану технологических операций, обеспечивая заданную комфортность производства.

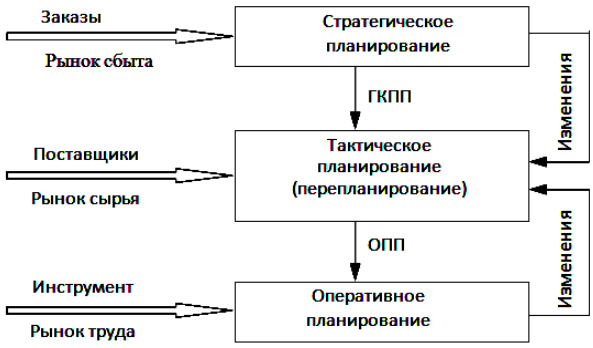


Рис. 1

Заметим, что процесс перепланирования требует слаженной работы всех служб предприятия и невозможен без эффективно работающей системы информационного обеспечения производства. В качестве входных данных для задачи перепланиро-

вания используется информация об отклонениях, полученная в рамках анализа хода производства. Наиболее распространенные отклонения следующие.

1). Нарушение плана поставок – перенос сроков поставки комплектующих, отмена или корректировка позиций плана поставок.

2). Нарушение выполнения плана операций.

3). Изменение плана доступности оборудования, в том числе:

– изменения графика ремонта и обслуживания оборудования;

– непредвиденная поломка оборудования.

4). Изменение главного календарного плана производства, включая:

– добавление позиций ГКПП;

– перенос сроков отгрузки позиций ГКПП;

– отмена производства позиций ГКПП.

Без нарушения общности можно сказать, что любое изменение входных данных задачи планирования требует анализа и формирования управляющего воздействия в виде корректировок существующего плана производства. В случае если нарушения плана производства не критичные, корректировки плана производства могут быть минимальными или отсутствовать.

Предлагается модель, позволяющая находить возмущенные календарные планы производства, удовлетворяющие ограничениям задачи и близкие к оптимальным. В случае если допустимых планов производства не существует, формируется массив информации, необходимый для принятия управленческих решений. Модель представляет собой набор алгоритмов, последовательное выполнение которых позволяет отыскать близкий к оптимальному календарный план с учетом приоритетов, выставленных со стороны менеджмента предприятия. Данная модель позволяет учитывать приоритетность выполнения конкретных изделий и заказов и корректировки решения в процессе расчета.

Приведем общий алгоритм поиска возмущенного плана производства и формирования информации для принятия решений.

1). Проверка базового плана производства на выполнение ограничений в сложившихся условиях. В случае если все ограничения выполняются, работа алгоритма завершается.

2). Запуск алгоритма поиска допустимого плана без учета базового плана производства. Данный пункт необходим, чтобы определить, существует ли допустимый возмущенный план производства в сложившихся условиях. В случае если допустимый план не найден, переход к пункту 5.

3). Поиск допустимого возмущенного плана производства на основании базового плана производства. Данный этап включает в себя решение следующих задач:

– анализ отклонений, определение степени влияния отклонений на выполнимость ГКПП;

– поиск вариантов внесения корректировок в план производства;

– внесение корректировок в базовый план производства.

4). Оптимизация плана производства (алгоритм оптимизации плана производства описан в работах [7], [8]).

5). Формирование массива информации для принятия управленческих решений:

– проверка базового плана производства на выполнение ограничений в сложившихся условиях;

– внесение изменений в ограничения задачи (изменение плана доступности оборудования, увеличение сроков отгрузки ГКПП);

– поиск допустимого плана при измененных ограничениях;

– формирование массива данных для принятия управленческих решений.

Приведенный алгоритм перепланирования производства позволяет синхронизировать требования потребителей с возможностями производителей, обеспечивая при этом гарантированные сроки поставки запланированной продукции и заданную комфортность производства.

ВЫВОДЫ

Промышленное использование системы перепланирования позволит своевременно реагировать на изменяющиеся условия производства, минимизировать управляющие воздействия на производство и синхронизировать требования потребителей с возможностью производителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Пустовойт К.С., Гитман М.Б., Столбов В.Ю.* Перепланирование ресурсов как механизм синхронизации требований потребителей и производителей продукции // Актуальные проблемы экономики. – 2012, №9. С. 457…466.

2. *Паккард Д.* Завоевание пространства. – СПб.: Терра-Азбука, 2004.

3. *Прахалад К.К., Кришнан М.С.* Пространство бизнес-инноваций: создание ценности совместно с потребителем / Пер. с англ. – М.: Моск. школа управления "Сколково" и др., 2012.

4. *Юхин А.С., Оленева О.С.* Особенности планирования производства на заказ // Технология текстильной промышленности. – 2010, № 3. С. 6…8.

5. *Юхина Е.А., Радовский И.А.* Структурирование и анализ бизнес-процессов на предприятиях текстильной промышленности в целях выявления рисков // Технология текстильной промышленности. – 2011, № 3. С. 12…16.

6. *Гитман М.Б., Столбов В.Ю., Гилязов Р.Л.* Управление социально-техническими системами с учетом нечетких предпочтений. – М.: ЛЕНАНД, 2011.

7. *Федосеев С.А., Вожаков А.В., Гитман М.Б.* Управление производством на тактическом уровне планирования в условиях нечеткой исходной информации // Проблемы управления. – 2009, №5. С.36…43.

8. *Федосеев С.А., Гитман М.Б., Столбов В.Ю.* Математические модели управления качеством продукции на этапе планирования производства // Проблемы управления. – 2011, №4. С.60…67.

Рекомендована кафедрой педагогики ПГПУ. Поступила 30.10.12.

УДК 677.064:862.512.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГИГРОСКОПИЧНОСТИ ПОЛОТЕНЕЧНЫХ ТКАНЕЙ

RESEARCH OF HYDROSCOPIC CHARACTERISTICS OF TOWEL FABRICS

С.М. КИРЮХИН, Т.В.СКРЫПНИК
S.M. KIRYUHIN, T.V. SKRYPNIK

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")
E-mail: office@msta.ac.ru

В работе исследована взаимосвязь между характеристиками гигроскопичности хлопчатобумажных тканей. Определены достоверные и значимые коэффициенты парной и множественной корреляции между характеристиками гигроскопичности.

The article studies the relationship between hygroscopic characteristics of cotton fabrics. The reliable and significant coefficients of pair and multiple correlations between hygroscopic characteristics have been defined.

Ключевые слова: характеристики гигроскопичности, коэффициенты парной и множественной корреляции, их достоверность и значимость.

Keywords: hygroscopic characteristics, coefficients of pair and multiple correlations, their reliability and significance.

Для оценки гигроскопичности текстильных материалов используются различные свойства: влажность, гигроскопичность, капиллярность, водопоглощение и др.

В качестве объектов исследования были выбраны пять образцов полотенечных тканей из волокон хлопка, характеристика которых дана в табл. 1.

Таблица 1

Линейная плотность нитей, текс		Число нитей на 1 дм		Поверхностная плотность, г/м^2	Переплетение
T_o	T_y	$П_o$	$П_y$		
55,6	47,1	280	200	558,33	Махровое
28,0	55,2	200	210	174,00	Вафельное
48,7	63,6	210	175	214,66	Жаккардовое
63,2	71,0	100	140	158,60	Полотняное

Для исследуемых тканей определялись следующие количественные характеристики гигроскопичности: фактическая влажность $W_ф$; показатель гигроскопичности Н; показатель капиллярности К; показатель водопоглощения $B_п$. Все показатели определялись в соответствии с ГОСТ 3816. Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств.

Результаты определения характеристик гигроскопичности исследуемых тканей приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ п/п	$W_ф$,%	Н,%	К, мм	$B_п$,%	Т, мин
1	2,8	5,3	168	386	325
2	2,6	5,2	56	127	185
3	1,9	5,3	126	95	145
4	4,4	8,1	71	152	80

Для количественной оценки статистической взаимосвязи характеристик гигроскопичности исследуемых тканей применялся корреляционный анализ путем подсчета коэффициентов парной и множественной корреляции [1].

В табл. 3 даны значения коэффициентов парной корреляции между изучаемыми характеристиками гигроскопичности исследуемых тканей. Также указаны основные ошибки коэффициентов корреляции и выделены достоверные и значимые их значения.

Таблица 3

	$W_ф$	Н	$B_п$	К	Т
$W_ф$	1	0,94±0,06	- 0,08±0,50	- 0,42±0,41	- 0,46±0,39
Н	0,94±0,06	1	- 0,31±0,45	- 0,44±0,40	- 0,68±0,27
$B_п$	- 0,08±0,50	- 0,31±0,45	1	0,73±0,23	0,86±0,10
К	- 0,42±0,41	- 0,44±0,40	0,73±0,23	1	0,73±0,23
Т	- 0,46±0,39	- 0,68±0,27	0,86±0,10	0,73±0,23	1

Приведенные данные показывают, что наиболее тесная взаимосвязь имеет место между следующими характеристиками гигроскопичности исследуемых тканей: фактическая влажность $W_ф$ и гигроскопичность Н; водопоглощение $B_п$ и время высыхания Т.

В табл. 4 приведены значения коэффициентов множественной корреляции трех характеристик гигроскопичности исследуемых тканей. Там же даны основные ошибки и выделены достоверные и значимые коэффициенты множественной корреляции.

Таблица 4

	$W_ф$	Т	Н	h	$B_п$
Т,Н	0,97±0,03	-	-	0,73±0,23	0,97±0,03
Т,$B_п$	0,77±0,20	-	0,87±0,12	0,76±0,21	-
Т,h	0,48±0,38	-	0,68±0,27	-	0,87±0,12
$W_ф$,Н	-	0,86±0,13		0,44±0,40	0,69±0,26
$W_ф$, $B_п$	-	0,95±0,05	0,97±0,03	0,81±0,17	-
$W_ф$,h	-	0,75±0,22	0,94±0,06	-	0,77±0,20
Т,$W_ф$	-	-	0,98±0,02	0,74±0,23	0,93±0,07
Н,h	0,94±0,06	0,83±0,16	-	-	0,73±0,23
Н,$B_п$	0,97±0,03	0,96±0,04	-	0,76±0,21	-
h,$B_п$	0,54±0,35	0,87±0,12	0,44±0,40	-	-

Можно видеть, что достоверная и значимая взаимосвязь характеристик гигроскопичности исследуемых тканей имеет место для большинства показателей

ВЫВОДЫ

Получены для образцов хлопчатобумажных тканей достоверные и значимые коэффициенты парной корреляции следующих характеристик: фактическая влажность и гигроскопичность, водопоглощение и время высыхания.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Соловьев А.Н., Кирюхин С.М.* Оценка качества и стандартизация текстильных материалов. – М., 1974.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 29.09.11.

УДК 677.074: 004.42

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ МЕБЕЛЬНЫХ ТКАНЕЙ

COMPLEX ESTIMATION OF CONSUMER PROPERTIES OF FURNITURE FABRICS

Е.Н. ВЛАСОВА
E.N. VLASOVA

(Ивановская государственная текстильная академия)
(Ivanovo State Textile Academy)
E-mail: mt@igta.ru

Предложена методика оценки потребительских свойств мебельных тканей. Разработана программа, которая позволяет снизить трудоемкость расчета; получить рекомендации по желательности закупки или разработки новых материалов; представить полученные результаты в наиболее удобной для понимания форме.

The methods of estimation of consumer properties of furniture fabrics have been offered. The program which allows to lower labor intensiveness of calculation, to receive recommendations about desirability of purchase or working out new materials, to present the received results in the most convenient for understanding form has been developed.

Ключевые слова: потребительские свойства, показатели качества, мебельные ткани, комплексная оценка, компьютерная программа.

Keywords: consumer properties, quality indicators, furniture fabrics, complex estimation, a computer program.

Необходимость совершенствования комплексной оценки потребительских свойств тканей обоснована потребностью промышленных и торговых организаций, а также потребителей иметь эффективный, понятный и быстрый алгоритм оценки свойств текстильных изделий, которые являются приоритетными для покупателя, влияют на его решение совершить покупку. Кроме того, разнообразие существую-

щих подходов к оценке потребительских свойств текстильных материалов вызывает трудности в установлении единой методологии комплексной оценки текстильного материала с точки зрения конечного потребителя. Согласно ГОСТ Р 51303–99 [1] под потребительскими свойствами понимают свойства товара, проявляющиеся при его использовании потребителем в процессе удовлетворения потребностей.

В качестве объекта исследования выбраны мебельные ткани (табл. 1), реализуемые торговым предприятием.

Процедура оценивания потребительских свойств продукции позволяет определить общую стратегию построения ее комплексного показателя с учетом методов квалиметрии. Алгоритм оценки включает выполнение следующих операций: выбор образцов мебельных тканей; установление единой номенклатуры показателей качества (ПК) тканей различного волокнистого состава; ранжирование ПК экспертным методом; определение фактических значений единичных ПК; нормирование значений ПК; расчет и оценивание комплексного показателя потребительских свойств тканей.

На первом этапе в торговом ассортименте выбираются образцы тканей, которые необходимо оценить по уровню потребительских свойств. На основе анализа нормативных документов и опроса потребителей составляется номенклатура показателей качества мебельных тканей, то есть наименований единичных показателей потребительских свойств с указанием их обозначений и единиц измерения.

Таблица 1

Наименование ткани и номер позиции	Состав	Поверхностная плотность, г/м^2
1. Рэтро. Рис. 862 Цвет – бежевый	Основа – хлопок, уток – капрон	352,0
2. Элли. Рис. 294 Цвет – бежевый	Основа – хлопок, капрон; уток – капрон	395,9
3. Лора. Рис. 1030 Цвет – бежевый	Основа – хлопок, нитрон; уток – нитрон, лавсан	414,5
4. Вероника. Рис. 689 Цвет – светло- коричневый	Основа – хлопок, капрон; уток – капрон	386,6
5. Злата. Рис. 524 Цвет – бежевый	Основа – капрон, уток – хлопок, нитрон, капрон	413,9
6. Эльза. Рис. 524 Цвет – зеленый	Основа – хлопок, уток – хлопок, капрон	430,4
7. Лира. Рис. 702 Цвет - зеленый	Основа – лавсан, уток – хлопок, капрон	367,0
8. Блюз. Рис. 861 Цвет – белый	Основа – лавсан, уток – хлопок, капрон	353,0
9. Мальва. Рис. 334 Цвет – бежевый	Основа – лавсан, уток – хлопок	439,0
10. Аида. Рис. 716 Цвет – белый	Основа – лавсан, уток – капрон, хлопок	394,2

В результате обобщения номенклатуры параметров мебельных тканей различного волокнистого состава были отобраны 18 показателей: ориентированное и неориентированное истирание по плоскости, швам и сгибам, воздухопроницаемость, пылепроницаемость, паропроницаемость, водопроницаемость, пылеемкость, теплопроводность, тепло- и термостойкость, огнестойкость, художественно-колористическое оформление, структура, совершенство производственного исполнения и др.

Далее осуществляется определение коэффициентов весомости указанных ПК экспертным методом. В качестве 7 экспертов привлекались сотрудники кафедры МТСМ ИГТА и работники магазина "Ткани". Наиболее значимыми показателями оказались: неориентированное истирание по плоскости, швам и сгибам (0,37); водопроницаемость (0,09); огнестойкость

(0,15); художественно-колористическое оформление (0,12); структура (0,18) и совершенство производственного исполнения (0,09). Коэффициент конкордации составил 0,88, что больше 0,6.

Затем были определены численные значения единичных ПК мебельных тканей (ЕППС). Неориентированное истирание по плоскости, швам и сгибам определялось с помощью прибора ИТ-3М. Водопроницаемость оценивалась с помощью экспресс-метода. Через натянутую пробу ткани пропускали 100 мл воды, замеряя время прохождения воды через образец. Огнестойкость определялась с помощью сигаретного теста. Два кусочка поролона обтягиваются испытуемой тканью, детали прислоняются друг к другу под углом 90º. Раскуренная сигарета кладется встык деталей. Испытания проводятся трижды, замеряется время от момента прикосновения сигареты до возгорания ткани. Для оценки художественно-колористического оформления, структуры тканей и совершенства производственного исполнения разработаны 10-балльные шкалы.

Определив фактические X_i и нормативные $//X_i//$ значения единичных показателей потребительских свойств (ЕППС), на заключительном этапе рассчитывается КППС – комплексный показатель потребительских свойств тканей – по следующей формуле:

$$КППС = \sum_{i=1}^{n} (\Delta X_i / \|\Delta X_i\|)^{sgn\ b} \alpha_i, \qquad (1)$$

где

$$sgn\ b = \begin{cases} +1, \text{если } \Delta X_i \le \|\Delta X_i\| - \text{позитивный ЕППС}, \\ -1, \text{если } \Delta X_i > \|\Delta X_i\| - \text{негативный ЕППС}, \end{cases}$$

α_i – коэффициент весомости i-го ЕППС.

Для автоматизации процесса расчета комплексного показателя качества, который является показателем уровня потребительских свойств тканей, была разработана компьютерная программа на языке программирования Matlab R2009b [2]. Методика значительно облегчается путем автоматизации расчетов трудоемких формул квалиметрии и статистики. На всех этапах обеспечивается наглядность процесса обработки информации. Для работы с программой необходимо иметь персональный компьютер типа IBM PC Pentium IV с операционной системой Windows XP и выше и оперативной памятью от 512 Мб.

На рис. 1 приведены результаты ранжирования ПК мебельных тканей, где указаны число экспертов, ранги показателей и величина коэффициента конкордации.

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

Рис. 1

Результаты ранжирования единичных показателей представлены в виде столбиковой диаграммы (рис. 2). Также приводятся значения коэффициентов весомости каждого показателя, фактические значения коэффициента конкордации и критерия Пирсона.

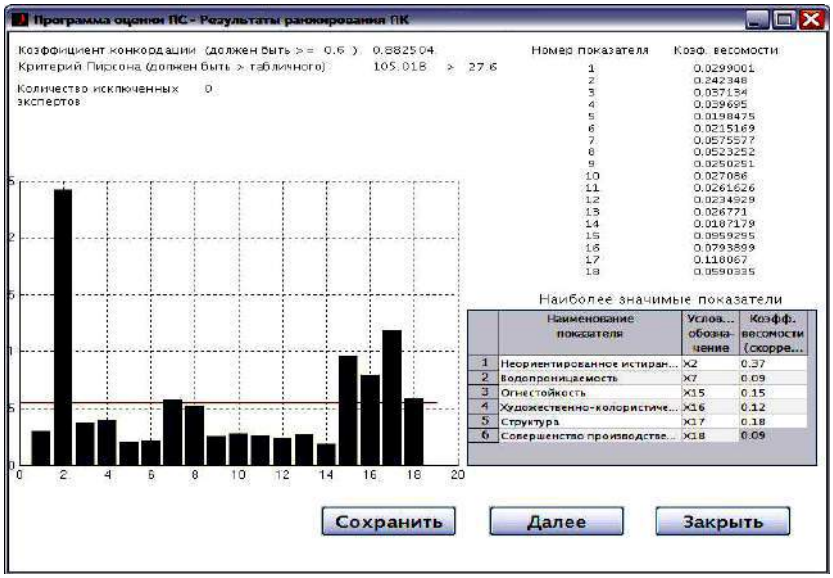


Рис. 2

На рис. 3 приведена форма с оценками экспертов по каждому образцу тканей. Оператором вносятся фактические X_i и нормативные $//X_i//$ значения единичных показателей потребительских свойств (ЕППС). Также в данном окне приведен итоговый протокол с результатами расчета комплексного показателя потребительских свойств мебельных тканей.

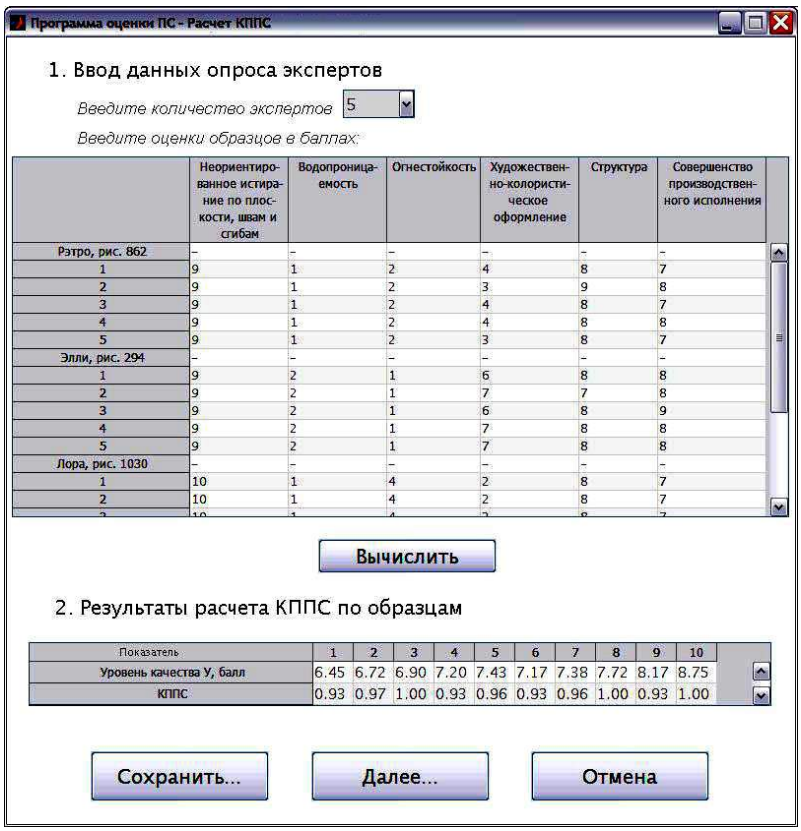


Рис. 3

По завершении расчета программой анализируется полученный результат. В соответствии с разработанной шкалой уровней градации потребительских

свойств для текстильных материалов: 0,910…1,000 – "высокий"; 0,860…0,909 – "приемлемый"; 0,610…0,859 – "средний"; 0,100…0,609 – "низкий" [3] можно сделать вывод, что значения КППС для всех тканей соответствуют высокому уровню. В выбранном ассортименте наиболее высоким уровнем потребительских свойств обладают образцы № 3, 8 и 10.

ВЫВОДЫ

1. Предложена и опробована методика оценки потребительских свойств мебельных тканей. Она может использоваться на производственных предприятиях, занимающихся закупкой материалов для изготовления продукции, в торговых организациях, реализующих ткани конечным покупателям, для оценки уровня их потребительских свойств.

2. Выявлены мебельные ткани с наиболее высоким уровнем потребительских свойств – Лора, Блюз и Аида (КППС=1).

3. Разработанная компьютерная программа позволяет значительно снизить трудоемкость расчетов; ускорить оценку уровня потребительских свойств текстильной продукции; получить рекомендации по желательности закупки или разработки новых материалов; представить полученные результаты в наиболее наглядной и удобной для понимания форме.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 51303–99. Торговля. Термины и определения.

2. *Власова Е.Н., Шаломин О.А., Рекечинская В.Б.* Программа оценки потребительских свойств товаров / Рекламно-техническое описание (свидетельство о регистрации электронного ресурса №16355 от 03.11.2010).

3. *Гусев Б.Н., Грузинцева Н.А., Сташева М.А.* Проектирование конкурентоспособности тканых полотен. – Иваново: ИГТА, 2007.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии. Поступила 05.11.11.

УДК 687.017:56.21

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

DEVELOPMENT OF THE PLANT FOR DEFENITION OF FIRE RESISTANT PROPERTIES OF TEXTILE MATERIALS

В.И. БЕСШАПОШНИКОВА, К.И. ПУЛИНА, Т.В. КУЛИКОВА, М.В. ЗАГОРУЙКО
V.I. BESSHAPOSHNIKOVA, K.I. PULINA, T.V. KULIKOVA, M.V. ZAGORUYKO

(Энгельсский технологический институт (филиал)
Саратовского государственного технического университета им. Гагарина Ю.А.)
(Engels Technological Institute (the Branch of)
Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A.)
E-mail: vibesvi@yandex.ru

Разработан метод и установка определения показателей горючести текстильных материалов (ОПГТМ), которые позволяют определять характеристики показателей горючести и теплофизических свойств материалов и их систем в условиях, максимально приближенных к эксплуатационным. Установлена взаимосвязь параметров плотности теплового потока от расхода газа и расстояния до пламени (газовой горелки), что дает

возможность проводить испытания в широком диапазоне плотности теплового потока от 3 до 80 кВт/м^2.

The method and the plant of determination of combustibility factors of textile materials (DCFTM), that allow to define combustibility factors characteristics and thermophysical properties of materials and their systems in the conditions close to operational ones, have been developed. The relationship between the parameters of thermal flow density and gas consumption and the distance to the gas burner flame has been defined, that makes it possible to carry out a test in a wide range of thermal flow density from 3 to 80 kWt/m².

Ключевые слова: метод испытания, показатели горючести, теплофизические свойства, текстильные материалы, спецодежда.

Keywords: a test method, combustibility factors, thermophysical properties, textile materials, overalls.

Учитывая выявленные недостатки и накопившийся опыт исследования огнезащитных свойств материалов и пакетов одежды, предлагается установка – ОПГТМ (определение показателей горючести текстильных материалов), предназначенная для определения показателей горючести и прогнозирования надежности материалов и их систем в экстремальных условиях [1], [2].

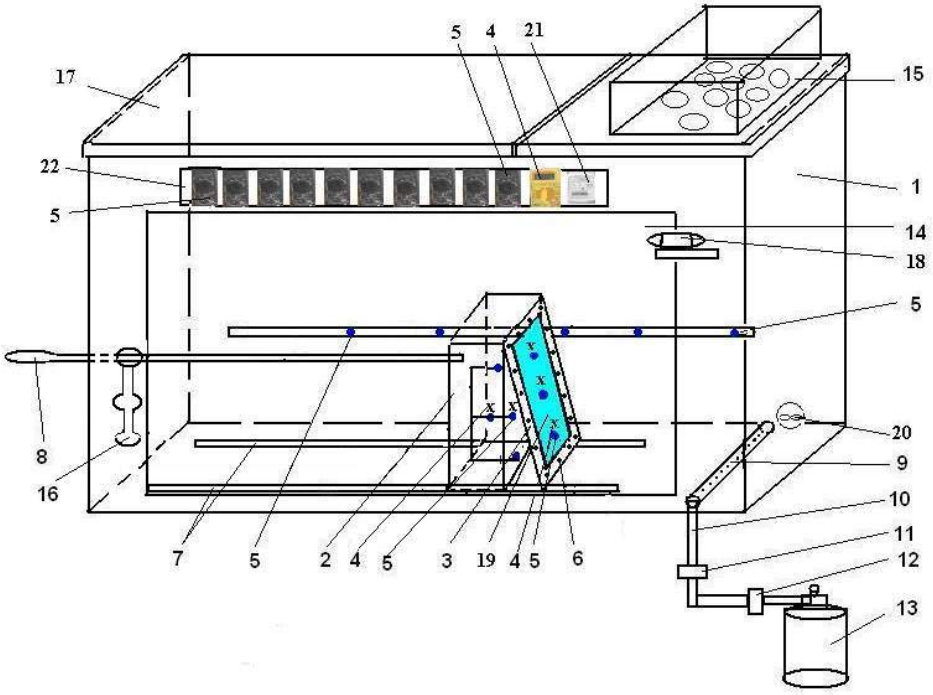


Рис. 1

Установка, представленная в виде схемы на рис. 1, состоит из корпуса 1, на передней стенке которого имеется окно 14, закрытое кварцевым стеклом, а снаружи – подвижный столик с видеокамерой 18. Видеокамера с установленным таймером времени соединена с компьютером, что обеспечивает возможность наблюдения и фотосъемки поведения материала в любой момент испытания. Установка снабжена вентилятором 20, который позволяет изменять скорость теплового потока от 2 до

8 м/с. На панели 22 установлены датчики 5 температуры (Мультимер 838), 4 плотности теплового потока (ИТП-"ПОТОК" пятиканальный) и датчик 21 термогидрометра (Testo-610). В камере установки вдоль стены на высоте 150 мм расположены термопары 5. Съемная крышка 17 позволяет устанавливать образцы и создавать требуемые условия испытания. В верхней панели корпуса имеются отверстия для выхода продуктов сгорания и создания неподвижного слоя воздуха внутри камеры и отвод 15, который соединяется с вытяжкой.

В правой части корпуса установлена газовая горелка 9, которая соединена через газовые шланги 10 с расходомером ротаметром РМФ 11, регулятором подачи газа 12 и баллоном 13. На дне корпуса расположены две направляющие 7, предназначенные для перемещения рукояткой 8 и фиксации короба пробоприемника 2 под требуемым углом (с помощью надсечек 16) и на нужном расстоянии от фронта пламени (горелки 9). На рычаге рукоятки 8 зафиксирована металлическая линейка для определения расстояния от пламени до пробы. Короб пробоприемника состоит из короба и рамы. Рама предназначена для фиксации испытываемых материалов и их систем и представляет собой двойную раму. На задней раме по периметру расположены иглы 6, на передней соразмерно расположены отверстия. Проба 19 накалывается на иглы 6 и сверху накрывается передней рамой так, чтобы иглы вошли в отверстия. Натяжение пробы 0,1 даН/см. На лицевую поверхность пробы по схеме рис. 1 устанавливают термопары и клеммы датчика теплового потока. Со всех сторон рамы соединяются зажимами и фиксируются на коробе. Короб пробоприемника представляет собой металлическую коробку размерами 250 х 250 мм и глубиной 100 мм, выполненную из стального листа толщиной 2 мм. Стены пробоприемника снаружи и внутри обшиты асбестовой теплоизоляцией. Объем воздушного пространства в коробе составляет 0,00612 м^3. Внутри короба по центру на расстоянии 50 и 100 мм от задней стенки установлены термопары измерения температуры 5 и клеммы теплового потока 4 и влажности 21. Собранный пробоприемник имитирует пододежное пространство и позволяет контролировать изменение условий внутри него, а также, устанавливая датчики между слоями, можно определить вклад каждого слоя в огнезащитные и теплофизические свойства пакета одежды.

Для разработки методики экспериментов и установления взаимосвязи показателей плотности теплового потока и температуры с условиями проведения эксперимента (расходом газа и расстоянием до фронта пламени) провели тарировку прибора с эталонным образцом, теплофизические свойства которого известны.

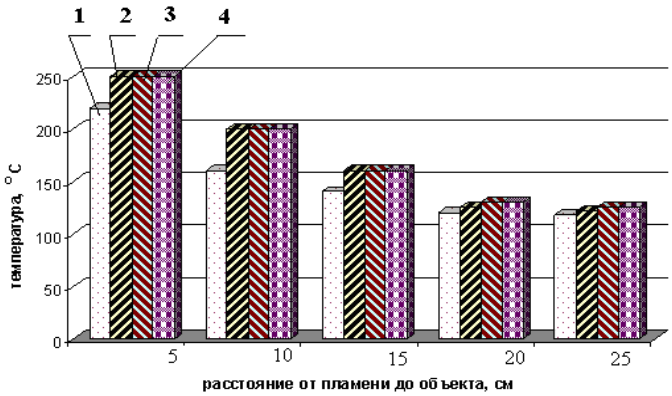


Рис. 2

Экспериментально установлена зависимость температуры на поверхности медной пластины от расстояния до горелки и времени воздействия теплового потока (рис. 2), где 1 – время воздействия теплового потока 5 с; 2 –10 с; 3 –15 с; 4 – 20 с.

Отмечено, что независимо от расстояния между пламенем и пластиной при неизменном расходе газа температура на поверхности пластины достигает постоянного значения в течение 5…10 с. Снижение температуры по мере удаления от источника тепла носит линейный характер и описывается уравнением:

$$T = -6{,}4\,r + 269, \qquad (1)$$

где T – температура на поверхности пробы, ^{o}C; r – расстояние от пламени до пробы, см.

Взаимосвязь параметров плотности теплового потока с учетом расхода газа и расстояния до пламени (газовой горелки) представлена в табл. 1.

Таблица 1

№ опыта	Расход газа пропана, м^3/ч	Плотность теплового потока, кВт/м^2, при расстоянии от пламени до медной пластины, см				
		5	10	15	20	25
1	71,3	13,6 12,0	10,2 9,0	4,8 3,3	4,21 3,7	3,3 2,5
2	104,8	25 27,5	16 17,5	10,8 12,0	6,82 5,0	5,0 4,2
3	138	35,8 36,5	30,2 25,0	18,9 15,0	13,5 10,0	9,8 5,0
4	178	48,8 44,9	35,8 33,0	32,4 30,0	17,3 20,0	14,0 13,5
5	216	80,2 75,0	50,1 48,5	39,9 40,0	25,5 23,9	15,1 14,6

Примечание. В числителе – расчетные значения плотности теплового потока, кВт/м^2; в знаменателе – плотность теплового потока, измеренная датчиками ИТП-МГ4.03 "Поток". Разброс показаний плотности теплового потока не более ± 2,5%. Пробу располагали перпендикулярно направлению теплового потока.

Используя данные табл. 1, на установке ОПГТМ можно проводить испытания в широком диапазоне плотности теплового потока от 3 до 80 кВт/м^2.

ВЫВОДЫ

1. Разработан метод определения показателей горючести и теплофизических свойств материалов и их систем и установка ОПГТМ, которая позволяет проводить исследования в условиях, максимально приближенных к эксплуатационным.

2. Установлена взаимосвязь параметров плотности теплового потока от расхода газа и расстояния до пламени (газовой горелки), что дает возможность проводить испытания в широком диапазоне плотности теплового потока от 3 до 80 кВт/м^2. Сравнение экспериментальных и расчетных показателей свидетельствует о высокой степени достоверности результатов экспериментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р ИСО 6942–2007. Одежда для защиты от тепла и огня. Методы оценки материалов и пакетов материалов, подвергаемых воздействию источника теплового излучения. –М.: Изд-во стандартов, 2007.

2. ГОСТ 15898–99. Ткани льняные и полульняные. Методы определения огнестойкости. – М.: Изд-во стандартов, 1999.

Рекомендована кафедрой технологии и конструирования швейных изделий. Поступила 28.05.12.

УДК 677.017

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАГРУЗКИ ПРИ ПРОРЕЗАНИИ ТЕРМОСКРЕПЛЕННЫХ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОСЛЕ ИСКУССТВЕННОЙ ИНСОЛЯЦИИ

LOAD FORECASTING WHILE CUTTINGTHERMOBONDED NONWOVEN MATERIALS AFTER ARTIFICIAL INSOLATION

Ю.С. ШУСТОВ, А.В. КУРДЕНКОВА, И.В. ЛЮКШИНОВА, Е.В. БЫЗОВА
YU.S. SHUSTOV, A.V. KURDENKOVA, I.V. LYUKSHINOVA, E.V. BYZOVA

(Московский государственный текстильный университет имени А.Н. Косыгина, Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin", Saint-Petersburg State University of Technology and Design)
E-mail: office@msta.ac.ru; rector@stud.ru

Разработан метод прогнозирования нагрузки при прорезании ножом с одним заточенным краем термоскрепленных нетканых материалов "Спанбонд" различной поверхностной плотности, выработанных из полипропиленовых волокон, а также выявлены факторы, оказывающие влияние на нагрузку при прорезании. Получена математическая модель, позволяющая с высокой степенью точности прогнозировать разрывную нагрузку нетканых полотен в зависимости от времени инсоляции, условий испытаний и параметров строения.

The method of load forecasting while cutting by the knife with one sharpened edge of thermobound nonwoven materials "Spanbond" of different surface density, made of polypropylene fibers, has been developed, and the factors influencing the load while cutting have been revealed as well. The mathematical model allowing to forecast breaking load of nonwoven fabrics with high accuracy subject to insolation time, test conditions and structure parameters has been received.

Ключевые слова: термоскрепленные нетканые материалы, нагрузка при прорезании ножом с одним заточенным краем, метод прогнозирования, теория подобия и анализа размерностей, светопогода.

Keywords: thermobound nonwoven materials, load while cutting by the knife with one sharpened edge, a forecasting method, the theory of similarity and dimensional analysis.

В качестве объектов исследования были выбраны термоскрепленные нетканые материалы "Спанбонд" различной поверхностной плотности, выработанные из полипропиленовых волокон.

Искусственная инсоляция проводилась на приборе ПДС, на котором образцы подвергались облучению от 0 до 20 часов.

В качестве критерия износа была выбрана нагрузка при прорезании. Она определялась на испытательной системе Инстрон серии 4411 и помощью насадки в виде ножа с одним заточенным краем.

На нагрузку при прорезании нетканых материалов будут оказывать влияние следующие факторы:

$$Pp = f\left(Pp_1, t, v, m, \ell, T_в, \rho_в, M'\right), \quad (1)$$

где Pp – нагрузка при прорезании после инсоляции, Н; Pp_1 – нагрузка при прорезании до инсоляции, Н; t – время инсоляции,

ч; v – скорость растяжения, мм/мин; $T_в$ – линейная плотность, текс; $\rho_в$ – средняя плотность волокон, г/см^3; $\rho_в$ = 0,92 г/см^3; M' – поверхностная плотность нетканого полотна, г/м^2; m – масса груза предварительного натяжения, г, m=100 г; ℓ – зажимная длина, м, ℓ = 100 мм.

В соответствии с теорией подобия и анализа размерностей [1] представим зависимость (1) в виде комплекса показателей

$$\frac{Pp}{Pp_1} = \eta_1\eta_2\eta_3 = f\left(t; \frac{v}{m\ell}; \frac{M'Tв}{\rho_в}\right). \qquad (2)$$

Результаты испытаний и расчета нагрузки при прорезании ножом с одним заточенным краем приведены в табл. 1.

Зависимость нагрузки при прорезании образцов от времени инсоляции η_1 определяется функцией:

$$\eta_1 = f(t) = -0,009t + 1,000, \qquad (3)$$

где η_1 – комплекс, характеризующий влияние времени инсоляции на нагрузку при прорезании нетканых полотен.

Зависимость нагрузки при прорезании нетканых материалов от параметров испытания η_2 примет вид:

$$\eta_2 = f\left(\frac{v}{m\ell}\right) = \frac{\left(\frac{v}{m\ell}\right)}{3,708\left(\frac{v}{m\ell}\right) - 0,684}, \qquad (4)$$

где η_2 – комплекс, характеризующий влияние параметров испытательной системы Инстрон.

Таблица 1

t, ч	Pp_1, Н	$\frac{Pp}{Pp_1}$	v, мм/мин	$\frac{v}{m\ell}$	M', г/м^2	$\frac{M'Tв}{\rho_в}$	η_1	η_2	η_3	Pp, Н	Отклонение, %
0	57,1	1,00	100	10	40	11,342	1,000	300,000	466,564	58,90	3,13
5	54,1	0,95	100	10	42	11,909	0,955	331,430	516,862	55,83	3,15
10	51,2	0,90	100	10	44	12,476	0,910	367,437	572,015	52,85	3,14
15	48,5	0,85	100	10	45	12,760	0,865	408,222	617,811	50,08	3,22
20	45,6	0,80	100	10	48	13,611	0,820	457,898	700,736	47,08	3,17

Зависимость нагрузки при прорезании нетканых материалов от параметров строения η_3 примет вид:

$$\eta_3 = f\left(\frac{M'Tв}{\rho_в}\right) = \frac{\left(\frac{M'Tв}{\rho_в}\right)}{50,588\left(\frac{M'Tв}{\rho_в}\right) - 77,291}, \qquad (5)$$

где η_3 – комплекс, характеризующий влияние параметров строения нетканых материалов.

Таким образом, общая формула для расчета нагрузки при прорезании нетканых полотен примет окончательный вид:

$$Pp = Pp_1\left(-0,009t + 1,000\right)\left(\frac{\left(\frac{v}{m\ell}\right)}{3,708\left(\frac{v}{m\ell}\right) - 0,684}\right)\left(\frac{\left(\frac{M'Tв}{\rho_в}\right)}{50,588\left(\frac{M'Tв}{\rho_в}\right) - 77,291}\right). \qquad (6)$$

Формула справедлива для $0 \le t \le 20$, $10 \le \left(\frac{v}{m\ell}\right) \le 50$, $11,342 \le \left(\frac{M'Tв}{\rho_в}\right) \le 13,611$. Отклонение расчетных значений от экспериментальных не превышает 3,71%.

ВЫВОДЫ

Разработана математическая модель, позволяющая с высокой степенью точности прогнозировать нагрузку при прорезании нетканых полотен в зависимости от времени инсоляции, условий испытаний и параметров строения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Шустов Ю.С.* Методы подобия и размерности в текстильной промышленности. – М.: МГТУ, 2002.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедени МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 04.10.12.

УДК 677.017:004.9

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОПУСТИМЫХ ГРАНИЦ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ ПРЯДИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА*

DESIGNING OF ADMISSIBLE BORDERS OF IMPORTANT QUALITY INDEXES OF SPINNING PRODUCTS

О.А. ШАЛОМИН, А.Ю. МАТРОХИН
O.A. SHALOMIN, A.YU. MATROHIN

(Ивановская государственная текстильная академия, ООО "ТексПро")
(Ivanovo State Textile Academy)
E-mail: ttp@igta.ru

В статье определена последовательность этапов и установлены критерии проектирования допустимых границ определяющих показателей качества продуктов прядильного производства. В результате получены расчетные выражения для вычисления границ технологического доверительного интервала по определяющим показателям качества продуктов прядильного производства, которые могут быть использованы предприятиями с различным уровнем развития текстильной технологии. Методика является универсальной и позволяет текстильным предприятиям выбирать перечень определяющих показателей качества получаемых продуктов индивидуально, на основе своих потребностей.

Sequence of stages have been defined and criteria of designing of admissible borders of important quality indexes of spinning products have been established in the article. As a result calculated expressions for calculating the borders of a technological confidential interval by determinative quality indexes of spinning products, which may be used by enterprises with a different level of textile technology development, have been received. The method is universal and it allows textile enterprises to choose individually the list of determinative quality indexes of received products on the basis of its needs.

* Статья подготовлена в рамках выполнения гранта ИГТА для поддержки коллективов молодых ученых. Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Б.Н. Гусева.

Ключевые слова: продукты прядильного производства, качество, допустимые границы, технологический доверительный интервал.

Keywords: spinning products, quality, admissible borders, a technological confidential interval.

Потоковые технологические системы, к которым относится прядильное производство, характеризуются тем, что готовый продукт является результатом последовательных превращений материального потока [1], который можно считать непрерывным. Колебания показателей качества промежуточных продуктов способны оказать существенное влияние на качество пряжи, поэтому ими необходимо управлять на основе четких нормативов.

В связи с этим важнейшим результатом проектирования в прядильном производстве является установление допусков, то есть интервалов приемлемых значений определяющих показателей качества.

Предлагается новая парадигма установления границ допусков, которая исходит из необходимости обнаружения отклонений, которые, с одной стороны, являются нехарактерными для текущего состояния технологического процесса, а, с другой стороны, имеют амплитуду существенно меньше, чем амплитуда колебаний, приводящих к фактическим проблемам. Методика установления допусков состоит из трех этапов (рис. 1).

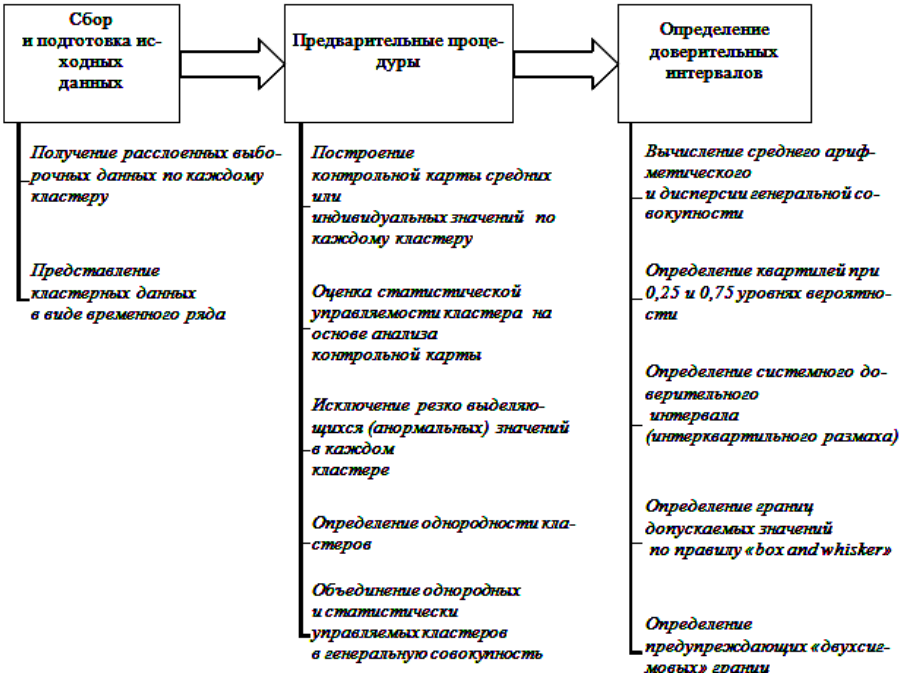


Рис. 1

Исходными данными для кластер-анализа являются результаты оперативного мониторинга продуктов прядильного производства, представленные в виде временного ряда по каждой единице технологического оборудования. Временной ряд может представлять собой совокупность индивидуальных значений или средних арифметических значений в зависимости от вида и способа представления продукции на контроль. Например, по показателям "удельная разрывная нагрузка пряжи" и "коэффициент вариации по разрывной нагрузке пряжи" целесообразно использовать усредненные данные с паковок, а по показателям качества ленты "коэффициент вариации по линейной плотности" необходимо подставлять данные измерений индивидуальных

значений. Длина временного ряда связана с вероятностью выхода контролируемого показателя за границы статистически управляемого процесса в данной мгновенной выборке p и количеством последовательных мгновенных выборок k. Вероятность того, что контролируемый показатель выйдет за контрольную границу через k выборок, равна вероятности произведений независимых событий:

$$P = p(1-p)^{k-1}. \qquad (1)$$

Согласно [2] средняя длина серий с учетом выражения (1) определяется по формуле суммы членов арифметико-геометрической прогрессии:

$$L_1 = p^{-1}. \qquad (2)$$

В случае соответствия распределения значений показателя стандартному нормальному закону с математическим ожиданием μ и дисперсией σ^2/n средняя вероятность события, заключающегося в выходе среднего за контрольные границы, определяется по формуле:

$$\begin{aligned}\overline{P}(\delta) &= 1-P\left(\mu_0 - u_{1-\alpha/2}\sigma/\sqrt{n} < \overline{Y} < \mu_0 + u_{1-\alpha/2}\sigma/\sqrt{n}\right) = \\ &= 1-\Phi\left(\frac{\mu_0 + u_{1-\alpha/2}\,\sigma/\sqrt{n} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}\right) + \Phi\left(\frac{\mu_0 - u_{1-\alpha/2}\,\sigma/\sqrt{n} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}\right),\end{aligned} \qquad (3)$$

где μ_0 – центральный момент первого порядка, совпадающий с номинальным значением контролируемого показателя; $\Phi(x)$ – функция стандартного нормального закона распределения; $u_{1-\alpha/2}$ – квантиль стандартного нормального распределения при уровне $1-\alpha/2$; α – принятая вероятность "ложной тревоги" – мощность критерия, α = 0,05.

Величина $(\mu_0 - \mu)$ характеризует смещение фактического центра группирования данной случайной величины относительно оптимального значения. Если выразить эту величину относительно среднего квадратического отклонения σ, то

$$\delta = \frac{\Delta}{\sigma} = \frac{\mu_0 - \mu}{\sigma}. \qquad (4)$$

Тогда с учетом свойств функции стандартного нормального закона распределения и выражения (2) получим общую формулу для вычисления минимальной длины временного ряда при различных значениях δ:

$$\overline{L}_1(\delta) = \left[\Phi\left(\delta\sqrt{n} - u_{1-\alpha/2}\right) - \Phi\left(-\delta\sqrt{n} - u_{1-\alpha/2}\right)\right]^{-1}. \qquad (5)$$

Аналогично можно получить общую формулу для вычисления длины временного ряда для индивидуальных значений при условии, что они распределены по нормальному закону с математическим ожиданием μ и дисперсией σ^2:

$$L_1(\delta) = \left[\Phi\left(\delta - u_{1-\alpha/2}\right) - \Phi\left(-\delta - u_{1-\alpha/2}\right)\right]^{-1}. \qquad (6)$$

На первой итерации проектирования, то есть при отсутствии предварительных данных о величине отклонения δ, длина временного ряда зависит только от принятого уровня доверия α и определяется выражением:

$$\overline{L}_1(0) = \alpha^{-1}. \qquad (7)$$

При уровне α = 0,01 в последовательности из 100 замеров в среднем возможен один "ложный сигнал". В зависимости от выбранной длины временного ряда и частоты контроля проектируемых параметров определяется временной период сбора данных.

Дополнительным вспомогательным инструментом для установления длины временного ряда (объема выборки) является соотношение между заданной точностью измере-

ний параметра и фактическим разбросом данных [3]:

$$p\left\{|\Delta y| < \frac{t_T \sigma}{\sqrt{n}}\right\} = p_{дов}, \qquad (8)$$

где Δy – нормированная величина абсолютной погрешности измерения контролируемого параметра; $P_{дов}$ – доверительная вероятность, достаточная для принятия решения, выбирается равной 0,954 (согласно правилу "двух сигм"); t_T – квантиль распределения Стьюдента, определяемый по результатам предварительного эксперимента при доверительной вероятности $P_{дов}$.

Отсюда минимальное число данных временного ряда можно определить по формуле:

$$n = L_2 \geq \left(\frac{t_T \sigma}{\Delta y}\right)^2. \qquad (9)$$

Если погрешность нормируется в виде относительного значения в долях или в процентах, то выражение (9) необходимо преобразовать следующим образом:

$$n = L_2 \geq \left(\frac{t_T C_V}{\delta y_з}\right)^2, \qquad (10)$$

где C_V – коэффициент вариации контролируемого параметра, определенный в ходе предварительного эксперимента; $\delta y_з$ – нормированная величина относительной погрешности измерения контролируемого параметра (в долях).

Таким образом, выбор длины временного ряда подчиняется выражению:

$$L = \max(L_1, L_2). \qquad (11)$$

Целью предварительных процедур является формирование генеральной совокупности данных, представляющих однородные кластеры. На первом этапе предварительного анализа по каждому кластеру необходимо построить контрольные карты индивидуальных (средних) значений по проектируемым показателям согласно [4].

Формирование генеральной совокупности данных по ключевым показателям качества продуктов прядильного производства позволяет приступить к проектированию допустимых границ. Прежде всего необходимо получить состоятельные точечные оценки генеральной совокупности.

Состоятельная оценка математического ожидания генеральной совокупности может быть получена как средневзвешенное значение из математических ожиданий входящих в нее отдельных кластеров:

$$\overline{\overline{Y}} = \sum_{i=1}^{N} \overline{Y_i} L_i \Big/ \sum_{i=1}^{N} L_i, \qquad (12)$$

где $\overline{Y_i}$ – среднее арифметическое i-го временного ряда (кластера данных); L_i – объем данных (длина) i-го временного ряда без учета резко выделяющихся значений; N – количество кластеров, включенных в генеральную совокупность.

Состоятельная оценка среднеквадратического отклонения генеральной совокупности может быть получена только в связи с новым математическим ожиданием генеральной совокупности по формуле:

$$\sigma_0 = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{L_i} \left(Y_{ij} - \overline{\overline{Y}}\right)^2 \Big/ \left[\left(\sum_{i=1}^{N} L_i\right) - N\right]}, \qquad (13)$$

где Y_{ij} – j-е индивидуальное (среднее групповое) значение i-го временного ряда (кластера данных).

Промежуточным этапом установления допустимых границ является определение системного доверительного интервала каждой генеральной совокупности, для определения ширины которого используется понятие интерквартильного размаха, то есть разности между третьим и первым квартилями эмпирического распределения ω_X:

$$\Delta\omega_Y = \left(\omega_{0,75}\right)_Y - \left(\omega_{0,25}\right)_Y, \qquad (14)$$

где $(\omega_{0,75})_Y$ и $(\omega_{0,25})_Y$ – верхний и нижний квартили распределения контролируемого параметра (уровни 0,75 и 0,25 соответственно).

Системный доверительный интервал является мерой ресурса "управляемости" показателя качества продукта при идеальных условиях. Если эмпирическое значение показателя выходит за пределы системного доверительного интервала, то это означает, что объект не подчиняется системным требованиям, то есть проявляет некоторую индивидуальность. Сама же величина отклонения может рассматриваться как мера индивидуальности данного продукта. Использование интерквартильного интервала для установления ограничений на результаты технологического процесса является слишком жестким, поскольку вероятность выхода за эти границы в будущем составляет порядка 50%. Поэтому необходимо установить технологический доверительный интервал. В математической статистике [5] известна методика представления доверительного интервала выборочного распределения "box and whisker" (рис. 2), который является оптимальным для проектирования граничных значений ключевых показателей как с точки зрения установленных требований, так и с точки зрения технологических возможностей.

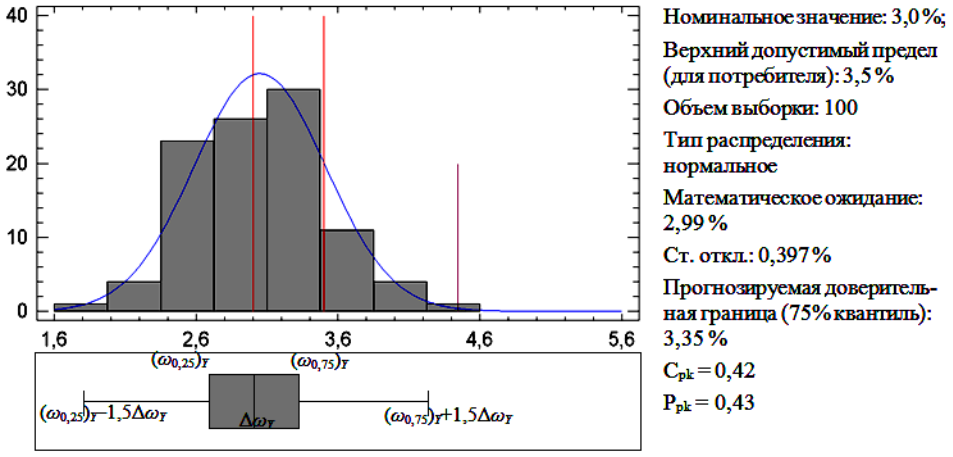


Рис. 2

Согласно предлагаемому решению величина технологического доверительного интервала определяется по формуле:

$$\|\Delta\omega_Y\| = 4\Delta\omega_Y . \qquad (15)$$

Если распределение случайной величины будет стремиться к нормальному закону, то указанный интервал будет содержать 99,3 % всех значений. Допускаемые границы ключевых показателей качества продуктов прядильного производства с учетом расчетных номинальных значений $\|X\|$ можно вычислить по формуле:

$$\begin{aligned} \|Y_{min}\|_B &= \|Y\| - 2\Delta\omega_Y ; \\ \|Y_{max}\|_B &= \|Y\| + 2\Delta\omega_Y . \end{aligned} \qquad (16)$$

Окончательно границы допуска устанавливаются по результатам сопоставления вычисляемых допускаемых границ с требованиями соответствующих нормативных документов (стандартов):

$$\begin{cases} \|Y_{min}\| = \min\left(\|Y_{min}\|_B ; \|Y\|_{НД}\right) - \text{для позитивных показателей;} \\ \|Y_{min}\| = \min\left(\|Y_{min}\|_B ; \|Y\|_{НД}\right) - \text{для негативных показателей,} \end{cases} \qquad (17)$$

где $\|Y\|_{НД}$ – нормативное значение проектируемого показателя качества.

Допускаемые границы играют роль ограничений на индивидуальные или средние значения соответствующего показателя, оп-

ределяемые согласно плану оперативного мониторинга. Выход этих значений за верхнюю или нижнюю границу является сигналом о наличии отклонений в технологическом процессе и необходимости предупреждающих или корректирующих действий (профилактического осмотра или наладки соответствующей единицы оборудования, анализа результативности предыдущих технологических этапов и т.д.). Эти границы также являются критерием необходимости пересмотра структуры нейронной сети или передаточных выражений, используемых для расчета номинальных значений проектируемых показателей [6].

Выпуск продукции в соответствии с рассчитанными допусками представляет собой не конечную цель для производственников и менеджеров, а "начало отсчета" в улучшении качества продукции и технологического процесса. При этом допуски должны последовательно изменяться в сторону ужесточения, отражая фактически достигнутый уровень улучшений.

ВЫВОДЫ

1. Определена последовательность этапов и установлены критерии проектирования допустимых границ определяющих показателей качества продуктов прядильного производства.

2. Получены расчетные выражения для вычисления границ технологического доверительного интервала по определяющим показателям качества продуктов прядильного производства, которые могут быть использованы предприятиями с различным уровнем развития текстильной технологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Матрохин А.Ю., Чистякова Н.Э., Гусев Б.Н.* Определение эффективности технологического процесса // Методы менеджмента качества. – 2005, №11. С. 6...9.

2. *Клячкин В.Н.* Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии. – М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2009.

3. *Севостьянов П.А.* Математические методы обработки данных. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2004.

4. ГОСТ Р 50779.42–99. Статистические методы. Контрольные карты Шухарта.

5. *Nelson L.S.* Evaluating overlapping confidence intervals // Journal of Quality Technology. – Vol. 21, - 1989. PP. 140...141.

6. *Шаломин О.А., Матрохин А.Ю., Шубин А.С.* Проектирование номинальных значений показателей качества текстильных изделий с использованием нейросетевого анализа // Изв. вузов. технология текстильной промышленности. – 2012, №3. С. 18…25.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии ИГТА. Поступила 29.06.12.

УДК 677.024.2

ЧИСТОШЕРСТЯНЫЕ КАМВОЛЬНЫЕ ПРЯЖИ И ТКАНИ

ALL-WOOL WORSTED YARN AND FABRIC

О.В.КАЩЕЕВ, К.Э.РАЗУМЕЕВ, С.Д.НИКОЛАЕВ
O.V. KASHCHEEV, K.E. RAZUMEEV, S.D. NIKOLAYEV

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")
E-mail: nsd@msta.staff.ac.ru

Дана характеристика чистошерстяных камвольных пряж и тканей, вырабатываемых на Брянском камвольном комбинате. Отличительной особенностью данных материалов является то, что впервые в России вы-

рабатываются чистошерстяные камвольные ткани из отечественной пряжи малой линейной плотности.

Characteristic of all-wool worsted yarn and fabric manufactured at "Bryansk Worsted Industrial Complex" has been presented. Distinctive feature of such materials is that for the first time in Russia all-wool worsted fabrics are manufactured from the domestic yarn of light linear density.

Ключевые слова: чистошерстяная пряжа, камвольные ткани, свойства, качество.

Keywords: all-wool yarn, worsted fabrics, properties, quality.

Основную массу шерсти получают от овец (97…98%), некоторое количество от коз (до 2%) и верблюдов (до 1%). Выход шерсти после промывки составляет примерно 50%. Шерстяные волокна состоят из белка кератина. В волокне различают слои – чешуйчатый, корковый, а в некоторых волокнах – сердцевинный. В зависимости от присутствия тех или иных слоев шерсть может быть следующих видов: пух, переходное волокно, ость и мертвый волос.

Шерсть может быть однородной – из волокон преимущественно одного вида (например, пуха) и неоднородной – из волокон разных видов (пуха, переходного волокна и др.). В зависимости от толщины волокон и однородности их состава шерсть подразделяют на тонкую, полутонкую, полугрубую и грубую. Тонкая шерсть – однородная, состоит из тонких волокон пуха. Полутонкая шерсть также однородная, состоит из более толстого пуха или переходных волокон. Полугрубая шерсть может быть однородной и неоднородной и состоит из пуха, переходного волоса и небольшого количества ости. Грубая шерсть – неоднородная, включает все виды волокон, в том числе ость и мертвый волос. Из тонкой и полутонкой шерсти как в чистом виде, так и в смеси с другими волокнами (хлопковыми, вискозными, капроновыми, лавсановыми, нитроновыми) вырабатывают камвольные и тонкосуконные платьевые, костюмные, пальтовые ткани, нетканые полотна, трикотажные изделия, платки, одеяла; из полугрубой и грубой шерсти – грубосуконные пальтовые ткани, валяную обувь, войлоки. Козий пух применяют в основном для платков, трикотажных изделий, а в последнее время – некоторых платьево-костюмных тканей. Верблюжью шерсть используют для производства одеял и национальных изделий в местной промышленности.

Представим характеристику волокон шерсти. Относительная разрывная нагрузка тонкой шерсти 15…19 сН/текс, грубой – 11…15 сН/текс, удлинение при разрыве соответственно 30…50% и 25…35%. Гигроскопичность 17 и 15%, но в отличие от других волокон шерсть медленно поглощает и отдает влагу, оставаясь на ощупь сухой. Волокнам шерсти свойственна сильная набухаемость в воде, при этом площадь поперечного сечения волокна увеличивается на 30…35%. Увлажненное волокно в растянутом состоянии можно зафиксировать сушкой, при последующем увлажнении длина волокна восстанавливается. Неустойчивость к действию щелочей, устойчивость к действию кислот. Последнее свойство учитывается при обработке волокон шерсти раствором серной кислоты с целью удаления из них растительных примесей (этот процесс называется карбонизацией). Большая, чем у хлопка и льна, устойчивость к действию света и погоды. Недостатки: понижение разрывной нагрузки в мокром состоянии примерно на 30%, неустойчивость к действию щелочей, невысокая термостойкость 100…110ºС.

В общем объеме выпуска тканей на долю шерстяных приходится около 8%, однако по количеству артикулов (около 1000), сырьевому составу, строению и видам отделки ассортимент шерстяных тка-

ней отличается большим разнообразием. По сырьевому составу эти ткани делят на чистошерстяные и полушерстяные. К чистошерстяным относят ткани, содержащие 95…100% шерсти (5% других волокон вводят только для получения внешнего эффекта). Шерстяные ткани имеют ряд преимуществ перед другими тканями: обладают самыми высокими теплозащитными свойствами, хорошей формоустойчивостью, малой сминаемостью, благодаря чему незаменимы для изготовления верхней зимней одежды (пальто, костюмов, платьев), и теплых штучных изделий (платков, одеял и др.).

Обновление и расширение ассортимента этих тканей происходят за счет использования модифицированных химических волокон и нитей, фасонной пряжи, многоцветной меланжевой и мулинированной пряжи, добавления козьей шерсти, использования разнообразных переплетений и видов отделки.

Камвольные ткани вырабатывают из гребенной пряжи, состоящей из тонких, полутонких и полугрубых волокон, преимущественно крученой по основе и утку, разной толщины – от 19,2 текс×2 до 140 текс×2. Благодаря применению гребенной крученой пряжи ткани имеют гладкую непушистую поверхность с открытым рисунком переплетения. Для выработки камвольных полушерстяных тканей широко применяют пряжу с синтетическими волокнами – двухкомпонентную с нитроновыми (от 26 до 70%) или полиэфирными волокнами (от 26 до 80%); трехкомпонентную – с нитроновыми и капроновыми волокнами (от 32 до 60%), нитроновыми и полиэфирными (до 75%), полиэфирными и капроновыми (до 55%), а также вискозную пряжу в одной из систем нитей или скрученную с шерстяной или смешанной пряжей. Выпускают ткани с применением текстурированной полиэфирной нити бэлан (до 80%), метанита (до 17%). Большинство камвольных тканей – платьевого и костюмного назначения, но имеются ткани и пальтового назначения.

Костюмные камвольные ткани занимают наибольший удельный вес (около 70%) среди камвольных тканей. Изготовляют их чистошерстяными и полушерстяными. Чистошерстяные ткани вырабатывают из тонкой, полутонкой шерсти, поэтому они мягкие. Вырабатывают только из крученой пряжи и по основе, и по утку различной линейной плотности – 19,2 текс×2÷41,7 текс×2. От камвольных платьевых тканей они отличаются толщиной и поверхностной плотностью (217…374 г/м^2), имеют разнообразное внешнее оформление. Большинство костюмных тканей вырабатывают мелкоузорчатыми (комбинированными), саржевыми переплетениями. Среди чистошерстяных тканей преобладают пестротканые (около 70%), остальные выпускают меланжевыми, мулинированными или гладкокрашеными. Нарядные ткани – с просновками из эффектных модифицированных (профилированных) нитей. Наиболее распространенные камвольные костюмные ткани – бостоны, крепы, шевиот.

Основные показатели наиболее распространенных камвольных костюмных тканей приведены в табл. 1

Таблица 1

Наименование тканей	Показатели
Бостоны	Чистошерстяные ткани из крученой пряжи 31,2 текс×2 по основе и утку саржевого переплетения, гладкокрашеные; поверхностная плотность 340 г/м^2
Трико	Популярные костюмные ткани, чистошерстяные и полушерстяные, в основном с полиэфирными и нитроновыми волокнами. Вырабатывают из крученой пряжи 19,2 текс×2÷25 текс×2 по основе и утку, мелкоузорчатыми (комбинированными) переплетениями с ткацкими или цветными рисунками в полоску, клетку, преимущественно пестроткаными, из меланжевой, мулинированной пряжи, а также гладкокрашеными. Поверхностная плотность 205…332 г/м^2
Крепы	Чистошерстяные ткани из крученой пряжи 16,2 текс×2, 19,2 текс×2 по основе и по утку, мелкоузорчатых (креповых) переплетений, с высокой плотностью, гладкокрашеные; поверхностная плотность 300…352 г/м^2 полушерстяная ткань (63% шерсти) из двухниточной пряжи
Шевиот	Ткани из шерстяной пряжи 41,7 текс, скрученной с хлопчатобумажной пряжей 20,9 текс, саржевого переплетения, гладкокрашеная, по структуре напоминает бостон; поверхностная плотность 310 г/м^2

Таблица 2

Наименование тканей	Показатели
Трико	Полушерстяная ткань с содержанием шерсти 20…50% из смешанной с вискозными волокнами пряжи 56…72 текс по основе и утку или пряжи 56 текс вприкрутку с вискозными нитями 16,6 текс. По виду переплетений и отделке аналогичны трико камвольным. Дополнительно подвергают небольшой валке. По сравнению с камвольными трико имеют более пушистую поверхность и менее выраженный рисунок переплетения. Поверхностная плотность 290…340 г/м ^{2}
Шевиоты	Полушерстяные ткани из смешанной пряжи с вискозными волокнами по основе и утку или из хлопчатобумажной, вискозно-лавсановой пряжи по основе и чистошерстяной или смешанной с вискозными волокнами пряжи по утку. Вырабатывают саржевыми переплетениями с уточным застилом, подвергают умеренной валке, в результате чего лицевая поверхность имеет застил из суконной пряжи
Ткани джинсовые	Полушерстяные ткани с небольшим содержанием шерсти (25…36%) из смешанной трехкомпонентной пряжи с нитроновыми и капроновыми волокнами 84, 100 текс по основе и утку; преимущественно саржевых переплетений, гладкокрашеные, чаще в голубые, синие тона. Поверхностная плотность 328…387 г/м^2

Костюмные тонкосуконные ткани вырабатывают преимущественно полушерстяными, с меньшим, чем в камвольных костюмных тканях, содержанием шерсти (20…70%, чаще до 30%), из смешанной пряжи с вискозными, полиэфирными, нитроновыми, капроновыми волокнами, с применением хлопчатобумажной пряжи, а также шерстяной пряжи вприкрутку с вискозными, капроновыми комплексными нитями. Вырабатывают их саржевыми, мелкоузорчатыми, полотняным переплетениями, обычно подвергают небольшой валке, переплетение хорошо просматривается. Распространены трико, шевиоты, джинсовые, сукна. Основные показатели распространенных тонкосуконных костюмных тканей приведены в табл. 2.

Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

На рис.1…3 приведены фотографии легких элитных тканей спецификации super.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 22.10.12.

УДК 677.051

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЛОЯ ЛЬНОТРЕСТЫ НА ТРАНСПОРТЕРЕ СУШИЛЬНОЙ МАШИНЫ

RESEARCH OF GEOMETRIC INDEXES OF ROTTED STRAW LAYER ON THE DRYING MACHINE CONVEYOR

Э.В. НОВИКОВ, А.В. БЕЗБАБЧЕНКО, Т.П. ЧЕКРЕНЕВА, В.А. РОМАНОВ
E.V. NOVIKOV, A.V. BEZBABCHENKO, T.P. CHEKRENEVA, V.A. ROMANOV

**(Костромской государственный технологический университет,
Всероссийский научно-исследовательский институт механизации льноводств Россельхозакадемии)
(Kostroma State Technological University,
All-Russian Research Institute of Mechanization of Flax Manufacture of Russian Agriculture Academy)**
E-mail: edik1@kmtn.ru

В работе исследованы высота, плотность и растянутость слоя льняной тресты в различных его частях на входе в сушильную машину. Исследования проводились на льнозаводе Костромской области.

Height, density and prolixity of rotted straw layer in its different parts at the input of a drying machine have been researched in the paper. Research was carried out at the flax-scutching mill in Kostroma region.

Ключевые слова: стланцевая льнотреста, номер тресты, высота, плотность и растянутость стеблей в слое.

Keywords: layer flax straw, straw number, height, density and prolixity of stalks in a layer.

Для горизонтальной загрузки характерна неравномерность слоя по толщине – у комлей слой толще, а к вершинам – тоньше [1].

Однако в реальных условиях, когда стебли в горизонтальном слое имеют значительную растянутость, вывод о том, что у комлей слой толще, а у вершин тоньше, может быть подвергнут сомнению [2].

Целью исследований является изучение высоты, плотности и растянутости слоя тресты на входе в сушильную машину (на ее транспортере) в различных частях слоя.

Для достижения поставленной цели на Шолоховском льнозаводе Костромской области были проведены исследования, в которых замерялась высота слоя стланцевой тресты в комлевой, серединной, вершинной час-

тях и его плотность на входе в модернизированную (одноярусную) сушильную машину СКП-9-7ЛМ. Сушильная машина была установлена в линии с мяльно-трепальным агрегатом МТА-1Л, а слой располагался на транспортере в длину стеблей [2].

Исследования проводились на тресте средних № 1,0 и № 0,5, выращенных в Нерехтском и Островском районах Костромской области, сорт льна "Мерилин" и "Могилевский" соответственно. Повторность опытов обеспечивала относительную гарантийную ошибку не более 10%.

Высота комлевой части у тресты № 0,5 изменяется от минимального значения 70 мм, до максимального – 220 мм, высота комлевой части у тресты № 1,0 варьируется от 60 до 170 мм, то есть варьируется существенно. В табл. 1 представлены средние, максимальные и минимальные значения высоты слоя тресты на транспортере сушильной машины для номеров тресты 0,5 и 1,0, а также растянутость стеблей в слое.

Статистический анализ показал, что различия между средней высотой комлей, середин и вершин достоверно незначимы, что, как отмечалось выше, отличается от выводов, сделанных для слоя, в которых стебли идеально выровнены по комлям.

Таблица 1

Номер льнотресты	Средняя горстевая длина стеблей, мм	Среднее, максимальное, минимальное	Высота слоя, мм			Растянутость
			в комлях	в серединах	в вершинах	
1,0	830	средн.	112	118	130	1,4
		макс.	170	200	200	1,8
		мин.	60	70	50	1,2
0,5	690	средн.	138	122	135	2,0
		макс.	220	150	200	2,3
		мин.	70	80	90	1,7

Это объясняется значительной растянутостью стеблей в слое, которая в реальных условиях может составлять более двух (табл. 1), причем она увеличивается с уменьшением номера тресты и ее горстевой длины.

Обобщая результаты замеров, отметим, что максимальная высота стеблей в слое не превышала 220 мм, а минимальная была не менее 50 мм.

В табл. 2 представлены исследования фактических значений максимальных и минимальных средних плотностей слоя тресты по влажной и сухой массе на входе сушильной машины (на ее транспортере).

Таблица 2

Номер льнотресты	Среднее, максимальное, минимальное	кг/м п.	кг/м^2	кг с.м./м. п.	кг с.м./м^2
1,0	средн.	2,8	2,6	2,2	2,0
	макс.	4,3	3,7	3,5	2,9
	мин.	1,9	1,8	1,5	1,4
0,5	средн.	3,2	2,3	2,7	1,9
	макс.	4,7	3,4	3,9	2,9
	мин.	1,8	1,3	1,5	1,1

Следует отметить, что плотность слоя льнотресты на транспортере, полученная настоящими исследованиями входит в интервал, который для горизонтального слоя составляет 2,5÷4,5 кг/м^2.

ВЫВОДЫ

1.Показано, что высота комлей, середин и вершин в слое льнотресты, а также плотность имеют значительный разброс между минимальными и максимальными

значениями, который может различаться более чем в 2…3 раза. Максимальная и минимальная высота слоя стеблей может быть в любой его части.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ковалев М.М., Апыхин П.П.* Энергосберегающая технология сушки льняной тресты // Достижения науки и техники АПК. – 2007, №4. С.29…31.

2. *Новиков Э.В., Безбабченко А.В., Апыхин А.П., Романов В.А.* Изучение высоты слоя тресты на транспортере сушильной машины в зависимости от плотности загрузки, длины стеблей и схемы их расположения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 4. С.29…31.

Рекомендована ученым советом ВНИИМЛ Россельхозакадемии. Поступила 10.09.12.

УДК 677. 2/1

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОЛИ НЕДОРАБОТАННОГО ВОЛОКНА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ЛЬНЯНОЙ ТРЕСТЫ

FORECASTING OF UNFINISHED FIBER SHARE WHILE FLAX STOCK PROCESSING

А.Е. ВИНОГРАДОВА, И.А. РУМЯНЦЕВА, Е.Л. ПАШИН
A.E. VINOGRADOVA, I.A. RUMYANTSEVA, E.L. PASHIN

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

В статье предложен алгоритм прогнозирования доли недоработанных прядей при переработке стланцевой тресты. В его основу заложен учет координат цвета стеблей в цветовой модели RGB, характерных для тресты с показателем отделяемости менее 4.

The algorithm of forecasting of unfinished strands share while processing layer stock has been offered in the article. The account of coordinates of stalks color in RGB color model typical for a stock with a separation index less than 4 has been put in its basis.

Ключевые слова: недоработанные пряди, показатель отделяемости, стланцевая треста, координаты цвета, цветовая модель RGB, алгоритм, изображение участка слоя.

Keywords: unfinished strands, separation index, layer stock, color coordinates, RGB color model, algorithm, layer part image.

Проблема повышения эффективности переработки неоднородного по свойствам льна в настоящее время актуальна и требует решения на основе использования поточного контроля этих свойств и соответствующего изменения режимов работы машин для выделения волокна [1].

Проведенный анализ известных технических решений по контролю свойств текстильной и агропромышленной продукции позволил отметить, что в наше время при интенсивном развитии информационных технологий одним из перспективных решений, на наш взгляд, являются электрон-

но-оптические технологии. Методы, основанные на их применении, отличаются оперативностью анализа, высокой объективностью и информативностью получаемых результатов. Их применение в льняном комплексе подтвердило это заключение [2], [3].

При решении поставленной задачи исходили из того, что показателем качества льняного сырья, от которого зависит уровень "недоработки", являются величина отделяемости волокна от древесины и ее варьирование в потоке стеблей. Была доказана взаимосвязь показателя отделяемости от параметров цветности стеблей тресты, а именно от трех координат цвета R, G, B [4]. При этом установлено, что повышенное содержание костры в получаемом волокне после переработки тресты при требуемом режиме возникает при показателе отделяемости тресты менее 4. Такой уровень соответствует следующим диапазонам координат цвета: для красной составляющей (R) = 170…230, для зеленой (G) = 140…200, для синей (B) = 80…140.

Эти положения позволяют предложить прогнозную оценку доли недоработанного волокна осуществлять на основе отношения суммарной длины участков слоя стеблей, цвет которых соответствует указанным диапазонам значений координат цвета, к общей длине слоя (например, при размотке рулона). Алгоритм такой оценки с учетом того, что изменение цветовых характеристик в каждом из анализируемых участков подчиняется нормальному закону распределения, представлен на рис. 1.

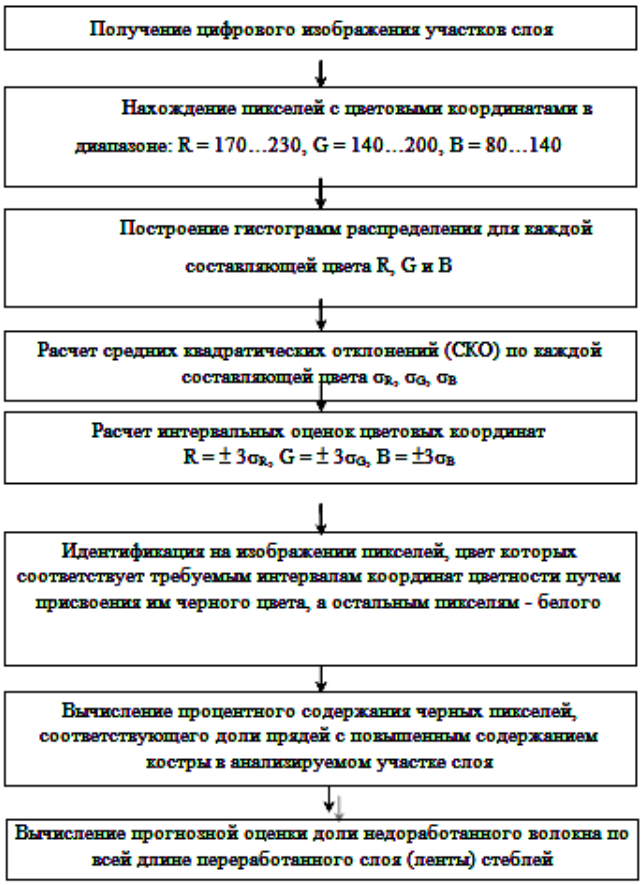
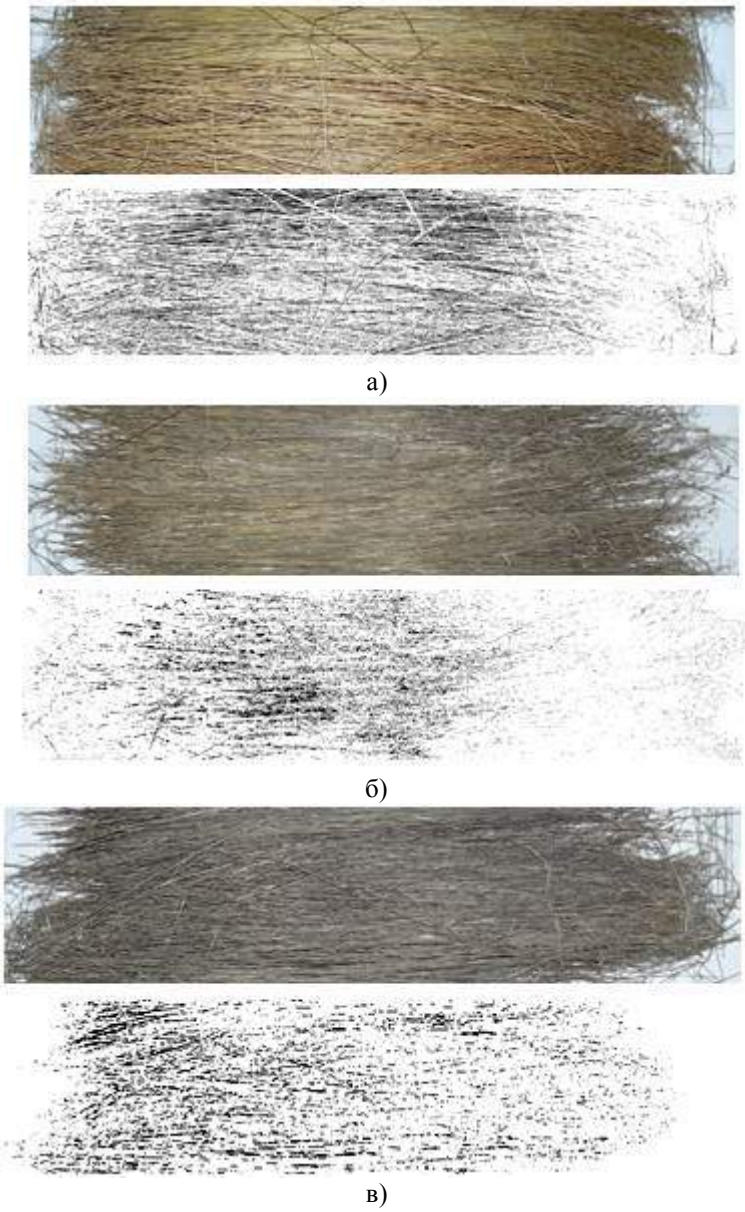


Рис. 1

В соответствии с предложенным алгоритмом первым шагом является получение цветного цифрового изображения участка слоя тресты. Далее на нем выделяются участки с координатами цвета, лежащими в интервалах R=170…230, G=140…200, B=80…140. Практика показала, что разброс цветов в указанном диапазоне доста-

точно широк. Цвет варьируется от зеленого до желто-коричневого, причем каждая партия имеет свои оттенки. Поэтому для их учета необходимо скорректировать цветовые интервалы. Эта процедура включает в себя построение гистограммы распределения спектра цветов для каждой составляющей R, G и B. Используя спектральные распределения, определяем СКО по составляющим цвета σ_R, σ_G и σ_B. Применив правило "трех сигм", рассчитываем доверительные интервалы для каждой составляющей цвета $R=\pm 3\sigma_R$, $G=\pm 3\sigma_G$, $B=\pm 3\sigma_B$. Далее проводят поиск пикселей, координаты цвета которых принадлежат рассчитанным интервалам варьирования цветовых координат. Для упрощения последующих расчетов присваивают участкам изображения, координаты цвета которых находятся в требуемых интервалах, черный цвет, а всем остальным пикселям изображения – белый. После вычисляем процентное содержание черных пикселей по отношению к их общему числу. Проведя такую процедуру применительно ко всему слою льна, находим долю недоработанного волокна.



а)

б)

в)

Рис. 2

Для примера исходные и обработанные изображения тресты с различным показателем отделяемости представлены на рис. 2. Оказалось, что для варианта (а) до-

ля стеблей с показателем отделяемости менее 4 составляет примерно 30%, для варианта (б) – 6%, а для (в) – 3%. По всей длине слоя длина участков, имеющих изображения, сходные с вариантом (а) составляет 15%, с вариантом (б) – 15%, а с вариантом (в) – 42%. Тогда прогнозная оценка А доли недоработанного волокна составит:

$$A = 15 \cdot 0{,}3 + 15 \cdot 0{,}06 + 42 \cdot 0{,}03 = 6{,}66\%.$$

ВЫВОДЫ

1. Предложено прогнозную оценку недоработанного волокна осуществлять на основе учета доли к исходной длине слоя суммарной длины участков слоя стеблей, цвет которых соответствует диапазонам значений координат цвета при показателе отделяемости менее 4.

2. Для идентификации стеблей, при переработке которых будет получено волокно с повышенным содержанием костры, цветное изображение участка слоя корректируют путем присваивания пикселям изображения, координаты цвета которых находятся в интервалах, соответствующих отделяемости менее 4, черного цвета, а всем остальным пикселям – белого.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Пашин Е.Л., Куликов А.В., Румянцева И.А., Виноградова А.Е., Разумеев В.К.* Инструментальные системы оценки технологического качества льна: Монография. – Одинцово: АНОО ВПО "ОГИ", 2010.

2. *Румянцева И.А., Пашин Е.Л.* Повышение эффективности переработки льна в агропромышленном комплексе // Достижения науки и техники АПК. – 2007, №8.

3. *Виноградова А.Е.* Совершенствование метода оценки качества льняной тресты: Дис…. канд. техн. наук. – Кострома, 2005.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 23.11.11.

УДК 677.021.256

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАЖИМА СЛОЯ В ТРАНСПОРТИРУЮЩИХ РЕМНЯХ ТРЕПАЛЬНОЙ МАШИНЫ

MATHEMATICAL MODELLING OF LAYER CLAMPING IN TRANSPORTING BELTS OF A SCUTCHING MACHINE

Н.И.КОВАЛЕНКО, С.Н.РАЗИН, М.С.БУРОВ
N.I. KOVALENKO, S.N. RAZIN, M.S. BUROV

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

Надежность фиксации слоя льна в транспортирующих ремнях трепальной машины зависит от многих факторов, одним из которых является их конструктивное исполнение. Определение рациональной формы и размеров транспортирующих ремней позволит снизить потери длинного волокна в процессе трепания.

Reliability of flax layer fixation in transporting belts of a scutching machine depends on many factors, one of which is their constructive version. Determination of rational form and size of transporting belts will make it possible to decrease the loss of long fiber in the scutching process.

Ключевые слова: транспортирующий ремень, линия сопряжения ремней, сила трения, сила натяжения.

Keywords: a transporting belt, lines of belts coupling, friction force, tension force.

В настоящее время на льнозаводах России в качестве сырья используется стланцевая треста, поступающая на переработку в виде рулонов. Такая технология позволяет упростить и удешевить процесс заготовки льна, но не обеспечивает высокого качества и равномерности свойств получаемой тресты. Она имеет повышенную неровноту как по свойствам стеблей, так и по структуре слоя. Особенности формирования слоя таким способом снижают его пригодность к трепанию. Стебли в слое оказываются смещенными относительно друг друга и относительно линии зажимных транспортеров трепальной машины. Вследствие этого отдельные стебли не попадают под зажим транспортирующих ремней или попадают частично и выпадают в отходы трепания.

Следовательно, в современных условиях актуальной становится задача отыскания технических решений, которые смогли бы снизить эти потери. Решение задачи возможно за счет повышения надежности зажима прядей льна в транспортирующих ремнях транспортирующего механизма трепальной машины. Надежность зажима определяется силами трения между слоем и транспортирующими ремнями, силами давления на слой со стороны нажимных роликов, силами натяжения, возникающими в слое от действия бил трепальных барабанов, а также конструктивным исполнением элементов транспортирующего механизма трепальной машины, в частности, транспортирующих ремней.

В свою очередь сила зажима слоя во многом определяется формой линии сопряжения транспортирующих ремней. Подбор рациональной формы линии сопряжения позволит улучшить надежность фиксации в них прядей льна даже в случае частичного попадания отдельных волокон в зажим транспортирующих ремней трепальной машины. Из соотношения сил зажима слоя и сил натяжения, возникающего в нем, можно судить о надежности его фиксации в любом сечении по длине транспортирующих ремней.

В работе [1] проведено теоретическое исследование сил трения в зажиме транспортирующих ремней агрегата МТА-2Л.

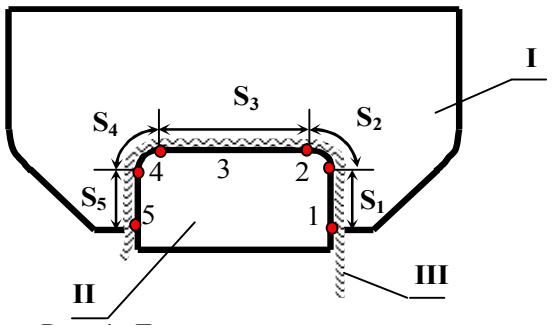


Рис. 1

На рис.1 изображено сечение ремней транспортирующего механизма МТА-2Л со слоем обрабатываемого материала. Слой 3 (в первой секции машины обрабатывается сырец, во второй – льноволокно) зажат в транспортирующих ремнях 1 и 2 (1 – верхний ремень, 2 – нижний ремень) и охватывает поверхность нижнего ремня. Для удобства исследования линия сопряжения данной модели ремней разбита на пять участков. Полученная в работе математическая модель для исследования сил трения слоя, расположенного по всей длине линии сопряжения ремней, имеет следующий вид:

$$F_{mp} = 2f\left[e^{f\pi}\int_0^{\ell_5} q_5(s)ds + e^{f\pi}\int_0^{\pi R/2} q_4(s)e^{-\frac{f}{R}s}ds + e^{\frac{f\pi}{2}}\int_0^{\ell_3} q_3(s)ds + e^{\frac{f\pi}{2}}\int_0^{\pi R/2} q_2(s)e^{-\frac{f}{R}s}ds + \int_0^{\ell_1} q_1(s)ds \right]. \quad (1)$$

Здесь $q_1(s)$, $q_2(s)$, $q_3(s)$, $q_4(s)$, $q_5(s)$ – интенсивность распределенной нагрузки, действующей со стороны ремня 1 на слой 3 на участках 1,2,3,4 и 5; s – дуговая координата; ℓ_1, ℓ_2, ℓ_3 ,ℓ_4 и ℓ_5 – соответственно длина участков линии сопряжения ремней; f – коэффициент трения слоя о каждый из ремней; φ – угол обхвата слоем поверхности нижнего ремня.

Представляет интерес определение сил зажима слоя между ремнями, имеющими другое конструктивное исполнение, линия сопряжения которых имеет иную форму и состоит из прямолинейных, криволинейных участков или их совокупности (рис.2). Для аналитического расчета силы зажима примем некоторые допущения.

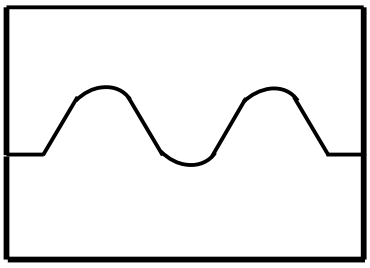


Рис. 2

Обозначим длину каждого из участков через ℓ_i , где i – номер участка. Очевидно, что для криволинейного участка $\ell_i = R_i\alpha_i$, где R_i – радиус кривизны участка; α_i – угол обхвата, выраженный в радианах. Предположим, что закон изменения распределенной нагрузки, действующей со стороны верхнего ремня, на слой известен, а коэффициент трения слоя о каждый из ремней равен f. Определим силу T, необходимую для вытаскивания слоя из зажима между ремнями по всей линии сопряжения ремней:

$$T = \sum_{i=1}^{n} F_{тр_i} , \qquad (2)$$

где $F_{тр_i}$ – сила трения между слоем и ремнями на i-м участке; n – количество участков.

Определение сил трения на прямолинейных участках не представляет трудностей. Если пренебречь весом слоя льнотресты, то:

$$F_{тр_i} = 2f\int_0^{\ell_i} q_i(s)ds , \qquad (3)$$

где $q_i(s)$ – интенсивность распределенной нагрузки, действующей со стороны верхнего ремня на слой на i-м участке; ℓ_i – длина i-го участка.

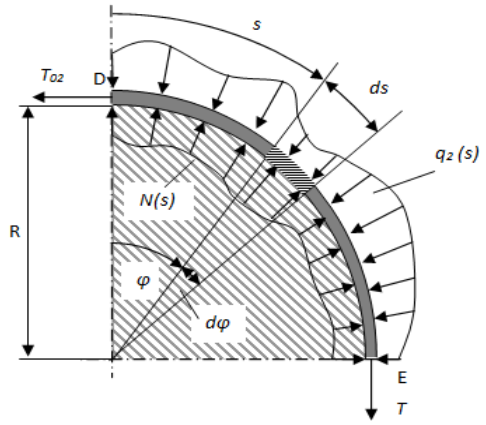


Рис. 3

Используя ранее полученный результат [1], видим, что сила трения на i-м криволинейном участке (рис. 3 – схема сил, действующих на слой на криволинейном участке) может быть найдена по формуле:

$$F_{тр_i} = T - T_{0i} = T_{0i}\left(e^{f\alpha_i} - 1\right) + e^{f\alpha_i}\int_0^{R_i\alpha_i} 2fq_i(s)e^{-\frac{f}{R_i}s}ds = \sum_{j=i+1}^{n} F_{тр_j}\left(e^{f\alpha_i} - 1\right) + e^{f\alpha_i}\int_0^{R_i\alpha_i} 2fq_i(s)e^{-\frac{f}{R_i}s}ds . \qquad (4)$$

Если линия сопряжения ремней состоит только из криволинейных участков, то сила трения будет определяться следующим образом:

$$F_{mp} = \sum_{i=1}^{n} e^{f\alpha_i}\int_0^{R_i\alpha_i} 2fq_i(s)e^{-\frac{f}{R_i}s}ds\left(1 + \sum_{i=1}^{i-1}\left(e^{f\alpha_i} - 1\right)\right) . \qquad (5)$$

Обобщая полученные выше результаты, получим формулу, позволяющую оп-

ределить силу зажима для моделей ремней, линия сопряжения которых состоит из совокупности прямолинейных и криволинейных участков.

Пусть линия сопряжения ремней состоит из m криволинейных участков (очевидно, что $1 \le m \le n$, где n – общее количество участков), y_j – номер j-го криволинейного участка ($1 \le j \le m$) . Тогда формула для расчета силы трения в данном случае будет иметь следующий вид:

$$T = \sum_{i=1}^{n} F_{тр_i} = \sum_{i=1, i \neq y_j}^{n} 2f \int_0^{\ell_i} q_i(s)ds + \sum_{i=1, i=y_j}^{n} e^{f\alpha_i} \int_0^{R_i\alpha_i} 2fq_i(s)e^{-\frac{fs}{R_i}}ds + \sum_{i=1, i=y_j}^{n}(e^{f\alpha_i} - 1)\sum_{j=i+1}^{n} F_{тр_j} . \quad (6)$$

В случае если линия сопряжения ремней состоит только из прямолинейных участков, расположенных друг к другу под некоторыми углами, тогда, полагая, что радиус закругления криволинейных участков стремится к нулю, а силы давления на прядь на этих участках конечны, то в этих формулах членами, содержащими внешнюю распределенную нагрузку, действующую на слой, можно пренебречь. Тогда для этого случая формула для расчета силы трения примет следующий вид:

$$T = \sum_{i=1}^{n} F_{тр_i} = \sum_{i=1, i \neq y_j}^{n} 2f \int_0^{\ell_i} q_i(s)ds + \sum_{i=1, i=y_j}^{n}(e^{f\alpha_i} - 1)\sum_{j=i+1}^{n} F_{тр_j} . \quad (7)$$

Поскольку процесс вычисления сил трения достаточно трудоемкий, с целью облегчения математических вычислений нами был разработан алгоритм и система автоматизированного расчета сил трения слоя в зажиме транспортирующих ремней произвольной формы линии их сопряжения. Система позволяет находить численные значения сил трения как для волокна, попавшего под зажим на всю длину линии сопряжения ремней, так и для случая неполного попадания волокна под зажим.

Результаты расчетов представлены в удобном для анализа виде (рис. 4 – зависимость силы зажима от координаты вдоль линии сопряжения ремней).

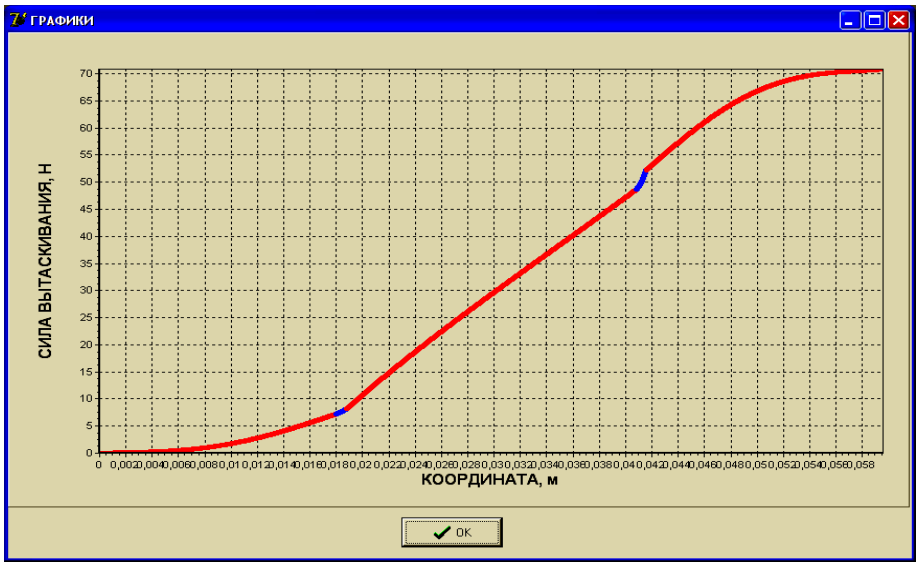


Рис. 4

Особенностью программного продукта является возможность вычисления сил трения для ремней различного конструктивного исполнения. Это даст возможность обоснованно подойти к проектированию транспортирующего механизма трепальной машины, способного надежно фиксировать

пряди льна, что позволит значительно повысить выход длинного волокна.

ВЫВОДЫ

Получена математическая модель и программное обеспечение для расчета сил трения слоя льна, зажатого в транспортирующих ремнях трепальной машины, позволяющие подобрать рациональную их форму с целью повышения надежности фиксации обрабатываемого материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Коваленко Н.И.* Совершенствование транспортирующего механизма трепальной машины: Дис. …канд. техн. наук. – Кострома, 2005.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 18.06.12.

УДК [677.022:677.027.653]:677.017.3

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФЛОКИРОВАННОЙ НИТИ ПО ПЛОТНОСТИ ВОРСА

DEVELOPMENT OF THE METHOD OF DESIGNING OF A FLOCK THREAD BY PILE DENSITY

З.Р. СЦЕПУРЖИНСКАЯ, К.Э. РАЗУМЕЕВ
Z.R. STSTPURZHINSKAYA, K.E RAZUMEEV

(Московский государственный текстильный университет им. А. Н. Косыгина)
(Moscow State Textile University "A. N. Kosygin")
E-mail: office@msta. ac. ru

Разработан метод проектирования флокированной нити по плотности ворса, включающий: геометрические модели упаковок волокон и коэффициенты заполнения флокированной поверхности ворсом; концепцию оценки степени доступности поверхности стержневой нити для флока с учетом геометрии ворса на ее цилиндрической поверхности; математические модели для определения теоретически возможной плотности ворса, в том числе с учетом наклона волокна и угла наклона ворса для оценки эффективности флокирования; программу для ЭВМ "Оптимизация плотности ворса".

The method of designing of a flock thread by pile density has been developed, including: geometrical models of fiber packages and coefficients of filling the flock surface with pile; concept of estimation of the degree of rod thread surface availability for flock subject to pile geometry on its cylinder surface; mathematical models for determination theoretically possible pile density, particularly subject to fiber incline and angle of pile slope for estimation of flocking efficiency; the computer program "Optimization of pile density".

Ключевые слова: электрофлокирование, проектирование, флокированная нить, плотность ворса, геометрические модели.

Keywords: electric flocking, designing, a flocking thread, pile density, geometrical models.

Специфическая характеристика флокированных материалов – плотность ворса (количество волокон на 1 мм^2 поверхности, 1/мм^2) – определяет их качество и оптимальность самого процесса электрофлокирования. Теория образования ворсового покрова [1], разработанная профессором Бершевым Е. Н., на которой базируется

технология флокирования, подразумевает знание максимальной и заданной (или действительной) плотности ворса еще до получения флокированной нити, поэтому актуально разработать метод расчета максимальной плотности ворса теоретически на стадии ее проектирования.

Относительная площадь $S_{от}$ (%) – доля общей площади флокируемой поверхности, закрытая закрепившимися волокнами, нанесенными на 1мм^2 поверхности флокированного материала с клеем, – рассчитывается по формуле, приведенной в [1]:

$$S_{от}=nS_0\cdot 100=\frac{\pi d^2}{4}n\cdot 100(\%), \quad (1)$$

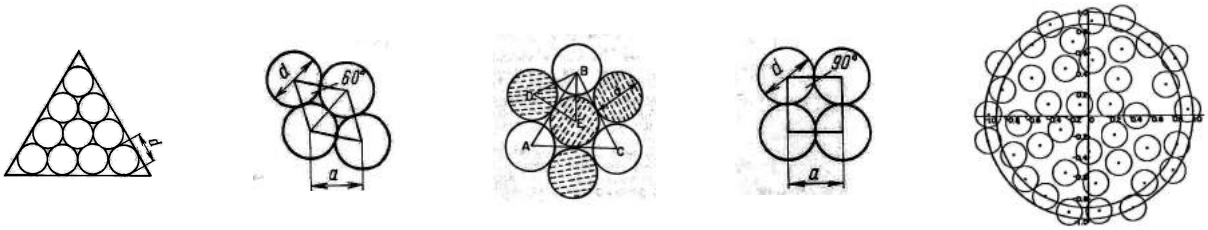
где n – плотность ворса флокированного материала, 1/мм^2; S_0 – площадь нормального сечения волокна флока, мм^2; d – диаметр флока, мм.

Величина $S_{от}$ характеризует густоту ворса и имеет практическое значение, позволяя сравнивать относительные площади, занятые ворсом для флокированных материалов с разными размерами волокон.

Для теоретического расчета максимальной плотности ворса вводим характеристику – коэффициент заполнения $K_З$ [2], измеряемый в долях единицы и отражающий теоретически возможную максимальную долю общей площади, занятую волокнами флока (без учета их наклона, считаем волокно цилиндрическим), закрепившимися в клеевом слое флокированного материала. Таким образом, для расчета теоретически возможной максимальной плотности ворса по формуле (2) требуется знание коэффициента заполнения $K_З$:

$$n_{max}=\frac{K_З}{S_0}(1/мм^2). \quad (2)$$

В литературе нет единого мнения, каким образом считать коэффициент заполнения, а от его величины зависит теоретический расчет максимальной плотности ворса, а также важных технологических параметров – расхода флока и производительности флокаторов. Коэффициент заполнения рассчитывается теоретически, например, исходя из принятого вида упаковки волокон, отражающей гипотетическое расположение ворсинок согласно принятой схеме без учета их наклона. Это может быть треугольная упаковка: верхняя оценка (рис. 1-а, б) [1] и нижняя оценка (рис. 1-в, где удаленными следует считать заштрихованные круги) [3],[4] или квадратная решетка (рис. 1-г) [1].



а) б) в) г) д)

Рис. 1

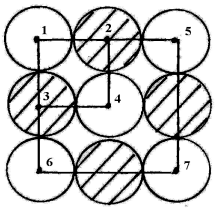
В [5] максимальную плотность ворса n_{max} определяли в инвариантном виде методом Монте-Карло на ЭВМ – методом последовательных генераций в круге единичного радиуса случайных точек, представляющих центры ворсинок (рис. 1-д).

В табл. 1 приведены формулы расчета максимальной плотности ворса и соответствующие им коэффициенты заполнения $K_З$ для перечисленных выше гипотетических моделей (строки 1…4) и значения теоретически возможной максимальной плотности ворса n_{max} (1/мм^2), рассчитанные по формуле (2) для флока диаметром 0,019 мм.

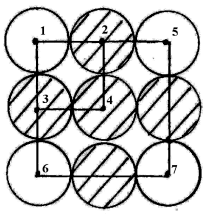
Таблица 1

№ п/п	Вид упаковок волокон	Формулы для расчета плотности ворса	$K_З$, доли единицы	n_{max}, 1/мм^2
1	Треугольная решетка (верхняя оценка)	$n''_{max} = \frac{1}{2}\frac{\pi}{\sqrt{3}}\left(\frac{\pi d^2}{4}\right)^{-1}$ (3)	0,907	3130
2	Треугольная решетка (нижняя оценка)	$n'_{max} = \frac{\pi}{6\cdot\sqrt{3}}\left(\frac{\pi d^2}{4}\right)^{-1}$ (4)	0,302	1046
3	Аналитическое вычисление S' по методу Монте-Карло на ЭВМ	$n_{max} = S'\left(\frac{\pi d^2}{4}\right)^{-1}$ (5)	0,585	2019
4	Квадратная решетка (плотная упаковка)	$n_{max} = \frac{\pi}{4}\cdot\left(\frac{\pi d^2}{4}\right)^{-1}$ (6)	0,785	2709
5	Квадратная решетка не плотная (верхняя оценка)	$n''_{max} = \frac{\pi}{8}\cdot\left(\frac{\pi d^2}{4}\right)^{-1}$ (7)	0,392	1353
6	Квадратная решетка не плотная (нижняя оценка)	$n'_{max} = \frac{\pi}{16}\cdot\left(\frac{\pi d^2}{4}\right)^{-1}$ (8)	0,196	707

В работе [6] экспериментально обосновано, что для полиамидного флока длиной 1 мм и диаметром 0,019 мм фактическая плотность ворса флокированной нити при оптимальном флокировании составляет примерно 1000…1050 1/мм^2, что в два или три раза меньше теоретически рассчитанных значений (табл.1, строки 1,3,4). Фактически достижимая плотность ворса флокированной нити при оптимальном флокировании аналогичным флоком на разработанной экспериментальной установке составила в среднем 600…650 (1/мм^2) [2]. Столь существенную разницу между теоретическими и фактическими плотностями объясняют действием различных факторов, снижающих плотность ворса и, в том числе, наклонным закреплением ворсинок [1]. Следовательно, коэффициенты заполнения, полученные на основе рассмотренных схем упаковок волокон и сами схемы, не могут рассматриваться как универсальные при расчете теоретической максимальной плотности ворса. Поэтому для верхней и нижней оценок возможного расположения волокон предложим упаковки, показанные на рис. 2-а, б, где удаленными следует считать заштрихованные круги, схематично представляющие сечения волокон флока. Такое удаление не оставит места для закрепления других волокон того же диаметра при бесконечно малом уменьшении сторон квадрата 1567 (рис. 2-а, б), в вершинах которого располагаются ворсинки. Назовем такую упаковку квадратной не плотной, в отличие от упаковки, показанной на рис. 1-г.



а)



б)

Рис. 2

Значения теоретической максимально-возможной плотности ворса для волокон с указанным выше диаметром, расположенных в квадратной не плотной решетке, показаны в табл. 1 (строки 5,6). Таким образом, предложенная геометрическая модель плотности ворса в виде квадратной не плотной решетки и определенные на ее основе коэффициенты заполнения $К_З$ позволяют рассчитать максимальную теоретическую плотность ворса в диапазоне реальных значений.

Исследования [1], [4] показывают, что в процессе полета до заданной плоскости (покрытой клеем стержневой нити или полотна) волокно совершает колебательные движения, поэтому его траектория не совсем совпадает с направлением силовых линий электрического поля, то есть волокно не полностью ориентировано вдоль силовых линий. Кроме того, возможны взаимные столкновения волокон при внедрении в клеевой слой и другие возмущающие явления. Все это приводит к тому, что волокно закрепляется в клеевом слое с некоторым средним не равным нулю углом $\overline{\varphi}$.

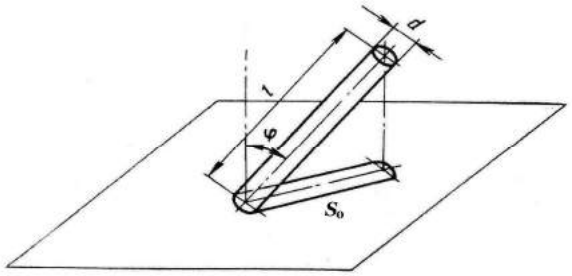


Рис. 3

Таким образом, особенность состоит в том, что их конечная ориентация фиксируется в клеевом слое и характеризуется средним углом закрепления волокон $\overline{\varphi}$ (рис. 3) – углом между вертикалью к поверхности нанесения ворса и осью волокна – и зависит от технологического режима флокирования. Средний угол наклона волокон $\overline{\varphi}$, отражающий их способность к ориентации в данном электрическом поле, зависит также от электропроводности волокон и может меняться посредством различных химических обработок. Чем он меньше, тем волокна располагаются более радиально по отношению к боковой поверхности стержневой нити и соответственно больше плотность нанесения ворса.

Теория образования ворсового покрова [1], помимо вычисления коэффициента заполнения $К_З$, требует вычисления площади проекции наклонно закрепленного волокна. Площадь S_0 ($мм^2$), занятая одним волокном, имеющим угол наклона φ, определяется как площадь проекции волокна (рис. 3) по формуле (9) [1]. Для плоских флокированных материалов такая концепция вычисления площади проекции, занятой наклонным волокном, вполне оправдана, хотя утверждение, что на проекции закрепленного волокна не может произойти закрепления новых волокон [1], не является строгим [7]. Тогда теоретически возможную максимальную плотность ворса n_{max} ($1/мм^2$) с учетом наклона волокна находим по формуле (10).

Из формулы (11) получено выражение для нахождения расчетного среднего угла наклона волокон $\overline{\varphi}_{расч}$ по имеющейся плотности ворса и геометрическим размерам волокон флока (d – диаметр волокна флока, мм; ℓ – длина волокна флока, мм) [1].

В случае, если флокированный материал – нить, необходимо учитывать геометрию ворса на ее цилиндрической поверхности. Так как при флокировании нити волокна ворса располагаются радиально по отношению к поверхности стержневой нити и диаметр стержневой нити с клеем сравним или в разы и десятки раз меньше длины волокна флока, то концепция расчета проекции закрепленного волокна отличается от предыдущей для плоского флокированного материала. Радиальное расположение волокон на цилиндрической боковой поверхности при учете вышеизложенного допускает размещение других волокон на площади проекции наклонного волокна, как если бы оно было расположено на плоскости. Принимаем за максимально возможное не заполняемое расстояние между соседними ворсинками при флокировании нити расстояние, равное диаметру волокна флока d [2]. С учетом этого допущения для вычисления площади

проекции закрепленного волокна, характеризующей степень доступности поверхности флокируемой нити для волокон флока, вместо длины волокна берем его диаметр. Тогда формула (9) принимает вид (12), а формула (10) – вид (13), из которой можно получить выражение (14) для нахождения угла наклона φ волокна по имеющейся плотности ворса n и диаметру d волокна флока. Имеющиеся и разработанные математические модели для определения площади проекции наклонного волокна S_0, максимальной теоретической плотности ворса n_{max} и угла наклона φ волокна ворса показаны в табл. 2.

Таблица 2

Математические модели для плоского флокированного материала	Разработанные математические модели для флокированной нити
$S_0 = d\ell\sin\varphi + \cos\frac{\pi d^2}{4}\cos\varphi$ (9)	$S_0 = d^2\sin\varphi + \frac{\pi d^2}{4}\cos\varphi$ (12)
$n_{max} = \frac{K_З}{S_0} = \frac{K_З}{d\ell\sin\varphi + \frac{\pi d^2}{4}\cos\varphi}$ (10)	$n_{max} = \frac{K_З}{S_0} = \frac{K_З}{d^2\sin\varphi + \frac{\pi d^2}{4}\cos\varphi}$ (13)
$\varphi = \arcsin\frac{\frac{K_З}{n}\ell + \frac{\pi d}{4}\sqrt{\frac{\pi^2}{16}d^4 + \ell^2 d^2 - \frac{K_З^2}{n^2}}}{d\ell^2 + \frac{\pi^2 d^3}{16}}$ (11)	$\varphi = \arcsin\frac{K_З - \frac{\pi}{4}\sqrt{\frac{\pi^2 d^4 n^2}{16} + d^4 n^2 - K_З^2}}{nd^2 + \frac{\pi^2 d^2 n}{16}}$ (14)

Разработанные на основе выдвинутой концепции оценки степени доступности поверхности флокируемой нити для волокон флока математические модели (12)…(14) проверим экспериментально. При оптимальных параметрах флокирования была наработана флокированная нить линейной плотности 270 текс, в которой в качестве ворса был использован полиамидный флок линейной плотности 0,33 текс со средней длиной ℓ = 1,0 мм и диаметром d = 0,019 мм. Фактическая средняя плотность ворса флокированной нити составила n = 570 1/мм^2. Рассчитанный по формуле (14) с коэффициентом заполнения, равным $K_З$ = 0,196, определенным по (8), угол $\overline{\varphi}$ наклона волокон ворса равен 10,6 град; угол $\left|\overline{\varphi}_Э\right|$, найденный прямым измерением по фотографиям, составил 10,2 град [2], что практически соответствует расчетному углу.

На основе зависимостей (10) и (13) разработана программа "Оптимизация плотности ворса" на ЭВМ в вычислительной среде MathCAD, предназначенная для проектирования флокированных полотен и нитей по плотности ворса с учетом предполагаемого среднего угла наклона флока, его геометрических размеров (длины с учетом заглубления в клеевом слое, диаметра), линейной плотности, плотности вещества флока и коэффициента заполнения [8].

ВЫВОДЫ

1. Разработанные геометрические модели плотности ворса в виде квадратной не плотной решетки и определенные на ее основе коэффициенты заполнения (0,392 – верхняя оценка; 0,196 – нижняя оценка) флокированной поверхности волокнами ворса позволяют рассчитать теоретически возможную максимальную плотность ворса в диапазоне реальных значений на стадии проектирования флокированной нити.

2. Выдвинутая концепция оценки степени доступности поверхности нити для волокон флока и математические модели, полученные на ее основе, позволяют проектировать флокированную нить по показателю плотности ворса при предполагаемом угле наклона волокна флока, а также решать обратную задачу – по имеющейся плотности ворса и диаметру флока, при максимально возможном не заполняемом

волокнами пространстве между соседними волокнами, равным их диаметру, вычислять средний угол закрепления ворса и по его величине оценивать эффективность процесса флокирования нити.

3. Разработанная программа "Оптимизация плотности ворса" обеспечивает проектирование флокированных полотен и нитей по показателю плотности ворса с учетом среднего угла наклона волокон флока, его геометрических размеров, плотности вещества и коэффициента заполнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бершев Е.Н.* Электрофлокирование (нанесение ворса в электрических полях). – М.: Легкая индустрия, 1977.

2. *Сцепуржинская З.Р.* Разработка и исследование технологии флокированной нити: Дис….канд. техн. наук. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2011.

3. *Семенов В. А., Бершев Е. Н.* К определению максимальной плотности ворсового покрова с учетом геометрии и статистических характеристик ансамбля волокон в производстве нетканых материалов методом электрофлокирования // Новые полимерные материалы и материаловедение в легкой промышленности. – М., 1978. С. 17…24.

4. *Бершев Е. Н.* Физические основы технологии электрофлокирования. – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1984.

5. *Семенов В. А.* Максимальная плотность ворсового покрова, достижимая методом электрофлокирования // Текстильная промышленность. – 1981, № 12. С. 39…40.

6. *Грачева Л. С.* Исследование и разработка физико-технологических основ процесса нанесения ворса на поверхность нитеподобных материалов: Дис….канд. техн. наук. – Л.: ЛИТЛП им. С.М. Кирова, 1980.

7. *Семенов В. А.* Теория и практика электрофлокирования. – М.: Изд-во ВЗПИ, 1992.

8. *Сцепуржинская З. Р.* Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2010616145 Оптимизация плотности ворса. 17 сентября 2010 г.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 23.05.12.

УДК 677.017.31:004.9

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРОВНОТЫ СМЕСОВОЙ ЛЬНОПОЛИЭФИРНОЙ ПРЯЖИ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА ПРЯДЕНИЯ

RESEARCH OF IRREGULARITY OF BLENDED FLAX-POLIESTER ROTOR SPUN YARN

А.С. ДЯГИЛЕВ, А.Г. КОГАН, П.В. МУРЫЧЕВ
A.S. DYAGILEV, A.G. KOGAN, P.V. MURYCHEV

(Витебский государственный технологический университет)
(Vitebsk State Technolodical University)
E-mail: vstu@vstu.by

В статье приведены результаты исследования влияния параметров технологического процесса пневмомеханического прядения на неровноту смесовой льнополиэфирной пряжи на оборудовании фирмы "RIETER".

The results of research of the influence of parameters of spinning rotor process on the irregularity of blended flax-polyester yarn on "RIETER" company equipment are presented in the article.

Ключевые слова: пневмомеханическое прядение, неровнота, линейная плотность, разрывная нагрузка.

Keywords: open end spinning, yarn irregularity, linear density, breaking load.

Важной качественной характеристикой пряжи является неровнота, характеризующая непостоянство физико-механических свойств по длине. Из-за неровноты продуктов прядения увеличивается обрывность, снижается производительность, ухудшаются свойства и внешний вид пряжи, ткани, трикотажа, нетканых материалов. Перечисленное делает актуальной задачу исследования неровноты продуктов прядения и улучшения ее качественных характеристик. Многие свойства пряжи взаимосвязаны, так, например, с увеличением неровноты по линейной плотности растет неровнота по разрывной нагрузке, в связи с этим определяющим видом неровноты является неровнота по линейной плотности.

Соединение в составе многокомпонентной смесовой пряжи волокон с различными свойствами позволяет получить изделия, обладающие комплексом свойств, присущих волокнам составляющих компонентов. Большой интерес представляет соединение в многокомпонентной пряже химических и натуральных волокон. Такая пряжа обладает повышенными прочностными характеристиками и хорошими гигиеническими свойствами. При этом на неровноту многокомпонентной смесовой пряжи оказывают влияние как параметры технологического процесса прядения, так и различающиеся физико-механические характеристики волокон смеси.

В условиях РУПТП "Оршанский льнокомбинат" на поточной линии фирмы RIETER сотрудниками кафедры ПНХВ ВГТУ разработана технология производства смесовой льнополиэфирной пряжи. На рис. 1 приведена схема технологического процесса получения льнополиэфирной пряжи пневмомеханического способа формирования.

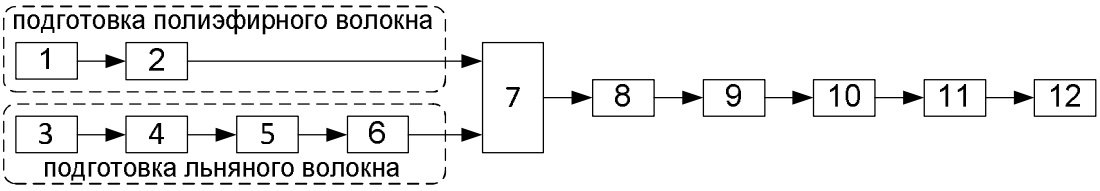


Рис. 1

Полиэфирные волокна (рис. 1) из кип загружаются в питатель-смеситель 1 (B34S ZK), обеспечивающий разрыхление волокнистого материала. В питателе 2 (UNIstore A78) происходит подготовка волокнистого материала, который затем подается в камеру дозатора 7 (UNIblend A81). Котонизированное льняное волокно через кипоразрыхлитель 3 (UNIfloc A11) и систему пневмотранспорта поступает на смеситель 4 (UNImix B71), где происходит перемешивание волокнистого продукта. Разрыхленное волокно поступает на очиститель 5 (UNIflex B60), который обеспечивает очистку и дробление комплексов льняных волокон в свободном состоянии. Посредством конденсора 6 (A21) льняное волокно поступает в камеру дозатора 7 (UNIblend A81), где производится дозирование смеси волокон в пропорции: 60% - льняное волокно; 40% - полиэфирное волокно. Очиститель 8 (UNIstore A78) обеспечивает подготовку смеси волокон к чесанию. Смесь волокон поступает на чесальную машину 9 (C60), агрегированную с лентоукладчиком 10 (CBA-5). Далее лента подается на ленточную машину 11 (RSB D40), где происходит сложение и утонение продукта. После этого лента поступает на пневмомеханическую прядильную машину 12 (R40), на которой происходит формирование льнополиэфирной пряжи.

Исследования неровноты по линейной плотности наработанной льнополиэфирной пряжи проводили емкостным методом в лабораторных условиях кафедры ПНХВ

ВГТУ на установке для тестового контроля качества продуктов прядения USTER TESTER 5-S800 [1], которая позволяет рассчитать ряд стандартных статистических характеристик исследуемой пряжи и экспортировать показания датчика в форматы, пригодные для дальнейшей обработки на ЭВМ. Показания емкостного датчика соответствуют среднему значению линейной плотности продукта прядения на отрезке, равном длине пластин емкостного датчика. Для исследования данных о линейной плотности льнополиэфирной пряжи использовались возможности языка статистических вычислений R [2].

Использование параметрических статистических методов для оценки физико-механических свойств продуктов прядения не всегда обосновано, так как их физико-механические свойства могут не подчиняться модельным законам распределения, например: нормальному, логнормальному, и т.д.

Оценка плотности распределения вероятностей с помощью гистограммы дает весьма ограниченные возможности для ее изучения, поэтому для исследования эмпирического закона распределения использовали непараметрические методы ядерной оценки функции плотности распределения [3]. Суть этих методов заключается в аппроксимировании функции распределения суммой элементарных функций-"ядер", что позволяет получить адекватные модели для оценки качественных показателей физико-механических свойств продуктов прядения.

При исследовании пряжи использовался датчик с пластинами длиной $\ell_0 = 8$ мм. На рис. 2 приведена диаграмма масс для льнополиэфирной пряжи пневмомеханического способа прядения линейной плотностью 50 текс, наработанной при частоте вращения дискретизирующего барабанчика 7500 мин$^{-1}$ и крутке 850 кр/м, также показана сглаженная скользящим средним на метровых отрезках.

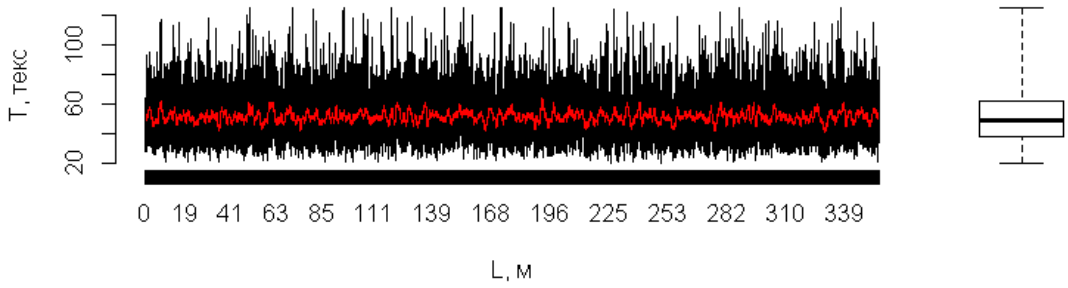


Рис. 2

Установлено, что распределение линейной плотности пряжи по длине имеет положительный коэффициент асимметрии и не соответствует стандартным модельным распределениям.

На рис. 3 приведена ядерная оценка плотности распределения линейной плотности льнополиэфирной пряжи пневмомеханического способа прядения, выработанной при тех же значениях технологических параметров, полученная методом Парзена-Розенблатта с использованием гауссова ядра. Доверительные интервалы с вероятностью 0,95 построены бутстреп-методом [4] с использованием выборки из 49149 значений и 1000 итераций.

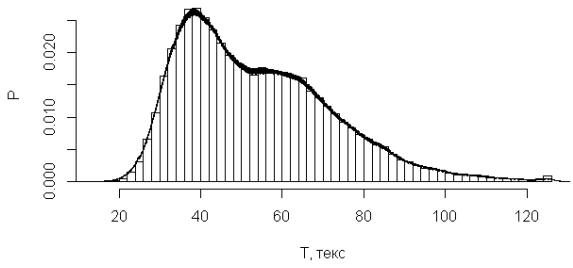


Рис. 3

Установлено, что наиболее часто встречающееся значение (мода) линейной

плотности пряжи меньше ее среднего значения. То есть чаще всего среди значений линейной плотности встречается значение 38,6 текс при номинальной линейной плотности 50 текс. При этом распределение имеет положительный коэффициент асимметрии, то есть удлиненный правый хвост, что объясняется наличием в пряже непсов и утолщений, имеющих различную линейную плотность.

По результатам проведенного эксперимента, при котором заправочная крутка изменялась в диапазоне от 750 до 950 кр/м, интервал варьирования 100 кр/м; частота вращения дискретизирующего барабанчика изменялась в диапазоне от 6500 до 8500 мин$^{-1}$, интервал варьирования 1000 мин$^{-1}$, была получена статистически значимая регрессионная модель (p-value=0,04, R^2=0,87) для модального значения линейной плотности y наработанных образцов:

$$y = -419{,}9359 + 0{,}04320516x_1 + 0{,}5312596x_2 - 2{,}874e\text{-}06x_1^2 - 2{,}995e\text{-}04x_2^2, \qquad (1)$$

где x_1 - частота вращения дискретизирующего барабанчика, мин$^{-1}$; x_2 - заправочная крутка, кр/м. На рис. 4 приведен график линий равного уровня поверхностей отклика для модели (1).

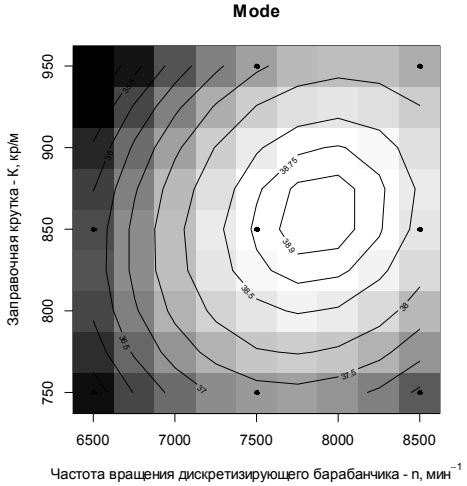


Рис. 4

Установлено что образец, наработанный при частоте вращения дискретизирующего барабанчика 7500 мин$^{-1}$ и крутке 850 кр/м, имеет модальное значение линейной плотности, наиболее близкое к среднему значению.

На рис. 5 приведены поле рассеяния и линии равного уровня ядерной оценки функции плотности распределения для разрывной нагрузки и разрывного удлинения льнополиэфирной пряжи линейной плотностью 50 текс, выработанной при частоте вращения дискретизирующего барабанчика 6500 мин$^{-1}$ и заправочной крутке 850 кр/м. Между разрывной нагрузкой и разрывным удлинением наблюдается статистически значимая корреляция (r=0,74; p-value= 2E-06).

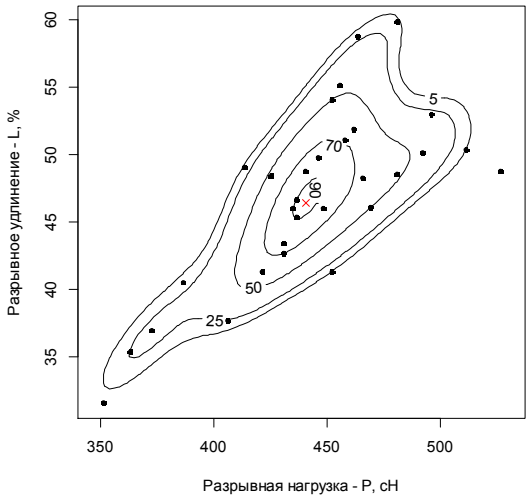


Рис. 5

Внешняя линия равного уровня (рис. 5) ограничивает 95%-ную доверительную область совместного распределения разрывной нагрузки и разрывного удлинения. Наиболее вероятное сочетание разрывной нагрузки и разрывного удлинения (P=440,4 cH, L=46,4%) представляет собой моду их совместного распределения. Таким образом, ядерная оценка плотности распределения позволяет исследовать совместные вероятностные характеристики комплекса физико-механических свойств.

ВЫВОДЫ

1. Проведены исследования и получены результаты, характеризующие влияние параметров процесса пневмомеханического прядения на неровноту смесовой льнополиэфирной пряжи.

2. Применение непараметрической оценки плотности распределения при исследовании линейной плотности льнополиэфирной пряжи предоставляет инструмент для оценивания и оптимизации ее качественных показателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Uster Tester 5: Application Handbook. – Uster, 2007.

2. R Development Core Team (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL http://www.r-project.org/.

3. *Орлов А.И.* Прикладная статистика. – М.: Экзамен, 2004.

4. *Эфрон Б.* Нетрадиционные методы многомерного статистического анализа. – М.: Финансы и статистика, 1988.

Рекомендована кафедрой ПНХВ ВГТУ. Поступила 18.10.12.

УДК 677.052.94

РАСПРАВЛЕНИЕ ЗАГНУТЫХ КОНЦОВ ВОЛОКОН В ПРОЦЕССЕ ВЫТЯГИВАНИЯ

STRAIGHTENING OF BENT FIBER ENDS IN THE DRAFTING PROCESS

И. Ю. ЛАРИН
I.YU. LARIN

(Ивановская государственная текстильная академия)
(Ivanovo State Textile Academy)
E-mail: nir_igta@mail.ru

В статье описан универсальный вытяжной прибор, меняя настройки которого, можно плавно изменять движение волокон в пределах от первого до второго вида. Аналитическим путем найдено необходимое условие для осуществления расправления переднего и заднего загнутых концов волокна в процессе вытягивания.

The universal drafting unit is described in the article; it gives the opportunity to vary fibers shifting smoothly within the limits from the first drafting type to the second one by changing options. The necessary condition for straightening the forward and back bent fiber ends in drafting process has been analytically found.

Ключевые слова: вытяжной прибор, вид движения волокон, загнутые концы волокон, вытяжка.

Keywords: a drafting unit, a drafting type, fibers bent ends, drafting.

Анализ движения волокон в поле сил трения вытяжного прибора, выполненный в работах [1], [2], позволил создать новый способ утонения волокнистого продукта и вытяжной прибор для его осуществления [3].

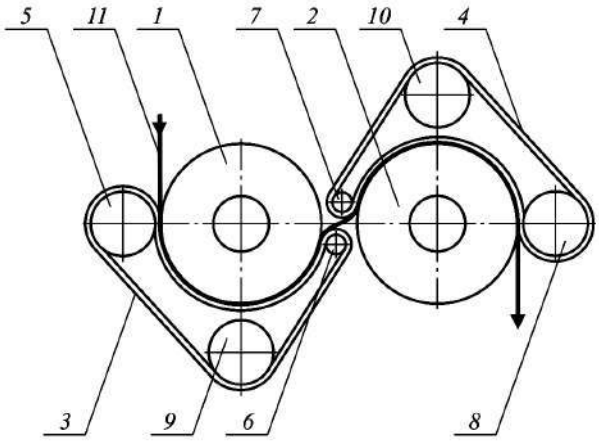


Рис. 1

Разработанный вытяжной прибор (рис. 1) состоит из питающего цилиндра 1 и вытяжного цилиндра 2, ремешков 3, 4, заправленных на направляющие ролики 5…8 и натяжные ролики 9, 10. Утоняемый продукт 11 зажимается между цилиндром и ремешком в питающей и вытяжной парах и вытягивается за счет разницы скоростей этих пар. Меняя настройки вытяжного прибора, можно плавно менять место перехода волокон со скорости питающей пары на скорость вытяжной пары в пределах от первого до второго вида движения.

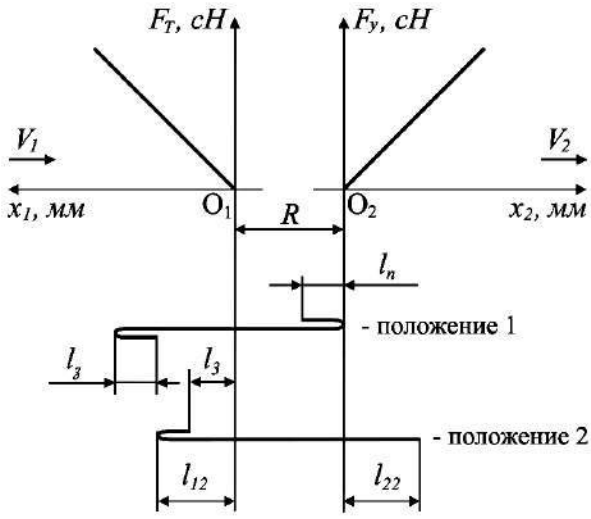


Рис. 2

Рассмотрим движение через вытяжное поле этого вытяжного прибора неизвитого одиночного волокна длиной ℓ с загнутыми концами $\ell_п$, $\ell_з$ (рис. 2). Найдем условия расправления волокна без учета его механических свойств.

Расправление переднего загнутого конца волокна начнется в тот момент времени, когда оно войдет во взаимодействие с выпускной парой (рис. 2, позиция 1), и должно закончиться не позднее момента перехода волокна на скорость выпускной пары.

Длительность расправления переднего загнутого конца составляет:

$$t_п = \frac{2\ell_п}{V_2 - V_1}. \qquad (1)$$

За это время питающая пара переместит волокно вдоль поля вытягивания на величину:

$$\ell_1 = V_1 t_п. \qquad (2)$$

Длина переднего конца волокна в зажиме выпускной пары за время $t_п$ составит:

$$\ell_2 = \ell_п + \ell_1. \qquad (3)$$

С учетом выражений (1) и (2) и известного соотношения $E = V_2 / V_1$ формула (3) примет вид:

$$\ell_2 = \ell_п \frac{E+1}{E-1}. \qquad (4)$$

На рис. 2, позиция 2, волокно изображено в момент равенства действующих на него тормозящей и увлекающей сил:

$$F_T(\ell_{12}) = F_y(\ell_{22}). \qquad (5)$$

В следующий момент времени увлекающая сила $F_y(x)$, превысит тормозящую силу $F_T(x)$, и волокно перейдет на скорость выпускной пары.

Передний конец волокна полностью расправится в зажиме выпускной пары в том случае, если будет выполняться условие:

$$\ell_{22} \geq \ell_2;$$
$$\ell_{22} \geq \ell_{\text{п}} \frac{\text{E}+1}{\text{E}-1}. \qquad (6)$$

Величина ℓ_{22} находится из уравнения (5) с учетом соотношения:

$$\ell_{12} = 1 - \text{R} - \ell_{\text{з}} - \ell_{22}. \qquad (7)$$

Подставляя (7) в (5), получим уравнение:

$$\text{F}_{\text{T}}(1 - \text{R} - \ell_{\text{з}} - \ell_{22}) = \text{F}_{\text{y}}(\ell_{22}). \qquad (8)$$

Соотношения (6) и (8) дают достаточные условия расправления переднего загнутого кончика волокна.

Длительность расправления заднего загнутого кончика волокна составляет:

$$\text{t}_{\text{з}} = \frac{2\ell_{\text{з}}}{\text{V}_2 - \text{V}_1}. \qquad (9)$$

За это время питающая пара переместит задний конец волокна вперед на величину:

$$\partial\ell_{11} = \text{V}_1 \text{t}_{\text{з}}. \qquad (10)$$

С учетом выражения (9) и известного соотношения $\text{E} = \text{V}_2 / \text{V}_1$ формула (10) примет вид:

$$\ell_{11} = \frac{2\ell_{\text{з}}}{\text{E}-1}. \qquad (11)$$

Задний конец волокна полностью расправится в зажиме питающей пары в том случае, если будет выполняться условие:

$$\ell_{\text{з}} \geq \ell_{11};$$

$$\ell_{\text{з}} \geq \frac{2\ell_{\text{з}}}{\text{E}-1}. \qquad (12)$$

Из рис. 2, позиция 2, имеем:

$$\ell_{\text{з}} = \ell_{12} - \ell_{\text{з}}. \qquad (13)$$

Условие полного расправления заднего конца волокна в зажиме питающей пары с учетом выражения (13) примет вид:

$$\ell_{12} \geq \ell_{\text{з}} \frac{\text{E}+1}{\text{E}-1}. \qquad (14)$$

Подставляя (7) в (14), получим:

$$\ell_{22} \leq 1 - \text{R} - \ell_{\text{з}} \frac{2\text{E}}{\text{E}-1}. \qquad (15)$$

Объединим неравенства (6) и (15):

$$\ell_{\text{п}} \frac{\text{E}+1}{\text{E}-1} \leq \ell_{22} \leq 1 - \text{R} - \ell_{\text{з}} \frac{2\text{E}}{\text{E}-1}. \qquad (16)$$

При выполнении двойного неравенства (16) для решения ℓ_{22} уравнения (8) происходит расправление переднего и заднего концов волокна.

Из неравенства (16) следует необходимое условие:

$$\text{E} \geq \frac{1 - \text{R} + \ell_{\text{п}}}{1 - \text{R} - \ell_{\text{п}} - 2\ell_{\text{з}}}. \qquad (17)$$

Неравенство (17) дает минимальную вытяжку, при которой возможно полное расправление загнутых концов волокна. При этом обязательно должно выполняться условие

$$1 - \text{R} - \ell_{\text{п}} - 2\ell_{\text{з}} > 0. \qquad (18)$$

В Ы В О Д Ы

Аналитическим путем найдено необходимое условие для осуществления полного расправления переднего и заднего загнутых концов волокна в процессе вытягивания.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Ларин И. Ю.* Анализ движения волокон в поле сил трения вытяжного прибора // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №3. С. 42…45.

2. *Ларин И. Ю.* Силовой анализ процесса вытягивания. Статья депонирована ООО "Легпроминформ" № 4057 – ЛП, 2002.

3. *Ларин И. Ю., Савинов Е.Р., Зельдин Ю. Р.* Способ утонения волокнистого продукта и вытяжной прибор для его осуществления. Патент РФ № 2023067, 1994.

Рекомендована кафедрой технологии текстильных изделий. Поступила 27.03.12.

УДК 677. 021.163

РАСЧЕТ ДЛИНЫ СЪЕМА ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА РЕГЕНЕРАЦИИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ

CACLULATION OF LENGTH OF THE REMOVAL ZONE OF A FIBROUS MATERIAL FOR INCREASING THE EFFECIENCY OF REGENERATION OF TEXTILE WASTE

В.Д. ФРОЛОВ, С.П. ШВИДКЫЙ
V.D. FROLOV, S.P. SHVYDKYJ

(Ивановская государственная текстильная академия)
(Ivanovo State textile Academy)
E-mail: ttp@igta.ru

В статье рассмотрен процесс расчета длины съема волокнистого материала. Автор решает поставленную задачу, когда не предполагается равенство радиусов приемного и передающего барабанов.

The process of calculation of the removal zone length of a fibrous material has been considered in the article. The author solves the task when equality of radii of a taker-in and transmitting drum is not expected.

Ключевые слова: расчет, процесс, волокнопереход, радиус, поверхность, регенерация.

Keywords: calculation, a process, fiber transition, radius, surface, regeneration.

Механика процесса разъединения волокнистых фрагментов отрезков ткани и других волокнистых структур зубьями гарнитур пильчатых барабанов имеет черту, сходную с процессом перехода волокон с одной кардной поверхности на другую. Сходство заключается в том, что в двух этих процессах переход волокнистого материала с одной кардной поверхности на другую происходит через некоторую условную линию, перпендикулярную, называемую дугой съема [1].

Ранее [2] подобная задача решалась в частном случае, когда радиусы приемного и передающего барабанов были приняты одинаковыми. Ниже задача решается в

общем виде, когда не предполагается равенство радиусов приемного и передающего барабанов.

Для определения интенсивности волокноперехода необходимо определить размеры зоны взаимодействия. В [1], [3], [4] эту величину называли дугой съема волокна. Введение этого понятия позволяет довольно точно определить геометрические характеристики волокноперехода. Ниже предлагается упрощенная методика расчета дуги взаимодействия, развивающая идеи [1], [3], [4].

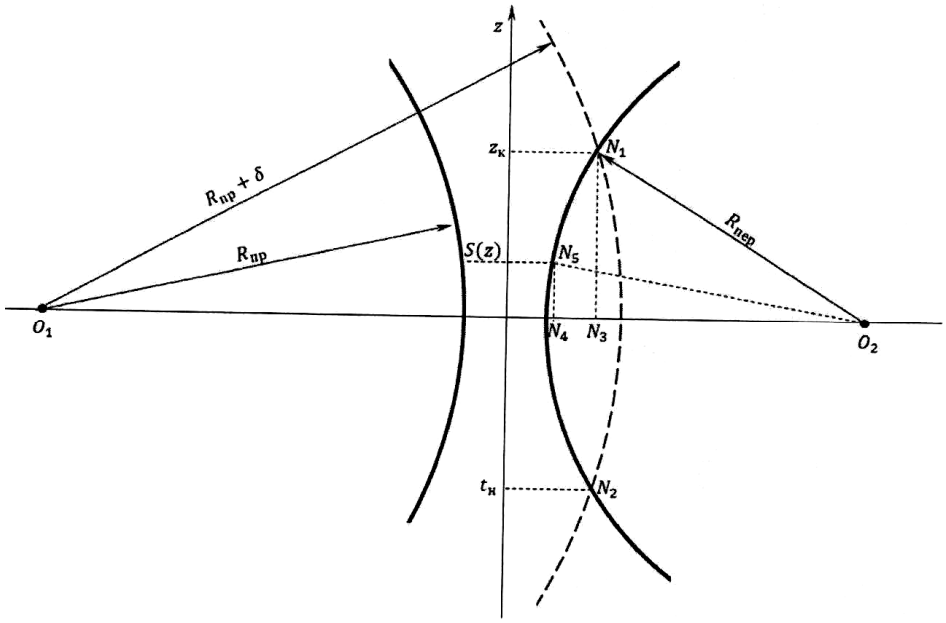


Рис. 1

Обозначим через $R_{пр}$ и $R_{пер}$ радиусы приемного и передающего барабанов (рис. 1 – графическое представление расчета длины съема). Пусть прямая O_1O_2 соединяет центры барабанов, а точка О на этой прямой определяет середину минимального расстояния между барабанами. Ось O_Z, перпендикулярная прямой O_1O_2, служит для определения разводки между барабанами S(z). Минимальное значение S(z) обозначим через S_0. Обозначим через δ расстояние, на которое выступают волокна от вершин зубьев. Граничными точками соприкосновения зубьев передающего барабана с волокном являются точки N_1 и N_2 пересечения окружностей радиуса $R_{пр} + \delta$ из точки O_1 и радиуса $R_{пер}$ из точки O_2. Проекции точек N_1 и N_2 на ось O_Z обозначим через $z_н$ и $z_к$ соответственно. Длину зоны взаимодействия обозначим через $\ell_п$. Из треугольника $O_1N_1O_2$ следует, что:

$$R_{пр} + S_0 + R_{пер} = \sqrt{(R_{пр} + \delta)^2 - 0{,}25\ell_п^2} + \sqrt{R_{пр}^2 - 0{,}25\ell_п^2}\,. \qquad (1)$$

Для упрощения расчета перенесем $\sqrt{(R_{пр} + \delta)^2 - 0{,}25\ell_п^2}$ в левую часть соотношения (1):

$$R_{пр} + S_0 + R_{пер} - \sqrt{(R_{пр} + \delta)^2 - 0{,}25\ell_п^2} = \sqrt{R_{пр}^2 - 0{,}25\ell_п^2}\,. \qquad (2)$$

Далее возведем правую и левую части уравнения (2) во вторую степень:

$$(R_{пр}+S_0+R_{пер})^2-2(R_{пр}+S_0+R_{пер})\sqrt{(R_{пр}+\delta)^2-0{,}25\ell_п^2}+(R_{пр}+\delta)^2-0{,}25\ell_п^2=R_{пр}^2-0{,}25\ell_п^2. \quad (3)$$

Преобразуем далее равенство (3):

$$(R_{пр}+S_0+R_{пер})^2+(R_{пр}+\delta)^2-R_{пр}^2=2(R_{пр}+S_0+R_{пер})\sqrt{(R_{пр}+\delta)^2-0{,}25\ell_п^2}. \quad (4)$$

Возводим в квадрат правую и левую части соотношения (4):

$$\left[(R_{пр}+S_0+R_{пер})^2+(R_{пр}+\delta)^2-R_{пр}^2\right]=4(R_{пр}+S_0+R_{пер})^2\left[(R_{пр}+\delta)^2-0{,}25\ell_п^2\right] \quad (5)$$

Для определения $\ell_п$ проведем следующее преобразование (5):

$$\frac{\left[(R_{пр}+S_0+R_{пер})^2+(R_{пр}+\delta)^2-R_{пр}^2\right]^2}{4(R_{пр}+S_0+R_{пер})^2}=(R_{пр}+\delta)^2-0{,}25\ell_п^2.$$

Следовательно, длина дуги взаимодействия определяется следующим базовым соотношением:

$$\ell_п=2\left\{(R_{пр}+\delta)^2-\frac{\left[(R_{пр}+S_0+R_{пер})^2+(R_{пр}+\delta)^2-R_{пр}^2\right]^2}{4(R_{пр}+S_0+R_{пер})^2}\right\}^{0,5}.$$

Полученная зависимость является весьма громоздкой и может быть упрощена, если принять во внимание, что разводка и длина кончиков ткани, выступающих из гарнитуры, малы по сравнению с радиусами барабанов. Следовательно, принимая условия:

$$R_{пр} >> \delta;\ R_{пр}+R_{пер} >> S_0,$$

линеаризуем следующие выражения:

$$(R_{пр}+\delta)^2 \approx R_{пр}{}^2+2R_{пр}\delta;$$
$$(R_{пр}+S_0+R_{пер})^2 \approx (R_{пр}+R_{пер})^2+2(R_{пр}+R_{пер})S_0.$$

Таким образом:

$$\ell_п=2\left\{R_{пр}^2+2R_{пр}\delta-\frac{(R_{пр}+R_{пер})^2+2(R_{пр}+R_{пер})S_0+R_{пр}^2+2R_{пр}\delta-R_{пр}^2}{4\left[(R_{пр}+R_{пер})^2+2(R_{пр}+R_{пер})S_0\right]}\right\}^{0,5}. \quad (6)$$

Преобразовывая это соотношение для $\ell_п$, окончательно находим, что:

$$\ell_п=2\left\{R_{пр}^2+2R_{пр}\delta-0{,}25\left[(R_{пр}+R_{пер})^2+2(R_{пр}+R_{пер})S_0+2R_{пр}\delta\right](R_{пр}+R_{пер})^{-2}\right\}. \quad (7)$$

Таким образом, была определена длина зоны съема волокна и показана ее зависимость от радиусов приемного и передающего барабанов.

ВЫВОДЫ

С помощью вычисления длины дуги взаимодействия были проведены оценки длины разгона участка отрезка ткани, находившегося на пильчатой поверхности приемного барабана, при его захвате зубьями гарнитуры следующего (передающего) пильчатого барабана.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Труевцев Н.И., Свидерский Р.В.* Уравнение массообмена волокон и изменение загрузки кардных поверхностей в дуге взаимодействия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1973, № 1. С. 43…44.

2. *Красик Я.М.* Исследование процесса очистки волокна приемным узлом шляпочной чесальной машины: Дис...канд. техн. наук. – Иваново, 1985.

3. *Борзунов И.Г.* Теория и практика кардочесания хлопка. – М.: Легкая индустрия, 1969.

4. *Ворошилов В.А.* Процесс кардочесания на шляпочных и валичных машинах // Текстильная промышленность. – 1951, № 11. С. 39…40.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 01.06.12.

УДК 677.023

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОСТИ ПРОЦЕССА ШЛИХТОВАНИЯ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРЯЖИ*

ESTIMATION OF TENSION OF SIZING PROCESS OF COTTON YARN

М.В. НАЗАРОВА, В.Ю. РОМАНОВ
M.V. NAZAROVA, V.YU. ROMANOV

**(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,
Камышинский технологический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета)
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin";
Kamyshin Technological Institute (the Branch of)
Volgograd State Technical University)**
E-mail: ttp@kti.ru

В статье приведены результаты экспериментальных исследований уровня повреждаемости нитей при осуществлении технологического процесса шлихтования.

The results of experimental research of the level of damage of fibers during technological process of sizing have been presented in the article.

Ключевые слова: повреждаемость, пряжа.

Keywords: damageability, yarn.

На современных ткацких фабриках, оборудованных автоматическими ткацкими станками и станками новых типов, качество подготовки основы и утка имеет исключительно важное значение для повышения производительности труда и оборудования. Процессам перематывания, снования и шлихтования должно быть уделено большое внимание.

Физико-механические свойства основных и уточных нитей должны быть такими, чтобы обеспечить требования, предъявляемые к ткани, а также обеспечить высокопроизводительную работу машин и станков ткацкого производства и непрерывность производственного процесса. Для того чтобы обеспечить эти требования, необходимо нити, предназначенные для основы и утка, подготовить для переработки на ткацком станке. Одним из таких процессов подготовки нитей является технологический процесс шлихтования основных нитей.

Для получения пряжи высокого качества необходимо на шлихтовальном обору-

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук С.Д. Николаева.

довании установить оптимальные заправочные параметры.

Для того чтобы оценить условия шлихтования нитей основы, нужно произвести расчет напряженности работы шлихтовального оборудования.

Для оценки напряженности работы шлихтовального оборудования в данной работе предлагается использовать теорию длительной прочности В.В. Москвитина.

В.В. Москвитин предложил для оценки напряженности работы оборудования использовать критерий длительной прочности (коэффициент повреждаемости).

Коэффициент повреждаемости нити основы по критерию В.В. Москвитина применяется для описания сложного напряженного состояния заправки и имеет следующий вид:

$$\eta = (m+1)\int_0^t (t-\tau)^m \frac{d\tau}{t^{(1+m)}[\sigma(\tau)]},$$

где t – время до разрушения; m – экспериментально определяемая постоянная, характеризующая предысторию нагружения; $t[\sigma(\tau)]$ – экспериментально определяемая функция эквивалентного напряжения σ.

Смысл коэффициента повреждаемости заключается в том, что до начала процесса он равен 0, а при разрушении 1.

В работах В.П. Щербакова и С.Д. Николаева использован степенной закон, связывающий напряжение нити и время разрушения нити в виде:

$$t = B\sigma^{-b},$$

где B и b – эмпирически определяемые величины.

Здесь степенную зависимость следует интерпретировать не как физическую закономерность, а лишь как удобную для расчетов аппроксимацию. При использовании критерия Москвитина приходится формулировать условия разрушения в терминах и понятиях сплошной среды, не учитывая природы разрушения. В этом случае подход к решению задачи является чисто механическим. Физический смысл величин B и b неясен, так как они просто являются эмпирическими коэффициентами.

С учетом степенной зависимости коэффициент повреждаемости нити основы по критерию В.В. Москвитина принимает следующий вид:

$$\eta = \frac{1+m}{B^{1+m}}\int_0^t (t-\tau)^m \sigma^{(1+m)b}(\tau)dt.$$

При расчете повреждаемости нитей и пряжи необходимо вычислять напряжения в волокне. Как показал в своей работе проф. В.П. Щербаков, рассматривая напряжение как внутреннюю силу, приложенную к волокну, а не к нити со свободным пространством между волокнами, определять напряжение в нити и пряже как отношения силы к площади поперечного сечения пряжи нельзя, так как нагрузку воспринимают только волокна, а в эту формулу площади входят и воздушные пустоты в нити. Поэтому нужно учесть лишь площадь волокон, попадающих в поперечное сечение нити, принимая во внимание и расположение волокон под углом к оси нити. Предпочтительно использовать удельное напряжение как силу, отнесенную к массе единицы длины.

На основании этого целесообразно при расчете повреждаемости нити по критерию длительной прочности Москвитина напряжение определять следующим образом:

$$\sigma = \frac{F\lambda}{T}.$$

Таким образом, формула определения коэффициента повреждаемости будет выглядеть следующим образом:

$$\eta = \frac{1+m}{B^{1+m}}\int_0^t (t-\tau)^m (F\lambda/T)^{(1+m)b}(\tau)dt,$$

где F – натяжение основных нитей в форме регрессионного уравнения изменения натяжения нити от времени нагружения в виде тригонометрического полинома Фурье, сН; λ – значение объемной плотности нитей, мг/ мм^3; T – линейная плотность

нитей, текс; m, b, B – эмпирические коэффициенты, характеризующие вязкоупругие параметры нитей; t, τ – время, с.

Для определения коэффициента повреждаемости нитей целесообразно использовать ЭВМ. Для этого разработан алгоритм автоматизированного расчета, порядок расчета которого выглядит следующим образом.

1). Ввод исходных данных (значения натяжения нити за цикл нагружения нити , полученных с помощью тензометрической установки, эмпирические коэффициенты B и b, полученные из опытов на длительную прочность, а параметр m – на разрывной машине с постоянной скоростью нагружения для различных нитей, а также технологические параметры процесса шлихтования, с помощью которых определяем общее время нагружения нитей при переработке их на шлихтовальном оборудовании).

2). Расчет коэффициентов тригонометрического ряда Фурье для получения математической модели зависимости натяжения нитей от времени нагружения.

3). Расчет повреждаемости нитей за один цикл нагружения для технологического процесса шлихтования на основе теории длительной прочности Москвитина.

Разработку автоматизированного расчета повреждаемости нитей на основе теории длительной прочности В.В. Москвитина на ПЭВМ проводим, используя программу MathCad.

С целью апробации разработанного алгоритма были проведены экспериментальные исследования повреждаемости пряжи при проведении технологического процесса шлихтования [4].

Базой для исследования являлся шлихтовальный отдел ООО "Текстильная компания Камышинский ХБК". Объектом исследования служила хлопчатобумажная пряжа (табл. 1 – техническая характеристика исследуемой пряжи) линейной плотностью 29 текс, обрабатываемая шлихтой на шлихтовальной машине ШБ-11/140-1.

Таблица 1

Наименование показателя	Значение
Вид волокна	хлопок
Номинальная линейная плотность пряжи, текс	29
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	11,9
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	13,8
Показатель качества (не менее)	0,88

При проведении экспериментальных исследований для получения диаграмм натяжения нитей при шлихтовании хлопчатобумажной пряжи линейной плотностью 29 текс на машине ШБ-11/140-1 была установлена скорость шлихтования на рабочем ходу 50 м/мин.

В качестве средства исследования для измерения значений натяжения нитей был выбран экспресс-диагностический прибор ТТП-2008, с помощью которого проводилась запись натяжения пряжи во время шлихтования. На шлихтовальной машине в динамических условиях исследовалось натяжение нитей по глубине заправки.

Схема расположения точек на машине ШБ-11/140-1, в которых проводились измерения натяжения нитей основы линейной плотностью 29 текс при помощи экспресс-диагностического прибора ТТП-2008, представлена на рис. 1.

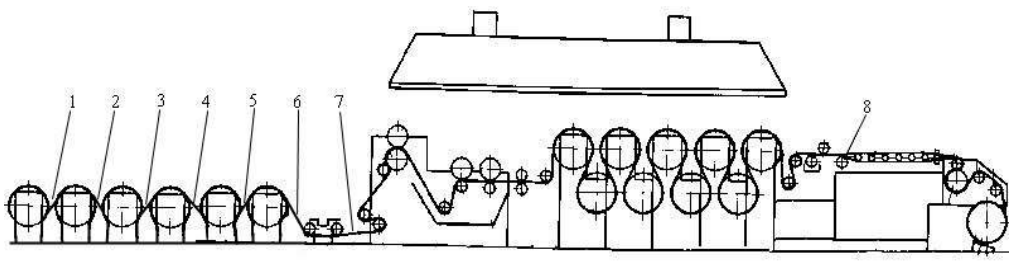


Рис. 1

С помощью экспресс-диагностической установки получены значения натяжения нити. Для статистической обработки полученных данных информация экспортировалась в электронную таблицу Excel. После обработки были получены диаграммы натяжения нити (рис. 2 – диаграмма изменения натяжения нитей основы линейной плотностью 29 текс на машине ШБ-11/140-1).

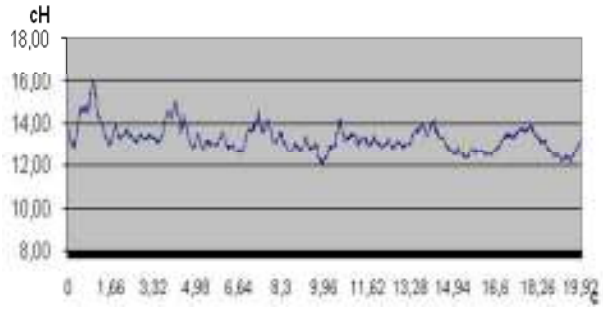


Рис. 2

Полученные значения натяжения нитей вводим в разработанную в среде программирования MathCad программу на ПЭВМ и получаем математические модели зависимости натяжения нитей от времени шлихтования в виде тригонометрического полинома Фурье [1], [2], [3] . Значения вязкоупругих параметров m, b, B для хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 29 текс берем из [5], [6]. Математические модели подставляем в формулу В.В. Москвитина и определяем значения коэффициента повреждаемости нитей основы при шлихтовании за один цикл нагружения.

Результаты расчета критерия повреждаемости Москвитина за один цикл нагружения сводим в табл. 2.

Таблица 2

№ опыта	Зона	η
1	После 1-го валика	0,312
2	После 2-го валика	0,315
3	После 3-го валика	0,278
4	После 4-го валика	0,323
5	После 5-го валика	0,324
6	После 6-го валика	0,329
7	После площадки обслуживания	0,305
8	Перед ценовым полем	0,316

Из табл. 2 видно, что наибольшую повреждаемость нити основы при шлихтовании их на машине ШБ-11/140-1 испытывают в зоне 6.

Исследования, проведенные на кафедре ткачества МГТУ им. А.Н. Косыгина, показали, что:

1) при $\eta<0,25$ – процесс протекает в спокойных условиях;

2) при $\eta = 0,25 – 0,5$ – процесс проходит в довольно напряженных условиях;

3) при $\eta = 0,5 – 0,75$ – процесс возможен, но наблюдается повышенная обрывность нитей (примерно в 2 раза);

4) при $\eta = 0,75 – 1$ – процесс возможен, но резко увеличивается обрывность нитей (примерно в 5 раз);

5) при $\eta > 1$ – процесс практически невозможен.

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено, что хлопчатобумажная пряжа линейной плотностью 29 текс, перематываемая на шлихтовальной машине ШБ-11/140-1 на ООО "ТК "КХБК", находится в довольно напряженных условиях, вследствие чего на ткацких станках ошлихтованная пряжа в данных технологических условиях перерабатывается с повышенной обрывностью нитей.

Следовательно, необходимо пересмотреть технологический процесс шлихтования и установить такой оптимальный режим, где повреждаемость нитей будет минимальной. Причем рекомендуется в качестве критерия оптимизации использовать коэффициент повреждаемости нитей основы, полученный на основе расчета критерия длительной прочности Москвитина совместно с предложенным в данной работе автоматизированным методом расчета повреждаемости нитей по реальному закону нагружения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Назарова М.В., Березняк М.Г.* Использование интерполяционного полинома Чебышева для анализа натяжения нитей основы // Фундаментальные исследования. – 2006, №12. С. 72…73.

2. *Назарова М.В., Березняк М.Г.* Использование математического метода приближения функций с применением полинома Бесселя при анализе техно-

логических процессов ткацкого производства // Успехи современного естествознания. – 2006, №12. С. 91…93.

3. *Назарова М.В.* Эффективность использования различных полиномов при исследовании натяжения нитей по переходам ткацкого производства // Технология текстильной промышленности. – 2007, №2. С. 48…50.

4. *Назарова М.В., Березняк М.Г.* Исследование уровня повреждаемости нитей основы на шлихтовальной машине в условиях ООО "ТК "КХБК" // Современные проблемы науки и образования. – 2009, №-5. С. 109…112.

5. *Назарова М.В., Романов В.Ю.* Исследование многоцикловых и полуцикловых характеристик нитей до и после ткачества // Современные проблемы науки и образования. – 2010, №6. С. 89…94.

6. *Николаев С.Д.* Прогнозирование технологических параметров изготовления тканей заданного строения и разработка методов их расчета: Дис. … докт. техн. наук. – М., 1988.

Рекомендована кафедрой технологии текстильного производства КТИ (филиал) ВГТУ. Поступила 01.09.11.

УДК 677. 024.1

МЕТОДИКА РАСЧЕТА УРАБОТОК НИТЕЙ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ ОДНОСЛОЙНОЙ ТКАНИ ПО ЕЕ ЗАПРАВОЧНЫМ ДАННЫМ И ВЫСОТЕ ВОЛНЫ ИЗГИБА ОСНОВЫ

METHOD OF CACLULATION OF RUNNER LENGTH ON A HORIZONTAL PLANE OF A SINGLE-LAYER FABRIC BY ITS FILLER DATA AND HEIGHT OF WARP BENDING WAVE

Г.И. ТОЛУБЕЕВА
G.I. TOLUBEEVA

(Ивановская государственная текстильная академия)
(Ivanovo State Textile Academy)
E-mail: ttp@igta.ru

Предложена методика расчета уработок (извитостей) нитей основы и утка в горизонтальной плоскости однослойной ремизной ткани по ее заправочным данным и высоте волны изгиба основы, найденной по микросрезу ткани. Рассчитываются координаты центров перекрытий раппорта переплетения ткани, выполняется построение горизонтальных проекций осей нитей основы и утка.

The method of calculation of runner length of warp and weft on a horizontal plane of a single layer sheltered fabric by its filler data and height of warp bending wave, found by the fabric micro section, has been offered. The coordinates of the centers of repeat intersections the fabric interweaving are calculated, horizontal projections of the warp and weft axes are plotted.

Ключевые слова: методика, уработка, извитость, горизонтальная плоскость, основа, уток, однослойная ткань, ремизное переплетение, заправочные данные, изгиб, высота, микросрез, пересечка, координаты перекрытий, горизонтальные проекции.

Keywords: a method, runner length, crimp, a horizontal plane, warp, weft, single layer fabric, sheltered interweaving, filler data, bend, height, micro section, crossing, intersections coordinates, horizontal projections.

В [1] предложено уработки (извитости) нитей основы и утка однослойных ремизных тканей рассчитывать по известным заправочным данным ткани и высоте волны изгиба основы как функции углов наклона прямолинейных отрезков нитей основы и утка в пересечках нитей противоположных систем, учитывать при этом уработку нитей во фронтальной и горизонтальной плоскостях; изложена методика расчета уработки (извитости) нитей во фронтальной плоскости. Рассмотрим методику определения уработки нитей основы и утка в горизонтальной плоскости на примерах [1].

Анализируя матрицу переплетения $A = (a_{j,i})$ с раппортами R_o и R_y [1], рассчитываем матрицу координат центров основных нитей вдоль уточных $O = (o_{j,i})$ размером $(R_y + 1) \times (R_o + 1)$, причем для центров первых перекрытий уточных нитей $o_{j,1} = 0$, для центров остальных перекрытий:

$$o_{j,i} = \begin{cases} o_{j,i-1} + d_{or} / K_{Ho_j}, & \text{если } a_{j,i} = a_{j,i-1}; \\ o_{j,i-1} + \ell_{оф_j}, & \text{если } a_{j,i} \neq a_{j,i-1}, \end{cases} \quad (1)$$

где $\ell_{оф_j}$ – фактические геометрические плотности по основе для каждой нити утка раппорта из [1, табл. 3]; K_{Ho_j} – коэффициенты наполнения ткани волокнистым материалом по основе для каждой нити утка (табл. 1):

$$P_{o\,max_j} = \frac{100 R_o}{\ell_o t_{y_j} + (R_o - t_{y_j}) d_{or}}, \quad (2)$$

$$K_{Ho_j} = P_o / P_{o\,max_j}. \quad (3)$$

Таблица 1

Наименование переплетения	$P_{o\,max_j}$	K_{Ho_j}
Полотняное	273,00	0,9048
Саржевое	350,39	0,7078
Сатиновое	327,17	0,7702
Репсовое	318,22	0,7982

Матрицы $O = (o_{j,i})$ для анализируемых образцов:

Образец полотняного переплетения				
0,0000	0,4049	0,8098	1,2147	1,6194
0,0000	0,4049	0,8098	1,2147	1,6194
0,0000	0,4049	0,8098	1,2147	1,6194
0,0000	0,4049	0,8098	1,2147	1,6194
0,0000	0,4049	0,8098	1,2147	1,6194

Образец саржевого переплетения				
0,0000	0,3023	0,8064	1,1088	1,6129
0,0000	0,5041	0,8064	1,3105	1,6129
0,0000	0,3023	0,8064	1,1088	1,6129
0,0000	0,5041	0,8064	1,3105	1,6129
0,0000	0,3023	0,8064	1,1088	1,6129

Образец сатинового переплетения				
0,0000	0,2778	0,7936	1,0715	1,5873
0,0000	0,2778	0,7936	1,0715	1,5873
0,0000	0,5158	0,7936	1,3094	1,5873
0,0000	0,5158	0,7936	1,3094	1,5873
0,0000	0,2778	0,7936	1,0715	1,5873

Образец репсового переплетения				
0,0000	0,2681	0,7874	1,0555	1,5748
0,0000	0,2681	0,7874	1,0555	1,5748
0,0000	0,2681	0,7874	1,0555	1,5748
0,0000	0,2681	0,7874	1,0555	1,5748
0,0000	0,2681	0,7874	1,0555	1,5748

Составляем матрицу координат центров уточных нитей вдоль основных $U = (u_{j,i})$ размером $(R_y + 1) \times (R_o + 1)$, для центров первых перекрытий основных нитей $u_{j,1} = 0$, для центров остальных перекрытий:

$$u_{j,i} = \begin{cases} u_{j-1,i} + d_{уг} / K_{Hy_i}, & \text{если } a_{j,i} = a_{j-1,i}, \\ u_{j-1,i} + \ell_{уф_i}, & \text{если } a_{j,i} \neq a_{j-1,i}, \end{cases} \quad (4)$$

где K_{Hy_i} – коэффициенты наполнения ткани волокнистым материалом по утку; $\ell_{уф_i}$ – фактические геометрические плотности по утку для каждой нити основы раппорта переплетения из [1, табл. 3].

Матрицы $U = (u_{j,i})$ для анализируемых образцов:

Образец полотняного переплетения				
2,1390	2,1390	2,1390	2,1390	2,1390
1,6041	1,6041	1,6041	1,6041	1,6041
1,0694	1,0694	1,0694	1,0694	1,0694
0,5347	0,5347	0,5347	0,5347	0,5347
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Образец саржевого переплетения				
2,1739	2,1739	2,1739	2,1739	2,1739
1,7180	1,5429	1,7180	1,5429	1,7180
1,0870	1,0870	1,0870	1,0870	1,0870
0,6310	0,4560	0,6310	0,4560	0,6310
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Образец сатинового переплетения				
2,1622	2,1622	2,1622	2,1622	2,1622
1,6218	1,5634	1,6218	1,5634	1,6218
1,0812	1,0811	1,0812	1,0811	1,0812
0,5406	0,4823	0,5406	0,4823	0,5406
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Образец репсового переплетения				
2,2222	2,2222	2,2222	2,2222	2,2222
1,6667	1,6667	1,6667	1,6667	1,6667
1,1111	1,1111	1,1111	1,1111	1,1111
0,5556	0,5556	0,5556	0,5556	0,5556
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Рассчитываем матрицу координат центров виртуальных основных нитей вдоль виртуальных уточных при отсутствии горизонтальной извитости нитей $O^{\text{вирт.}} = \left(o^{\text{вирт}}_{j,i}\right)$ размером $(R_y + 1) \times (R_o + 1)$, причем для центров первых перекрытий основных нитей $o^{\text{вирт}}_{j,1} = 0$, для центров остальных перекрытий:

$$o^{\text{вирт}}_{j,i} = o^{\text{вирт}}_{j-1,i} + 100/P_o . \qquad (5)$$

Получаем следующие матрицы $O^{\text{вирт}} = \left(o^{\text{вирт}}_{i,j}\right)$:

Образец полотняного переплетения				
0,0000	0,4049	0,8097	1,2146	1,6194
0,0000	0,4049	0,8097	1,2146	1,6194
0,0000	0,4049	0,8097	1,2146	1,6194
0,0000	0,4049	0,8097	1,2146	1,6194
0,0000	0,4049	0,8097	1,2146	1,6194

Образец саржевого переплетения				
0,0000	0,4032	0,8065	1,2097	1,6129
0,0000	0,4032	0,8065	1,2097	1,6129
0,0000	0,4032	0,8065	1,2097	1,6129
0,0000	0,4032	0,8065	1,2097	1,6129
0,0000	0,4032	0,8065	1,2097	1,6129

Образец сатинового переплетения				
0,0000	0,3968	0,7937	1,1905	1,5873
0,0000	0,3968	0,7937	1,1905	1,5873
0,0000	0,3968	0,7937	1,1905	1,5873
0,0000	0,3968	0,7937	1,1905	1,5873
0,0000	0,3968	0,7937	1,1905	1,5873

Образец репсового переплетения				
0,0000	0,3937	0,7874	1,1811	1,5748
0,0000	0,3937	0,7874	1,1811	1,5748
0,0000	0,3937	0,7874	1,1811	1,5748
0,0000	0,3937	0,7874	1,1811	1,5748
0,0000	0,3937	0,7874	1,1811	1,5748

Рассчитываем матрицу отклонений центров основных нитей образца ткани от центров основных нитей виртуальной ткани $DO = \left(do_{j,i}\right)$:

$$DO = O - O^{\text{вирт}} . \qquad (6)$$

Матрицы $DO = \left(do_{j,i}\right)$ для нашего примера:

Образец полотняного переплетения				
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Образец саржевого переплетения				
0,0000	-0,1009	0,0000	-0,1009	0,0000
0,0000	0,1009	0,0000	0,1009	0,0000
0,0000	-0,1009	0,0000	-0,1009	0,0000
0,0000	0,1009	0,0000	0,1009	0,0000
0,0000	-0,1009	0,0000	-0,1009	0,0000

Образец сатинового переплетения				
0,0000	-0,1190	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	-0,1190	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,1190	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,1190	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	-0,1190	0,0000	-0,1190	0,0000

Образец репсового переплетения				
0,0000	-0,1256	0,0000	-0,1256	0,0000
0,0000	-0,1256	0,0000	-0,1256	0,0000
0,0000	-0,1256	0,0000	-0,1256	0,0000
0,0000	-0,1256	0,0000	-0,1256	0,0000
0,0000	-0,1256	0,0000	-0,1256	0,0000

Просматривая строки матрицы DO, формируем одномерный массив Δ_o максимальных отклонений центров основных нитей вдоль уточных нитей образца ткани. Если в строке матрицы DO имеются и положительные и отрицательные элементы, то элемент массива Δ_o принимается равным сумме максимальных положительного и отрицательного элементов строки (в примере такой случай отсутствует): для основных нитей образца ткани полотняного переплетения Δ_o=[0 0 0 0 0], для саржи 2/2 Δ_o = [-0,1009 0,1009 -0,1009 0,1009 --0,1009], для усиленного сатина Δ_o =[-0,119 0,119 0,119 -0,119 -0,119], для уточного репса 2/2 Δ_o=[-0,1256 -0,1256 --0,1256 -0,1256 -0,1256].

Производим корректировку матрицы $O=(o_{j,i})$, получаем матрицу фактических координат центров основных нитей вдоль уточных $O'=(o'_{j,i})$ с элементами:

$$o'_{j,i} = o_{j,i} - 0{,}5\Delta_{oj}. \qquad (7)$$

Матрицы $O'=(o'_{i,j})$ для анализируемых образцов:

Образец полотняного переплетения				
0,0000	0,4049	0,8098	1,2147	1,6194
0,0000	0,4049	0,8098	1,2147	1,6194
0,0000	0,4049	0,8098	1,2147	1,6194
0,0000	0,4049	0,8098	1,2147	1,6194
0,0000	0,4049	0,8098	1,2147	1,6194

Образец саржевого переплетения				
0,0504	0,3528	0,8569	1,1592	1,6633
-0,0504	0,4537	0,7560	1,2601	1,5625
0,0504	0,3528	0,8569	1,1592	1,6633
-0,0504	0,4537	0,7560	1,2601	1,5625
0,0504	0,3528	0,8569	1,1592	1,6633

Образец сатинового переплетения				
0,0595	0,3373	0,8531	1,1310	1,6468
0,0595	0,3373	0,8531	1,1310	1,6468
-0,0595	0,4563	0,7342	1,2500	1,5278
-0,0595	0,4563	0,7342	1,2500	1,5278
0,0595	0,3373	0,8531	1,1310	1,6468

Образец репсового переплетения				
0,0628	0,3309	0,8502	1,1183	1,6376
0,0628	0,3309	0,8502	1,1183	1,6376
0,0628	0,3309	0,8502	1,1183	1,6376
0,0628	0,3309	0,8502	1,1183	1,6376
0,0628	0,3309	0,8502	1,1183	1,6376

Рассчитываем матрицу координат центров виртуальных уточных нитей вдоль виртуальных основных нитей при отсутствии горизонтальной извитости нитей $U^{вирт}=(u^{вир.}_{j,i})$, учитывая, что для центров первых перекрытий основных нитей $u^{вирт}_{j,1}=0$, для центров остальных перекрытий:

$$u^{вирт}_{j,i} = u^{вирт}_{j-1,i} + 100/P_y. \qquad (8)$$

Рассчитываем матрицу отклонений центров уточных нитей образца ткани от центров уточных нитей виртуальной ткани $DU=(du_{j,i})$:

$$DU = U - U^{вирт}. \qquad (9)$$

Просматривая столбцы матрицы DU, формируем одномерный массив Δ_y максимальных отклонений центров уточных нитей вдоль основных образцов ткани. Производим корректировку матрицы $U=(u_{j,i})$, получаем матрицу фактических координат центров уточных нитей вдоль основных $U'=(u'_{j,i})$:

$$u'_{j,i} = u_{j,i} - 0{,}5\Delta_{yi}, \qquad (10)$$

Матрицы $U'=(u'_{j,i})$ для нашего примера:

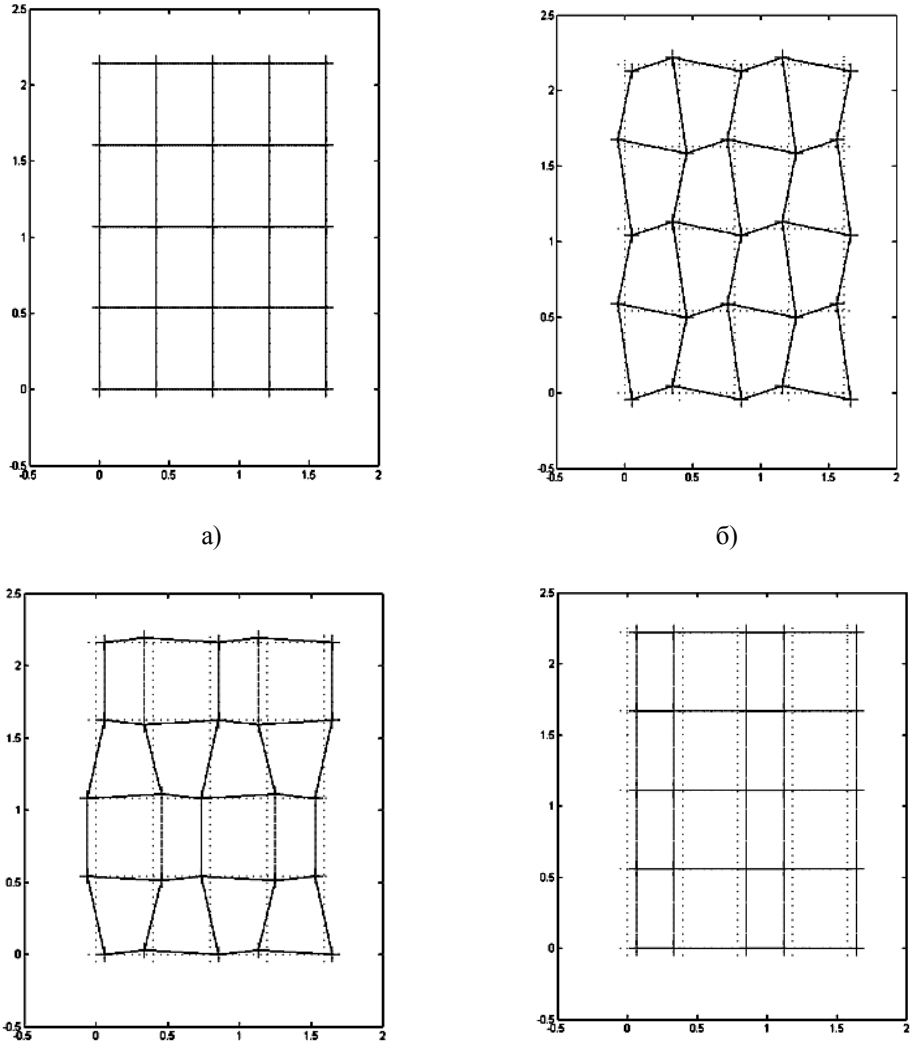
Образец полотняного переплетения				
2,1390	2,1390	2,1390	2,1390	2,1390
1,6043	1,6043	1,6043	1,6043	1,6043
1,0695	1,0695	1,0695	1,0695	1,0695
0,5348	0,5348	0,5348	0,5348	0,5348
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Образец саржевого переплетения				
2,1301	2,2177	2,1301	2,2177	2,1301
1,6742	1,5867	1,6742	1,5867	1,6742
1,0432	1,1307	1,0432	1,1307	1,0432
0,5872	0,4997	0,5872	0,4997	0,5872
-0,0438	0,0438	-0,0438	0,0438	-0,0438

Образец сатинового переплетения				
2,1622	2,1913	2,1622	2,1913	2,1622
1,6218	1,5925	1,6218	1,5925	1,6218
1,0812	1,1102	1,0812	1,1102	1,0812
0,5406	0,5114	0,5406	0,5114	0,5406
0,0000	0,0291	0,0000	0,0291	0,0000

Образец репсового переплетения				
2,2222	2,2222	2,2222	2,2222	2,2222
1,6667	1,6667	1,6667	1,6667	1,6667
1,1111	1,1111	1,1111	1,1111	1,1111
0,5556	0,5556	0,5556	0,5556	0,5556
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

По координатам матриц $O' = \left(o'_{j,i}\right)$ и $U' = \left(u'_{j,i}\right)$ выполняем построение горизонтальных проекций осей нитей основы и утка в пределах раппорта переплетения, представленных на рис. 1: 1-а – образец ткани полотняного переплетения, 1-б – переплетение саржа 2/2, 1-в – неправильный четырехремизный усиленный сатин, 1-г – уточный репс 2/2.



а) б)

в) г)

Рис. 1

При отсутствии параллельности горизонтальных проекций нитей основы оси ординат рассчитываем уработку (извитость) нитей основы в горизонтальной плоскости:

$$a_{гориз.о} = \frac{\sum_{i=1}^{R_o}\sum_{j=1}^{R_y}\sqrt{(o'_{j+1,i}-o'_{j,i})^2+(u'_{j+1,i}-u'_{j,i})^2}-100/P_yR_yR_o}{\sum_{i=1}^{R_o}\sum_{j=1}^{R_y}\sqrt{(o'_{j+1,i}-o'_{j,i})^2+(u'_{j+1,i}-u'_{j,i})^2}}\cdot 100, \quad (11)$$

в противном случае $a_{гориз.о}=0$.

При отсутствии параллельности горизонтальных проекций нитей утка оси абсцисс рассчитываем уработку (извитость) утка в горизонтальной плоскости:

$$a_{гориз.у} = \frac{\sum_{i=1}^{R_o}\sum_{j=1}^{R_y}\sqrt{(o'_{j,i+1}-o'_{j,i})^2+(u'_{j,i+1}-u'_{j,i})^2}-100/P_oR_oR_y}{\sum_{i=1}^{R_o}\sum_{j=1}^{R_y}\sqrt{(o'_{j,i+1}-o'_{j,i})^2+(u'_{j,i+1}-u'_{j,i})^2}}\cdot 100, \quad (12)$$

в противном случае $a_{гориз.у}=0$.

По формулам (1) и (2) [1] находим суммарную уработку (извитость) нитей основы и утка. Полученные значения уработки (извитости) нитей основы и утка образцов ткани приведены в табл. 2.

Таблица 2

Номер образца	Переплетение	Процент извитости (уработки) нитей основы			Процент извитости (уработки) нитей утка		
		фронтальной	горизонтальной	суммарной	фронтальной	горизонтальной	суммарной
1	Полотняное	9,44	0	9,44	10,93	0	10,93
2	Саржевое	4,37	1,72	4,70	3,79	2,41	4,49
3	Сатиновое	3,91	1,25	4,10	7,03	0,30	7,04
4	Репсовое	2,94	0	2,94	9,43	0	9,43

ВЫВОДЫ

1. Предложена методика расчета уработок (извитостей) нитей основы и утка в горизонтальной плоскости однослойной ремизной ткани по ее заправочным данным и высоте волны изгиба основы, найденной по микросрезу ткани.

2. Рассчитываются координаты центров перекрытий переплетения ткани, выполняется построение горизонтальных проекций осей нитей основы и утка.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Толубеева Г.И.* Методика расчета уработок нитей во фронтальной плоскости однослойной ткани по ее заправочным данным и высоте волны изгиба основы // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 3. С. 48…53.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных изделий. Поступила 17.01.12.

УДК 677.053.7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СТАВКИ БОБИН НА СНОВАЛЬНО-ШЛИХТОВАЛЬНОМ АГРЕГАТЕ ИГТА

DETERMINATION OF THE OPTIMUM RATE OF REELS ON IGTA WARPING AND DRESSING UNIT

В.Л.МАХОВЕР, Т.В.СМИРНОВА
V.L. MAHOVER, T.V. SMIRNOVA

(Ивановская государственная текстильная академия)
(Ivanovo State Textile Academy)
E-mail:ttp@igta.ru

Предложена методика определения оптимальной ставки бобин сновально-шлихтовального агрегата системы ИГТА и определены условия его оптимизации.

The method of determination of the optimum rate of reels of warping and dressing machine of IGTA system has been offered and conditions of its optimization have been determined.

Ключевые слова: оптимизация, сновально-шлихтовальный агрегат, ставка бобин, условия оптимизации.

Keywords: optimization, a warping and dressing machine, reels rate, optimization conditions.

С увеличением ставки m_c бобин на сновально-шлихтовальном агрегате [1] при подготовке основ к выработке заданного артикула ткани возрастает время на ликвидацию обрывов нитей в шпулярнике и на смену ставки. Однако при этом снижаются затраты времени на связывание m'_c нитей на валу при его смене и раскладывание этих нитей в рядке шлихтовальной машины. При неизменном числе m_o нитей на ткацком навое $(m_o = m_c + m'_c)$ от величины m_c зависит число m'_c нитей на сновальном валу и их длина, а следовательно, и число $n_в$ сновальных валов, срабатываемых на агрегате со ставкой бобин. Все эти и другие факторы оказывают влияние на производительность сновально-шлихтовального агрегата.

Рассмотрим условия оптимизации и методику определения оптимальной ставки бобин на сновально-шлихтовальном агрегате, обеспечивающие его наибольшую производительность.

Согласно приведенным в [2] обозначениям фактическая производительность сновально-шлихтовального агрегата (в навоях за смену) определяется по формуле:

$$П_а = (T_{см} - T_б)/(T_м + T_а). \qquad (1)$$

При подготовке основ для любого артикула ткани числитель этой формулы есть величина постоянная. Следовательно производительность $П_а$ будет максимальна при минимуме суммы знаменателя, которую с учетом [2 (2), (15)] можно записать в виде:

$$T_а + T_м = A_1 m_c + A_2 m_c^2 + A_3 m'_c + A_4 m'^2_c + A_5 + \frac{L_н}{υ} \cdot 60, \text{ с}, \qquad (2)$$

где υ – скорость процесса на сновально-шлихтовальном агрегате, м/мин; $L_н$ – сопряженная длина нитей на ткацком навое, м; $A_1,\ldots,A_5$ – коэффициенты, определяемые по формулам [2 (16)…(20)], имеющие размерность секунды.

Сумму (2) в каждом конкретном случае находят после расчета сопряженности паковок, когда становятся известными число нитей m_c и m'_c, а также массы пряжи на паковках. Поскольку оптимальная ставка бобин в шпулярнике агрегата и соответствующие ей массы пряжи на паковках (за исключением ткацкого навоя) заранее не известны, по аналогии с [3] будем считать эти массы максимально возможными на бобине и сновальном валу, которые рассчитываются по формулам [1 (8)]. Такое допущение при оптимизации ставок бобин оправдывается тем, что расчет сопряженности паковок всегда предусматривает максимально возможное заполнение их пряжей. Учитывая, что линейные плотности пряжи на паковках одинаковы ($T_{об} = T_{ов} = T_{он} = T_о$), длины нитей на паковках будут:

$$L_б = \frac{G_б \cdot 10^6}{T_о},$$

$$L_в = \frac{G_в \cdot 10^6}{m'_c T_о}, \qquad (3)$$

$$L_н = \frac{G_н \cdot 10^6}{m_о T_о}, \text{ м},$$

где $G_б$, $G_в$, $G_н$ – массы пряжи на бобине, сновальном валу и ткацком навое агрегата, кг.

Принимая во внимание формулы [1 (3) и (11)] выражения [2 (16)…(20)] можно представить в виде:

$$A_1 = \left(\frac{t_{сб}}{n_{ст} G_б} + \frac{35{,}7 Ч_{ош}}{T_о}\right)\frac{G_н}{m_о}, \qquad (4)$$

$$A_2 = \frac{0{,}1 Ч_{ош}}{b T_о}\frac{G_н}{m_о}, \qquad (5)$$

$$A_3 = \left(\frac{T_1 + 462{,}48}{G_в} + \frac{Ч'_х t_х}{T_о}\right)\frac{G_н}{m_о}, \qquad (6)$$

$$A_4 = \frac{0{,}1746 + 10^{-3} t_{рр}}{G_в}\frac{G_н}{m_о}, \qquad (7)$$

$$A_5 = \frac{G_н Ч_{ом} t_{ош}}{T_о} + t_{сзн}, \qquad (8)$$

где $t_{сзз} = t_{сн} + t_{зн}$; $t_{сн}, t_{зн}$ – соответственно время съема наработанного ткацкого навоя и время его заправки. Обозначения других, входящих в формулы величин, были указаны ранее [2].

Выражения (4)…(8) показывают, что коэффициенты $A_i\,(i = 1,2,...5)$ не зависят от соотношения числа нитей m_c и m'_c, а определяются их суммой $m_о$. Поскольку машинное время $T_м$ в (2) не зависит от величины ставки бобин в шпулярнике агрегата, фактическая производительность $П_а$ будет максимальна, когда величина $T_а$ примет минимальное значение. Учитывая, что $m'_c = m_о - m_c$, из (2) получим:

$$T_а = a m_c^2 + b m_c + c, \text{ с}, \qquad (9)$$

где

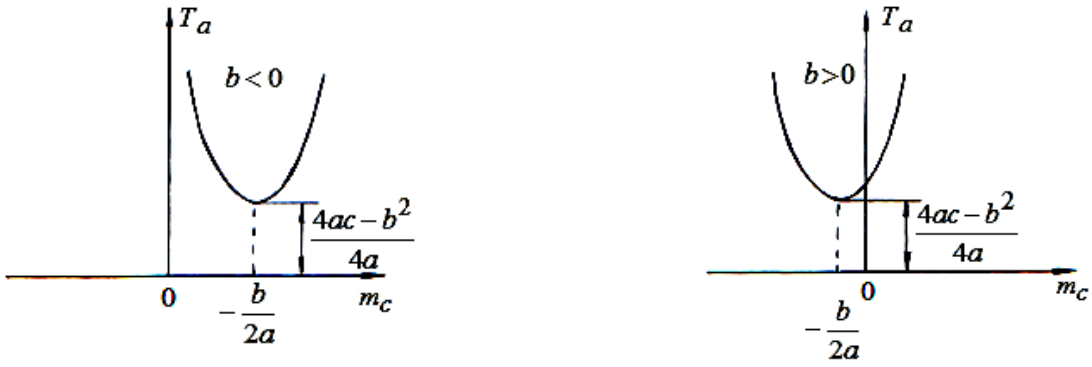
$$a = A_2 + A_4, \qquad (10)$$

$$b = A_1 - A_3 - 2A_4 m_о, \qquad (11)$$

$$c = A_4 m_о^2 + A_3 m_о + A_5. \qquad (12)$$

Таким образом, задача определения оптимальной ставки бобин на сновально-шлихтовальном агрегате сводится к исследованию на экстремум уравнения параболы (9).

Так как коэффициент $a > 0$, функция $T_а(m_c)$ сначала убывает, достигая минимума, а затем начинает возрастать [4]. Характер изменения этой функции показан на рис. 1.



а) б)

Рис. 1

В качестве примера получения подобных графиков принимаем подготовку основ к выработке бязи арт. 299 с параметрами [2]: $G_б = 1{,}725$; $G_в = 302{,}8$; $G_н = 96{,}7$ кг; $m_o = 1988$ и $T_o = 42$ текс. При этих и других исходных данных [2] по формулам (4)…(8) получено: $A_1 = 0{,}23062$, $A_2 = 0{,}41362 \cdot 10^{-4}$, $A_3 = 0{,}20062$, $A_4 = 0{,}682310^{-4}$ и $A_5 = 59{,}209$ с.

Заметим, что, вследствие принятых выше допущений, числовые значения коэффициентов $A_i (i = 1, 2, ..., 5)$ здесь отличаются от соответствующих коэффициентов [2]. Однако максимальное относительное различие между ними не превышает 1,4 %.

С использованием выражений (10)…(12) уравнение (9) примет вид:

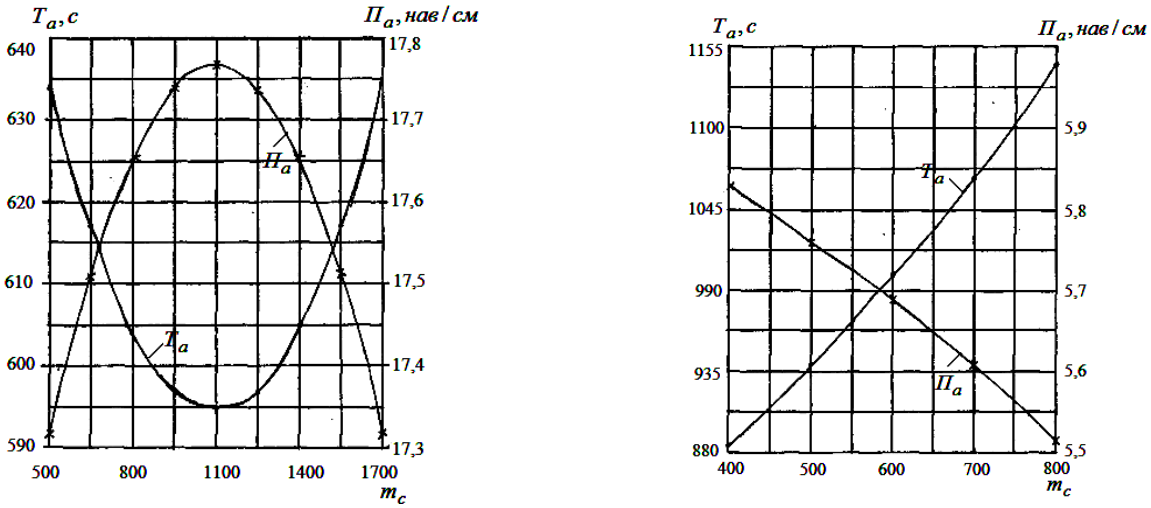
$$T_a^{(б)} = 1{,}096 \cdot 10^{-4} m_c^2 - 241{,}86 \cdot 10^{-4} m_c + 727{,}713. \quad (13)$$

Здесь верхний индекс в скобках означает ткань бязь.

Аналогичные вычисления проведены нами и в случае подготовки основ к выработке ткани марля арт. 6498 на пневматических ткацких станках Р-105-ZB8. При $G_б = 1{,}725$; $G_в = 302{,}8$; $G_н = 130{,}4$ кг; $m_o = 1098$; $T_o = 20$ текс и других исходных данных уравнение (9) будет:

$$T_a^{(м)} = 4{,}21 \cdot 10^{-4} m_c^2 + 133{,}34 \cdot 10^{-4} m_c + 768{,}516. \quad (14)$$

Результаты расчетов по формулам (13), (14) и (1) при разном числе m_c бобин в шпулярнике сновально-шлихтовального агрегата приведены в виде графиков на рис. 2.



а) б)

Рис. 2

В расчетах принято: при подготовке основ для ткани бязь $L_н = 1174$ [1] и $\upsilon = 75$ м/мин, а для ткани марля - $L_н = 6000$ м и $\upsilon = 95$ м/мин. В обоих случаях $T_{см} - T_б = 28800 - 1540 = 27260$ с [2].

Анализируя графики на рис. 2, можно заметить, что изменение общего времени T_a соответствует характеру его изменения на рис. 1.

Согласно рис. 1 оптимальное значение ставки бобин на сновально-шлихтовальном агрегате:

$$m_c^* = -\frac{b}{2a}. \qquad (15)$$

Очевидно, что эта формула применима лишь при условии, когда в уравнении (9):

$$b < 0. \qquad (16)$$

Так, для ткани бязь получаем:

$$m_c^* = -(-2412{,}86 \cdot 10^{-4}) / (2 \cdot 1{,}096 \cdot 10^{-4}) = 1100 \text{ бобин}.$$

Это значение здесь оказалось равным сопряженному числу бобин [1] в шпулярнике агрегата и по рис 2-а соответствует максимальной его производительности. При подготовке основ для ткани марля условие (16) не выполняется (экстремум отсутствует) и согласно рис. 2-б число бобин в шпулярнике агрегата следует выбирать из условия сопряженности паковок с учетом того, что с увеличением m_c производительность $П_a$ агрегата уменьшается.

С учетом выражений (11), (4), (6) и (7) условие (16) существования оптимальной ставки бобин на сновально-шлихтовальном агрегате можно представить в виде:

$$m_o > \frac{G_в}{\tau_1}\left(\frac{t_{сб}}{n_{ст} G_б} + \frac{\tau_3}{T_o}\right) - \frac{\tau_2}{\tau_1}, \qquad (17)$$

где
$$\tau_1 = 0{,}3492 + 2 \cdot 10^{-3} t_{рр};$$
$$\tau_2 = T_1 + 462{,}48; \qquad (18)$$
$$\tau_3 = 35{,}7 Ч_{ош} - Ч'_х t_х.$$

В Ы В О Д Ы

Получены условия оптимизации и методика определения оптимальной ставки бобин сновально-шлихтовального агрегата ИГТА, при которой обеспечивается его наибольшая производительность.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Маховер В.Л., Смирнова Т.В* .// Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, № 4. С. 49…52.

2. *Смирнова Т.В., Маховер В.Л.* // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №3. С. 56..59.

3. *Ефремов Е.Д., Кислякова А.М., Попова Г.К.* Технологический процесс снования пряжи в текстильном производстве. – Ярославль, 1977.

4. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И.Н. Бронштейн и К.А. Семендаев. – М.: Физматизд, 1962.

Рекомендована кафедрой технологии текстильных изделий. Поступила 15.05.12.

УДК 677.024

РАСЧЕТ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ АРАМИДНЫХ НИТЕЙ В ПРОЦЕССЕ СНОВАНИЯ

CALCULATION OF DAMAGEABILITY OF ARAMIDE FIBERS DURING THE WARPING PROCESS

П.Е. САФОНОВ, Е.Е. ФЕДОРОВА, С.С. ЮХИН
SAFONOV, E.E. FEDOROVA, S.S. YUHIN

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")
E-mail: office@msta.ac.ru

Статья посвящена изучению вопросов разрушения нитей в процессе снования.

The article is devoted to the analysis of the questions of fibers breaking in the warping process.

Ключевые слова: арамидные нити, повреждаемость нитей, процесс снования.

Keywords: aramide fibers, damageability of fibers, warping process.

Предприятия, перерабатывающие арамидные нити, ставят перед собой задачи сохранения прочностных свойств нити в процессе ее переработки. Решая поставленные задачи, предприятия обновляют парк технологического оборудования. При использовании современного оборудования возникает необходимость оценки возможности переработки нитей на данном оборудовании, то есть оценки напряженности протекания технологического процесса.

В качестве объекта исследований в данной работе были выбраны арамидные нити различной линейной плотности. Это нити Русар линейной плотностью 29,4 и 58,8 текс, а также нить Тварон 110 текс. Все экспериментальные исследования в рамках настоящей работы проводились в условиях производства ЗАО КШФ "Передовая текстильщица".

В процессе снования нити определенное время находятся под нагрузкой, которая изменяется со временем в соответствии с определенным законом нагружения. Поэтому необходимо ответить на вопрос о том, будет ли функционировать нить должным образом при соответствующей эксплуатации или она разрушится. Ответ на этот вопрос может быть получен только при использовании критерия длительной прочности.

Для установления возможности переработки арамидных нитей в процессе снования был применен критерий В. В. Москвитина. Так как на сегодняшний день он является самым адекватным и приемлемым, этот критерий учитывает предысторию нагружения нити [1].

Критерий повреждаемости Москвитина можно рассчитать по следующей формуле:

$$\eta = (m+1)\int_0^{\tau}(t-\tau)^m \frac{d\tau}{t^{m+1}[\sigma(\tau)]^l}. \qquad (1)$$

Основной характеристикой, входящей в формулу (1), является время разрушения, которое определяется следующим степенным законом, предложенным Нортоном [3]:

$$t = B\sigma^{-b}. \qquad (2)$$

При использовании критерия Москвитина необходимо формулировать условия разрушения в терминах сплошной среды.

При учете степенной зависимости формула (1) примет вид:

$$\eta = \frac{1+m}{B^{1+m}} \int_0^t (t-\tau)^m \sigma^{b(1+m)}(\tau) d\tau, \quad (3)$$

где m – параметр учитывающий предысторию нагружения; B и b – экспериментальные параметры, определяемые из испытаний на длительную прочность; t – время разрушения; τ – текущее время; σ – напряжение, возникающее в нити, МПа.

Критерий Москвитина при условии постоянного напряжения принимает вид:

$$\eta = \frac{t^{m+1}\sigma^{b(1+m)}}{B^{1+m}}. \quad (4)$$

По формуле (4) осуществляли расчет повреждаемости для арамидных нитей в процессе снования. Коэффициенты m, B и b были взяты по результатам испытаний арамидных нитей, приведенных в работе [2].

В табл. 1…3 представлены результаты расчета повреждаемости арамидных нитей различной линейной плотности, перерабатываемых на сновальных машинах различной конструкции. В табл. 1…3 приняты следующие обозначения: 1 – нить с ближней стойки от сновального барабана, нижняя паковка; 2 – нить с ближней стойки от сновального барабана, верхняя паковка; 3 – нить с дальней стойки от сновального барабана, нижняя паковка; 4 – нить с дальней стойки от сновального барабана, верхняя паковка.

Таблица 1

Наименование параметра		Местоположение бобины в шпулярнике			
		1	2	3	4
Тварон 110 текс	Длина нити в заправке, м	6,44	6,445	15,864	15,869
	Сновальная машина	Karl Mayer			
	Максимальное натяжение нити на машине, Н	5,6	5,56	3,6	4,64
	Скорость снования, м/мин	350			
	Время нагружения, с	1,104	1,105	2,7195	2,7204
	Напряжение, возникающее в нити, МПа	45,53	45,20	29,27	37,72
	m	-0,93			
	b	3,94			
	B	$6{,}13 \cdot 10^{12}$			
	Критерий Москвитина η	0,367	0,367	0,347	0,372

Таблица 2

Наименование параметра		Местоположение бобины в шпулярнике			
		1	2	3	4
Русар 29,4 текс	Длина нити в заправке, м	6,44	6,445	15,864	15,869
	Максимальное натяжение нити на машине, Н	1,04	1,10	1,12	1,13
	Сновальная машина	Karl Mayer			
	Скорость снования, м/мин	300			
	Время нагружения, с	1,288	1,289	3,173	3,174
	Напряжение, возникающее в нити, МПа	31,52	33,33	33,94	34,24
	m	-0,93			
	b	4,16			
	B	$5{,}34 \cdot 10^{12}$			
	Критерий Москвитина η	0,357	0,363	0,389	0,390

Таблица 3

Наименование параметра		Местоположение бобины в шпулярнике			
		1	2	3	4
Русар 58,8 текс	Длина нити в заправке, м	3,271	3,113	8,493	8,335
	Сновальная машина	Текстима 4126/1			
	Максимальное натяжение нити на машине, Н	1,13	1,17	1,06	1,01
	Скорость снования, м/мин	200			
	Время нагружения, с	0,98	0,93	2,55	2,50
	Напряжение, возникающее в нити, МПа	17,12	17,73	16,06	15,30
	m	-0,93			
	b	3,35			
	B	$4{,}37 \cdot 10^{13}$			
	Критерий Москвитина η	0,216	0,217	0,227	0,224

Анализ данных, приведенных в табл. 1…3, показал, что наибольшая повреждаемость нити возникает при ее переработке на машине Karl Mayer (нити Русар 29,4 текс и Тварон 110 текс). Это объясняется высокой скоростью машины Karl Mayer по сравнению с машиной Текстима 4126/1 и большей длиной нити в заправке. Из табл. 1 и 3 также видно, что повреждаемость нитей Русар 29,4 текс с дальних от барабана стоек выше, чем повреждаемость нитей с ближних стоек на 7,6%, а для нитей Русар 58,8 текс – на 4%.

ВЫВОДЫ

Проведена оценка напряженности процесса снования при переработке арамидных нитей различных линейных плотностей. Установлено, что на рассмотренных сновальных машинах можно перерабатывать арамидные нити, предназначенные для производства средств индивидуальной бронезащиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Власов П. В., Шосланд Я., Николаев С. Д.* Прогнозирование технологического процесса ткачества. Учебное пособие. – М.: МТИ, 1988.

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

3. *Астафьев В.И., Радаев Ю.Н., Степанова Л.В.* Нелинейная механика разрушения. – Самара: Издво: "Самарский университет", 2001.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 27.03.12.

УДК 677.024.054

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ТКАЦКОГО СТАНКА СТБ НА НАТЯЖЕНИЕ ОСНОВНЫХ НИТЕЙ

INFLUENCE OF STB LOOM SPEED ON TENSION OF WARPS

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

Представлена экспериментальная оценка влияния скорости ткацкого станка СТБ на изменение натяжения основных нитей.

Experimental analysis of the influence of STB loom speed on tension of warps is carried out.

Ключевые слова: ткацкий станок, скорость, основная нить, тензограмма, натяжение.

Keywords: a loom, speed, a warp, a tenzogramm, tension.

Любой технологический процесс ткацкого производства не может осуществляться без натяжения нитей. Экспериментальные исследования показывают, что при увеличении скоростного режима переработки нитей на технологическом оборудовании ткацкого производства натяжение их увеличивается [1].

В работе [2] проведен динамический анализ работы основного регулятора ткацкого станка при расчете величины натяжения нитей основы. Отмечается, что особенно важное значение имеет движение подвижной системы скала под действием натяжения основных нитей при установившемся режиме работы ткацкого станка.

В результате анализа движения подвижной системы скала под действием натяжения основы и с учетом статической составляющей натяжения под действием пружин основного регулятора получено следующее расчетное уравнение для определения общего натяжения основы к моменту начала движения подвижной системы скала:

$$F_{общ} = \frac{2\varphi_0 I}{(\ell_1 - \ell_2)\tau_0^2} + \frac{\ell_1^2 C + \ell_3 C_1 - \ell_1 \ell_2 C}{\ell_1 - \ell_2}\varphi_0 + \frac{K\ell_3 - G\ell_4}{\ell_1 - \ell_2}, \quad (1)$$

где φ_0 – угловое отклонение скала при циклическом движении, φ_0 = 0,02 рад; I – момент инерции массы подвижной системы скала, I = 2,5 кг·см·с^2; t_0 – время отклонения системы скала, t_0 = 0,22 с; C – коэффициент жесткости упругой системы заправки, C = 110 кг/см; C_1 – коэффициент жесткости пружины, C_1 = 30 кг/см; K – начальное натяжение двух пружин, K = = 265 кг; G – масса скала, G = 55 кг; ℓ_1 – расстояние от вертикальной плоскости нитей основы до оси подскального вала, ℓ_1 = = 0,23 м; ℓ_2 – расстояние от горизонтальной плоскости нитей основы до оси подскального вала, ℓ_2= 0,085 м; ℓ_3 – расстояние от оси подскального вала до линии действия пружины, ℓ_3 = 0,1 м; ℓ_4 – расстояние от оси подскального вала до центра тяжести скала, ℓ_4 = 0,165 м.

Примерный расчет величины натяжения по формуле (1) показывает, что общее натяжение основы составляет:

$$F_{общ} = 14{,}2 + 41{,}9 + 120{,}2 = 176{,}3 \text{ кг}. \quad (2)$$

При числе нитей в основе m_o = 3500 натяжение одиночной нити составляет 50,3 сН/нить.

В формуле (1) первые два члена уравнения определяют величину динамической составляющей натяжения основы, а третий – статическую составляющую натяжения. Приблизительный расчет натяжения основы к моменту начала движения подвижной системы скала для станка СТБ показал, что динамическая составляющая составляет примерно 46,6% от статической составляющей натяжения. Динамическая составляющая натяжения зависит от времени движения подвижной системы скала t_0 и от величины циклического отклонения скала под действием натяжения φ_0. При уменьшении времени движения подвижной системы скала t_0 величина динамической составляющей натяжения должна увеличиваться.

Известно, что результаты расчета натяжения основы с учетом условий статического равновесия и динамической составляющей натяжения получаются далекими

от фактического натяжения основы при работе ткацкого станка [2].

Для реального анализа изменения натяжения основы в зависимости от скорости ткацкого станка необходимы динамические исследования работы ткацкого станка. С этой целью в условиях лаборатории кафедры ткачества КГТУ на станке СТБ2-175, заправленном хлопчатобумажной основой T_o = 25 текс (уточная льняная пряжа T_y = 56 текс, ширина суровой ткани B_c = =164,5 см, плотность ткани по основе P_o = =22 нит/см, плотность ткани по утку P_y = =14 нит/см, число нитей в основе m_o= =3620, переплетение ткани полотняное, диаметр намотки нитей на ткацком навое 27 см, артикул ткани 05299), проведены исследования влияния скорости станка на натяжение хлопчатобумажной нити.

Используя два электродвигателя с частотой вращения ротора $n_{дв}$ = 950 мин$^{-1}$ и $n_{дв}$ = 1420 мин$^{-1}$ и четыре сменных ведущих шкива на валу электродвигателей, устанавливали четыре уровня скоростного режима ткацкого станка: 176, 200, 224 и 256 мин$^{-1}$. Скоростной режим ткацкого станка проверяли тахометром. Пружины основного регулятора во всех вариантах работы ткацкого станка были установлены на седьмых зарубках фигурных рычагов при отсчете от оси подскального вала. Замеры натяжения основной пряжи проводились с помощью программно-аппаратного комплекса ПАК-3 [3]. В тензодатчик заправлялась одна основная нить с четвертой ремизы в середине заправки ткацкого станка.

Результаты записи реального натяжения основной нити при работе ткацкого станка с различной скоростью вращения главного вала с помощью тензограмм представлены на рис 1. На тензограммах по оси абсцисс обозначены циклы работы станка СТБ2-175.

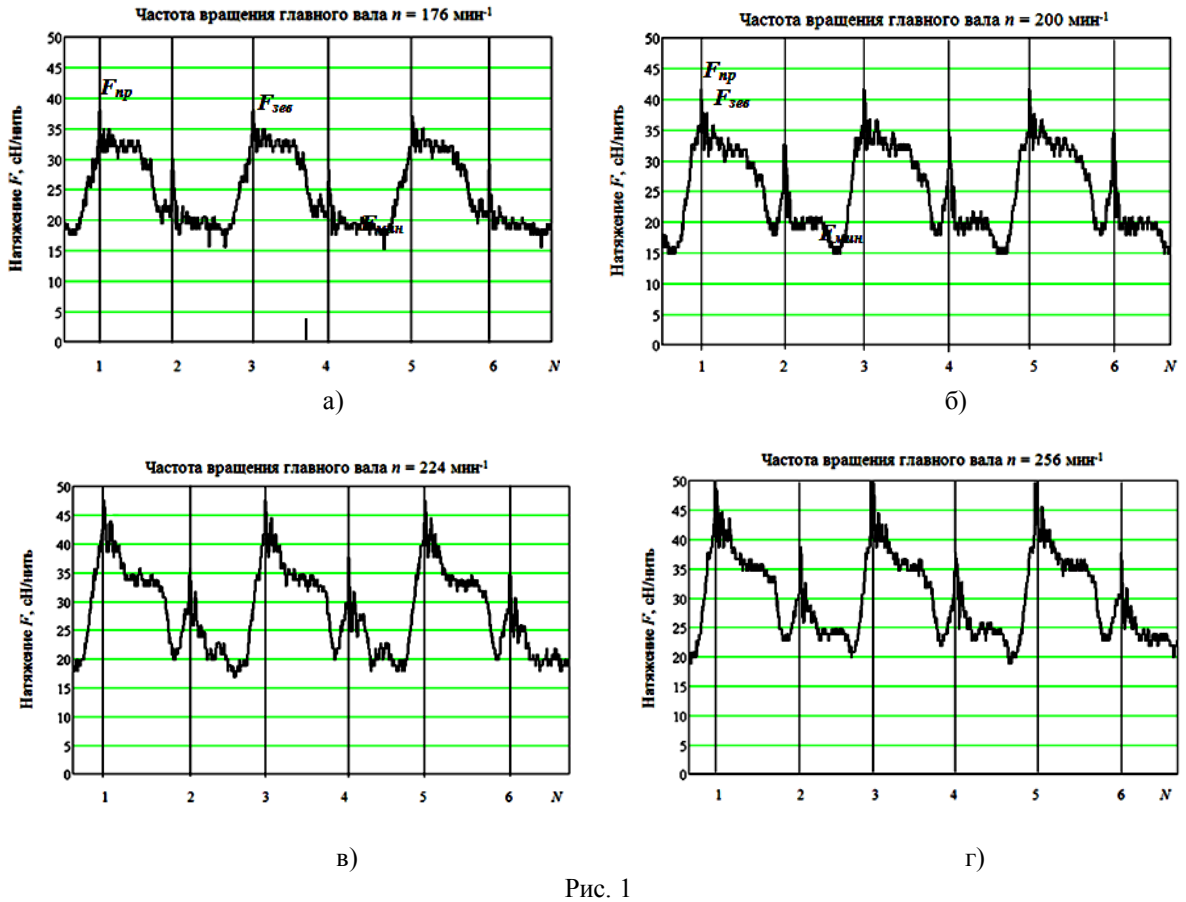


Рис. 1

На тензограммах практический интерес представляют уровни максимального натяжения нити основы при прибое утка, зевообразовании и минимальное натяжение в момент заступа. Результаты обработки тензограмм представлены в табл. 1.

Таблица 1

Частота вращения главного вала ткацкого станка n, мин$^{-1}$	Натяжение нити при прибое $F_{пр}$		Натяжение нити при зевообразовании $F_{зев}$		Минимальное натяжение нити $F_{мин}$	
	сН/нить	% от Рр	сН/нить	% от Рр	сН/нить	% от Рр
176	38	12,75	35	11,74	16	5,37
200	42	14,1	37	12,41	15	5,03
224	48	16,1	44	14,76	18	6,0
256	50	16,78	45	15,1	18	6,0

Примечание. $P_р$ – разрывная нагрузка нити, $P_р$ = 298 сН.

В результате проведенных исследований установлено, что при увеличении скорости вращения главного вала ткацкого станка СТБ2-175 на 45% натяжение основной нити при прибое увеличивается на 31,5%, а натяжение основной нити при зевообразовании увеличивается на 28,5%.

Следует отметить, что на повышенной скорости работы станка n = 256 мин$^{-1}$ натяжение при прибое составляет 50 сН/нить или 16,78% от $P_р$, при зевообразовании наибольшее натяжение составляет 45 сН/нить или 15,1% от $P_р$, а минимальное натяжение составляет 18 сН/нить или 6% от $P_р$.

График изменения натяжения основной хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 25 текс в зависимости от скорости работы ткацкого станка СТБ2-175 представлен на рис. 2.

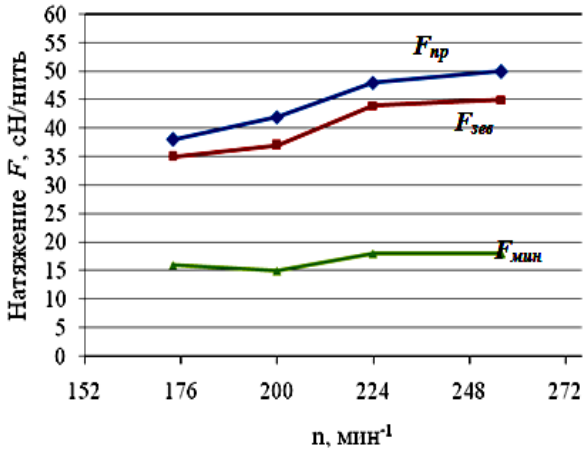


Рис. 2

При аппроксимации экспериментальных данных, приведенных в табл. 1, получены следующие зависимости натяжения основной хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 25 текс от скорости ткацкого станка СТБ2-175: при прибое утка $F_{пр}$ = 11,77 + 0,15n; при зевообразовании $F_{зев}$ = 11,5 + 0,13n; для минимального натяжения $F_{мин}$ = 9,78 + 0,03n.

Точность аппроксимации полученных уравнений не превышает 5%.

ВЫВОДЫ

На основании проведенных экспериментальных исследований влияния скоростного режима ткацкого станка СТБ2-175 можно заключить следующее:

– аналитический расчет натяжения основы при работе ткацкого станка дает ориентировочный результат;

– увеличение частоты вращения главного вала ткацкого станка СТБ вызывает увеличение натяжения основных нитей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Брут-Бруляко А.Б.* Совершенствование технологии переработки льняной пряжи. – Кострома: КГТУ, 2009.

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

3. *Лапшин В.В.* Экспериментальные методы определения показателей качества материалов для изделий текстильной и легкой промышленности: Монография. – Кострома: КГТУ, 2010.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 26.04.12.

УДК 677.042.2

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОВ В ХИМИКО-ТЕКСТИЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

THE PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF THE USE OF SYNTHETIC POLYELECTROLYTES IN TEXTILE INDUSTRY

О.И. ОДИНЦОВА, М.Н. КРОТОВА
O.N. ODINTSOVA, M.N. KROTOVA

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

Изложены физико-химические аспекты использования полимерных электролитов для модификации поверхности целлюлозных волокон и связывания водорастворимых красителей. Приведены способы снижения миграции дисперсных красителей на хлопкополиэфирных тканях в процессе термозольного крашения с помощью синтетических полиэлектролитов.

The article represents the specificity of using polyelectrolytes at different stages of textile chemical production chain. Physical and chemical aspects of cellulose fiber surface modification and water soluble dyes bent by polymer electrolytes have been stated. The measures of reduction of disperse dye migration in the process of thermo cindery dyeing of blended cellulose-polyester fabrics using synthetic polyelectrolytes have been offered.

Ключевые слова: синтетический полиэлектролит, краситель, модификация, закрепление, миграция.

Keywords: synthetic polyelectrolyte, a dye, modification, fixation, migration.

В последние десятилетия полиэлектролиты, традиционно используемые для разрушения и структурообразования коллоидно-дисперсных систем, являются объектами исследования текстильной химии.

Полиэлектролиты характеризуются наличием в составе макромолекул ряда активных групп, определяющих возможность прохождения различных химических превращений с волокном и красителем [1].

Синтетические полиэлектролиты могут использоваться на различных стадиях химико-текстильного производства в качестве интенсификаторов процессов колорирования, закрепителей окрасок текстильных материалов и ингибиторов миграции красящих веществ [2…5].

Особое внимание исследователей привлекает процесс модификации тканей из целлюлозных волокон катионными полиэлектролитами с целью увеличения их сорбционной емкости по отношению к анионным красителям [6…9]. В качестве катионных полиэлектролитов используют чаще всего полимеры, содержащие четвертичные аминогруппы, которые играют основную роль в увеличении сорбционной способности целлюлозных волокон. Фиксация таких соединений на волокне может осуществляться двумя способами:

– за счет ковалентного связывания в щелочной среде при использовании модифицирующих агентов с небольшой молекулярной массой;

– полимеризацией с прививкой катионного соединения [7].

Возрастание роли экологического фактора в текстильном производстве вносит существенные коррективы в технологии промывки и закрепления, используемые в настоящее время. Предъявляемые повышенные требования к экологичности текстильных материалов могут быть удовлетворены только при использовании новых безопасных фиксаторов, разработанных на экологически мягком сырье – например, синтетических полиэлектролитах. Действие большинства закрепителей основано на образовании на окрашенных изделиях малорастворимых соединений с красителем. В связи с этим важную роль играет изучение взаимодействий полиэлектролитов с противоположно заряженными красителями.

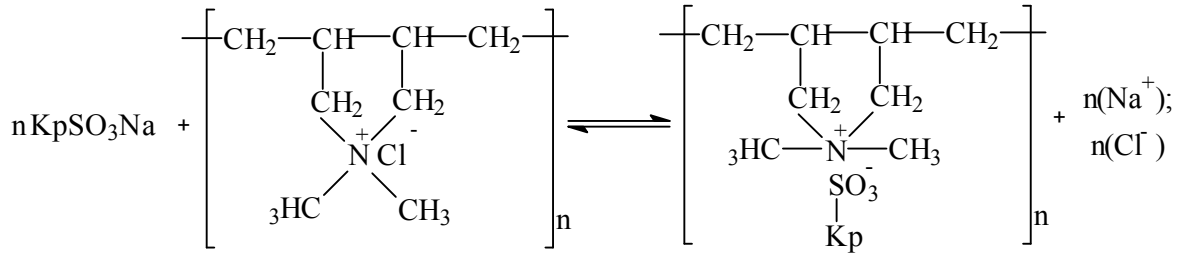
Спектрально-люминесцентные исследования взаимодействия полиметакриловой кислоты (ПМАК) с родамином 6Ж показали значительные изменения интенсивности люминесценции водного раствора красителя в зависимости от концентрации ПМАК. Авторы [10] связывают наблюдаемые изменения оптических свойств растворов люминесцирующего ионогенного красителя с образованием совместных агрегатов полимера и красителя различного строения, что является результатом одновременного взаимодействия трех типов: электростатических взаимодействий между красителем и полианионом, гидрофобных взаимодействий между молекулами связанного красителя и взаимодействия π-электронов между соседними молекулами связанного красителя.

Проблема закрепления окрасок текстильных материалов наиболее актуальна при крашении прямыми и активными красителями. Для ее решения необходимо также перевести анионные красители в малорастворимое состояние. Этого можно добиться посредством введения в систему катионных полиэлектролитов.

Степень связывания водорастворимых красителей катионными полиэлектролитами различна и зависит от многих факторов: строения катионного полиэлектролита, красящего вещества, концентрационных и температурно-временных параметров проведения процесса закрепления.

Спектрофотометрические исследования [11] эффективности взаимодействия прямых красителей с полиэлектролитами различной химической природы: производных полиакриламида (препараты "Праестолы", Германия) и диметилдиаллиламмоний хлорида (ПДАДМАХ – ВПК-402, ЗАО "Каустик", Россия) выявили наличие гипсохромного эффекта в спектрах поглощения ряда прямых красителей, свидетельствующего об образовании нового соединения – полиэлектролитного комплекса (ПЭК), возникающего в результате кооперативного взаимодействия катионных макромолекул с анионным красителем.

Реакция такого типа, по мнению авторов [11], между полидиметилдиаллиламмоний хлоридом и прямым красителем может быть изображена следующей схемой:



В результате этой реакции образуется малорастворимое соединение полимер-краситель, состав которого определяется состоянием ионизации звеньев катионного полиэлектролита и ионогенных групп молекул красителя или их ассоциатов [12].

В работе [13] изучено влияние природы новых катионных полиэлектролитов: серийно выпускаемого каустамина-15 (ЗАО "Каустик", г. Стерлитамак), являющегося производным эпихлоргидрина и диметиламина, и полиэлектролитов, синтезированных в лаборатории ООО "Химсинтез" (г. Дзержинск), на поведение активных красителей в растворе. Установлено, что наибольшую активность по отношению к активным красителям различного химического строения проявляют полиэлектролиты, синтезированные на основе алкиламинов и эпихлоргидрина.

Отмеченные закономерности взаимодействия водорастворимых красителей с катионными полиэлектролитами позволили разработать ряд мало- и бесформальдегидных закрепляющих препаратов, обеспечивающих получение высоких устойчивостей окрасок текстильных материалов к физико-химическим воздействиям [14], [15].

При крашении тканей, состоящих из полиэфирного и целлюлозного волокон, способом термозолирования процесс фиксации дисперсного красителя проходит в две стадии: предварительная сушка текстильного материала и термообработка. Этим стадиям сопутствует нежелательный процесс миграции дисперсного красителя, обусловливающий получение неравномерной окраски и неполное использование дисперсного красителя.

Под миграцией понимают перераспределение красителя из толщи ткани к ее поверхности или к кромкам вместе с влагой, интенсивно испаряющейся из материала под действием тепла в процессе промежуточной сушки [16].

На миграцию красителей в процессе промежуточной сушки большое влияние оказывают природа волокнистого материала, его структура, переплетение, плотность ткани [17], свойства выпускной формы красящего вещества [18], степень отжима [19], параметры сушки после пропитки [20].

Вместе с тем правильное построение процесса крашения и грамотный подбор оборудования не всегда позволяют полностью исключить возможность получения некачественной окраски на смесовых текстильных материалах. Данное обстоятельство обусловливает необходимость поиска химических реагентов для снижения миграции дисперсных красителей.

В качестве антимигрантов наиболее часто рекомендуют использовать реагенты, способные к образованию гелей [21]. Например, для снижения миграции в работах [21], [22] рекомендуют использовать загустители, такие как альгинаты и полиакрилаты, или другие специально синтезированные полимерные электролиты.

В настоящее время ряд немецких фирм выпускают препараты для снижения степени миграции красителей под названием солидоколы [23], представляющие собой препараты различной природы: солидокол К – полиакриламид; солидокол N – полиакриловая кислота; солидокол Р – альгинат натрия. В качестве ингибиторов миграции также рекомендуют использовать разветвленные полисахариды и эфиры целлюлозы [24], анионные полиэлектролиты в форме аммонийной или натриевой соли акриловой кислоты [25], полимерные препараты, представляющие собой смесь соли амина

(моноэтаноламин и триэтаноламин) и поливинилметилового эфира малеиновой кислоты [26].

Ингибирующим действием обладают 0,01-10%-ный растворы натриевой соли сульфированного полистирола с молекулярным весом 2 000 000-8 000 000, которые образуют в воде истинные или коллоидные растворы без желеобразных частиц [27].

Большинство исследователей связывают снижение миграции красящих веществ в присутствии загустителей и других полимерных веществ с увеличением вязкости пропиточного раствора и, как следствие, снижением подвижности частиц красителя [28]. Однако это объяснение не является единственным. Авторы [29] упоминают о возможности контроля над миграцией и в том случае, когда в присутствии загустителя вязкость красильного состава незначительно увеличивается. Предполагают, что в пропиточной красильной ванне красители образуют с загустителями комплексы, уменьшающие подвижность частиц красящего вещества на стадии промежуточной сушки.

Для эффективного ингибирования миграции красящих веществ на стадии промежуточной сушки после пропитки целесообразно использовать систему, состоящую из новых отечественных, биологически мягких неионогенных поверхностно-активных веществ и анионного полиэлектролита.

Отечественными учеными была сделана попытка создания антимигранта аналогичного принципа действия. Это изобретение позволяет снизить миграцию кубового или дисперсного красителя с 20…16% до 6,5% за счет того, что состав для крашения содержит смесь неионогенного поверхностно-активного вещества, длина оксиэтилированной цепочки которого составляет 10 звеньев, с карбоксиметилцеллюлозой при соотношении 1:1 - 1:3 соответственно, в количестве 0,5…1,0 и 4…20 г/л [30].

Более эффективным антимигрантом является препарат, включающий в качестве анионного полиэлектролита натриевую соль стиромаля (НСС) и неионогенное ПАВ – синтанол БВ [31].

В Ы В О Д Ы

1. Дальнейший прогресс в химико-текстильной индустрии невозможен без синтеза новых полимерных препаратов и глубокого изучения явлений, определяющих возможность их использования в технологиях облагораживания текстиля, а также позволяющих успешно решать задачи защиты окружающей среды и интенсификации технологических процессов.

Синтетические полиэлектролиты являются перспективными химическими соединениями для получения новых материалов с заданными свойствами в различных областях промышленности.

2. В статье рассмотрены особенности применения полиэлектролитов на различных стадиях химико-текстильного производства.

Изложены физико-химические аспекты использования полимерных электролитов для модификации поверхности целлюлозных волокон и связывания водорастворимых красителей. Приведены способы снижения миграции дисперсных красителей на хлопкополиэфирных тканях в процессе термозольного крашения с помощью синтетических полиэлектролитов.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Топчиев Д.А., Малкандуев Ю.А.* Катионные полиэлектролиты: получение, свойства и применение. – М.: ИКЦ "Академкнига", 2004.

2. *Запольский А.К., Баран А.А.* Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды: Свойства. Получение. Применение. – Л.: Химия. 1987.

3. *Крюков В.К., Мурзабекова Т.Г.* Бесформальдегидный закрепитель для прямых и активных красителей // Текстильная промышленность. – 1998, №3. С.38…39.

4. *Кротова М.Н, Уважаева М.В., Гадеева А.Р., Одинцова О.И.* Использование производных алкиламина в химико-текстильном производстве //Сб. научн. тр.: Проблемы экономики и прогрессивные технологии в текстильной, легкой и полиграфической отраслях промышленности. – Санкт-Петербург: СПГТУД. 2006. Вып. 1. С. 164…167.

5. *Догадкина Н.А., Одинцова О.И., Мельников Б.Н.* Изучение влияния загустителей на миграцию дисперсных краситетелей при термозольном крашении

// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, № 1. С. 57…62.

6. *Youssef Y.A.* Direct dyeing of cotton fabrics pretreated with cationising agents JSDC. – V. 116. 2000. P. 316…322.

7. *Srikulkit K., Larpsuriyakul P.* Process of dyeability modification and bleaching of cotton in a single bath //Color. Technol. – V. 118. 2002. P. 79…84.

8. *Burknshaw S.M., Lei X.P., Lewis D.M.* Modification of cotton to improve its dyeability. Part 1- pretreating cotton with reactive polyamide-epichlorohydrin resin // JSDC. – V. 105. 1989. P. 391…397.

9. *Shin Young Han, Chun Keun Jang, Jae Yun Jaung* Effects of a cationic diblock copolymer derived from [2-(methacryloyloxy)-ethyl]trimethylammonium chloride in the dyeing of cotton with reactive dye // Color. Technol. – V. 124. 2008. P.211…215.

10. *Бектуров Е.А., Легкунец Р.Е.* Ассоциация полимеров с малыми молекулами. – Алма-Ата: Наука, 1983. С.14…37.

11. *Куваева Е.Ю., Одинцова О.И., Леонова Н.А., Мельников Б.Н.* Повышение устойчивости окрасок текстильных материалов, колорированных водорастворимыми красителями // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, № 2. С. 49…51.

12. *Кротова М.Н., Куваева Е.Ю., Одинцова О.И., Мельников Б.Н.* Исследование влияния катионных полиэлектролитов на состояние анионных красителей в растворе // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 3. С. 58…61.

13. *Кротова М.Н.* Использование производных алкиламина для повышения фиксации активных красителей на тканях из целлюлозных волокон: Дис….канд. хим. наук. – Иваново, 2006.

14. *Кротова М.Н., Одинцова О.И., Куваева Е.Ю., Мельников Б.Н.* Применение производных алкиламинов в процессах закрепления окрасок текстильных материалов, колорированных активными красителями // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 6С. С. 68…70.

15. *Куваева Е.Ю., Одинцова О.И., Мельников Б.Н.* Совершенствование технологии упрочнения окрасок текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, № 3. С. 52…55.

16. *Kretsehmer A.* //Chemiefas.- Textilind. – 36, №2, 1986. S.127…135.

17. *Donze F., Freytag R.* Etude du phenomene de migration de coloraunts // Textilveredlung. – 16, №6, 1961. S.223…228.

18. *Мельников Б.Н., Блиничева И.Б.* Технико-экономическое сопоставление способов фиксации красителей на тканях из синтетических и целлюлозных волокон и их смесей. – М: 1974.

19. *Смирнова О.К., Бурмистрова М.Ю., Холмогорова И.В., Иванов Н.П.* Перспективы использования низкомодульной технологии крашения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1990, № 1. С. 67…69.

20. *Eltz H.-U., Olpeter G., Walbrecht H.* Das kontinierliche Farben von Polyester-Cellulosefaser-Mischungen // Tex.-Prax. int. – 39, №7. 1984. S.689…692.

21. *Khall M.J., Aggour S., Bendak A.* Studies of migration in polyamide termosol dyeing // Amer. Dyestuff Report. – №16, 1981. P.38…40.

22. *Abdel Fattah S.H., Abolou L.A., Bendak A., El-Aref A.T.* Cinétigue du role des antimigrants en teinture thermosol // Teintex. – V.46, №1-2, 1981. P.3…16.

23. *Rösch G.* Hilfsmittel in Klotzpozess // Melliand Textilberichte. – 66, №1, 1985 S.66…71.

24. *Urbanik A., Etters J.N.* Particulate migration during drying of fabric padded with dyestuff dispersions // Text. Res. J. – 43, №11, 1973. P.657…661.

25. Пат. 56-38711 (Япония), МКИ Д 06 Р 1/58. Крашение материалов из смеси полиэфирных волокон с хлопком раствором, содержащим полиакрилат натрия, предупреждающий миграцию красителя /Я. Акира, А. Садохина, А. Хироси. заявл. 09.01.74, опубл. 08.09.81, БИ №49.-С.5225.

26. *Sthare Derwin, Chambers Richard F.* Dye migration control with amine solt of poly(vinyl)methyl ether(maleic acid). [GAF Corp.] Пат. США, кл. 8-172R, (D 06 P5/06), №3940247, заявл. 03.12.73, опубл. 24.02.76.

27. *Bergman Sylvesster, LeBlanc Robert B.* Disperse dyeing of polyester cellulose blends with an aqueous suspension of the sulfonated polystyrene sodium salt. (The Dow Chemical Co.) Пат. США, кл. 8-21, (D 06 P3/82), №3507604, заявл. 01.04.68, опубл. 21.04.70.

28. *Lambert A.H., Harper R.J.* Use of cellulose ether in migration control // Text. Res. J. –59, №10, 1989. P.584…589.

29. *Vagra A.M.* Termomigration von Dispersionsfarbstoffen in beschichteten Polyestertextilien //Melliand Textilber. – 66, №10, 1985. S.744…748.

30. А.с. 1452872 СССР, МКИ Д 06 Р 1/22, 3/54. Состав для крашения текстильного материала из полиэфирного волокна и смеси его с хлопком /Смирнова О.К., Одинцова О.И., Холмогорова И.В. и др. № 4111293, заявл. 23.06.86, опубл. 23.01.89, БИ №3.

31. *Догадкина Н.А.* Выявление роли и оценка эффективности действия антимигрантов в процессах крашения текстильных материалов дисперсными красителями: Дис….канд. хим. наук. – Иваново, 2002.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 06.04.12.

УДК 677.027.423.5

КИНЕТИКА КРАШЕНИЯ ШЕРСТЯНОГО ВОЛОКНА АКТИВНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ

KINETICS OF REACTIVE DYESTUFFS INTERACTION WITH WOOL FIBERS

С.В.СМИРНОВА
S.V. SMIRNOVA

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

В работе спектральными методами исследовано влияние различных текстильно-вспомогательных веществ на кинетические параметры процесса крашения шерстяного волокна активными красителями Дримаренами W. Определены наиболее эффективные ТВВ, позволяющие повышать скорость крашения и степень выбирания красителя из ванны.

Influence of different auxiliaries on kinetic parameters of wool dyeing with Drimaren W reactive dyestuffs has been researched by spectral methods. The most effective auxiliaries increasing dyeing speed and exhaustion of dying bath have been determined.

Ключевые слова: шерстяное волокно, активные красители, текстильно-вспомогательные вещества, крашение, кинетика выбирания, степень истощения.

Keywords: wool fiber, reactive dyestuffs, auxiliaries, dying, selective kinetics, degree of exhaustion.

Активные красители становятся сегодня важнейшим классом в колорировании натуральных волокон. Красители, предназначенные для крашения шерстяных текстильных материалов, прекрасно сочетают чистоту и яркость оттенков, широту цветовой гаммы с высокой устойчивостью окрасок на шерстяных изделиях к мокрым обработкам, химчистке и действию света; применение красителей этого класса характеризуется минимальным отрицательным воздействием на экологию. По совокупности вышеперечисленных свойств активные красители превосходят хромовые, металлсодержащие и кислотные красители. Из недостатков крашения шерсти активными красителями следует отметить относительно низкую выбираемость красителей, недостаточно высокую степень фиксации ряда красителей, а также неравномерность окраски, что требует обязательного присутствия в красильном растворе специальных текстильно-вспомогательных веществ. Обычно в этих целях используют неионогенные, катионактивные ТВВ и их смеси [1].

Настоящая работа посвящена оценке эффективности использования различных ТВВ (катионактивных и неионогенных) в процессе крашения шерстяного волокна активными красителями Дримаренами W (гамма красителей Дримарен W специально разработана фирмой Clariant для крашения шерсти). На данном этапе исследования рассматривалось только влияние ТВВ на скорость и степень выбирания активных красителей из красильной ванны. Вопросы влияния ТВВ на колористические

характеристики окрашенного волокна рассмотрены в [2].

Крашение шерстяного волокна активными красителями проводилось по периодическому способу. pH среды 4,45 достигалось применением ацетатного буфера, приготовленного по методике Бриттона [3]. Процесс начинался при температуре 40°С, через 20 мин следовал разогрев до температуры кипения, который продолжался 20 мин. Затем происходило крашение при 96…98°С в течение 60 мин. После расхолодки и слива красильного раствора волокно промывалось щелочным раствором (pH 8–8,5 создавалось добавлением 25%-ного аммиака). Проведенные ранее исследования позволили из целого ряда ТВВ различной природы выбрать наиболее эффективные: композиционный препарат, состоящий из катионактивного (четвертичная соль метилбензолсульфонатов) и неионогенного ПАВ (оксиэтилированный алкилфенол); неионогенные ПАВ (НПАВ 1 – полиэтиленгликоль моностеарат и НПАВ 2 – амид синтетических жирных кислот); для сравнительной оценки использовался импортный препарат Превоцелл W-OF. В процессе крашения через определенные промежутки времени отбирались пробы красильных растворов из рабочей ванны для спектрофотометрического анализа. Оптическая плотность растворов красителя определялась при длине волны, соответствующей максимуму светопоглощения каждого из красителей.

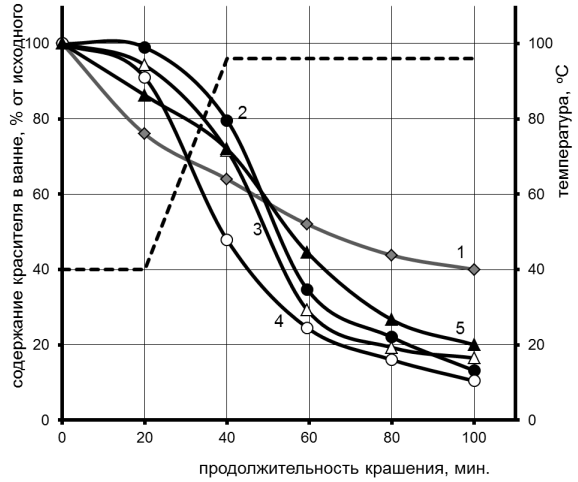


Рис. 1

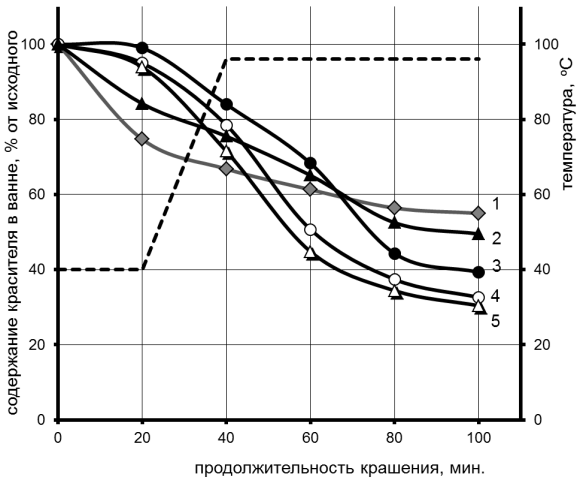


Рис. 2

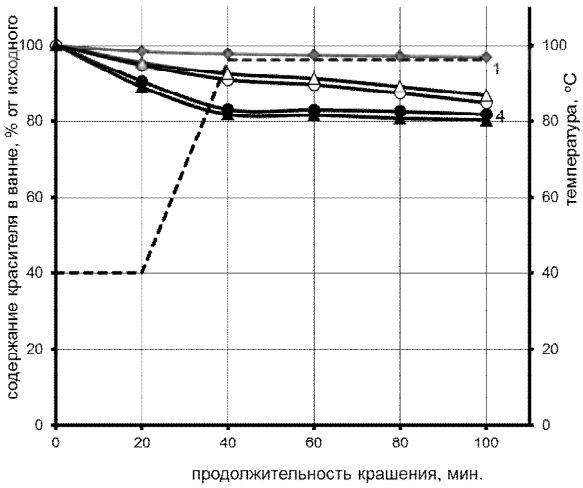


Рис. 3

Кинетические исследования были проведены для 6 марок активных красителей Дримаренов W. На рис. 1…3 приведены кинетические кривые выбирания активных красителей Дримарена синего W – RL (рис. 1), Дримарена алого W-3G (рис. 2) и Дримарена бирюзового W-5G (рис. 3) из красильной ванны. Кривая 1 – без добавок, кривая 2 – крашение в присутствии композиционного препарата, кривая 3 – НПАВ 1; кривая 4 – НПАВ 2; кривая 5 – в присутствии препарата Превоцелл W-OF. Пунктирными линиями на рис. 1…3 показано изменение температуры в процессе крашения.

Высокая первоначальная скорость вы-

бирания активных красителей шерстью является одной из причин неравномерного окрашивания. Такое поведение типично для крашения без ТВВ-выравнивателей – об этом свидетельствуют кинетические кривые всех исследованных красителей в отсутствии добавок: время половинного накрашивания составляет менее 20 мин. Из рис. 1 видно, что при крашении шерсти красителем Дримареном синим W – RL без добавления текстильно-вспомогательных веществ в начальный период крашения (за первые 20 мин) при температуре 40ºС происходит наибольшее выбирание красителя из ванны (почти 25% (кривая 1)). Далее скорость выбирания красителя из рабочей ванны несколько снижается, и к моменту окончания процесса крашения степень выбирания красителя составляет всего лишь 60%. Степень выбирания алого красителя в этом случае к концу крашения равна 45%. Аналогично ведут себя и другие красители. Даже в случае плохо выбирающегося Дримарена бирюзового W-5G при незначительном равновесном выбирании красителя без добавок более половины всего выбирания происходит именно в первые минуты крашения.

Поэтому необходимо в начальный период процесса замедлить выбирание красителя волокном, что обеспечит равномерную сорбцию красителя во всем объеме окрашиваемого волокнистого материала. Введение любого из исследованных ТВВ существенно замедляет выбирание красителей в начальный период крашения – об этом свидетельствует более пологий, платообразный ход кривых 2…5 по сравнению с кривыми 1 на рис. 1, 2. Практически не происходит выбирания красителей Дримарена синего W – RL и Дримарена алого W-3G в начальный момент крашения при использовании композиционного препарата и на 5…10% выбираются красители при крашении в присутствии неионогенных ПАВ.

Выбирание Дримарена бирюзового W-5G в начальный период крашения в присутствии всех исследованных ТВВ по абсолютной величине превосходит аналогичный показатель при крашении без добавок (кривые 2…5 на рис. 3 идут вниз гораздо быстрее, чем кривая 1). Но в относительных величинах (доля равновесной сорбции) этот краситель также показывает замедление выбирания в начале крашения с добавками выравнивателей.

Такое замедление выбирания красителей в начале крашения должно положительно сказываться на ровноте крашения. Происходит оно вследствие образования комплексов краситель – ТВВ за счет гидрофильно-гидрофобного взаимодействия, сил Ван-дер-Ваальса, а в случае катионактивных ТВВ – и за счет электростатического взаимодействия. В образовавшихся комплексах молекулы ТВВ блокируют и экранируют сульфогруппы красителей и затрудняют их адсорбцию на положительно заряженных аминогруппах кератина шерсти. Затруднение мгновенного связывания красителей с поверхностью волокна способствует его равномерному распределению в объеме волокна.

Из рис. 1…3 видно, что с повышением температуры красильного раствора скорость диффузии красителя возрастает – более интенсивно снижается концентрация красителя в остаточной ванне. В момент подъема температуры до 96ºС и в первые 20 мин крашения при этой температуре в присутствии композиционного препарата и неионогенных ПАВ происходит заметное изменение скорости выбирания красителей. Так, например, краситель Дримарен синий W – RL через 60 мин обработки выбирается почти на 70%, а при использовании НПАВ – более чем на 75%. К моменту окончания процесса крашения степень выбирания при крашении в присутствии добавок составляет 85…90% для Дримарена синего W – RL, 65…70% для Дримарена алого W – 3G и 15 (НПАВ) – 20% (композит) для Дримарена бирюзовогоW – 5G.

Сравнение используемых ТВВ с традиционно применяемым Превоцеллом W-OF показывает, что замедляющее воздействие исследуемых ТВВ в начале крашения, а затем интенсификация процесса крашения практически во всех исследованных случаях более эффективны. Степень выбирания красителей к концу крашения в среднем на

5% превосходит результат, полученный с Превоцеллом W-OF.

Таким образом, применение неионогенных и композитных (катионактивных и неионогенных) ТВВ, с одной стороны, замедляет выбирание красителя в первые минуты крашения и, с другой стороны, ускоряет его при дальнейшем протекании технологического процесса. К тому же введение в красильную ванну ТВВ приводит к росту величины равновесной сорбции красителя волокном, что должно способствовать лучшей накрашиваемости шерсти. Это, по-видимому, также связано с влиянием ТВВ на состояние красителя в растворе. Можно предположить, что все исследуемые продукты в большей или меньшей степени вызывают дезагрегацию красителя в растворе, которая вызывает увеличение скорости и степени выбирания красителя волокном из раствора [3].

Образование комплексов краситель – ТВВ также является важным фактором интенсифицирующего действия КПАВ и НПАВ. Во-первых, диффузия комплексов в порах волокна происходит быстрее по причине более слабого взаимодействия с центрами адсорбции. Во-вторых, затруднение мгновенного связывания красителей с поверхностью волокна повышает скорость диффузии красителя из раствора к волокну в приграничном слое. В дальнейшем комплексы ТВВ – краситель распадаются в силу большего термодинамического сродства красителя к волокну, чем к ТВВ [4].

Различия во влиянии ТВВ разной природы на различные красители связаны, по-видимому, со строением молекул и соответственно с различной эффективностью взаимодействия анионов красителя с молекулами ТВВ и друг с другом. Так, например, краситель Дримарен бирюзовый W-5G (производное фталоцианина меди) проявляет значительно большую склонность к агрегации, чем другие исследованные красители. Он характеризуется значительно большими размерами частиц красителя, что не может не отразиться на диффузии его внутри волокна. В этом случае необходима активация шерсти перед крашением, специальная предварительная обработка, в результате которой увеличивается доступная для молекул красителя поверхность шерстяного волокна [5].

ВЫВОДЫ

Спектрофотометрическим методом исследовано влияние ТВВ различной природы (неионогенных и катионактивных) на кинетику выбирания шерстяным волокном активных красителей Дримаренов W. Выявлено, что все исследованные ТВВ оказывают существенное влияние на состояние активных красителей, повышают скорость и степень выбирания исследованных красителей из красильной ванны.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Андросов В.Ф., Петрова И.Н.* Синтетические красители в легкой промышленности: Справочник. – М.: Легпромбытиздат, 1989.

2. Смирнова С.В. Влияние ТВВ на результаты крашения шерсти активными красителями // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №2. С. 76…78.

3. *Лурье Ю.Ю.* Справочник по аналитической химии. – М.: Химия, 1965. С.230.

4. *Новорадовская Т.С., Садова С.Ф.* Химия и химическая технология шерсти. – М.: Легпромбытиздат, 1986.

5. *Смирнова С.В.* Модификация кератиновых волокон перед крашением активными красителями// Изв. вузов Химия и химическая технология. – 2010. Т.53, № 12. С. 94…98.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 15.04.12.

УДК 677 - 1 + 677. 027. 047

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФУНГИЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ НЕКОТОРЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРИ ИХ РЕСТАВРАЦИИ

COMPARATIVE ESTIMATION OF FUNGICIDE ACTION OF SOME PREPARATIONS ON TEXTILE MATERIALS WHILE RESTAVRATION

М.Б. ДМИТРИЕВА, В.В. САФОНОВ
M.B. DMITRIEVA, V.V. SAFONOV

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина")
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")
E-mail: office@msta.ac.ru

Изучена количественная характеристика фунгицидной активности новых препаратов на текстильные материалы.

Quantitative characteristics of fungicide activity of new preparations on textile materials have been researched.

Ключевые слова: фунгицидность, хлопок, шелк, бипиридин.

Keywords: fungicidity, cotton, silk, bipyridine.

В текстильной промышленности до сих пор остается актуальной проблема биоцидной защиты тканей [1]. А для защиты тканей специального назначения, таких как дублировочные холсты для реставрации живописи, дублировочный шелк для реставрации предметов прикладного искусства, оформительские и упаковочные ткани в музейной и реставрационной практике, эта проблема звучит острее, так как применение химических препаратов имеет ряд ограничений [2], [3]. Придание тканям длительной биологической устойчивости к микроорганизмам не должно сопровождаться изменением цвета материала, ухудшением его прочностных характеристик, не должно ускорять процессы старения и, главное, должно быть безопасным для здоровья человека. Очевидно, что абсолютно безвредного во всех смыслах способа антимикробной обработки не существует. Но при подборе новых или при применении уже известных способов обработки тканей специального назначения необходимо придерживаться принципа наименьшего суммарного риска для состояния сохранности экспоната, для здоровья человека и экологической безопасности окружающей среды.

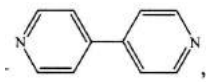
В представленной работе проведена сравнительная оценка фунгицидного действия трех препаратов: хорошо известного и широко применяемого катамина АБ, не изученного на фунгицидные действия бипиридина и нанопрепарата нового поколения, содержащего наночастицы серебра АgБион 2.

Целью работы являлось определение фунгицидной активности препаратов в чистом виде и при разных способах обработки текстильных материалов, сравнение их активности и определение перспектив применения.

В процессе испытаний использовались следующие препараты.

1. Катамин АБ – катионное поверхностно-активное вещество представляет собой четвертичную аммониевую соль, смесь алкилдиметилбензиламмоний хлоридов, где алкил – смесь нормальных ал-

кильных радикалов C_{10}-C_{18} или C_{12}-C_{14}. ТУ 9392-003-48482528–99. 5%-ный водный раствор катамина имеет pH 6,5-7,0, бесцветный или слабоокрашенный в желтый цвет. Применяется для борьбы с микроорганизмами. Обладает широким спектром действия (бактерии, грибы, водоросли). В эксперименте применяли 0,1, 0,5, 1,0%-ные водные растворы.

2. Бипиридин –  , бесцветное вещество, растворимое в органических растворителях, воде.

3. AgБион 2 – препарат нового поколения. Концентрат представляет собой жидкость бурого цвета, содержащую наночастицы комплексов ионов серебра($(1\text{-}5)\cdot10^{3}$ моль/дм) в дистиллированной воде, и поверхностно-активное вещество – диоктилсульфосукцинат натрия (ПАВ). ТУ 2499-003-44471019–2006. Предназначен для производства дезинфекционных средств, средств бытовой химии, а также для модификации существующих материалов и покрытий (строительные материалы, полимеры, ткани и т.д.) в целях придания им биоцидных (в том числе антимикробных, бактерицидных) свойств. Из исходного раствора готовились разные концентрации путем разведения водой. В данном эксперименте были приготовлены 1,0, 0,5, 0,1 и 0,01%-ные водные растворы AgБиона 2.

Тест-культуры для испытаний брали из лабораторной коллекции ЦБК РГАНТД: *Aspergillus niger v.Teigh, Aspergillus flavus Link Fr, Penicillium chrysogenum Thorn, Ulocladium atrum Preuss, Chaetomium globosum Kunze.*

В качестве образцов тканей для определения эффективности антимикробной обработки использовали следующие ткани: хлопок (батист, бязь, ГОСТ 29298–92 арт. 262), реставрационный лионский "шелковый газ", атлас (основа хлопок, уток – натуральный шелк).

Образцы ткани обрабатывали препаратами методом погружения на 10 мин (модуль ванны 50) и методом орошения (до полного насыщения, 1,5…2,0 мл/дм) и выдерживали их два месяца в комнатных условиях.

На первом этапе исследований фунгицидное действие препаратов в чистом виде оценивали по скорости роста тест-культур в чашках Петри на питательной среде по модифицированной методике ГОСТ 9.048–89 и ГОСТ 9.802–84 [4], [5]. Для этого в расплавленную питательную среду Чапека были внесены фунгициды, так чтобы конечная концентрация их оказалась 0,01, 0,1 и 0,5 %. Тест культуры засевали уколом в центр. В течение 10 дней измеряли линейный рост (диаметр) колоний грибов, сравнивали рост колоний в контроле (среда без фунгицидов) и на средах с введенными препаратами. Торможение роста на 8-й день культивирования (Т) рассчитывали по формуле Эбботта:

$$T = [(D_k - D_0) / D_k]\cdot100\% ,$$

где D_k – диаметр колонии в контроле; D_0 – диаметр колонии в опыте; Т – процент торможения радиального роста колоний микромицетов при добавлении в питательную среду биоциодов.

На втором этапе фунгицидную активность препаратов, нанесенных на материал, определяли дискодиффузионным методом, модифицированным для наших целей [6…8].

Из полученных образцов ткани вырезали диски диаметром 7…12 мм, раскладывали их в чашки Петри с питательной средой Чапека. Заранее в питательную среду были внесены культуры плесневых грибов. Через трое суток наблюдали развитие тест-культур на обработанных дисках и вокруг них. По 36-балльной шкале, отражающей характер роста, наличие зон подавления роста, оценивали фунгицидную активность препарата, нанесенного на образец.

Все эксперименты проводили с 5 повторениями.

Исследование фунгицидного действия препаратов в чистом виде на скорость роста тест-культур отражены в табл. 1 (торможение роста (Т, %) тест-культур в присутствии препаратов).

Таблица 1

Тест-культуры	Катамин АБ (%)			AgБион 2 (%)			Бипиридин (%)		
	0,5	0,1	0,01	0,5	0,1	0,01	0,5	0,1	0,01
Aspergillus niger	100	100	84	90	88	82	100	86	60
Aspergillus flavus	100	100	80	98	90	86	100	88	68
Penicillium chrysogenum	100	100	92	98	92	90	100	100	56
Ulocladium atrum	100	100	96	92	92	84	100	100	66
Chaetomium globosum	100	100	94	98	94	92	100	100	58

По результатам исследований оказалось, что препараты AgБион 2 и Бипиридин можно отнести к сильным фунгицидам, по действию сравнимым с катамином АБ. Катамин АБ проявляет фунгицидные свойства сильнее двух других препаратов. В концентрации 0,5 и 0,1% катамин АБ полностью подавляет рост выбранных тест-культур (Т=100%). Бипиридин, так же, как катамин АБ, проявляет фунгицидные свойства в концентрации 0,5 %, но в концентрации 0,1% абсолютное ингибирование не распространяется на все выбранные культуры микромицетов. *Aspergillus niger* и *Aspergillus flavus* замедляют рост в присутствии бипиридина в концентрации 0,1%. А в концентрации 0,01% бипиридин оказывается слабее катамина АБ, хотя процент торможения роста для всех культур остается высоким (от 56 до 68%). Препарат AgБион 2 также проявляет фунгицидные свойства во всех трех концентрациях: при 0,5%-ном содержании препарата в питательной среде процент торможения роста тест-культур находился в пределах от 90 до 98%, при 0,1% – 88…94%, при 0,01% – 82…96%. Разница между тремя выбранными концентрациями несущественна. По-видимому, присутствие препарата AgБион 2 в концентрации выше 0,01% является для выбранных культур микромицетов ингибирующим, но не летальным. Следует обратить внимание на тот факт, что препарат AgБион 2 представляет собой коллоидный раствор наночастиц серебра (12…20 нм) в воде с массовой долей по металлу 0,045%. Поэтому разбавление препарата в 100 и больше раз приводит к снижению концентрации Ag до уровня $4{,}5 \cdot 10^{-4}$% и ниже. Фактически наблюдается подавление скорости роста тест-культур при концентрации наночастиц Ag, равной 10^{-6} %. На диаграмме (рис. 1 – торможение роста тест-культур на питательных средах в присутствии фунгицидов) для наглядности представлены данные по ингибированию роста тест-культур в присутствии препаратов в двух концентрациях 0,1 и 0,01%.

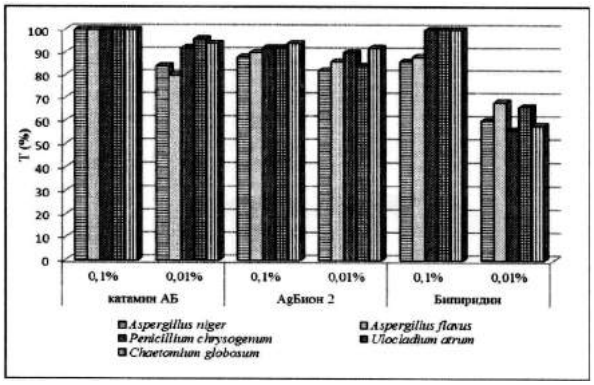


Рис.1

На втором этапе исследований тестированию подвергали образцы тканей, обработанные этими препаратами в различных концентрациях и нанесенные методом погружения или орошения. Результаты тестирования приведены в табл. 2 (определение фунгистойкости образцов материалов в баллах).

На диаграммах (рис. 2…5: рис. 2 – рост тест-культур на обработанных образцах батиста; рис. 3 – рост тест-культур на обработанных образцах бязи; рис. 4 – рост тест-культур на обработанных образцах лионского шелка; рис 5 – рост тест-культур на обработанных образцах атласа) наглядно показаны различия в характере роста выбранных тест-культур на разных тканях, обработанных разными препаратами. Так, например, обращает на себя внимание полное подавление роста всех тест-культур на хлопковой ткани, защищенной AgБион 2 в 1%-ной концентрации (рис. 2, 3).

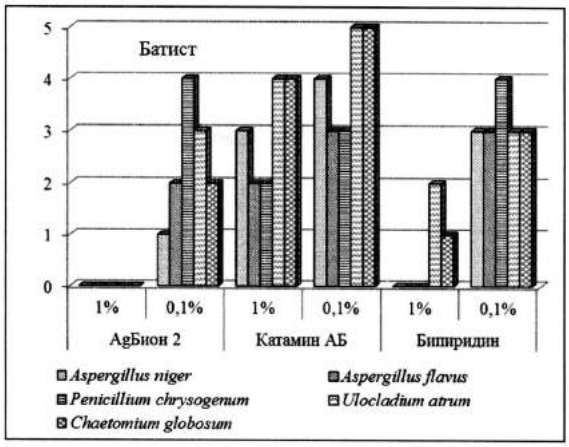


Рис.2

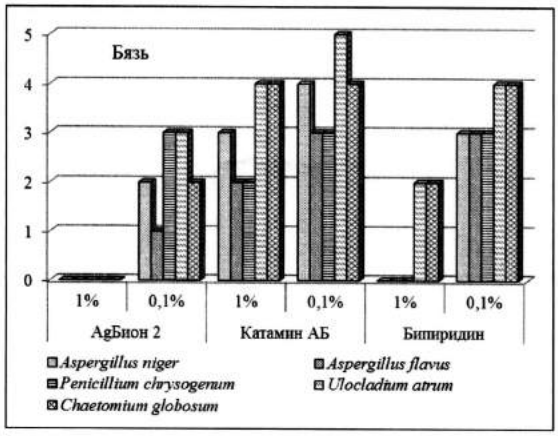


Рис. 3

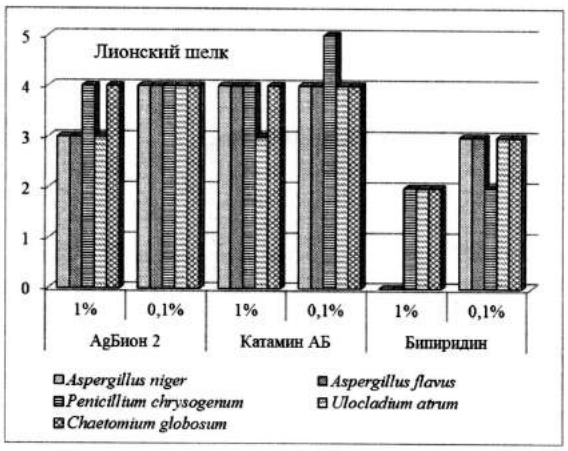


Рис. 4

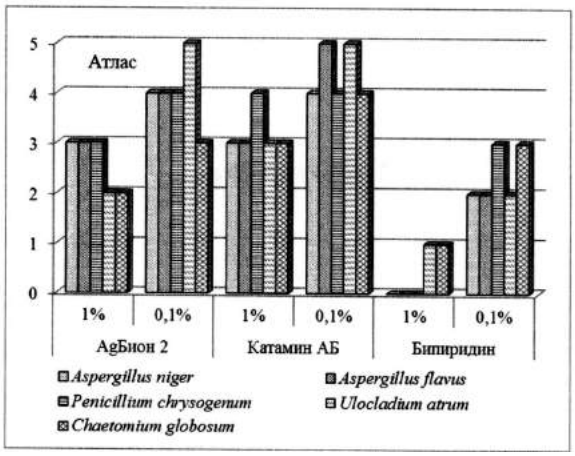


Рис. 5

При снижении концентрации в 10 раз подавление роста (1…4 балла) отмечено также у всех тест-культур. Бипиридин в концентрации 1% оказывал летальное действие на три выбранных гриба и в концентрации 0,1% подавлял рост грибов слабее АgБиона 2. Катамин АБ, в свою очередь, в концентрации 1 и 0,1% полного подавления роста не вызывал (при 1% – 2…4 балла, при 0,1% – 3…5 баллов).

Лионский шелк, нити которого на 100% состоят из натурального белка – фиброина, и атлас, у которого основная нить – это хлопок, а уток – натуральный шелк, показали совсем иную картину. Полное подавление роста отмечено только у бипиридина (1%) и только для трех культур. Действие других препаратов на лионском шелке было почти одинаковым и не зависело от концентрации (3…4 балла). Исключением оказался гриб *Penicillium chrysogenum,* который проявил устойчивость к катамину АБ (0,1%) – 5 баллов. На образцах атласа действие препаратов в целом было более сильным, чем на шелке, но слабее, чем на хлопковой ткани. Однако для большинства тест-культур подавление роста все же происходило.

При сравнении действия АgБиона на разных материалах отмечено ослабление действия препарата, нанесенного на шелк и содержащий шелк "атлас". По-видимому, коллоидный раствор АgБион на хлопке удерживается в большей степени, чем на шелке. Бипиридин ведет себя на разных материалах практически одинаково (0…2 балла – для концентрации 1%, и 2…4 балла – для 0,1%). Катамин АБ проявляет более сильное подавляющее действие на хлопковой ткани, чем на шелковой или смешанной.

Таблица 2

Образцы ткани	Тест-культуры	АgБион2		Катамин АБ		Бипиридин	
		1%	0,1%	1,0%	0,1%	1%	0,1%
Хлопок (батист)	*Aspergillus niger*	0	1	3	4	0	3
	Aspergillus flavus	0	2	2	3	0	3
	Penicillium chrysogenum	0	4	2	3	0	4
	Ulocladium atrum	0	3	4	5	2	3
	Chaetomium globosum	0	2	4	5	1	3
Хлопок (бязь)	*Aspergillus niger*	0	2	3	4	0	3
	Aspergillus flavus	0	1	2	3	0	3
	Penicillium chrysogenum	0	3	2	3	0	3
	Ulocladium atrum	0	3	4	5	2	4
	Chaetomium globosum	0	2	4	4	2	4
Лионский шелк	*Aspergillus niger*	3	4	4	4	0	3
	Aspergillus flavus	3	4	4	4	0	3
	Penicillium chrysogenum	4	4	4	5	2	2
	Ulocladium atrum	3	4	3	4	2	3
	Chaetomium globosum	4	4	4	4	2	3
Атлас (хлопок + шелк)	*Aspergillus niger*	3	4	3	4	0	2
	Aspergillus flavus	3	4	3	5	0	2
	Penicillium chrysogenum	3	4	4	4	0	3
	Ulocladium atrum	2	5	3	5	1	2
	Chaetomium globosum	2	3	3	4	1	3

Примечание. 0 – полное подавление роста, образование зоны подавления роста; 1 – полное подавление роста; 2 – паутинистый мицелий; 3 – подавленный рост мицелия, спороношение не типичное; 4 – ограниченный рост мицелия, подавленное спороношение; 5 – обильный рост мицелия, спороношение есть.

Необходимо специально отметить, что препарат АgБион 2 в концентрации 1 и 0,1% содержит действующего вещества, а именно наночастиц серебра, 0,00045% и 0,000045% соответственно, или 10^{-4} и 10^{-5} процентов.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований по сравнительной оценке фунгицидного действия некоторых препаратов можно заключить следующее.

1. Препараты АgБион 2 и бипиридин являются эффективными фунгицидами по отношению к выбранным тест-культурам.

2. Фунгицидное действие препаратов АgБион 2 и бипиридин выражено сильнее, чем у катамина АБ при одинаковых концентрациях.

3. Препарат АgБион 2 является перспективным для антимикробных обработок текстильных материалов ввиду его высокой фунгицидной и фунгистатичной активности в малых концентрациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Разуваев А.А.* Заключительная отделка текстильных материалов биоцидными препаратами // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2010, т.53, №8. С.3…7.

2. *Синицина Н.П.* Реставрация и консервация археологического текстиля и кожи: разработка методики / В кн.: Некрополь русских великих княгинь и цариц в Вознесенском монастыре Московского Кремля. – М., 2009. Т.1. С. 213…221.

3. Методические указания по определению чувствительности микроорганизмов к антибиотикам методом диффузии в агар с использованием дисков Минздрава СССР. – М, 1983.

4. ГОСТ 9.048–89.

5. ГОСТ 9.802–84.

6. *Vandepitte J., Engbaek K., Piot P., Heuck C.C.* Basic laboratory procedures in clinical bacteriology. Geneva: World Health Organization; 1991. (ДММ).

7. *Barry A.L., Thornsberry C.* Susceptibility tests: Diffusion test procedures. In: Murray P., editor. Diffusion test procedures. Washington D.C.: ASM Press; 1993.

8. National Committee for Clinical Laboratory Standards. Development of in vitro susceptibility testing criteria and quality control parameters. Approved guideline. NCCLS Document M23-A. 1994; 12 (16).

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 04.01.12.

УДК 677. 314. 01

ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗОЖИДКОСТНЫХ СРЕД ДЛЯ МЕРСЕРИЗАЦИИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ

USE OF FOAM ENVIRONMENT FOR MERSERIZATION OF COTTON FABRICS

В.А.ЕПИШКИНА, А.М.КИСЕЛЕВ
V.A. EPISHKINA, A.M. KISELEV

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

Разработана технология мерсеризации хлопчатобумажных тканей в газожидкостной (пенной) среде. Предложены пенообразователи для получения мерсеризационных пен. Дана оценка качества пенной мерсеризации.

The technology of foam merserization for cotton fabrics has been developed. Foam agents for reception of merserization foam have been offered. Quality estimation of foam merserization is given.

Ключевые слова: хлопчатобумажная ткань, пена, мерсеризация, технология, пенообразователь, качество.

Keywords: cotton fabric, foam merserization, technology, foam agent, quality.

Особенности газожидкостной мерсеризации отмечены в обзоре, посвященном применению пенных систем в отделке текстильных материалов [1]. В нем отмечены следующие преимущества данной технологии:

– меньший расход гидроксида натрия;

– более точный контроль линейных размеров ткани;

– возможность избирательной обработки лицевой стороны ткани с экономией красителя при последующем крашении;

– получение оригинальных эффектов печати с использованием гидроксида натрия;

– лучшая маскировка мертвых волокон хлопка.

Для получения мерсеризационных пен необходим обоснованный выбор пенообразователя (ПАВ), эффективного в щелочной среде. Изучение вспениваемости щелочных растворов различных ПАВ показало, что в качестве пенообразующего агента целесообразно использовать ПАВ анионоактивного типа, способные к интенсивному пенообразованию в среде с pH более 11 [2] . Измерение пенообразующей способности ПАВ по методу выливания (Росс-Майлса) показало (табл. 1 – влияние pH пенообразующего раствора на способность ПАВ к вспениванию), что соли жирных кислот в кислой среде пену практически не образуют, а в щелочной – имеют максимум пенообразования при pH = 8-9.

Таблица 1

Наименование ПАВ	Высота столба полученной пены, H_0, 10^{-3} м			
	pH 3	pH 6	pH 9	pH 12
Сульфонол (R= C_{12-18})	54	68	83	114
Алкилсульфат натрия (R=C_{6-20})	64	78	95	135
Алкилбензолсульфонат натрия (R = C_{12-18})	105	158	101	48
Синтамид 5	35		74	63
Превоцелл WOF-lOO	110	145	158	174
Выравниватель АН	15	24	36	48
Сульфосид 31	98	136	174	215

Примечание. Концентрация ПАВ в водном растворе 0,05…0,15%.

В указанной области pH молекулы анионоактивных ПАВ имеют максимальную площадь адсорбции в межфазных пленках пен. При увеличении длины углеводородного радикала в молекуле ПАВ максимум пенообразования смещается в щелочную область (pH=11-12). Алкилбензолсульфонат натрия (C_{12}-C_{18}) мало изменяет свою пенообразующую способность в широком диапазоне pH, снижая ее в сильнощелочной среде. Неионогенные ПАВ обладают достаточно высокой пенообразующей способностью в интервале pH от 4,0 до 9,5. Катионоактивные ПАВ обладают минимальной способностью к вспениванию, особенно в сильнощелочной среде. Хорошие результаты достигнуты (H_0 = =174-215 10^{-3}м при pH = 9-12) при использовании препарата Сульфосид 31 (смесь АПАВ+ +НПАВ) с синергетическим эффектом действия.

В результате исследования свойств газожидкостных систем (кратность пены, период ее полураспада, средний диаметр пузырьков воздуха) показано, что высокое качество мерсеризации достигается при применении пен с параметрами, указанными в табл. 2 (оптимальные параметры газожидкостных мерсеризационных пен и сравнительная эффективность различных технологий мерсеризации). Здесь же представлены сравнительные данные об эффективности мерсеризационного процесса в водной, пенной и жидкоаммиачной средах.

Таблица 2

Состав мерсеризационной ванны	Кратность пены	Средний диаметр пузырьков воздуха, 10^{-6} м	Период полураспада, мин	Приращение массы ткани, %
Полиакриламид +алкилсульфат натрия	8,5	136	12,4	34,0
КМЦ + сульфонол	11,2	148	8,3	38,2
Метилцеллюлоза + Сульфосид 31	13,7	116	15,4	32,8

Технология мерсеризации	Вид ткани	Усадка, %		Баритовое число	Капиллярность, мм	Расход NaOH	Расход красителя
		основа	уток				
Водная	1	11,3	14,6	95	123	1,0	1,0
	2	15,6	18,8	105	131	1,0	1,0
Жидкоаммиачная	1	16,6	19,3	144	138	-	0,7
	2	17,4	21,8	148	146	-	0,7
Газожидкостная	1	10,5	12,6	124	128	0,6…0,7	0,85
	2	13,8	16,7	133	135	0,6…0,7	0,85

Примечание. Ткань 1 – поверхностная плотность 330 г/м ; ткань 2 – поверхностная плотность 160 г/м^2.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что эффективность газожидкостной мерсеризации уступает жидкоаммиачной технологии, но выше результатов водной обработки.

Нанесение мерсеризационных пен на ткань может осуществляться специальными аппликаторами [3], [4], а сам процесс мерсеризации – на существующем оборудовании, оснащенном пеногенераторами статического или динамического типа [5], [6].

ВЫВОДЫ

1. Отмечены преимущества газожидкостной мерсеризации, позволяющей улучшить показатели ресурсосбережения и экологической безопасности.

2. Для получения мерсеризационных пен в сильнощелочной среде рекомендовано использование анионоактивных ПАВ с длинным углеводородным радикалом, а также поверхностно-активных веществ с синергетическим характером действия.

3. Оптимизированы параметры свойств мерсеризационных пен и дана сравнительная оценка качества мерсеризации в водной, жидкоаммиачной и газожидкостной средах.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Turner G.R.* //Text. Chem. and Color. – V. 17, № 10, 1985. P. 30…32.

2. *Казаков М.В.* Исследование пенообразующей способности ПАВ: Дис….канд. техн. наук. – М.: 1969.

3. *Namboodri Ch. G.* //Amer. Dyestuff. Reporter. – V. 74, №4. 1985. P.52…57.

4. Shan D., Dysleski C.//Amer. Oil. Chem. Soc. – 41, № 12. 1969. P. 615…648.

5. Turner G., Robert M. // Text. Chem. and Color. – №10, 1981. P. 13…15.

6. Патент 2915289 ФРГ, кл. D06P 1/05. Устройство для нанесения пены на движущееся полотно; заявл. 11.03.81; опубл. 15.01.83.

Рекомендована кафедрой химической технологии и дизайна текстиля. Поступила 01.06.12.

УДК 677.026.442:677.017.42

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ ПРОКАЛЫВАНИЯ ИГЛОПРОБИВНОГО ПОЛОТНА

DETERMINATION OF ACTUAL DENSITY OF NONWOOVEN PIERCING

Е. Г. ТОКАРЕВА, А. П. СЕРГЕЕНКОВ
E.G. TOKAREVA, A.P. SERGEENKOV

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")
E-mail: office@msta.ac.ru

Статья посвящена определению фактической плотности прокалывания иглопробивного полотна.

Исследовано влияние изменений линейных размеров иглопробивного материала на плотность прокалывания. Установлена взаимосвязь скорости подачи материала в машину со скоростью выпуска материала из машины и его вытяжкой в продольном направлении.

The article is devoted to determination of actual density of piercing needle-punched fabric. The effect of changes of needle-punched material linear dimensions on the density of perforation has been researched. The interrelation of speed of material feed into the machine with the speed of material release out of a machine and its stretch in longitudinal direction has been established.

Ключевые слова: плотность прокалывания, иглопробивное полотно, вытяжка волокнистого холста, методика определения фактической плотности прокалывания.

Keywords: piercing density, needle-punched material, fibrous material stretch, the method of determination of actual perforation density.

Плотность прокалывания является одной из важнейших характеристик всех иглопробивных полотен и в значительной степени определяет все их основные свойства. Поэтому правильному определению плотности прокалывания придается особое значение. В то же время существующая практика определения плотности прокалывания не позволяет получить ее реальные значения. Все дело в том, что плотность прокалывания П, которая является характеристикой иглопробивного полотна, рассчитывается по параметрам работы и ха-

рактеристикам иглопробивной машины, а именно по формуле:

$$П_1 = 10К_1 / L_1, \qquad (1)$$

где $К_1$ – проекционная плотность игл на иглопробивной машине, $см^{-1}$; L_1 – подача на прокол, мм.

В свою очередь подача на прокол L_1 рассчитывается по формуле:

$$L_1 = 1000V_1 / n_1, \qquad (2)$$

где V_1 – скорость выпуска полотна иглопробивной машиной, м/мин; n_1 – частота прокалывания, $мин^{-1}$.

Приведенные выражения не учитывают изменения линейных размеров обрабатываемого материала, а именно вытяжки в продольном направлении и усадки в поперечном направлении. Вытяжка материала в процессе прокалывания является практически неизбежной и обусловлена его торможением пробивными иглами, а также трением о поверхности подкладочного и очистительного столов. Вытяжка означает увеличение расстояния между соседними проколами, то есть уменьшение плотности прокалывания. Усадка в поперечном направлении является непосредственным следствием вытягивания материала в продольном направлении и приводит к некоторому уменьшению расстояний между соседними проколами, то есть к увеличению плотности прокалывания. Она компенсирует обусловленное вытяжкой уменьшение плотности прокалывания, но только в очень незначительной степени. В реальных условиях вытяжка материала в продольном направлении может достигать очень больших значений (особенно на первой машине поточной линии) – на уровне нескольких десятков процентов. По этой причине рассчитанная с применением формулы (1) плотность прокалывания очень существенно отличается от фактического ее значения. Целью данной работы является определение способа расчета фактической плотности прокалывания иглопробивного материала.

Для последующего обсуждения этого вопроса в дополнение к приведенным ранее в формулах (1) и (2) были приняты следующие обозначения: V_0 – скорость подачи материала в иглопробивную машину, м/мин; E_1 – вытяжка материала в продольном направлении на иглопробивной машине, %; $У_1$ – усадка материала в поперечном направлении на иглопробивной машине, %.

Индекс «1» во всех случаях условно обозначает первую машину иглопробивной линии.

На первом этапе обсуждения рассматривается влияние вытяжки материала в продольном направлении. Логично будет принять, что для определения фактической плотности прокалывания можно использовать приведенное выше выражение (1), однако вместо скорости выпуска материала V_1 следует использовать значение средней скорости движения материала через машину, то есть:

$$V_{ср} = (V_0 + V_1) / 2. \qquad (3)$$

С учетом вытяжки в продольном направлении скорость подачи материала в машину V_0 связана со скоростью выпуска материала из машины V_1 выражением:

$$V_9 = \frac{100}{100 + E_1} V_1. \qquad (4)$$

Тогда выражение для расчета средней скорости движения материала через машину после простейших преобразований примет вид:

$$V_{ср} = \left(\frac{50}{100 + E_1} + 0{,}5 \right) / V_1. \qquad (5)$$

С учетом формулы (5) выражение (2) для расчета подачи на прокол будет выглядеть так:

$$L_1 = \left(\frac{50000}{100 + E_1} + 500 \right) V_1 / n_1. \qquad (6)$$

Подставляя выражение (6) в формулу (1) получаем уравнение для расчета скорректированной плотности прокалывания с учетом вытяжки материала в продольном направлении:

$$П_{1корр} = \frac{К_1 n_1}{\left(\frac{5000}{100 + Е_1} + 50\right) V_1}. \quad (7)$$

Принимая во внимание, что фактическая плотность прокалывания увеличивается пропорционально усадке материала по ширине в процессе обработки на иглопробивной машине, можно, проведя несложные выкладки, дополнить выражение (7) коэффициентом, учитывающим усадку в поперечном направлении:

$$П_{1ф} = \frac{100 + У_1}{100} \frac{К_1 n_1}{(\frac{5000}{100 + Е_1} + 50) V_1}. \quad (8)$$

Полученное в итоге выражение (8) позволяет рассчитать фактическую плотность прокалывания материала после обработки его на одной иглопробивной машине. Если в поточной линии установлены последовательно несколько иглопробивных машин, обозначенных условно номерами 1, 2,..., m, то обеспечиваемые ими значения плотности прокалывания суммируются и тогда выражение (8) для расчета фактической плотности прокалывания вырабатываемого на такой поточной линии материала можно записать в виде:

$$П_ф = \sum_{i=1}^{m} \left(\frac{100 + У_i}{100} \frac{К_i n_i}{\left(\frac{5000}{100 + Е_i} + 50\right) V_i} \right). \quad (9)$$

Выведенные формулы могут оказаться полезными в первую очередь при переносе результатов лабораторных исследований на промышленные поточные линии. Значения вытяжки материалов на лабораторных стендах и установках существенно отличаются от вытяжки на промышленном оборудовании. По этой причине будут существенно различаться и значения фактической плотности прокалывания, что неизбежно отразится на свойствах вырабатываемых материалов.

В Ы В О Д Ы

1. Исследовано влияние вытяжки волокнистого холста в процессе иглопрокалывания в продольном направлении и усадки его в поперечном направлении на фактическую плотность прокалывания готового материала.

2. Предложена методика определения фактической плотности прокалывания иглопробивного материала.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов. Поступила 08.06.12.

УДК 667.025

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТЯЖИМОСТИ БОРТИКА НОСКА

RESEARCH OF TENSILE PROPERTIES OF A SOCK WELT

О.А. ВИГЕЛИНА, Л.П. РОВИНСКАЯ
O.A. VIGELINA, L.P. ROVINSKAYA

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)
(Saint-Petersburg State University of Technology and Design)
E-mail: trik@sutd.ru

В статье представлены результаты исследования растяжимости бортика мужских носков, вырабатываемых на современных одноцилиндровых чулочных автоматах, с эластановой нитью в виде футерного наброска в структуре.

The paper presents the results of research of tensile properties of a men sock welt manufactured on modern single cylinder hosiery automatic machines, feeded by elastomeric yarn forming a fleecy float in the structure.

Ключевые слова: борт носка, эластомерная нить, чулочные автоматы, удлинение, деформация.

Keywords: a sock welt, elastomeric yarn, hosiery automatic machines, elongation, deformation.

Чулочно-носочные изделия в России всегда пользовались повышенным спросом. Наша страна занимает одно из первых мест в мире по их потреблению на душу населения.

Спрос на эти товары в последние годы неуклонно растет. Известно, что в настоящее время в основном спрос на чулочно-носочные изделия обеспечивается импортом, но постепенно на рынок приходят и отечественные производители, не желающие отдавать иностранцам столь доходную отрасль.

Перед чулочно-носочным производством стоит задача по выпуску высококачественной, конкурентоспособной продукции, которая соответствует требованиям и спросу потребителей. Решением этой задачи является применение новых видов сырья, внедрение новой техники и технологии. Возникает необходимость в расширении ассортимента, улучшении дизайна и качества чулочно-носочных изделий.

В производстве чулочно-носочных изделий широко используются новые химические нити, в частности эластановые.

Особенностями чулочных изделий с содержанием этих нитей является хороший внешний вид, сохранение формы и линейных размеров изделий при эксплуатации, достаточно высокая износостойкость, большая упругая растяжимость. Изделия должны быть комфортными при эксплуатации, не вызывать болевых ощущений и неудобств при носке, должны обеспечивать оптимальное давление на ногу человека, они должны сохранять свои свойства при многократных растяжениях и стирках.

Но, несмотря на большое количество исследований в этой области, до сих пор остаются актуальными вопросы, связанные с проявлением специфических свойств эластановых нитей в структуре трикотажных изделий. Известны способы введения этих нитей в структуру трикотажа [1] в виде футерной, платировочной, уточной нитей или прессового наброска, в частности, в структуру бортика носков, вырабатываемых на одноцилиндровых современных чулочных автоматах [2], эластановая нить вводится в виде футерного наброска.

Образование участка бортика носка начинается на иглах цилиндра, не имеющих старых петель, поэтому язычки игл могут быть закрытыми и их необходимо открыть. В первой системе иглы через одну под действием подъемного (заключающего) клина вязального замка поднимаются на высоту полного заключения и опускаются в положение неполного заключения, при этом с помощью специального приспособления осуществляется открытие язычков. Такое положение обеспечивает надежное прокладывание нити на иглы в следующей петлеобразующей системе.

Для образования первого ряда, как правило, используется высокорастяжимая нить для обеспечения хорошей растяжимости участка бортика и надежности образования заработка изделия, прокладывается на отобранные иглы (например, нечетные), изгибается платинами и отводится за спинки четных игл. Затем отбираются четные иглы и на них осуществляется прокладывание нити аналогично тому, как это происходило на нечетных иглах, что позволяет заработать петли на всех иглах.

В следующем цикле отобранные нечетные иглы получают нить, а четные иглы не работают. Бортовые крючки под действием клиньев выходят из канала и устанавливаются над неработающими четными иглами. Протяжки нити между нечетными иглами располагаются на носиках бортовых крючков. Затем бортовые крючки отводятся назад и остаются без движения, удерживая нить третьего ряда до окончания вязания бортика носка. Таким образом, обеспечивается подготовка процесса пришивки бортика.

Далее происходит вязание участка бортика с прокладыванием на каждую вторую иглу оплетенной эластановой нити в виде футерного наброска (раппорт кладки 1+1), образуя так называемый "ложный ластик".

По окончании вязания бортика протяжки нити третьего ряда, расположенные на бортовых крючках, переносятся на четные иглы, при этом заканчивается образование двойного бортика.

Нами с помощью экспертного опроса [3] выявлено, что наиболее значимым качественным показателем является растяжимость бортика.

Растяжимость бортика носка определяется на стандартном приборе марки ПР-2, при нагрузке, определяемой ГОСТ [4], 1500 сН.

Объектом исследования были выбраны 4 типа мужских носков с двойным бортиком, выработанных переплетением кулирная гладь. Бортики носков 1, 2 и 3-го типа содержат эластановую нить в каждом ряду, а бортик 4-го типа в 1/3 части участка выработан без эластановой нити. Кроме того, бортик всех 4-х типов носков содержит хлопчатобумажную пряжу разной линейной плотности.

Испытания бортика на растяжимость проведены для каждого типа носков на 8 образцах. Средние показатели характеристики носков каждого типа, мм, в исходном положении приведены в табл. 1.

Таблица 1

Тип носка	Бортик			Общая длина	Длина следа	Длина паголенка
	ширина	высота	линейная плотность, текс			
1	85	49	11,8×2	254	264	170
2	86	48	29,4	232	242	147
3	86	48	29,4	223	233	140
4	79	36	20	210	223	142

При испытании растяжимости бортика под нагрузкой измерялось его удлинение $L_д$, после снятия нагрузки – ширина бортика $L_к$ и остаточная деформация: обратимая $E_{об}$ и необратимая $E_н$. Средние показатели результатов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Тип носка	$L_д$, мм	$L_к$, мм	$E_{об}$, %	$E_н$, %
1	103,8	87,4	97,9	2,6
2	96	87,8	98	2,1
3	100	88,3	97,6	2,6
4	110,1	82,3	97	3,9

Необратимая деформация $E_н$, %, вычисляется следующим образом:

$$E_н = \frac{L_k - L_o}{L_o} \cdot 100, \qquad (1)$$

где L_o – первоначальная ширина бортика, мм; L_k – конечная ширина бортика, мм.

Обратимая деформация $E_{об}$, %, вычисляется по формуле:

$$E_{об} = \frac{L_o + L_д - L_к}{L_д} \cdot 100, \qquad (2)$$

где $L_д$ – удлинение бортика, мм.

Показатели растяжимости были оценены по обхвату подъема стопы (рис. 1 – измерение обхвата подъема стопы) типовой ноги, среднего роста и размера [5]. Это показатель, при котором бортик носка достигает максимально растянутого положения при надевании его на ногу.

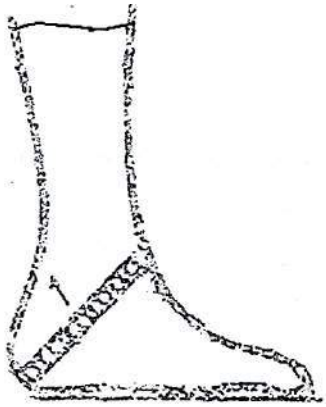


Рис. 1

Для этого вычислялся периметр растянутого бортика $L_{окр}$, мм, и сравнивался с типовым обхватом подъема стопы:

$$L_{окр} = (L_o + L_д) \cdot 2. \qquad (3)$$

Результаты сравнения представлены в табл. 3.

Таблица 3

Тип носка	Ширина борта, мм	$L_{окр}$	Обхват подъема стопы, мм
1	85	378,2	348
2	86	364	335
3	86	372	328
4	79	378.8	318

Как видно из табл. 3, периметр растянутого бортика исследуемых образцов больше типовых величин обхватов подъема стопы мужчин.

В Ы В О Д Ы

Двойной бортик мужских носков с шириной в пределах от 79 до 86 мм с высокорастяжимой нитью, используемой при заработке носка и проложенной эластановой нитью в виде футерного наброска (раппорт 1+1), обеспечивает комфортные условия при эксплуатации.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Ровинская Л.П., Арбузов А.А., Безкостова С.Ф.* Способ введения эластановых нитей в структуру чулочно-носочных изделий, характерные переплетения // Сб. ст. аспирантов. – СПб.: СПГУТД, 2007. С 140…145.

2. *Строганов Б.Б.* Современные чулочно-носочные автоматы. – М.: РосЗИТЛП, "Информ-Знание", 2006. С.240.

3. *Вигелина О.А., Ровинская Л.П.* Выбор показателей качества чулочно-носочных изделий на основе экспертных оценок // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – СПб.: СПГУТД, 2012. С.109 .

4. ГОСТ 19712–89. Изделия трикотажные. Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках, меньше разрывных. – Введ. 1991–01–01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов.

5. ГОСТ 26456.0–89. Фигуры типовые. Размерные признаки для проектирования чулочно-осочных изделий. Фигуры мужчин. – Введ. 1991–01–01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов.

Рекомендована кафедрой технологии и художественного проектирования трикотажа. Поступила 08.06.12.

УДК 677.025.3

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ СТРОЕНИЯ ПРОИЗВОДНЫХ ЛАСТИЧНЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ

ON SOME FEATURES OF THE STUCTURE \OF RIB INTERLACINGS DERIVATIVES

Д.А. ГАДЖИЕВ
D.A. GADZHIEV

(Азербайджанский технологический университет)
(Azerbaijan Technological University)
E-mail: j.hajioglu@rambler.ru

В работе проанализированы строения ластика и его производных. Разработаны новые виды переплетений производного ластика, получаемые на машинах с ластичной расстановкой игл, и установлены различия их структуры. Сформулировано общее определение трикотажа производных переплетений.

The structure of a rib and its derivatives has been analyzed in the paper. New types of rib derivatives interlacings, manufactured on the machines with rib arrangement of needles, have been developed, and the distinctions of their structure have been established. The general definition of jersey of interlacing derivatives has been formulated.

Ключевые слова: трикотаж, переплетение, игла, игольница, производное, ластик, интерлок.

Keywords: jersey, interlacing, a needle, a needle bed, derivative, a rib, an interlock.

Среди важных задач, стоящих перед трикотажной промышленностью, является улучшение качества и расширение ассортимента трикотажных изделий. Для выполнения этих задач в первую очередь необходимо разработать полотна с хорошим внешним видом и определенными показателями свойств.

Одним из направлений создания новых структур полотен является разработка трикотажа производных переплетений. При этом следует всесторонне использовать технологические возможности вязальных машин. К производным принадлежат переплетения, образованные из сочетания нескольких одинаковых главных переплетений, взаимно ввязанных так, что между петельными столбиками одного размещаются петельные столбики другого или нескольких таких же переплетений [1].

На базе переплетений ластик 1+1, ластик 2+2 можно получить различные варианты производного переплетения, с применением которых увеличится ассортимент изделий. Тем более, что переплетения производного ластика могут быть разработаны для машин с расположением игл цилиндра и диска в шахматном порядке, а также где иглы цилиндра и диска находятся друг против друга. Соответствующие виды трикотажа производного ластика, выработанные на различных машинах, отличающихся по расположению игл, будут отличаться как по структуре, так и по свойствам.

При изучении особенностей структуры трикотажа важно учитывать направление вращения игольного цилиндра машины. Это необходимо для определения порядка формирования раппорта переплетения, хотя строение полученного трикотажа от этого не меняется.

Известно, что на машинах интерлок выполняется последовательный способ петлеобразования с распределением. При этом способе операции петлеобразования выполняются сначала на иглах цилиндра, а затем, с некоторым запозданием, на иглах диска. Примем, что процесс вязания трикотажа осуществляется при вращении цилиндра по часовой стрелке. Раппорты элементарных рядов переплетений, составляющих производного ластика, расположены один после другого, между двумя соседними раппортами переплетения первого ряда. Они получаются в одинаковом порядке на иглах, идущих вслед за иглами, образующими последние петли предыдущего раппорта. При этом порядковые номера игл, участвующих при получении соответствующего раппорта переплетения последующего ряда, больше порядкового номера игл, вяжущих петли раппорта переплетения предыдущего ряда.

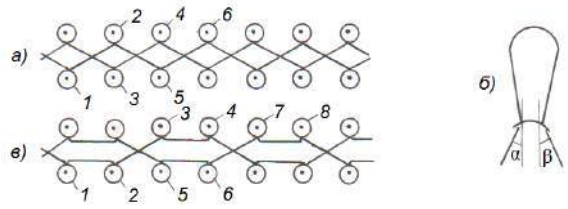


Рис. 1

Анализируя структуру производного ластика, например, двуластика 1+1 или интерлока, можно увидеть, что петли взаимно ввязаного ластика 1+1 расположены одна против другой. Этому способствует характер строения главного переплетения ластик 1+1, где петли лицевой и изнаночной стороны расположены в шахматном порядке. Хотя между петлями 1, 2 и 5, 6 одного ластика расположены одновременно петли 3, 4 другого ластика 1+1 (рис. 1-а) и петельные столбики не отодвинуты друг от друга. Кроме того, в его структуре величина протяжек, соединяющих петли ластика 1-2 и 2-5 (рис. 1-а), а также углы между вертикальной линией и проекциями

этих протяжек в плоскости рисунка равны между собой ($\alpha=\beta$, рис. 1-б). Здесь соответствующие элементы ластиков в рядах являются идентичными и симметричными (первый вид).

На рис. 1 представлены графические записи переплетений двуластик 1+1 (а), двуластик 2+2 (б) и проекция протяжки петель в плоскости рисунка (в).

Подобное совпадение имеется и в структуре, например, двуластика 2+2. В ней можно увидеть, что петли базового ластика 2+2 однозначно расположены одна против другой, где после каждых двух петель 1, 2 и 3, 4 одного ластика 2+2 расположены две петли 5, 6 и 7, 8 другого ластика 2+2 (рис. 1-в).

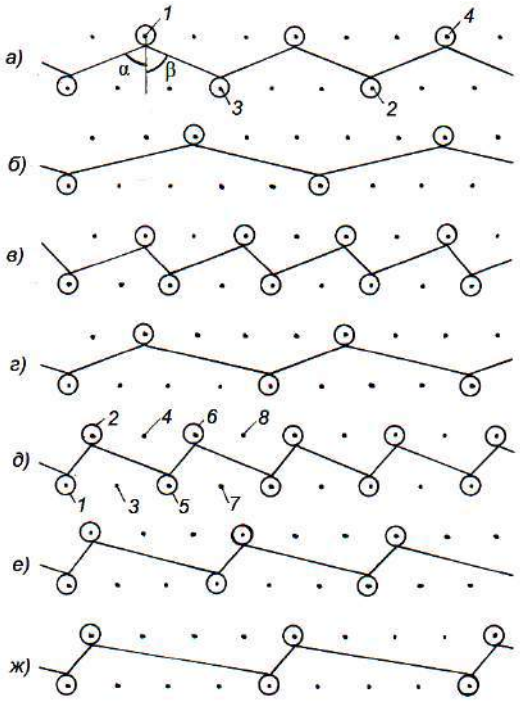


Рис. 2

С другой стороны, по определению производных переплетений [1], производные ластика могут быть получены также для ластичной расстановки игл [2…4], причем нужно различать два варианта элементарных рядов ластика 1+1. К первому варианту можно отнести ряды, сформированные из обычного ластика 1+1 с удлиненными и равномерными протяжками (первый вид, рис. 2-а, б), а ко второму – из неполного ластика 1+1 с неравномерными протяжками (второй вид, рис. 2-в, ж).

На рис. 2 показаны графические записи неполных ластиков с равномерными и неравномерными протяжками.

Анализ строения переплетений ластика 1+1 показал, что кроме его полного ряда петли с равномерными протяжками (первый вид) могут быть также получены через две, четыре и т.д. – четным числом пропущенных игл на каждой игольнице. При этом петли, полученные на одной игольнице находятся на одинаковом расстоянии от крайних пропущенных игл на противоположной игольнице (рис. 2-а, б).

При получении петель ластика 1+1 через одну, три и т.д. – нечетным числом пропущенных игл на каждой игольнице, их протяжки будут иметь различную величину (второй вид, рис. 2-в, г), так как расстояния от петли до крайних пропущенных игл, находящихся на другой игольнице, не равны между собой. Это имеет место и при получении неполного ластика 1+1, где после вязания петель одного раппорта ластика 1+1 несколько игл (одна, две, три и т.д.) с каждой игольницы в процессе вязания не участвуют (рис. 2-д, ж).

Очевиднео, что на машинах с интерлочными и ластичными расстановками игл правила образования и структура полученных производных переплетений ластика будут отличаться друг от друга.

Во избежание путаницы при определении производных переплетений ластика, полученных на машинах с интерлочными и ластичными расстановками игл, перед словосочетаниями "двуластик" или "производное ластика" следует использовать соответственно слово "интерлочный" и "ластичный".

Таким образом, для первого случая производное ластика нужно назвать как "интерлочный двуластик" или "интерлок" и "интерлочное производное ластика", а для второго случая – "ластичное производное ластика" и "ластичный двуластик", "ластичный триластик" и т.п., которые в общем виде можно записать как "ластичный n-ластик", где $n \geq 2$, целое число ластиков 1+1, сочетающих один полный ряд.

На рис. 3 представлены графические записи ластичного триластика 1+1 (а) и пятиластика 1+1 (б).

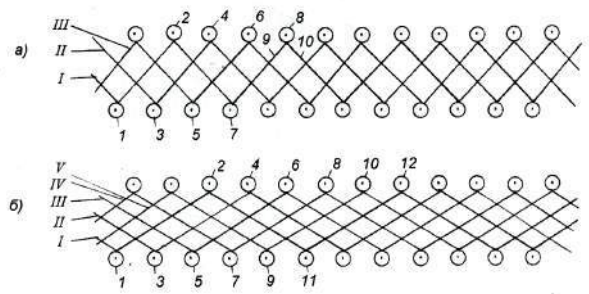


Рис. 3

В структуре ластичного триластика 1+1 (первого вида, n=3) с раппортом R_b=2, R_H=1 один полный ряд состоит из элементарных рядов I, II и III ластиков 1+1 (рис. 3-а). Соответствующие элементы ластиков в рядах являются идентичными и симметричными (первый вид), подобно обычному ластику 1+1. В ластичном триластике между двумя соседними раппортами (петли 1, 2 и 7, 8) одного ластика 1+1 расположены раппорты (петли 3, 4 и 5, 6) других подобных ластиков (рис. 3-а). В его структуре величина протяжек (ℓ_9=ℓ_{10}) и углы между вертикальной линией и проекциями этих протяжек 9 и 10, например, петли 8, в плоскости рисунка равны между собой ($\alpha = \beta$, рис. 2-а).

Графическая запись ластичного пятиластика 1+1 (n = 5) с раппортом R_b=2, R_H=1, представлена на рис. 3-б. В его структуре один полный ряд состоит из пяти элементарных рядов ластиков 1+1, причем протяжки петель являются равномерными и симметричными (первый вид). Для получения этого переплетения в первой вязальной системе порядок образования петель ластика 1+1 – 1, 2 и 11, 12 и т.д. осуществляется через четыре пропущенные иглы на каждой игольнице. Тогда число раппортов ластиков 1+1, аналогичных полученному в первой вязальной системе, расположенных в промежутке крайними петлями двух смежных раппортов одного ластика, равно четырем. Петли ластика 3, 4, полученные во второй вязальной системе, – 5, 6 в третьей – 7, 8 в четвертой и – 9, 10 в пятой вязальных системах располагаются в промежутке крайними петлями 1, 2 и 11, 12 и т.д., полученные в первой вязальной системе.

Если для вязания ластика 1+1 хватило иглы одной позиции на каждой игольнице, а в его производном, например, в ластичном триластике 1+1, необходимо иметь иглы трех позиций, а в ластичном пятиластике – пяти позиций.

На трикотаже производных переплетений можно получить рисунки в виде продольных цветных полос, клетки различных размеров и др. Для получения продольных цветных полос шириной в один петельный столбик в ластичном три- и пятиластике соответственно три и пять петлеобразующие системы необходимо заправить подряд нитями различных цветов (видов). При получении клеток через определенное число петлеобразующих систем последовательность расположения нитей различных цветов (видов) необходимо изменить по раппорту рисунка.

На рис. 4 представлены графические записи ластичных двуластиков 2+2.

На рис. 4-а показана графическая запись ластичного двуластика 2+2. В этом ластичном производном ластике 2+2 сложные петли ластика [5] связаны с удлиненными протяжками ластика и глади (первый вид). Элементарный ряд этого переплетения получен на базе ластика 1+1 с удлиненными и равномерными протяжками (первый вид), путем выключения из работы каждой третьей иглы (например, 1, 2 или 3, 4) обеих игольниц (рис. 2-а).

Для получения ластичного производного ластика 2+2 (первого вида) необходимы две вязальные системы. В первой вязальной системе порядок получения петель 1, 2 и 3, 4 осуществляется через две пропущенные иглы 5, 6 и 7, 8 на каждой игольнице. Однако в этом случае число пропущенных игл 9-13 и 14-18 между крайними петлями двух смежных раппортов одного ластика 2+2, расположенными на одной игольнице, равно пяти (рис. 4-а).

Во второй вязальной системе петли будут получены в последовательности, установленной в первой вязальной системе,

только на не работающих иглах в ней. В этом случае рабочими будут иглы 10, 13 и 15, 18 и т.д. При получении одного раппорта ластичного производного ластика 2+2 (первого вида) вне работы останутся по пять игл – 5, 6, 9, 11, 12 и 7, 8, 14, 16, 17 на каждой игольнице (рис. 4, а). В структуре ластичного производного ластика 2+2 (первого вида) R_b=4, R_H=1, то есть один полный его ряд состоит из двух ластиков 2+2.

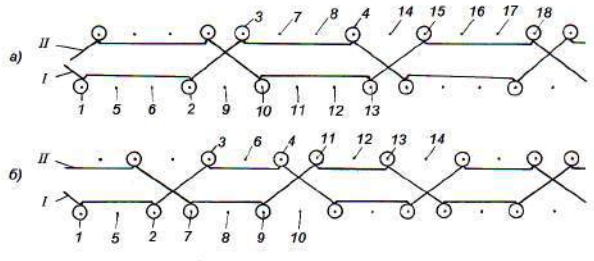


Рис. 4

Определенный интерес представляет другой вариант ластичного производного ластика 2+2, графическая запись которого показана на рис. 4-б. Элементарный ряд этого переплетения получен на базе неполного ластика 1+1 с неравномерными протяжками (рис. 2-в).

Для получения этого варианта также необходимы две вязальные системы. В отличие от ранее рассмотренного варианта, в первой вязальной системе порядок получения петель 1, 2 и 3, 4 раппорта осуществляется через одну пропущенную иглу 5 и 6 на каждой игольнице. Здесь число неработающих игл 7-10 и 11-14 между крайними петлями двух смежных раппортов одного ластика 2+2, расположенными на одной игольнице, равно четырем (рис. 4-б).

Во второй вязальной системе петли раппорта будут получены соответственно на иглах 7, 9 и 11, 13 и т.д. При вязании одного полного ряда этого варианта переплетения в пределах раппорта вне работы останутся по три иглы – 5, 8, 10 и 6, 12, 14 на каждой игольнице (рис. 4-б). Здесь один полный ряд также состоит из двух ластиков 2+2 и раппорт R_b=4, R_H=1.

Для вязания ластичного двуластика 2+2 необходимо иметь иглы двух позиций. Рисунчатые возможности этого переплетения также соответствуют рассмотренным выше переплетениям ластичного производного ластика.

Соответствующее производное переплетение с неполным ластиком (рис. 2-в, ж), содержащим неравномерные виды протяжек, при n=2,3,4 и т.д. должно быть названо как ластичный двуластик (второго вида, n=2), ластичный триластик (второго вида, n=3) и т.п.

В структуре переплетения, названного ластичным двуластиком 1+1 (второго вида), один полный ряд состоит из двух ластиков 1+1, раппорт которого по ширине R_b=2, по высоте R_H=1. Для получения этого переплетения необходимы две вязальные системы. В первой вязальной системе порядок получения петель 1, 2, 5, 6 и т.д. происходит согласно графической записи, представленной на рис. 2-д. Во второй вязальной системе петли должны быть получены соответственно на иглах 3, 4, 7, 8 и т.д., не работающих в первой вязальной системе.

В этом двуластике также нет петельных столбиков, расположенных один против другого. Структура этого переплетения сформирована из неполного ряда базового ластика 1+1, где величина и углы расположения протяжек петли не равны между собой. Поэтому петли такого неполного ластика 1+1, сочетающиеся в ластичном двуластике, можно характеризовать несимметричными протяжками (второй вид). С увеличением величины протяжек петель можно получить другие разновидности ластичного производного ластика. При этом число сочетающих неполных рядов ластика 1+1 будет зависеть от технологических возможностей вязальных машин. Поскольку структуры элементарных рядов обычных и неполных ластиков 1+1 отличаются друг от друга, то путем взаимного вязания последних по правилам образования производного ластика полученное переплетение нужно отнести к классу комбинированных, нежели производных [4].

Отсюда следует, что одним из важных признаков структуры базового переплетения, содержащихся в производном пере-

плетении, должны быть петли и соответственно идентичные и равномерные протяжки, связывающие их.

С учетом порядка работы игл игольниц на интерлочных и ластичных машинах, а также особенностей структуры и свойств производных переплетений ластика можно сформулировать определение для них. Интерлочные и ластичные производные ластика, представляющие собой сочетание двух и более одинаковых ластиков, содержащих протяжек, полученные с равным числом пропущенных игл между петлями, выполняемые таким образом, что в промежутке между крайними петельными столбиками двух смежных раппортов одного ластика, расположенных на одной стороне трикотажа, размещаются петельные столбики раппорта другого ластика, причем каждый составляющий может распускаться самостоятельно. Такое определение является общим для всех видов производных переплетений трикотажа.

В Ы В О Д Ы

1. Предложено при определении производных переплетений ластика, полученных на машинах с интерлочными и ластичными расстановками игл, перед словосочетаниями "двуластик" или "производное ластика" использовать слово "интерлочный" и "ластичный".

2. Петли и соответственно идентичность, равномерность протяжки, связывающие их, приняты одними из важных признаков структуры базового переплетения, содержащихся в производном. С учетом работы игл игольниц на интерлочных и ластичных машинах, а также особенностей структуры и свойств производных переплетений ластика сформулировано их определение, которое является общим для всех видов производных переплетений трикотажа.

3. По определению производных переплетений разработаны новые ластичные производные ластика 1+1 и ластика 2+2.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Шалов И. И., Далидович А. С., Кудрявин Л. А.* Технология трикотажного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

2. *Шалов И. И.* Комбинированные трикотажные переплетения. – М.: РИО, МТИ, 1971.

3. *Мукимов М. М., Юнусов К. З.* Трехластичный трикотаж // Проблемы текстиля, Ташкент, 2003, №2.

4. *Мукимов М. М., Ханхаджаева Н. Р.* Четырехластичный трикотаж // Проблемы текстиля. – Ташкент, 2004, №3.

5. *Гаджиев Д. А.* Особенности расчета длины нити в петле сложного раппорта ластика // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №2. С. 121…124.

Рекомендована кафедрой технологии товаров потребления и дизайна. Поступила 26.10.12.

УДК 745.05.04

ЭВОЛЮЦИЯ ВИЗУАЛЬНОГО ЯЗЫКА ЖУРНАЛЬНЫХ ИЛЛЮСТРАЦИЙ ДОМА МОДЫ "DIOR" ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX – НАЧАЛЕ XXI ВВ.

EVOLUTION OF VISUAL LANGUAGE OF FASHION FIGURES IN FASHION HOUSE ILLUSTRATIONS “DIOR” IN THE SECOND HALF OF XX – BEGINNING OF XXI CENTURIES

И.Н. СТОР, Н.А. АРХИПОВА
I.N. STOR, N.A. ARHIPOVA

(Московский государственный текстильный университет им. А. Н. Косыгина)
(Moscow State Textile University “A.N. Kosygin”)
E-mail: naarkhip@yandex.ru

Предметом исследования были fashion-фотографии периода постмодерна в западноевропейских и американских журналах мод. В результате исследования было выявлено, что фотография постмодерна в журналах мод развивалась очень динамично, сменяя образы и технику исполнения благодаря применению средств компьютерного дизайна.

The fashion-photographs of the period of Postmodernism in West European and American fashion magazines have been researched. The research results that Postmodern photography in fashion magazines developed very dynamically, replacing images and techniques owing to the usage of computer-aided design.

Ключевые слова: fashion-фотография, журналы мод, рекламные сообщения, иллюстрации мод.

Keywords: fashion-photography, fashion magazines, advertising, fashion illustrations.

Французский модельер, один из законодателей моды середины XX века, легендарный дизайнер Кристиан Диор начал свой путь в fashion-бизнесе в 1942 году, когда создал парфюмерную лабораторию, выросшую затем в фирму "Christian Dior Parfume". До этого самостоятельного шага К. Диор успел поработать практически во всех ведущих Домах моды Парижа [1].

В 1946 году К. Диор открыл собственный Дом моды и создал первую коллекцию нарядов с мягкой линией плеч, туго затянутой талией и пышными развевающимися юбками для образа хрупкой и элегантной "женщины-цветка".

Логотип торговой марки "Christian Dior", а именно фамилию великого кутюрье Dior, с французского языка "расшифровывают" как соединение двух слов Di – от Dieu ("Бог") и Or ("золото").

Кристиан Диор определил новую модель ведения бизнеса в послевоенной ин-

дустрии моды – объединил выпуск различной продукции под одним брэндом "Christian Dior", создав тем самым первую в истории империю моды. Впервые в истории моды Дом "Christian Dior" применил лицензионное соглашение для производства одежды в различных регионах Франции и других странах. Специалисты Дома моды учитывали особенности климата и социокультурные особенности женщин разных стран, и продукция, продаваемая в различных регионах, могла значительно отличаться друг от друга. За десять лет работы в Доме моды Диор освоил производство чулок, а также совместно с Роже Вивье создал первую коллекцию обуви, выпустил свои первые культовые ароматы – духи "Miss Dior", "Diorama", "Diorissimo". К. Диор вернул Париж на карту мировой моды [2].

Фирма "Christian Dior Parfume" приносила основную прибыль, намного превышающую доходы от fashion-бизнеса. Кристиан Диор доверил рекламу своих духов талантливому иллюстратору Рене Грюо, чьи иллюстрации мод по качеству и символичности значительно превосходили фотографии. Например, духи "Miss Dior" символизировали лебедь с жемчужным ожерельем на длинной шее (рис.1).

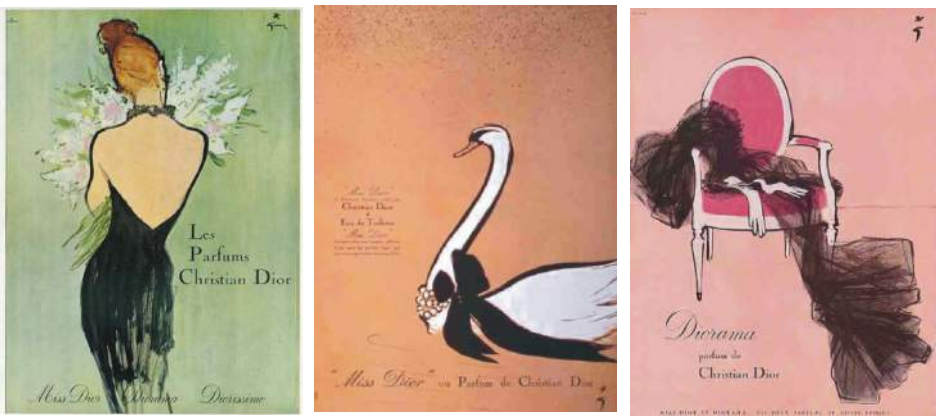


Рис. 1

В иллюстрациях Дома моды "Christian Dior" Рене Грюо изображал прежде всего образ красивой женщины, иногда дополняя его изображением цветов и аксессуаров костюма. Но в порядке исключения Р. Грюо однажды изобразил маленький стул в стиле Людовика XVI, самого любимого стиля Кристиана Диора, с аксессуарами костюма: парой перчаток и длинной шалью из тюля для рекламы духов "Diorama" (рис. 1).

Рис. 2

В рекламном графическом дизайне французского Дома моды "Christian Dior" в 50-70-е годы XX века активно используется изображение символа "женщины-цветка", основного образа коллекции костюмов Кристиана Диора "New Look". Рисованные иллюстрации изображали девушек в виде утонченных цветков. "Женщина-цветок" ассоциировалась в рекламе с такими понятиями, как "легкость", "загадочность", "непосредственность", "аристократичность".

Строгость силуэтов, простота композиции, образное решение, гибкость линии, ограниченное количество цветов: белый, красный, черный, золотисто-желтый и, в некоторых случаях, зеленый – непревзойденный графический стиль иллюстраций Рене Грюо, использованный в рекламе Дома моды "Christian Dior", нашли огромный успех у поклонников парфюма в 50-е гг. XX века (рис.1…3).

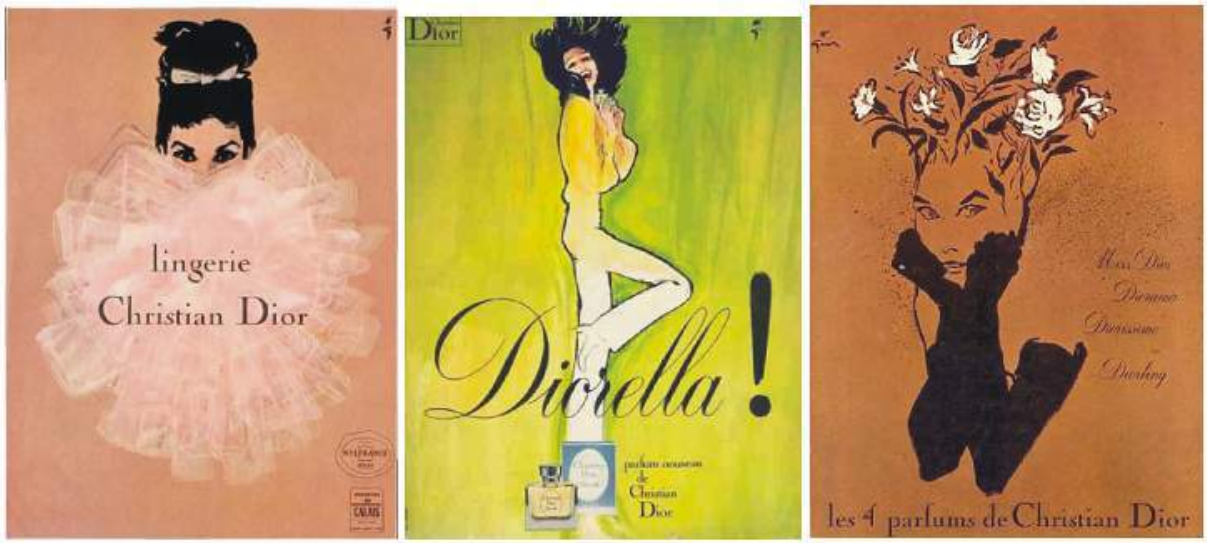


Рис. 3

Кристиан Диор умер 23 октября 1957г. Художественным руководителем "Christian Dior" стал молодой художник Ив Сен Лоран. Ив Сен Лоран создал несколько новых коллекций и покинул Дом моды; его сменил Марк Боан [3].

В 60-е годы XX века в журналах мод изображались модные костюмы Дома моды "Christian Dior", в основном в виде фотографий с подписью бутика внизу фотографии.

В период с 1960 - 80 гг. реклама в журналах мод представляла собой обычные студийные или репортажные фотографии на белом фоне с информацией о коллекциях, адресах магазинов и фирменном логотипе. Также была реклама, содержащая элементы мифологических изображений, например, в журнале мод "L'Officiel", 1971 г. №582: женская рука в перчатке, с шелковым платком. В этой рекламе прочитываются элементы фирменной символики, созданной иллюстратором Рене Грюо (рис. 4).

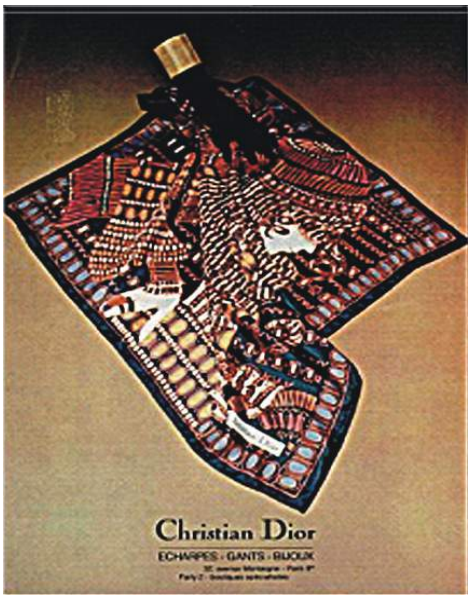


Рис. 4

В 80-е гг. XX века Дом моды "Christian Dior" активно рекламировал, помимо духов и костюмов, аксессуары костюма: кожаные дамские сумки и различную фурнитуру.

В 1989 г. художественным директором Дома моды "Christian Dior" становится Жанфранко Ферре. [4]

В конце 80-х гг. XX века в журнале мод "L'Officiel" рекламные сообщения приобрели несколько иной вид: это была не просто реклама костюмов, например, как в каталоге, – рекламные фотографии размещались на одну или две полосы, изображающие модели в модных костюмах на фоне интерьера. На первом плане информационных элементов появляется фирменный логотип серого, либо черного, или белого цветов, иногда с названием коллекции. Адрес магазинов написан на тонкой серой полоске внизу, как будто некая тесьма проходит через изображение, либо адреса не указаны совсем. Иногда встречаются рекламные сообщения, содержащие только информацию адресов магазинов и логотипа.

В 1991 г. рекламные сообщения были ориентированы на молодых девушек и взрослых женщин. Молодые манекенщицы изображались в раскованных позах, с обнимающими их мужчинами. По технике исполнения и композиции данные рекламные сообщения были похожи на рекламные сообщения 60-х гг. XX века. Реклама для взрослых женщин представляла изображение образов роскошной женщины в дорогом костюме и аксессуарах, подчеркивающих материальный достаток.

В 1997 г. "Dior" пригласил на должность креативного директора Джона Гальяно. Фирменный стиль Дж. Гальяно: широкое применение орнамента, огромного количества броских драгоценностей, богатой отделки, вышивки, аппликации, бахромы.

В 90-е гг. XX века Дом Моды "Christian Dior" продолжает процветать: рекламные полосы публикуются во всех ведущих журналах мод. В журнале мод для юных девушек "Jalouse" реклама разноцветной туши для волос, популярной с середины 90-х гг., повторяет мифологический образ женщины-цветка Рене Грюо (рис. 5).

Рис. 5

К концу 90-х гг. XX века логотип "Christian Dior" изменился, помимо основного, который подписывали небольшим шрифтом внизу изображения, – появился крупный логотип – "Dior".

В 2009 г. в журнале мод "L'Officiel" №239, флакон духов фирмы "Dior"- "Jadore", рекламируемый голливудской актрисой Шарлиз Терон, изображен на фоне фирменного символа – распустившегося цветка (рис.6).

Рис. 6

В конце 90-х гг. XX века – начале XXI века фотоизображения моделей в модных костюмах передавали образы раскованных, диких, ярких представительниц ночных клубов.

К началу XXI века женский образ в рекламе становится мягким, нежным и романтичным. Главная героиня – романтическая юная леди, с хорошим воспитанием и

необыкновенно хорошим вкусом. Скромность и достоинство стали символами в продвижении рекламных сообщений.

В рекламе ювелирных изделий в 2008 г. появился портрет девушки, на которой надеты только украшения от "Dior" – кольца, в виде разноцветных цветков – неизменного символа Дома моды "Dior". Слева шрифтовой блок со словесным логотипом ювелирного отделения "Dior JOAILLERY" (рис. 7).

Рис. 7

Декоративную косметику в конце двухтысячных годов активно рекламирует итальянская актриса Моника Беллуччи. В рекламных образах с Моникой Беллуччи также используется образ женщины-цветка (рис. 8).

Рис. 8

В результате исследования было выявлено, что французский Дом моды "Dior" в рекламе своей продукции использует чаще всего изображение символа – образа цветка – при рекламе коллекции женской одежды "New Look", созданной при жизни Кристиана Диора, который лучше всего удалось разработать и передать величайшему иллюстратору индустрии моды Рене Грюо.

Образ женщины-цветка стал фирменным стилем и проектировался как средство идентификации и продвижения производимых товаров, а также как инструмент укрепления престижа Дома моды.

Основными этапами эволюции визуализации модного образа в рекламном графическом дизайне французского Дома моды "Dior" во второй половине XX – начале XXI века, являются:

– в 50-е гг. XX века рисунки в иллюстративных блоках журналов мод выполнялись в технике: живописи (акварельной, темперной, гуашевой); наброска (тушь); графики (линия, точка, пятно);

– постепенно происходил переход изображения образа женщины-цветка с рисованных иллюстраций в фотографические изображения, фотография различалась по технике исполнения: студийная съемка, репортаж;

– к концу 90-х гг. XX века фотографии в журналах мод публикуются с применением современных компьютерных графических технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Латур Анни.* Волшебники парижской моды. – Этерна, 2009. С.424.

2. *Palmer Alexandra.* Dior. – V & A Publishing, 2009. С.128.

3. *Richard & Harold Koda.* Christian Dior. Metropolitan Museum of Art; 2nd printing edition. – 1997. С.192.

4. Иконы стиля. История моды XX века. – Амфора, 2009. С.192.

Рекомендована кафедрой графического дизайна и рекламы. Поступила 22.10.12.

УДК 74.01/.09

ПЕЧАТНЫЙ ТЕКСТИЛЬНЫЙ РИСУНОК 70-х ГОДОВ 20 ВЕКА В РОССИИ

PRINTED TEXTILE PATTERNS OF THE 1970s IN RUSSIA

И.А. КУЗИЧЕВА, Е.В. МОРОЗОВА
I.A. KUZICHEVA, E.V. MOROZOVA

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")
E-mail: office@msta.ac.ru

В статье рассматриваются факторы, оказывающие влияние на оформление текстиля в 70-х годах 20 века в России, и основные черты, характерные для печатных текстильных рисунков этого периода.

The article observes the factors influencing the textile design of the 1970s in Russia and the main features typical for the printed textile patterns of that period.

Ключевые слова: мода, оформление текстиля, ротационная печатная машина, динамика композиции, цветочные рисунки, построение рисунка, фантазийные формы, крупный раппорт, контурная прорисовка, стилизация.

Keywords: fashion, textile design, a rotation printing machine, composition dynamics, floral patterns, pattern construction, fantasy forms, a big rapport, outlines drawing, stylization.

В 70-е годы двадцатого века под внешним спокойствием можно рассмотреть существование множества сложнейших проблем, причем во всех сферах жизни. В политике – накал "холодной войны", гонка вооружений, "железный занавес". В экономике – комсомольские стройки СССР. В культуре – тотальное увлечение Битлз, развитие стилей диско и рока, зарождение панк-культуры, возникновение молодежных группировок, расцвет движения хиппи.

Ключевое слово для понимания общего стиля 70-х гг. – аутентичность. Акцент делался на индивидуальность, на выражение личного взгляда и позиции, в том числе при помощи одежды. Это выражается в появлении большого количества вязаной одежды или одежды в стиле "хенд-мейд". Мода становится веселым развлечением и не имеет никакой связи с социальным статусом.

Таким образом, социально-эстетические условия постоянно требовали изменения образного решения текстильного орнамента. На принципы оформления текстиля в 70-е годы оказывают влияние следующие факторы.

1. Изменение силуэта костюма.
2. Усовершенствование способов печати.
3. Появление новых видов волокон [1].

Появление в середине 70-х гг. 20 века в России ротационной печатной машины дает возможность печатать на ткани более сложные рисунки с тонким контуром. Становится возможным изображать мотивы, легко и живописно располагающиеся на открытом фоне. Развитие технологии оказывает сильное влияние на воспроизведение различных узоров, их колорит и отдельные цвета, степень деталировки.

Всплеск в развитии химической промышленности семидесятых привел к появлению большого числа новых синтетических материалов – красивых, практичных, требующих минимум ухода. Из них шили все: от нижнего белья до вечерних платьев.

При крашении таких тканей цвет получался более ярким и насыщенным. Как следствие, текстильный рисунок приобретает большую цветовую контрастность.

Мода периода 70-х пережила несколько этапов развития.

В 1970-1974 гг. распространилось влияние антимоды хиппи и принесенного ими стиля унисекс. Интерес к культуре хиппи вызвал моду на всевозможные цветы. Поэтому в орнаментации текстиля появляются цветочные рисунки на основе мелких стилизованных мотивов, для которых характерна динамика композиции, достигающаяся при помощи тонких изогнутых линий, интервалов между мотивами, разнонаправленностью ритма, графической стилизацией изображения.

Цветочные рисунки этого периода воплощают в себе все основные черты, характерные для оформления текстильных изделий, которые, в той или иной степени видоизменяясь, будут актуальны на протяжении всего десятилетия.

В методических указаниях по перспективному направлению развития ассортимента и художественно-колористического оформления тканей и материалов [2] сообщалось:

”Наиболее модными мотивами этой группы будут

− мелкие цветочки, плотно заполняющие фон, выполненные различной техникой,

− цветы и небольшие букетики на светлом фоне,

− цветы с тонким графическим контуром, редко расположенные на светлом фоне,

− мотивы цветов в сочетании с геометрическими формами,

− мотивы цветов в сочетании с сюжетно-тематическими изображениями”.

На смену живописным эффектам и условно ассоциативным мотивам приходит четкая графическая прорисовка. Появляется контур, проходящий по всем элементам текстильного орнамента, плоскостная сплошная заливка форм, рисунок становится более динамичным, используются разномасштабные мотивы, увеличивается раппорт.

Рис. 1

В этот период происходит частая смена многих противоположных направлений. Господство модного направления начинает исчисляться одним-двумя годами. Причем само понятие “модное” существенно меняется. Если прежде оно включало определенный круг узоров на ткани (мода на цветочный или геометрический рисунок), то теперь господствующее направление проявляется не столько в самом сюжетном мотиве, сколько в принципах композиционного построения, сочетаниях графических форм и колорите. Поэтому нередко в число ведущих включалось одновременно несколько типов рисунков. Как следует из тезисов [3], одинаково модными рисунками для художественно-колористического оформления тканей наряду с растительными орнаментами и геометрическими рисунками считаются и народные орнаменты, и имитационные рисунки (изображения эффектов фасонной пряжи, разнообразных волокон и т. д.).

В 70-х гг. 20 века геометрический текстильный орнамент значительно видоизменяется. Построение рисунка становится более динамичным. Основной особенностью геометрического рисунка является движение, оно максимально подчеркивается всеми возможными графическими способами.

Рис. 2

Динамика прослеживается не только в постоянном изменении направлений линий рисунка, но и в использовании мотивов разного масштаба .

Геометрические текстильные орнаменты, теряя четкость, ритмичность 60-х, приобретают абсолютно новый фантазийный характер. Понятие мотива отходит на второй план. Создается впечатление, что рисунок, начинаясь из одной точки, постепенно продолжая свое развитие, образует сложные внутренние движения. Актуальным нововведением становится смешение флорального и геометрического орнамента внутри одного текстильного рисунка. Эта тенденция будет прослеживаться на протяжении всего десятилетия.

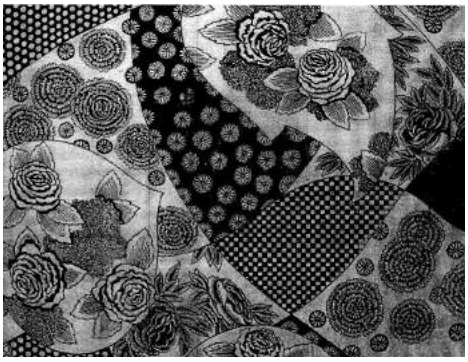


Рис. 3

При создании текстильного орнамента художники нередко использовали традиционные приемы других видов декоративно-прикладного искусства – книжной графики, керамики, вышивки, лубка и резьбы по дереву.

ВЫВОДЫ

В 70-е гг. 20 века формируется свой конкретный художественно-эстетический образ, на уровне достигнутых технологий, с той степенью качества изобразительного решения и выразительности, которая была востребована современниками, а развитие текстильного производства оказывало влияние на основные методы и принципы оформления текстильного рисунка. Не смотря на то, что на протяжении всего десятилетия способы орнаментации текстильных изделий изменяются, причем меняется не только ритмико-пластический строй композиции, но и появляются новые сочетания орнаментальных элементов, можно выделить следующие основные черты, характерные для текстильных рисунков эпохи 70-х:

- появление сложных динамических композиций,
- преобладание фантазийных форм,
- рисунки с крупным раппортом,
- четкая графическая прорисовка мотивов,
- плоскостная заливка форм,
- контурная прорисовка, с использованием линий различной толщины, светлотной и тоновой насыщенности,
- цветовой контраст,
- использование в одной композиции разномасштабных мотивов,
- отказ от натурализации,
- соединение в рисунке мотивов с различной степенью стилизации,
- резкое усиление черт декоративности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Васильев А.А.* Русская мода.150 лет в фотографиях. – М.: СЛОВО/SLOVO, 2009.

2. Перспективное направление развития ассортимента и художественно-колористического оформления тканей и материалов на 1976 год. – М.: Всесоюзный институт ассортимента изделий легкой промышленности и культуры одежды, 1982.

3. Тезисы доклада ВИАлегпрома: Направление развития ассортимента тканей и их художественно-колористического оформления на 1979 год. – М.: ВИАлегпром, 1976.

Рекомендована кафедрой художественного оформления текстильных изделий. Поступила 25.05.12.

УДК 687.016

АНАЛИЗ ГЕНДЕРНЫХ ПРИЗНАКОВ В ОДЕЖДЕ ЗАРУБЕЖНЫХ ДИЗАЙНЕРОВ (СЕЗОН ВЕСНА-ЛЕТО 2011)

ANALYSIS OF GENDER FEATURES IN CLOTHES OF FOREIGN DESIGNERS (SPRING-SUMMER SEASON OF 2011)

Е.В.МАКСИМОВА, В.Е.КУЗЬМИЧЕВ
E.V. MAKSIMOVA, V.E. KUZMICHEV

(Ивановская государственная текстильная академия)
(Ivanovo State Textile Academy)
E-mail: el-maximova@yandex.ru

Для выявления и анализа гендерно-ориентированных тенденций в коллекциях моделей одежды модных брендов разработана методика построения пространств на основе значений их обобщенного гендерного качества в условной системе координат "мужественность-женственность". Для 40 коллекций одежды (сезон Весна-Лето 2011) выявлена внутренняя структура и получено их распределение по гендерным признакам.

For identification and analysis of gender-specific trends in fashion collections created by famous brands the method of spaces construction on the basis of their generalized gender quality in the conditional coordinates “masculinity-femininity” has been developed. Distribution of 40 fashion collections (spring-summer season 2011) by gender features has been carried out, and the internal structure of the collections has been revealed.

Ключевые слова: дизайн, проектирование, гендер, анализ, образ, имидж, гендерно-ориентированные тенденции, феминность, маскулинность, андрогинность.

Keywords: design, gender, analysis, an image, gender-specific trends, femininity, masculinity, androgyny.

Проектирование одежды – сложный процесс, в нем присутствуют результаты разных направлений научных исследований. Номенклатура признаков одежды обширна и включает в себя не только традиционные (силуэт, пропорции, цвет и др.), но и обобщенные характеристики модного образа, к которым относят гендерные признаки. В последнее время наблюдается устойчивая тенденция создания новых модных образов за счет взаимного "перемещения" элементов дизайна из мужской одежды в женскую, и наоборот. Под визуальным воздействием одежды в целом и отдельных элементов ее дизайна (колорита, фактуры ткани, пластики формы, деталей декора) в сознании потребителя возникают ассоциации с мужским образом – брутальность и строгость, женским – романтичность и мягкость, неопределенным – унисекс. Психологическая составляющая дизайна модели одежды, связанная с полом, распознается потребителями как характерная или нехарактерная для своей гендерной группы.

Гендерность в одежде – неотъемлемая часть общей эстетики модного образа, затрагивающая проблему полового диморфизма с биологической и социальной точек зрения. Признаки гендерности в одежде влияют на подсознание человека и на его готовность приобрести понравившуюся вещь. Поэтому гендерная составляющая является важным условием успешности и

востребованности одежды на потребительском рынке, а промышленные модели одежды должны соответствовать современной эстетике гендера и гендерно-ориентированным тенденциям моды, отражающим социокультурные изменения в современном обществе. Создание научных основ гендерно-ориентированного проектирования одежды позволит дизайнеру и конструктору принимать обоснованные решения в процессе работы над объектами проектирования. Привлечение математического аппарата для изучения интуитивных областей творческого процесса разработки коллекций одежды является новым подходом, имеющим перспективы развития.

Цель работы – анализ гендерных признаков в одежде зарубежных дизайнеров (сезон Весна-Лето 2011) и выявление гендерно-ориентированных модных тенденций.

Объектами исследования служили 1711 моделей одежды (803 – женские и 908 – мужские), входящие в системы "коллекция моделей одежды". Для исследования выбраны 40 коллекций одежды, принадлежащие 20 успешно функционирующим брендам модной индустрии [1]. Обоснованием для выбора явились значения рейтингов влияния брендов, составленные на основе маркетинговых исследований фирм "Luxury Brand Status Index" и "The Nielsen Company", и объемы их продаж через каналы официальной дистрибуции в России [2]. Перечень брендов приведен в табл.1.

На первом этапе нами составлено квалиметрическое описание ранее разработанной номенклатуры гендерно-значимых признаков с помощью методики многомерного шкалирования объектов на основе метода семантического дифференциала (МСД) [3]. МСД не является стандартизированным, его применение обусловлено возможностью адаптации под цели данного исследования [4]. Методика формализует воздействие признаков гендерности одежды с помощью системы полярных шкал, состоящей из пар антонимичных понятий "мужской - женский стереотип", и служит для количественного индексирования гендерной образности моделей одежды через количественные значения гендерно-выраженных признаков. Экспертами выбранных коллекций были профессиональные художники-модельеры возраста 21…27 лет (г. Иваново).

На основании результатов квалиметрии предварительно была сформирована база данных "Гендерно-выраженные признаки в системе "фигура-одежда" SS 2011". Все модели одежды были оценены по 3 факторам – "Форма", "Материал", "Имидж". Фактор "Материал" выражает комплексное качество по совокупности плоскостных орнаментально-колористических и структурных единичных признаков ткани. Фактор "Форма" показывает обобщенное качество объектов исследования по совокупности объемно-пространственных единичных признаков. Фактор "Имидж" показывает эмоционально-психологическое воздействие модели одежды и ассоциативное впечатление от ее восприятия.

После математической обработки экспертных оценок выявлено, что признаки из группы "Имидж" имеют наименьшие показатели весомости и согласованности мнений экспертов, поэтому их не использовали [2]. Между признаками, формирующими факторы "Форма" и "Материал", существуют высоко значимые различия, что подтверждает их независимость друг от друга [2]. Поэтому выявление гендерно-ориетированных тенденций нами осуществлено в пространстве, заключенном в систему координат "горизонтальная ось X – фактор "Материал"; вертикальная ось Y – фактор "Форма". Поскольку все признаки оценивались по семибалльным рейтинговым шкалам, то их без изменения использовали для новой системы координат (-3….+3).

В созданном пространстве каждой модели одежды соответствует точка со своими координатами, а коллекция – это множество точек. Точка имеет две координаты: по оси X отложены значения фактора "Материал", по оси Y – "Форма". Точки по своему расположению в семантическом пространстве выражают степень принадлежности к мужской (маскулинной), жен-

ской (феминиинной) или смешанной (андрогинной) группам по гендерным признакам. Абсолютно женственному образу по обеим осям соответствует максимальная оценка "3", абсолютно мужскому образу – оценка "-3".

Мы получили 40 графических автономных пространств коллекций одежды "Гендерно-ориентированное пространство моделей одежды" (20 мужских и 20 женских), в которых визуализировано положение объектов исследования в системе координат "мужественность-женственность" (рис.1).

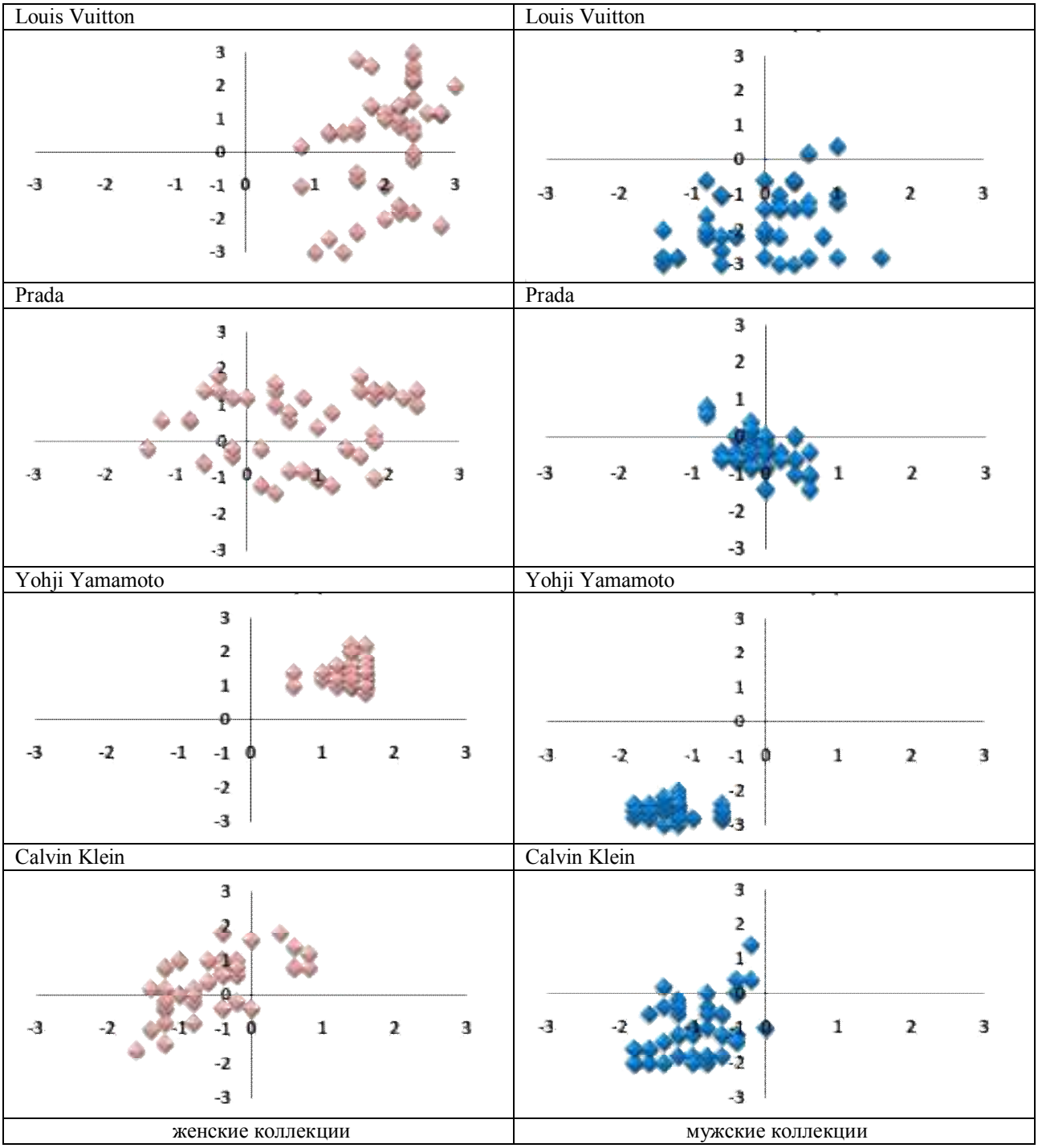


Рис. 1

С целью количественного выявления гендерно-ориентированных тенденций моды и общего тренда, а также исследования индивидуальных особенностей модных

брендов и авторских концепций был проведен сравнительный анализ расположения и плотности множеств точек в выполненных условных пространствах гендерности. Чем компактнее расположены точки множества, тем выше его плотность. Размер множества (диаметр) определяли двумя способами: геометрически (евклидов подход) – как среднее значение расстояний от точек множества до его центра, равное L_e , и статистически – как вариация координат точек множества по осям X и Y, равная L_D [5].

Значения величин L_e и L_D рассчитывали по следующим формулам:

$$L_e = <\ell_i> = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{i=n}\sqrt{(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2}, \quad (1)$$

$$L_D = \sqrt{D} = \sqrt{\sum_{i=1}^{i=n}\frac{(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2}{n-1}}, \quad (2)$$

где L_e – евклидов диаметр множества; L_D – статистический диаметр множества; x_i – координата точки (модели) по фактору "Материал"; x_c – координата точки центра множества по фактору "Материал"; y_i – координата точки (модели) по фактору "Форма"; y_c – координата точки центра множества по фактору "Форма"; n – количество моделей одежды в коллекции.

Данные о множествах и результаты ранжирования по компактности приведены в табл.1.

Таблица 1

№	Название множества (коллекции одежды)	Координаты центра множеств, баллы		Кол-во точек множества, штуки	Диаметр множеств, баллы		Ранг компактности множеств		Итоговый ранг компактности множеств
		x_c	y_c		L_e	L_D	L_e	L_D	
Женская одежда									
Высокая компактность гендерных образов – "моногендерность"									
1	Yohji Yamamoto w	1,4	1,36	42	0,36	0,42	1	1	1
2	Roberto Cavalli w	1,89	2,01	40	0,55	0,67	2	3	2,5
3	Gucci w	1,43	0,87	44	0,59	0,65	3	2	2,5
4	Giorgio Armani w	1,03	0,87	60	0,62	0,75	4	4	4
5	Givenchy w	0,46	0,44	41	0,68	0,79	5	5	5
6	Hermès w	0,28	0,42	52	0,78	0,88	6	7	6,5
7	Alexander Mc Queen w	1,37	1,41	35	0,8	0,91	7	8	7,5
8	Junya Watanabe w	-0,08	0,26	52	0,82	0,87	9	6	7,5
Низкая компактность гендерных образов – "мультигендерность"									
9	Marc Jacobs w	1,18	1,24	54	0,8	0,95	7	10	8,5
10	Marni w	0,84	0,62	49	0,83	0,95	10	10	10
11	John Galliano w	1,89	1,34	30	0,84	0,93	11	9	10
12	Issey Miyake w	0,88	0,65	43	0,85	0,97	12	12	12
13	Gianfranco Ferré w	0,89	1,36	39	0,95	1,03	14	13	13,5
14	Jean Paul Gaultier w	1,57	1,14	58	0,94	1,12	13	16	14,5
15	Versace w	0,29	0,8	46	0,95	1,11	14	15	14,5
16	Calvin Klein w	-0,55	0,3	34	0,96	1,1	16	14	15
17	Jil Sander w	0,8	0,31	44	1,14	1,26	17	17	17
18	Christian Dior w	1,34	0,9	47	1,23	1,36	18	18	18
19	Prada w	0,69	0,41	41	1,32	1,41	19	19	19
20	Louis Vuitton w	2,06	0,52	53	1,42	1,67	20	20	20
Мужская одежда									
Высокая компактность гендерных образов – "моногендерность"									
1	Yohji Yamamoto m	-1,21	-2,61	37	0,4	0,45	1	1	1
2	Christian Dior m	-0,49	-0,83	42	0,4	0,46	1	2	1,5
3	Prada m	-0,07	-0,4	40	0,55	0,65	3	3	3
4	Marni m	-0,88	-0,79	24	0,59	0,66	4	4	4
5	Junya Watanabe m	-0,94	-1,28	42	0,6	0,66	5	4	4,5
6	Gucci m	-0,35	-1,05	41	0,63	0,67	6	6	6
7	Jil Sander m	0,36	-0,79	45	0,63	0,76	6	8	7
8	Marc Jacobs m	-1,38	-1,02	25	0,66	0,74	8	7	7,5

Продолжение табл 1

Низкая компактность гендерных образов – "мультигендерность"									
9	Givenchy m	0,3	-1,24	37	0,67	0,8	9	9	9
10	John Galliano m	0,11	-0,26	40	0,75	0,84	10	10	10
11	Roberto Cavalli m	0,27	-1,2	38	0,78	0,86	11	11	11
12	Alexander Mc Queen m	-1,09	-1,44	21	0,81	0,95	12	13	12,5
13	Issey Miyake m	-0,79	-1,48	37	0,82	0,92	13	12	12,5
14	Hermès m	-0,04	-0,89	45	0,82	0,95	13	13	13
15	Calvin Klein m	-0,99	-0,99	41	0,84	0,96	15	15	15
16	Gianfranco Ferré m	-1,34	-2,29	38	0,87	1,01	16	16	16
17	Versace m	-0,54	-1,55	56	0,91	1,01	17	16	16,5
18	Jean Paul Gaultier m	0,05	-0,71	47	0,98	1,14	18	18	18
19	Louis Vuitton m	-0,09	-1,75	54	1,1	1,21	19	19	19
20	Giorgio Armani m	-0,96	-1,55	74	1,25	1,46	20	20	20

Установлено, что если точки сконцентрированы, то есть имеют близкие значения координат по обоим факторам, то коллекция построена на одном типе визуальной гендерности: присутствует тенденция "моногендерность", а модели имеют близкие художественно-конструктивное и имиджевое решения. Если точки рассредоточены в пространстве и расстояния между ними большие, то в коллекции сделан акцент на контрасте гендерных качеств: присутствует тенденция "мультигендерности", а модели противоположны по художественно-конструктивному и имиджевому решению.

Первая выявленная тенденция (моногендерность) заключается в организации имиджевой целостности всех элементов системы "коллекция одежды" по гендерному качеству для выражения концептуальных идей абсолютной мужественности или женственности. Ее особенностью является расположение центра множества вдали от начала координат: чем дальше, тем сильнее в дизайне выражены признаки, характеризующие "мужественность" (множество располагается выше и правее в положительной части) или "женственность" (множество располагается ниже и левее в отрицательной части).

Основными чертами моногендерности являются:

– восприятие моделей одежды как стереотипно-мужских или женских;

– типы гендерных образов – маскулинный, феминнный;

– классическая интерпретация гендерных ролей, характерная для консервативного и классического стиля в моде;

– тип дизайна – традиционный.

Примерами коллекций, в которых эта тенденция выражена наиболее ярко, являются Louis Vuitton и Yohji Yamamoto (рис. 1). Для этих коллекций координаты центров множеств равны: Louis Vuitton – мужская коллекция (-0,09; -1,75) , женская (2,06; 0,52); Yohji Yamamoto – мужская коллекция (-1,21;-2,61), женская (1,4; 1,36). В коллекциях Louis Vuitton множества смещены в противоположные стороны относительно горизонтальной оси "Материал", что говорит о выборе материалов, одинаковых по восприятию, для обеих коллекций. Коллекции Yohji Yamamoto наиболее полярны, следовательно, максимально традиционны по интерпретации гендерных качеств. При сравнительном анализе параллельных дизайн-решений мужской и женской коллекций одного бренда с помощью графических моделей пространств можно наглядно увидеть основную закономерность их распределения – поляризацию пространства "мужскими" и "женскими" множествами. Это говорит о естественности гендерных имиджевых ролей, при которой "женственность" противопоставляется "мужественности".

Вторая тенденция (мультигендерность) заключается в организации целостности по гендерному качеству всех элементов системы "коллекция одежды" для выражения концептуальной идеи андрогинности. Ее особенностью является близкое расположение множества точек к началу коорди-

нат: чем ближе, тем сильнее в дизайне выражены признаки противоположной гендерной группы.

Основными чертами мультигендерности являются:

– смещение гендерных акцентов;

– комбинация признаков различных гендерных групп;

– тип образов – смешанный, андрогинный;

– тип дизайна – авангардный.

Примерами использования этой тенденции являются коллекции Calvin Klein и Prada (рис.1). Для этих коллекций координаты центра множеств составляют: Calvin Klein – мужская коллекция (-0,99; -0,99), женская (-0,55; 0,3); Prada – мужская коллекция (-0,07; -0,4), женская (0,69; 0,41). В мужской и женской коллекциях Calvin Klein наблюдается смещение точек влево относительно вертикальной оси "Форма", значит, по этому фактору обе коллекции имеют "мужские" черты, выраженные в разной степени. Коллекции Prada контрастны по плотности множеств, что отражает стереотипный, построенный на одном имидже, подход дизайнера-женщины к проектированию мужских моделей одежды, по сравнению с использованием направления "мультигендерность" в женской коллекции.

В заключительной части работы нами была проверена гипотеза о том, что дизайнеры-мужчины и дизайнеры-женщины поразному интерпретируют гендерные тенденции в своем творчестве, поэтому создание новых актуальных образов напрямую зависит от гендера дизайнера. Анализ показал, что женщины-модельеры более сдержанно относятся к тренду "мультигендерности", особенно в мужских моделях одежды. Большинство созданных ими коллекций направлены на усиление маскулинных черт в образе мужчины. Средний ранг мужских коллекций, созданных дизайнерами-женщинами, равен 6,5, что говорит о принадлежности женских концепций проектирования к направлению "моногендерность" для мужской одежды.

Таблица 2

Гендер дизайнера	Показатели женских коллекций					Показатели мужских коллекций				
	по формуле (1)		по формуле (2)		средний ранг	по формуле (1)		по формуле (2)		средний ранг
	диаметр	ранг	диаметр	ранг		диаметр	ранг	диаметр	ранг	
Женщина	0,90	10,60	1,01	10,80	10,70	0,65	6,50	0,73	6,50	6,50
Мужчина	0,86	10,33	0,98	10,33	10,33	0,78	11,31	0,89	11,31	11,31

Средний ранг мужских коллекций, созданных дизайнерами-мужчинами, равен 11,31, что констатирует присутствие тенденции "мультигендерность" (табл.1, 2). Таким образом, дизайнеры-мужчины, в отличие от дизайнеров-женщин, стремятся разнообразить визуальную гендерность моделей мужского ассортимента, сознательно нарушают границы стереотипа "мужественность", часто заимствуют феминнные черты. Установлено, что наиболее различными по концепциям проектирования являются мужские коллекции Prada (женщина-дизайнер Miuccia Prada) с ранговым значением компактности коллекции, равным 3, и Giorgio Armani (мужчина-дизайнер Giorgio Armani) с рангом 20 (табл.1). Для женских коллекций наблюдается схожесть в использовании элементов гендерности у всех дизайнеров: коллекции близки по компактности и расположению в пространстве. Это подтверждается итоговыми рангами компактности множеств: 10,8 – для дизайнеров-женщин, 10,33 – для дизайнеров-мужчин (табл. 2 – анализ внутренней структуры коллекций дизайнеров из разных гендерных групп).

В Ы В О Д Ы

1. Разработана методика графического отображения формализованной системы "Гендерно-ориентированное пространство моделей одежды".

2. С помощью разработанной методики получены 40 автономных пространств для

мужских и женских коллекций и проведен сравнительный анализ их гендерных признаков.

3. После ранжирования множеств моделей одежды по компактности выявлены гендерно-ориентированные модные тенденции в коллекциях одежды.

4. Определены различные подходы к дизайну одежды у дизайнеров-мужчин и дизайнеров-женщин относительно использования в коллекциях элементов для выражения "мужественности" и "женственности".

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. STYLE.COM [сайт]. URL: http://www.style.com/fashionshows/

2. Рынок одежды, обуви и аксессуаров класса "luxury". Версия 3. Январь 2011. Маркетинговое исследование. – М.: Цифры. Факты. Аналитика, 2011.

3. *Максимова Е.В., Кузьмичев В.Е.* Разработка номенклатуры признаков для гендерно-ориентированных систем "фигура-одежда" // Сб.статей XII междунар. науч.- инновац. конф. аспирантов, студентов и молодых ученых с элементами научной школы: Теоретические знания в практические дела. – Омск: Филиал РосЗИЛТП в г. Омске, 2011. Ч.1. С.88…92.

4. *Толстова Ю.Н.* Измерение в социологии. – М.: ИНФРА-М, 1998.

5. *Гришенцев А.Ю.* Теория и практика технического и технологического эксперимента: Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010.

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий. Поступила 28.05.12.

УДК 687.1

ОЦЕНКА ФОРМОУСТОЙЧИВОСТИ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ОДЕЖДЫ ИЗО ЛЬНА

ESTIMATION OF SHAPE STABILITY OF GLUE JOINTS OF FLAX CLOTHES

В.В. ЗАМЫШЛЯЕВА, Е.Я. СУРЖЕНКО, Н.А. СМИРНОВА
V.V. ZAMYSHLYAEVA, E.YA. SURZHENKO, N.A. SMIRNOVA

(Костромской государственный технологический университет,
Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)
(Kostroma State Technological University;
Saint-Petersburg State University of Technology and Design)
E-mail: tmchp1@kstu.edu.ru

Статья посвящена вопросу оценки формоустойчивости клеевых соединений одежды с целью рационального выбора современных термоклеевых прокладочных материалов для дублирования деталей одежды из льняных костюмных тканей и обеспечения выпуска конкурентоспособных швейных изделий.

The article is devoted to the issues of estimation of shape stability of glue joints of clothes and a choice of modern termoglutinous gasket materials for duplication of clothes details from linen costume fabric and providing production of competitive ready-made garments.

Ключевые слова: термоклеевые прокладочные материалы, льняные костюмные ткани, клеевые соединения одежды, формоустойчивость.

Keywords: termoglutinous gasket materials, linen costume fabric, glue joints of clothes, shape stability.

Одним из способов повышения формоустойчивости швейных изделий является применение термоклеевых прокладочных материалов (ТКПМ).

Основным видом деформации в одежде является изгиб, и релаксационные процессы в одежде при изгибе оказывают большое влияние на формустойчивость клеевых соединений и на качество швейных изделий в целом, но стандартные методы [1] из-за отсутствия возможности графической записи релаксационных процессов недостаточно информативны.

Для устранения этого недостатка предложен метод [2] оценки формоустойчивости клеевых соединений одежды при изгибе, реализуемый на автоматизированном устройстве, где закрепленная в форме эллипса проба изгибается под действием сосредоточенной нагрузки на треть ее высоты.

В качестве объектов исследований выбраны системы материалов, представляющих собой клеевые соединения, полученные при дублировании костюмных льняных тканей, характеристики которых представлены в табл. 1, современными термоклеевыми прокладочными материалами фирмы "HYMO" [3].

Таблица 1

Номер ткани	Переплетение	Поверхностная плотность ткани, г/м^2	Линейная плотность нитей, текс		Количество нитей на 10 см	
			T_o	T_y	$П_o$	$П_y$
1	Мелкоузорчатое (саржа 2/2)	220	100	130	130	112
2	Полотняное	180	56	56	180	135
3	Полотняное	280	103	103	150	120

ТКПМ выработаны с регулярным сополиамидным покрытием на разных видах основы из полиэфирных волокон: арт. Enzo 30 – на тканой основе полотняного переплетения (35 г/м^2), арт. 3331 – на трикотажной основе основовязаного переплетения (41 г/м^2), арт. 3431 – на трикотажной основе поперечновязаного переплетения (46 г/м^2) и арт. 1225 – на нетканой основе (33 г/м^2).

Анализ характеристик формоустойчивости исследуемых соединений одежды изо льна (табл. 2) показал, что различные ТКПМ по-разному влияют на свойства клеевых соединений одежды.

Таблица 2

Номер ткани	Вид ТКПМ	Характеристики формоустойчивости				
		стандартные		предлагаемые		
		условная жесткость, сн	условная упругость, %	работа изгиба, $a_{изг}$ (мкдж)	работа восстановления, $a_{вос}$ (мкдж)	резильянс, $a_{вос}/a_{изг}$
1	—	0,7	80,7	2,95	1,53	0,52
	Enzo 30	3,1	79	17,36	15,28	0,88
	3331	3,1	69,9	15,5	11,16	0,72
	3431	1,9	75,9	6,7	5,36	0,8
	1225	3,6	62,7	16,25	9,75	0,6
2	—	0,8	85	2	1,08	0,54
	Enzo 30	2,9	79,2	15,5	14,11	0,91
	3331	2,5	73	12,96	9,85	0,76
	3431	1,7	77,4	6,44	5,41	0,84
	1225	3,4	72,2	16,61	10,3	0,62
3	—	2,4	81,7	11,78	7,54	0,64
	Enzo 30	5,9	80,3	26,32	21,85	0,83
	3331	4,8	69,6	17,63	11,81	0,67
	3431	4,1	79,3	15,17	11,38	0,75
	1225	6,2	68,4	27,32	15,57	0,57

Все исследуемые ТКПМ обеспечивают достаточно высокие (больше 60%) показатели условной упругости исследуемых клеевых соединений.

Использование ТКПМ на разных видах основы позволяет в широких пределах варьировать жесткостью клеевых соединений в зависимости от силуэтного решения и требуемой степени жесткости деталей швейного изделия. Наибольшее увеличение жесткости (в 2,6…5,1 раз) наблюдается у клеевых соединений одежды с использованием ТКПМ на нетканой основе (арт. 1225), наименьшее (в 1,7…2,7 раза) – с использованием ТКПМ на трикотажной основе поперечновязаного переплетения (арт. 3431). Применение ТКПМ (арт. Enzo 30) на тканой основе и ТКПМ (арт. 3331) на трикотажной основе основовязаного переплетения позволяет увеличить жесткость в 2…4,4 раза.

Работа восстановления клеевых соединений одежды в 1,5…13,1 раза выше аналогичных показателей основных тканей. Наилучшей способностью к восстановлению первоначальной формы обладают клеевые соединения с ТКПМ арт. Enzo 30 на тканой основе.

Использование в качестве дублирующего материала ТКПМ арт. Enzo 30 на тканой основе повышает формоустойчивость пакетов одежды до 70%, ТКПМ арт. 3431 на трикотажной основе поперечновязаного переплетения – до 60%, ТКПМ арт. 3331 на трикотажной основе основовязаного переплетения – до 40%. Термоклеевой прокладочный материал арт.1225 на нетканой основе рекомендуется использовать для дублирования мелких деталей (листочек, клапанов карманов, манжет рукавов), так как такие клеевые соединения, хотя и обладают достаточно высокой упругостью, но имеют низкую формоустойчивость при изгибе.

Изучение показателей формоустойчивости клеевых соединений с современными термоклеевыми прокладочными материалами японской фирмы "HYMO" показало целесообразность использования этих ТКПМ для обеспечения формоустойчивости одежды.

Наиболее предпочтительными для льняных изделий костюмной группы является ТКПМ арт. Enzo 30 на тканой основе и арт. 3431 на трикотажной основе поперечновязаного переплетения, обеспечивающие клеевым соединениям одежды изо льна высокую способность восстанавливать первоначальную форму после деформирующих воздействий. ТКПМ арт. 3431 на трикотажной основе поперечновязаного переплетения обеспечит высокую формоустойчивость на фоне пониженной жесткости.

В Ы В О Д Ы

1. Разработана методика оценки формоустойчивости клеевых соединений. Предлагаемые характеристики расширяют информацию о технологических свойствах материалов и рекомендуются для обоснованного конфекционирования клеевых прокладочных материалов с целью обеспечения выпуска конкурентоспособных швейных изделий.

2. Экспериментально подтверждена возможность применения современных ТКПМ японской фирмы "HYMO", обеспечивающих формоустойчивость швейных изделий костюмной группы из льняных тканей. Высокой формоустойчивостью по показателям резильянса обладают клеевые соединения, полученные с применением ТКПМ на тканой основе и трикотажной поперечновязаной основе.

3. Использование для дублирования льняных костюмных тканей термоклеевых прокладочных материалов на трикотажной поперечновязаной основе позволяет уменьшить жесткость клеевых соединений одежды и обеспечить снижение себестоимости швейных изделий.

Л И Т Е Р А Т У Р А

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

2. Патент на изобретение № 2422822 Российская Федерация / Замышляева В.В., Смирнова Н.А., Лапшин В.В. [и др].; Способ определения релаксационных свойств материалов при изгибе. – Опубл. 27.06.2011; бюл. № 18.

3. Пикарди. Материалы для швейного производства, официальный сайт [Электронный ресурс] – режим доступа: http://www.picardie.ru. Дата обращения 30.08.2012.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства КГТУ. Поступила 21.09.12.

УДК 677.052.952

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ БОБИНОДЕРЖАТЕЛЯ С ОСЕВЫМ ПРИВОДОМ

A HIGH-SPEED BOBBIN HOLDER OF AXIAL TYPE

П. А. БАШАШИН
P.A. BASHASHIN

(Московский государственный текстильный университет им. А. Н. Косыгина)
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")
E-mail: pavelbashashin@yandex.ru

При использовании высокоскоростного бобинодержателя бесфрикционного типа возможно на стадии проектирования обеспечить его надежность и точность центрирования бобины.

В статье рассмотрены основные требования, предъявляемые к высокоскоростным бобинодержателям, описание конструкции и принцип работы разработанного высокоскоростного бобинодержателя бесфрикционного типа.

Разработанный бобинодержатель можно применять на высокоскоростных формовочных, мотальных, перемоточных и текстурирующих нить машинах, на которых тело намотки приводится во вращение осевым приводом.

It is possible to provide reliability and accuracy of the bobbin centering in a designing stage using a high-speed bobbin holder of axial type. The article contains the review of the primary requirements for high-speed bobbin holders, description of the structure and the principle of work of developed high-speed bobbin holder of axial type. The developed bobbin holder can be used on high-speed forming, winding and texturing machines, where a winding bode is rotated by an axial drive.

Ключевые слова: бобинодержатель, зажимающий кулачок, бобина, кулачковый диск, бесфрикционный привод, фиксация, точность центрирования.

Keywords: a bobbin holder, a clamping droplet, a bobbin, a cam plate, an axial drive, fixation, accuracy of centering.

При наматывании стеклянных и базальтовых нитей, отличающихся от синтетических высокой хрупкостью, бобинодержатели с фрикционным приводом [1] не применяются. В этом случае используется осевой привод, в котором ведущие звенья бобинодержателя жестко крепятся на приводном валу.

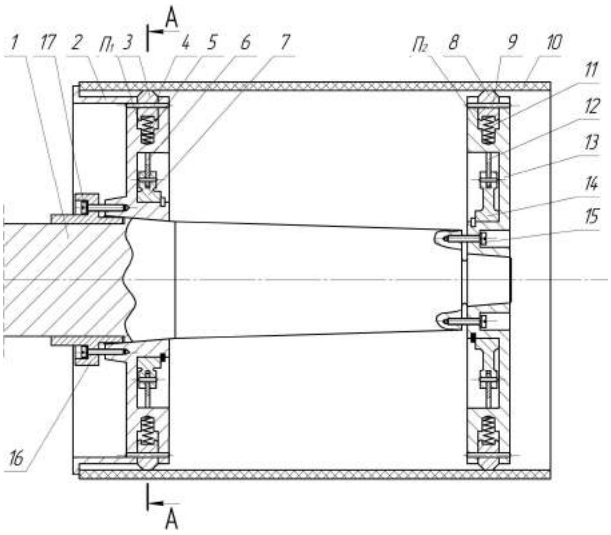


Рис. 1

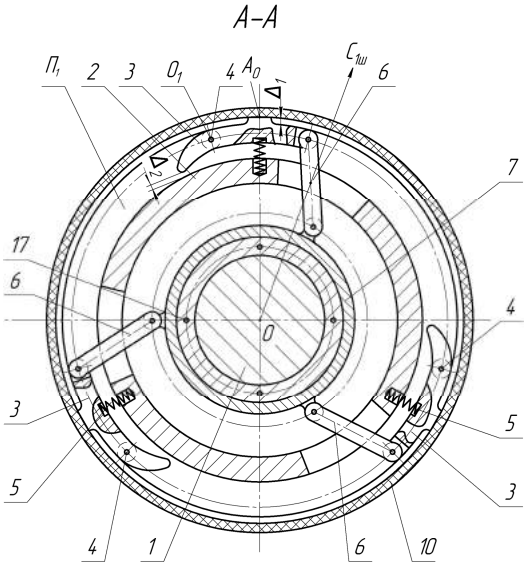


Рис. 2

В разработанном нами бобинодержателе с осевым приводом (рис. 1 – схема высокоскоростного бобинодержателя с бесфрикционным приводом: 1 – ведущий вал; 2 и 13 – кулачковые диски; 3 и 8 – зажимающие кулачки; 4 и 9 – оси кулачков; 5 и 11 – пружины сжатия; 6 и 12 – шатуны; 7 и 14 – кривошипные диски; 10 – сменная бобина; 15 и 17 – винты; 16 – установочное кольцо; $П_1$ и $П_2$ – кольцевые пазы; Δ_1 и Δ_2 – радиальные зазоры (см. рис. 2); рис. 2 – схема высокоскоростного бобинодержателя с бесфрикционным приводом (поперечный разрез по А-А, см. рис. 1); расшифровка позиций дана на рис. 1)) ведущие кулачковые диски 2 и 13 жестко крепятся на конических участках вала 1, получающего вращение от индивидуального электродвигателя, а бобина 10 приводится во вращение с помощью шести зажимающих кулачков 3 и 8, подвижно закрепленных соответственно на дисках 2 и 13, при этом кулачки 3 имеют между собой жесткую кинематическую связь в виде кривошипно-шатунного устройства, состо-ящего из кривошипного диска 7, трех шатунов 6 и трех кулачков 3. Аналогичную кинематическую связь имеют и кулачки 8, состоящую из кривошипного диска 14, трех шатунов 12 и трех кулачков 8.

Исследования разработанного бобинодержателя показали, что расчетное значение силы трения $F_{б.к}$ между бобиной 10 и зажимающими кулачками в бобинодержателе с осевым приводом (при прочих равных условиях) в несколько раз меньше, чем в бобинодержателе с фрикционным приводом. Поэтому при применении бобинодержателя с осевым приводом съем наработанной паковки и установку сменной бобины можно осуществлять без предварительного отвода зажимающих кулачков от бобины (без предварительного утопления кулачков в кольцеобразные канавки $П_1$ и $П_2$, выполненные соответственно в дисках 2 и 13). В этом случае отпадает надобность в применении управляемого зажимающего бобину устройства, но сохраняется необходимость в точной фиксации исходного положения зажимающих кулачков перед установкой сменной бобины.

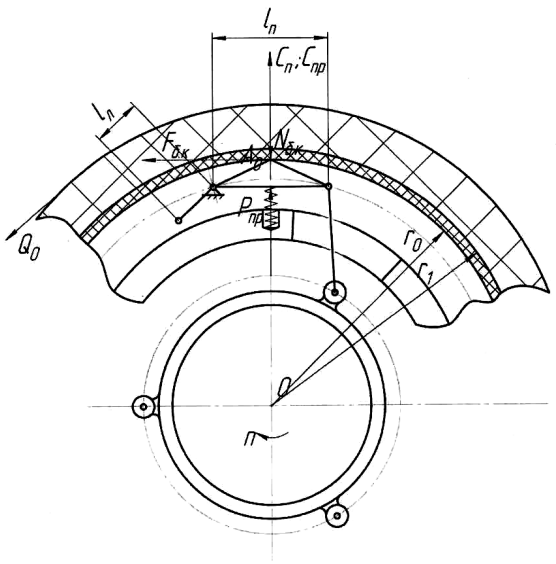


Рис. 3

В разработанном бобинодержателе (рис. 3 – схема к проектированию бобинодержателя с осевым приводом) эта задача решена путем применения двуплечих зажимающих кулачков. Левое плечо каждого кулачка выполняет две функции: фиксирует кулачок в заданном исходном положении перед установкой сменной бобины и снижает влияние центробежной силы $C_п$ правого плеча зажимающего кулачка на расчетную силу трения $F_{б.к}$.

Расчетное значение $F_{б.к}$ в бобинодержателе с осевым приводом обеспечивается шестью винтовыми цилиндрическими пружинами сжатия 5 и 11, установленными по одной под срединой правого плеча каждого зажимающего кулачка. Один конец пружины располагается в глухом радиальном отверстии, выполненном в донышке кольцевого канала $П_1$ или $П_2$, а второй конец – в аналогичном отверстии, выполненном в правом плече кулачка, причем глубина последнего отверстия не должна превышать 2 d_1 (d_1 – толщина проволоки винтовой пружины).

При пуске бобинодержателя с осевым приводом максимальный момент $M_{д.\,с.\,max}$ движущей силы $F_{б.\,к.\,max\ пуск}$ должен удовлетворять неравенство:

$$M_{д.с.max\ пуск} = F_{б.к.max\ пуск} r_0 \geq \Theta_б \varepsilon_{max} + Q_0 r_1 + M_{возд},$$

из которого находим искомую силу трения между бобиной и зажимающими кулачками:

$$F_{б.к.max\ пуск} \geq \frac{\Theta_б \varepsilon_{max} + Q_0 r_1 + M_{возд}}{r_0} \approx \frac{\Theta_б \varepsilon_{max}}{r_0}, \quad (1)$$

и нормальную силу между этими звеньями [2]:

$$N_{б.к.max\ пуск} = P_{пр} + C_{пр} + C_п + 2C_ш \cos\gamma - C_л \ell_л / \ell_п \geq \frac{\Theta_б \varepsilon_{max} + Q_0 r_1 + M_{возд}}{r_0 f_{б.к}} \approx \frac{\Theta_б \varepsilon_{max}}{r_0 f_{б.к}}, \quad (2)$$

где $P_{пр}$ и $C_{пр}$ – суммарная сила упругости и суммарная центробежная сила предварительно сжатых пружин 5 и 11; $C_п$ и $C_л$ – суммарные центробежные силы правых и левых плеч зажимающих кулачков 3 и 8; $C_ш$ – суммарная центробежная сила шатунов 6, γ – угол между направлением центробежной силы $C_{1ш}$ одного шатуна и прямой OA_0 (рис. 2); $\Theta_б$ и ε_{max} – динамический момент инерции и максимальное угловое ускорение бобины; Q_0 и r_1 намоточное натяжение нити и наружный радиус цилиндрической бобины; $M_{возд}$ – момент силы трения между бобиной и воздухом; r_0 и $f_{б.к}$ – радиус осевого отверстия бобины и коэффициент трения скольжения между бобиной и зажимающими кулачками.

Центробежные силы в формуле (2) соответствуют угловой скорости $\omega = \omega_{раб}/2$, а намоточное натяжение $Q_0 \approx (1{,}25...1{,}5)T\upsilon$ (T –линейная плотность; υ – продольная скорость наматываемой нити; $\omega_{раб}$ – рабочая угловая скорость бобинодержателя).

При разгоне бобинодержателя нормальная сила $N_{бк}$ увеличивается за счет увеличения центробежных сил $C_{пр}$, $C_п$ и $C_ш$, значения которых велики при высокоскоростном наматывании. Применение двуплечих зажимающих кулачков и уменьшение силы $P_{пр}$ пружин позволяет снизить влияние центробежных сил на $N_{бк}$ до расчетного значения.

При горизонтальном расположении оси вращения бобинодержателя с неуправляемыми кривошипно-шатунными зажимающими бобину устройствами должно выполняться основное условие:

$$N_{б.к} = P_{пр.min} + C_{пр} + C_{п} + C_{ш}\cos\gamma - C_{л}\ell_{л}/\ell_{п} \geq (m_{б} + m_{т.н}), \quad (3)$$

где $0 \leq m_{т.н} \leq m_{пак}$; $m_{т.н}$ и $m_{пак}$ – масса тела намотки (намотанной нити) и масса выходной паковки; $m_{б}$ – масса бобины.

Значения центробежных сил в формуле (3) соответствуют $\omega = \omega_{раб}$.

На высокоскоростных формовочных машинах и агрегатах заправку свежесформованной непрерывно движущейся нити на бобину осуществляют при $\omega > 0$, поэтому суммарная сила $P_{пр.\ min}$ пружин 5 и 11 должна обеспечивать зажатие бобины с расчетной силой $N_{б.к.max}$ и преодолевать момент трения скольжения во всех кинематических парах зажимающего устройства. Следовательно, перед пуском высокоскоростного бобинодержателя имеем $Q_0 = 0$; $m_{т.н} = 0$, а искомая сила:

$$N_{б.к.min} = P_{пр.min} > m_{б}g. \quad (4)$$

При проектировании пружин сжатия 5 и 11 можно принимать:

$$N_{б.к.min} = P_{пр.min} \approx 2m_{б}g. \quad (5)$$

В этом случае в конце наработки паковки искомое расчетное значение:

$$C_{л}\ell_{л}/\ell_{п} \leq C_{пр} + C_{п} + C_{ш}\cos\gamma - (m_{пак} - m_{б})g, \quad (6)$$

где $0 \leq \ell_{л} \leq \ell_{п}$; $\ell_{л}$ и $\ell_{п}$ – кинематические длины плеч зажимающего кулачка.

При установке на бобинодержатель сменной бобины к ней необходимо приложить осевое усилие:

$$Q_{б.уст} = \frac{(0{,}5P_{пр.min} + 2m_{7}gr_{2ст}f_{кр}/r_{кр})(\sin\lambda + f_{б.к}\cos\lambda)}{(1 - f_{б.к}f_{д.к})\cos\lambda - (f_{б.к}f_{д.к})\sin\lambda} + (0{,}5P_{пр.min} + m_{10}g)f_{б.к}, \quad (7)$$

где m_7g и $m_{10}g$ – силы тяжести кривошипного диска 7 и бобины 10; $r_{2ст}$ и $r_{кр}$ – наружный радиус цилиндрической ступицы диска 2 и радиус отверстия кривошипа 7; $f_{д.к}$ – коэффициент трения скольжения между диском 2 и кулачками 3; λ – угол скоса (фаска 2×45°) на зажимающих кулачках со стороны установки сменной бобины.

При $m_{пак}$=10, m_{10}=1, m_7=0,5 кг, λ=45°, $f_{б.к}$=0,23, $f_{д.к}$=0,2, $r_{2ст}$=22,5 и $r_{кр}$=44 мм расчетное значений $Q_{б.\ уст}$=24 Н. При съеме наработанной паковки к ней необходимо приложить осевое усилие:

$$Q_{б.сн} = (m_{б} + m_{пак})gf_{б.к} = 25 \text{ Н}.$$

ВЫВОДЫ

1. При применении бобинодержателя с осевым приводом и с индивидуальными кривошипно-шатунными зажимающими бобину устройствами съем наработанной паковки и установку сменной бобины можно осуществлять вручную без предварительного принудительного отвода зажимающих кулачков от бобины.

2. Применение двуплечих зажимающих кулачков обеспечивает высокую точность фиксации зажимающих устройств в исходном положении перед установкой сменной бобины и снижает силовое воздействие на бобину со стороны центробежных сил шатунов и правых плеч кулачков.

3. Бобинодержатель с осевым приводом и с индивидуальными кривошипно-шатунными зажимающими устройствами на каждом кулачковом диске обеспечивает высокую точность центрирования и надежное зажатие кулачками сменной бобины.

При расположении пружины сжатия под срединой правого плеча каждого зажимающего кулачка кинематическую длину $\ell_п$ этого плеча следует брать минимально возможной.

4. Если расчетное значение силы $N_{б.\,к.\,пуск}$ не превышает 200 Н, то бобинодержатель с осевым приводом можно приводить во вращение и с помощью фрикционного цилиндра.

ЛИТЕРАТУРА

1. SU, авт. свид. № 962164, B65H, 54/54, Прошков А. Ф., Мельникова О. А. Бобинодержатель, 1982.

2. *Прошков А. Ф.* Расчет и проектирование машин для производства химических нитей и волокон: Учебник для вузов. – М.: РИО МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2001.

Рекомендована кафедрой технологических машин и оборудования. Поступила 06.04.12.

УДК 677.024

ВЛИЯНИЕ УГЛА ЗЕВА И ОПУШКОДЕРЖАТЕЛЯ НА ПОЛОЖЕНИЕ ОПУШКИ ТКАНИ

INFLUENCE OF A SHED ANGLE AND EDGING HOLDER ON THE PLACE OF FABRIC EDGING

В.А. МАКАРОВ, П.Г. РОМАНОВ, Е.Н. ХОЗИНА
V.A. MAKAROV, P.G. ROMANOV, E.N. HOZINA

(Московский государственный текстильный университет им. А. Н. Косыгина)
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")
E-mail: hozina2006@yandex.ru

Положение опушки ткани зависит от угла раскрывания зева, установки и положения опушкодержателя. Предложена методика определения положения опушки ткани в зависимости от угла зева, установки и положения опушкодержателя и от коэффициента перетяжки ветвей зева. Установлено, что без опушкодержателя смещение опушки в прибое может составлять 1,6 ÷ 2,2 мм.

The place of fabric edging depends on the angle of shed opening, stating and place of an edging holder. The method of determination of fabric edging placement, depending on a shed angle, statement and place of an edging holder, and the coefficient of shed branches waist, has been offered. It is established that without of an edging holder the shift of edging in beating can be 1,6÷2,2 mm.

Ключевые слова: опушка ткани, зевообразование, прибой, основа, опушкодержатель, зев.

Keywords: fabric edging, shedding, beating, warp, an edging holder, a shed.

Представляет интерес исследование влияния угла раскрывания зева $\alpha_{ЗЕВ}$ и влияния установки опушкодержателя на положение опушки ткани (ТОТ), то есть

точки θ (рис. 1) как при зевообразовании, так и во время прибоя. Полет прокладчика утка согласно цикловой диаграмме ткацкой машины ТМ происходит в открытом зеве и заканчивается при закрывающемся зеве, когда натяжение ветвей основы максимально, при этом опушка ткани отходит от точки прибоя утка в глубину ткацкой машины (рис.1 – конструктивно-заправочная схема (КЗС) переднего зева ТМ СТБ (У) без опушкодержателя) вправо на величину прибойной полоски $\lambda_{ПП}$ [1], [2].

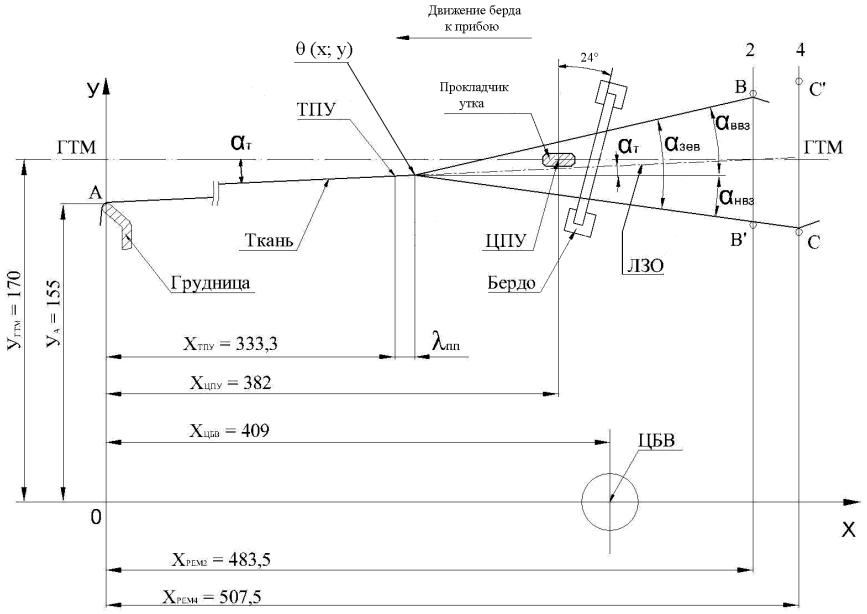


Рис. 1

При прибое, как было показано в [3], ТОТ перемещается не только по абсциссе $X_θ$, но и по ординате $Y_θ$, ее координаты и определяются координатами грудницы А и глазков галев В, С ведущих ремизок (рис.1) как в момент заступа основы, так и на протяжении всего процесса зевообразования.

Для определения смещения ТОТ сначала необходимо определить координаты точек глазков галев (В; В' и С; С') в верхнем и нижнем положениях при различных углах раскрывания зева. Смещение ТОТ (θ) от линии заступов основы будем определять при изменении углов зева $\alpha_{ЗЕВ}$ от 12 до 36° и коэффициента перетяжки ветвей C_T – от 1,0 до 4,0.

Расчет координат точек глазков галев при различных углах зева проводится с учетом того, что заступ происходит по линии горизонтали ткацкой машины, то есть находится на расстоянии $H_{ГТМ} = 170$ мм от центра батанного вала $O_{БВ}$.

Для ТМ СТБ ордината $Y_{ЛЗОрем2} = 170$ мм, а ординату линии заступов $Y_{ЛЗОрем4}$ определяем по формулам:

$$Y_{ЛЗОрем4} = 170 + \mathrm{tg}(\alpha_T)(X_{рем4} - X_{рем2}), \quad (1)$$

$$Y_B = Y_{ЛЗОрем2} + (X_{рем2} - X_{ТПУ})(\mathrm{tg}(\alpha_{ВВЗ}) - \mathrm{tg}(\alpha_T)), \quad (2)$$

$$Y_{B'} = Y_{ЛЗОрем2} - (X_{рем2} - X_{ТПУ})(\mathrm{tg}(\alpha_{НВЗ}) + \mathrm{tg}(\alpha_T)), \quad (3)$$

$$Y_C = Y_{ЛЗОрем4} + (X_{рем4} - X_{ТПУ})(\mathrm{tg}(\alpha_{ВВЗ}) - \mathrm{tg}(\alpha_T)), \quad (4)$$

$$Y_{C'} = Y_{ЛЗОрем4} - (X_{рем4} - X_{ТПУ})(\mathrm{tg}(\alpha_{НВЗ}) + \mathrm{tg}(\alpha_T)). \quad (5)$$

Результаты расчета по формулам (1…5) даны в табл. 1.

Таблица 1

Угол зева $\alpha_{ЗЕВ}$, град	Координаты галев (точек B, B', C, C') в верхнем и нижнем положениях, мм			
	$У_В$	$У_В'$	$У_С$	$У_С'$
12º	185,854	154,250	189,132	152,478
16º	191,222	148,962	195,358	146,346
20º	196,656	143,636	201,66	140,167
24º	202,169	138,253	208,054	133,925
28º	207,777	132,803	214,559	127,604
32º	213,498	127,27	221,193	121,187
36º	219,347	121,638	227,977	114,655

Используя результаты табл. 1 и алгоритм из [3], [4] найдем смещения ТОТ по ординате от линии заступа основы при изменении угла зева $\alpha_{ЗЕВ}$.

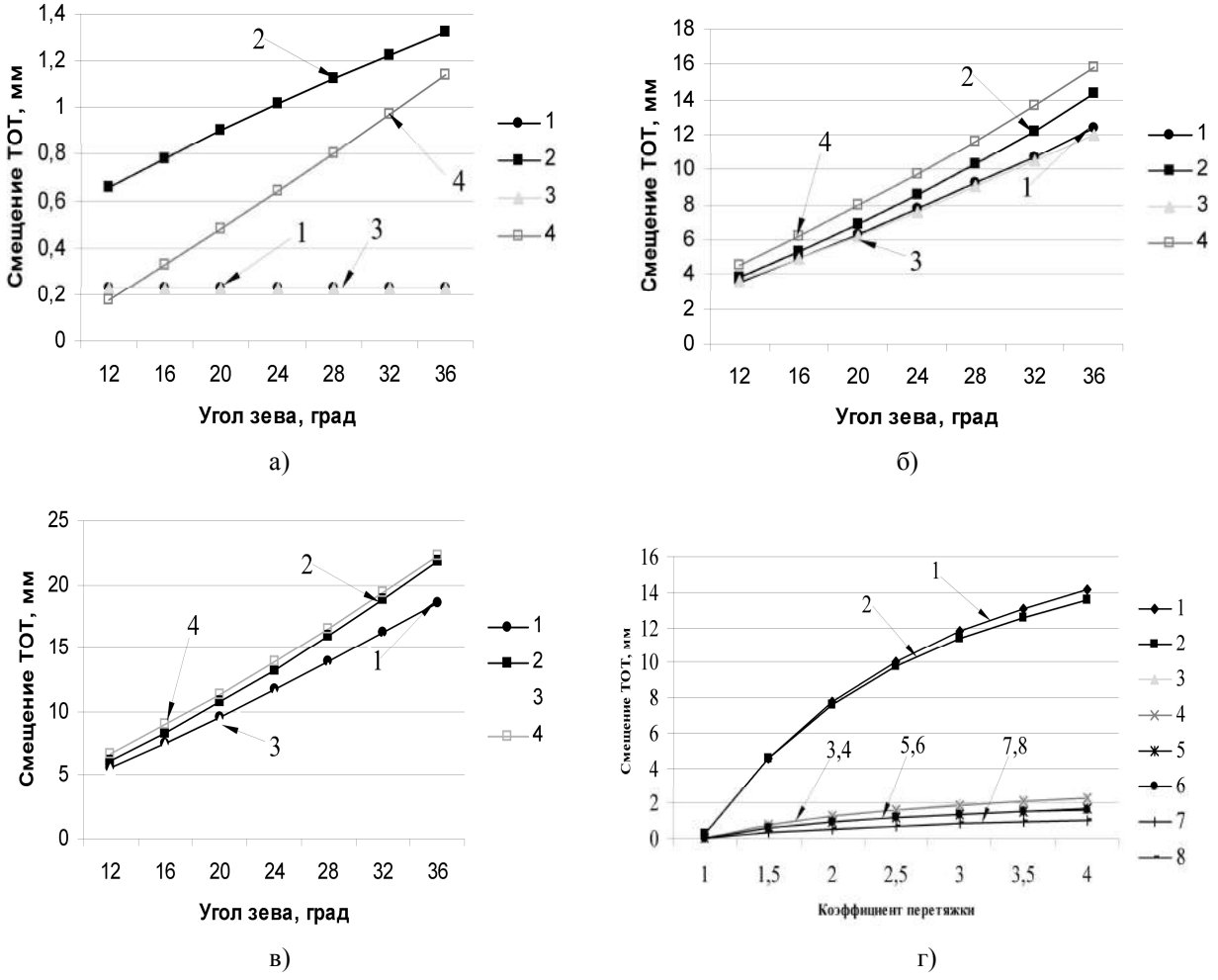


Рис. 2

Результаты расчета представлены на рис. 2-а, б, в, где показаны изменения величины смещения ТОТ (Θ) от линии заступа основы при увеличении $\alpha_{ЗЕВ}$ для различных значений перетяжки ветвей зева $С_Т$ (рис. 2-а – коэффициент перетяжки $С_Т = 1$; 2-б – коэффициент перетяжки $С_Т = 2$; 2-в – коэффициент перетяжки $С_Т = 3$) (кривая 1 – положения ТОТ θ на линии прибоя утка, 2 – на линии, проходящей через центр полета прокладчика утка при верхнем положении первой от грудницы ремизки, кривыми 3 и 4 – при нижнем положении первой ремизки).

Анализ графиков (рис. 2-а, б, в) показывает, что для всех рассмотренных случаев смещение ТОТ следует за движением 1-й от грудницы ремизки, возрастает как пропорционально увеличению угла зева $\alpha_{ЗЕВ}$, так и с увеличением коэффициента перетяжки C_T.

С увеличением коэффициента C_T больше 2,0…2,5 рост смещения ТОТ относительно линии заступа основы при дальнейшем увеличении перетяжки ветвей зева практически становится постоянным и не зависит от номера ведущей ремизки.

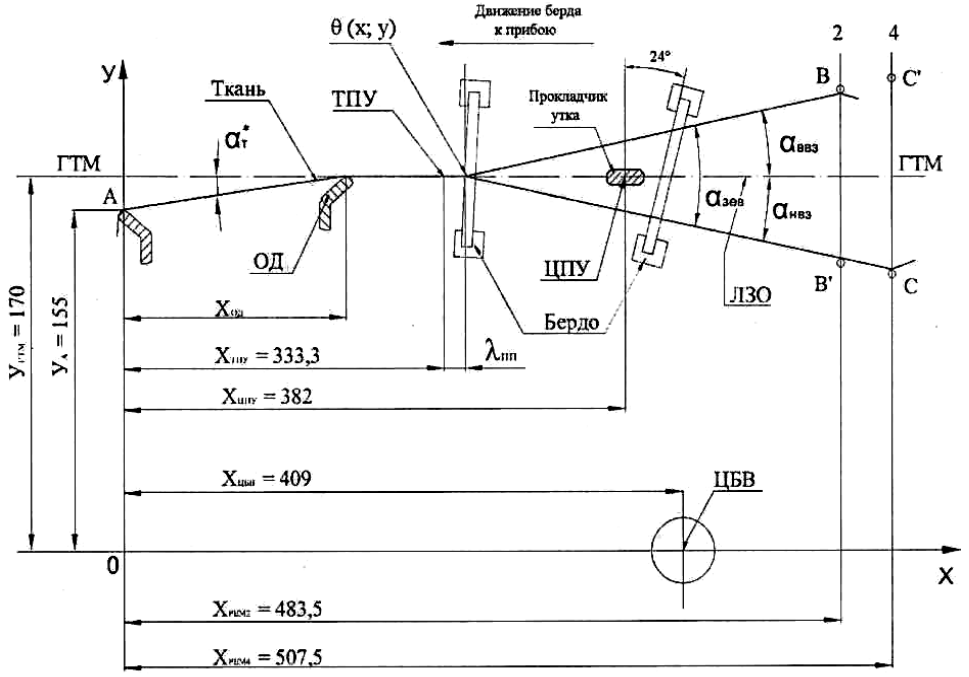


Рис. 3

На рис. 3 показана конструктивно-заправочная схема переднего зева ТМ СТБ(У) с опушкодержателем, где α_T есть угол наклона ткани на участке грудница – опушкодержатель и линия заступов основы совмещена с горизонталью ТМ. Определим смещения ТОТ на линии прибоя утка (рис. 3) с использованием опушкодержателя. Расчет проведем для трех положений установки опушкодержателя на расстояниях: 8, 14 и 20 мм от точки полета утка в сторону грудницы. Ход и положение глазков галев в заступе принимаем такими, чтобы обеспечить положение линии заступа основы на горизонтали ТМ. Значения угла зева принимаем $\alpha_{ЗЕВ}$=24º, а опушкодержатель ставим на уровне 47 мм от поверхности бруса батана в прибое [5]. Полученные результаты представлены в табл. 2.

В табл. 2 в графе "№ ремизки" цифрой 1 обозначена первая от грудницы ремизка, находящаяся в *верхнем* положении, 2 – первая от грудницы ремизка, находящаяся в *нижнем* положении.

Даже при значительной величине прибойной полоски $\lambda_{ПП}$ продолжительность взаимодействия берда и опушки ткани (прибой) составляет не более 8…12% от полной фазы зевообразования. Поэтому возможная величина смещения опушки от зевообразования за время прибоя составит не более 1/10 полной расчетной величины смещения ТОТ, указанного в табл. 2.

Таблица 2

Коэффициент перетяжки C_T	№ ремизки	Без опушкодержателя	С опушкодержателем		
			20 мм	14 мм	8 мм
		мм	мм	мм	мм
1,0	1	0,23	0,01	0	0
	2	0,23	0,01	0	0
1,5	1	4,52	0,761	0,55	0,325
	2	4,51	0,759	0,549	0,324
2,0	1	7,73	1,27	0,92	0,54
	2	7,60	1,26	0,91	0,54
2,5	1	10,02	1,633	1,18	0,697
	2	9,76	1,622	1,169	0,694
3,0	1	11,75	1,91	1,38	0,81
	2	11,35	1,89	1,37	0,81
3,5	1	13,09	2,118	1,53	0,903
	2	12,58	2,099	1,52	0,9
4,0	1	14,16	2,288	1,652	0,975
	2	13,55	2,265	1,64	0,971

На рис. 2-г графически показаны результаты расчета изменения положения ТОТ с ростом коэффициента перетяжки C_T от 1 до 4 для угла зева, равным 24°, как при наличии, так и при отсутствии опушкодержателя.

Расчет показал, что приближение опушкодержателя к линии прибоя с 20 до 8 мм уменьшает смещение опушки в 2,3 раза. При установке опушкодержателя на расстоянии 14 мм от линии прибоя смешение опушки уменьшается в 8,2…8,6 раза.

Полученные результаты расчетов смещения ТОТ на линии точки прибоя утка показывают величину изменения положения опушки ткани по ординате за время перемещения ремизок из положения заступа в положение открытого зева.

Смещение опушки без установки опушкодержателя, в зависимости от коэффициента перетяжки C_T, колеблется от 0 до 14 мм. При установке опушкодержателя смещение θ по величине становится сравнимым с диаметром утка (от 0,15 до 2,5 мм).

Таблица 3

Диаметр уточной нити d_y		Значения величины d_y нити, мм; текс; $№_M$					
Линейная Плотность пряжи, нити	текс	62,5	40	25	15,6	12,2	10
	№ м	16	25	40	64	82	100
Шерстяные, полушерстяные нити и их смески		2,65	1,76	1,06	0,66	0,52	0,43
Хлопчатобумажные нити и их смески		2,46	1,64	1,00	0,62	0,48	0,40
Льняные нити и их смески		2,32	1,52	0,93	0,58	0,45	0,37
Шелковые нити (натуральные)		2,35	1,55	0,94	0,58	0,45	0,37
Штапельные нити (вискозные)		2,57	1,71	1,03	0,64	0,50	0,41
Шелковые нити (полиамидные)		2,96	1,97	1,19	0,74	0,58	0,47

В табл. 3 представлены величины смещения опушки ткани во время прибоя для различных диаметров d_y уточных нитей, линейной плотности и видов текстильных нитей и пряж.

Сравнение данных табл. 2 и 3 позволяет отметить, что как при симметричном, так и асимметричном зеве, а также при возможной перетяжке ветвей зев в случае установки опушкодержателя и расположении его относительно точки прибоя утка вертикальное смещение опушки ткани (ТОТ) по линии прибоя утка от зевообразования и во время прибоя значительно

меньше, чем без опушкодержателя. При этом оно, как правило, не превышает диаметра прибиваемой уточной нити. Однако смещение опушки ткани может быть значительным, то есть превосходить диаметр утка (dy) как в случае установки асимметричного зева, так и при значительной перетяжке одной из его ветвей.

Проведенные расчеты показывают, что для обеспечения относительной неподвижности точки опушки ткани в процессах зевообразования и прибоя можно компенсировать перетяжку ветвей зева установкой опушкодержателя и в том числе установкой соответствующей асимметрии зева. Изменяя вид зева и перетяжку его ветвей, меняя положение линии заступов и положение опушкодержателя, можно управлять процессом формообразования ткани, влияя на ее структуру, фазу строения и плотность.

В Ы В О Д Ы

1. Предложен метод расчета и проведен расчет положения и смещения опушки ткани (ТОТ; θ) от зевообразования на ткацких машинах типа СТБ (У) как при наличии, так и при отсутствии опушкодержателя. Установлена зависимость смещения ТОТ при наличии опушкодержателя от его положения и перетяжки зевов C_T. Эти зависимости в области принятых параметров заправки ТМ можно считать линейными.

2. Определено, что установка опушкодержателя уменьшает величину смещения опушки ткани относительно линии заступа основы (ЛЗО) в процессе зевообразования на 75...95%.

3. Для устранения смещения опушки ткани при зевообразовании и тканеформировании следует рекомендовать установку опушкодержателя и крышек шпаруток на одной общей горизонтальной линии и как можно ближе (12…8 мм) к точке прибоя утка; нижняя поверхность крышек шпаруток должна являться продолжением верхней поверхности опушкодержателя и располагаться на уровне горизонтали ТМ, или выше нее, в зависимости от сложности раппорта переплетения ткани, положения и направления линии заступа основы.

4. По приведенной методике определяется положение верхней точки опушкодержателя при заданных значениях параметров зева, натяжении основы и величины перетяжки ветвей зева.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Власов П. В., Розанов Ф. М.* Нормализация процесса ткачества. – Гизлегпром, 1960.

2. *Власов П. В., Шосланд Я., Николаев С. Д.* Оптимизация процесса ткачества: Учебное пособие. – М.: МТИ, 1983.

3. *Макаров В. А., Романов П. Г., Хозина Е. Н.* Влияние конструктивных параметров ткацких машин на положение опушки ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №4. С. 84…89.

4. *Макаров В. А., Романов П. Г., Хозина Е. Н.* Определение сил взаимодействия берда и опушки ткани в начальный момент прибоя // Вестник ДИТУД. – Дмитровград, 2009.

5. Станки ткацкие бесчелночные СТБ с малогабаритными прокладчиками утка: Руководство по эксплуатации. – М.: Внешторгиздат, 1982.

Рекомендована кафедрой технологических машин и оборудования. Поступила 16.04.12.

УДК 677.052

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОФИЛЯ ЗУБА ПОДВИЖНОЙ ЗВЕЗДОЧКИ В ЦЕПНЫХ МЕХАНИЗМАХ

RESEARCH OF A GEAR RAMP OF A MOVING TURNSTILE IN CHAIN MECHANISMS

А.С. ЖДАНОВ, И.А.САГАН, В.А.КОЗЛОВ
A.S. ZHDANOV, I.A. SAGAN, V.A. KOZLOV

(Димитровградский инженерно-технологический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»)
(Dimitrovgrad Engineering Technological Institute – the branch of National Research Nuclear University "MEPhI")
E-mail: diti@mephi.ru, http://diti-mephi.ru

Работа посвящена определению профиля зуба подвижной звездочки в цепном раскладчике нити. Показана возможность замены звездочки с профилем зуба по эквидистантной эпициклоиде на звездочку, изготовленную стандартным режущим инструментом.

The paper is devoted to the definition of a gear ramp of a moving turnstile in a chain traverse motion. The possibility of replacement of the turnstile at equidistant epicycloids with a gear ramp manufactured by a standard cutting tool has been shown.

Ключевые слова: втулочно-роликовая цепь, профиль зуба, угловая скорость, внутреннее цевочное зацепление, геометрическая характеристика звездочки.

Keywords: a turnstile, bushing rolling chain, a gear ramp, angular rate, internal chain meshing, geometric characteristic of a turnstile.

При проектировании цепного раскладочного механизма [1] встает вопрос определения профиля зуба подвижной звездочки 2 (рис. 1), которая входит в зацепление со вторым рядом втулочно-роликовой цепи 3. Звездочка на переходном участке совершает плоскопараллельное движение. При этом оси координат звездочки остаются параллельными осям OX и OY (рис.1). В данном случае не учитывается покачивание ползушки [1].

На рис. 1 (к определению профиля зуба подвижной звездочки) представлены обозначения: 1 – делительная окружность ведущей звездочки; 2 – делительная окружность подвижной звездочки, соединенной с ползушкой нитеводителя; 3 – стандартная двухрядная втулочно-роликовая цепь 2ПВ-9,525-1800, ГОСТ 13568–68.

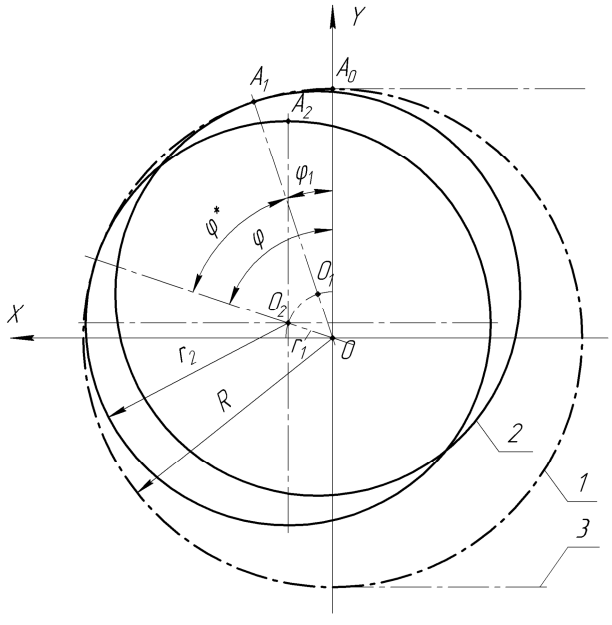


Рис. 1

Линия OO_1, соединяющая центры окружностей 1 и 2, теоретически представляет собой водило в относительном движении этих окружностей.

Предположим, что окружность 2 и водило закреплены между собой неподвижно. Тогда за определенный промежуток времени t окружности 1 и 2 повернутся на угол φ_1. Выражение $\varphi_{1/t} = \omega_1$ является угловой скоростью окружности 1. Так как оси координат звездочки 2 должны оставаться всегда параллельными неподвижным осям OX и OY, то за тот же промежуток времени t звездочка 2 должна совершить дополнительное движение, чтобы линия O_1A_1 вновь стала параллельной оси OA_0 (OY). Этим дополнительным движением будет перекатывание окружности 2 по окружности 1 до тех пор, пока O_1A_1 не станет параллельной OY_1, то есть сольется с линией O_2A_2.

Так как звездочка 2 совершает плоскопараллельное движение, то все точки звездочки движутся со скоростью υ, где $\upsilon = \omega_1 R$ – скорость цепи.

Угловая скорость водила должна быть равна:

$$\omega_в = \frac{\upsilon}{r_1} = \omega_1 \frac{R}{r_1}. \qquad (1)$$

Из рис. 1 видно, что

$$\omega_в = \frac{\varphi}{t} = \frac{\varphi_1 + \varphi^*}{t} = \omega_1 + \frac{\varphi^*}{t}, \qquad (2)$$

где $\frac{\varphi^*}{t}$ – приращение угловой скорости водила при перекатывании колеса 2 по неподвижному колесу 1.

Известно, что угол поворота водила ($\varphi_в$) и угол поворота колеса 2 (φ_2) при неподвижном колесе 1 связаны между собой следующим соотношением:

$$\varphi_в = -\varphi_2 i_{в2}, \qquad (3)$$

где $i_{в2}$ – передаточное отношение между колесом и водилом:

$$i_{в2} = \frac{1}{i_{2в}} = \frac{1}{1 - i_{21}} = \frac{1}{1 - \frac{z_1}{z_2}} = \frac{1}{1 - \frac{R}{r_2}}. \qquad (4)$$

Угол поворота колеса 2(φ_2) в данном случае равен φ_1, а водила $\varphi_в = \varphi - \varphi_1 = \varphi*$. Подставим эти значения в уравнение (3):

$$\varphi^* = -\varphi_1 \Big/ \left(1 - \frac{R}{r_2}\right) = \varphi_1 \frac{r_2}{r_1}. \qquad (5)$$

Подставив (5) в (2), получим окончательно:

$$\omega_в = \omega_1 + \omega_1 \frac{r_2}{r_1} = \omega_1 \frac{R}{r_1}. \qquad (6)$$

Таким образом, окружность 2 вращается вместе с окружностью 1 и при этом обкатывается по ней. Известно, что при перекатывании одной окружности по неподвижной другой точки, лежащие на подвижной окружности, описывают эпициклоиды или гипоциклоиды (в зависимости от взаимного расположения неподвижной и подвижной окружности). Следовательно, подвижная звездочка и цепь при движении на переходном участке образуют внутреннее цевочное зацепление, где цевками служат рамки второго ряда втулочно-роликовой цепи. В данном случае профилем зуба подвижной звездочки является кривая, эквидистантная эпициклоиде, уравнением которой будет следующая система [2]:

$$\begin{aligned} x_1 &= -R\sin(\varphi_1 - \varphi) + (R - r_2)\sin\varphi_1 - r_ц \cos(\varphi_1 - \varphi/2), \\ y_1 &= R\cos(\varphi_1 - \varphi) - (R - r_2)\cos\varphi_1 - r_ц \sin(\varphi_1 - \varphi/2), \end{aligned} \qquad (7)$$

где x_1 и y_1 – координаты профиля зубьев; φ_1 угол поворота подвижной звездочки; φ – угол поворота ведущей звездочки;

$$\varphi = \varphi_1 r_2 / R ;$$

r_2 – радиус делительной окружности подвижной звездочки; R – радиус делительной окружности ведущей звездочки; $r_ц$ – радиус цевки (втулки цепи).

Недостатком цевочного зацепления является сравнительная сложность изготовления колес (звездочек). В связи с этим рассмотрим возможность использования звездочки с профилем зуба выполненным по ГОСТ 591–69. Этот стандарт предусматривает для звездочек с фрезерованными зубьями профиль 2, показанный на рис. 2. При данном профиле впадина для более свободного входа шарниров очерчивается дугой r=0,5025D + 0,05 мм, где D – диаметр ролика в мм.

Зубья звездочек согласно стандарту, нарезаются дисковой фрезой ГОСТ28281–89 или червячной ГОСТ 15127–83. При $\lambda < 1{,}7$, λ – геометрическая характеристика звездочки, отношение шага t к диаметру элемента закрепления D в нашем случае $\lambda = \frac{9{,}525}{6} = 1{,}587 < 1{,}7$; практический профиль зуба может иметь утонченную головку зуба с допускаемой хордальной высотой [3].

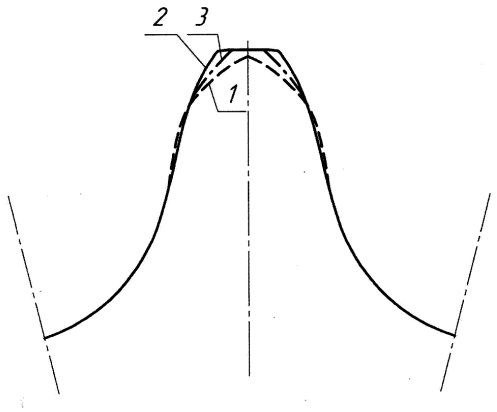


Рис. 2

На рис. 2 (профиль зуба подвижной звездочки) показан профиль зуба: 1 – по эквидистантной эпициклоиде; 2 – по ГОСТ 591–69 (теоретический); 3 – практический профиль зуба, нарезанный дисковой фрезой.

Как видно из рисунка, практический профиль зуба сравнительно мало отличается от профиля, выполненного для цевочного зацепления. Поэтому при определенных условиях (в рассматриваемом механизме подвижная звездочка изготавливается из капрона) возможна замена профиля цевочного зацепления профилем, выполненным по ГОСТ 591–69. Практические испытания, которые проводились при линейной скорости раскладчика 4 м/с и ходе 250 мм, показали хорошую работоспособность механизма с подвижной звездочкой, профиль зубьев которой был выполнен по ГОСТ 591–69 дисковой фрезой.

В Ы В О Д Ы

1. Теоретически доказано, что профилем зуба подвижной звездочки в цепном раскладочном механизме является кривая эквидистантная эпициклоида.

2. Предложена замена подвижной звездочки с цевочным зацеплением на стандартную звездочку, профиль зуба которой выполнен по ГОСТ591, что, не снижая работоспособности механизма, значительно уменьшает себестоимость его изготовления.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Жданов А.С., Толстова О.А., Горшенин А.С.* Модернизация цепного раскладчика нити.// Вестник ДИТУД. – Димитровград, 2005, №1. С. 52…56.

2. *Литвин Ф.А.* Теория зубчатых зацеплений. – М.: Наука, 1969.

3. *Готовцев А.А., Столбин Г.Б., Котенок Н.П.* Проектирование цепных передач. – М.: Машиностроение, 1973.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроения, машин и аппаратов. Поступила 30.03.12.

УДК 677.051.128

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ ФРИКЦИОННЫХ НАМОТОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ РЫЧАЖНОГО ТИПА

THE MATHEMATICAL MODEL FOR THE RESEARCH OF NONLINEAR VIBRATIONS OF FRICTION WINDING MECHANISMS OF LEVER TYPE

С.Г. СТЕПАНОВ, Д.С. МАЛЕЕВ, Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ
S.G. STEPANOV, D.S. MALEEV, G.I. CHISTOBORODOV

(Ивановская государственная текстильная академия,
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет)
(Ivanovo State Textile Academy;
Ivanovo State University of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: ttp@igta.ru

В статье получена математическая модель для исследования нелинейных колебаний фрикционных намоточных механизмов рычажного типа.

The mathematical model for the research of nonlinear vibrations of friction winding mechanisms of lever type has been received in the article.

Ключевые слова: намоточный механизм, расчетная динамическая модель, нелинейные колебания.

Keywords: a winding mechanism, a calculated dynamic model, nonlinear vibrations.

Анализ литературных источников по исследованию нелинейных колебаний намоточных устройств показал, что к настоящему времени помимо того, что опубликовано незначительное количество работ по этой тематике [1…4], остаются мало исследованными или вообще не исследованными целый ряд вопросов.

Рассмотрим расчетную динамическую модель намоточного механизма, которая приведена на рис. 1.

Фрикционный цилиндр 1 в подшипниках качения установлен на станине машины. Отправка 2 с телом намотки (в дальнейшем изложении – ротор) крепится на шпинделе 3, который через опоры качения установлен в теле рычага 4. Последний в опорах 5 помещен в станине машины. Для гашения колебаний рычага служит демпфер 6. Под действием упругой силы сжатой пружины 7 осуществляется прижим тела намотки к вращающемуся фрикционному цилиндру и имеет место его вращение за счет возникающих в пятне контакта сил трения.

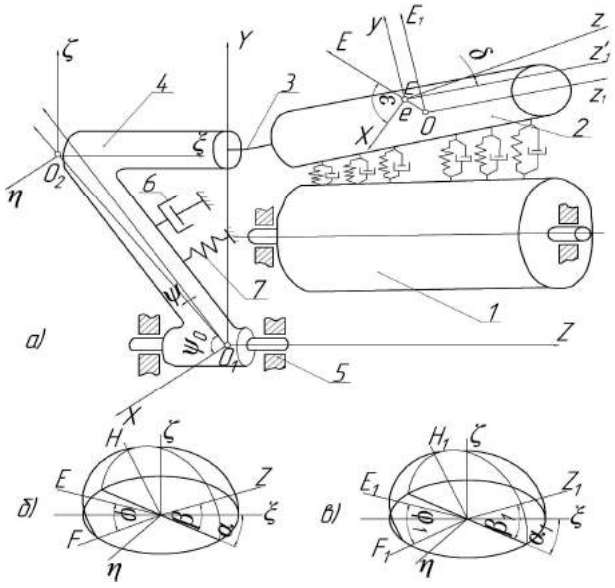


Рис. 1

Медленное изменение во времени иерционных характеристик системы, а также упруго-демпфирующих свойств, радиуса тела намотки позволяет считать эти параметры на малом промежутке времени постоянными величинами. Упруго-демпфирующие свойства материала тела намотки смоделируем распределенными по его длине упругими и демпфирующими элементами, характеристики которых не меняются вдоль длины тела намотки.

Проведенный анализ конструкций ряда намоточных механизмов показал, что жестко закрепленная на шпинделе массивная оправка имеет значительно большую изгибную жесткость и массу, чем шпиндель. Поэтому ее можно принять, воспользовавшись подходом, предложенным в работах [5…8] за абсолютно жесткое тело, имеющее массу, а шпиндель считать гибким и невесомым. Считаем также, что подшипниковые опоры шпинделя обладают упругими изотропными характеристиками. Фрикционный цилиндр и рычаг, а также их оси и подшипниковые опоры считаем абсолютно жесткими телами. Считаем также, что поперечное сечение тела намотки имеет погрешность формы в виде круглого эксцентрика, обусловленную в основном неточностью его зажима механизмом фиксации бобинодержателя [6].

Введем неподвижную систему координат O_1XYZ при условии перемещения рычага в плоскости O_1XY с осью качания O_1Z (рис.1). Положение рычага в каждый момент времени относительно системы O_1XYZ определяется углом:

$$\psi_1 = \psi_0 + \psi, \qquad (1)$$

где Ψ_0 – значение угла Ψ_1, соответствующее положению статического равновесия рычага под действием веса рычага, веса ротора и упругой силы сжатой пружины; Ψ – динамическая составляющая угла.

Система координат $O_2\zeta\eta\xi$ введена таким образом, что соответствующие оси этой системы параллельны осям системы O_1XYZ, причем ось $O_2\xi$ совпадает с неизогнутой осью шпинделя в положении статического равновесия рычага.

Пусть z_1 – геометрическая ось ротора. Проведем через центр тяжести ротора точку С, отстоящую от оси z_1 на величину эксцентриситета e, плоскость, перпендикулярную главной центральной оси z, образующей с осью z_1 угол δ. Точку пересечения этой плоскости с осью z_1 обозначим О.

Положение ротора полностью определяется шестью координатами двумя способами: координатами центра тяжести ζ_c, η_c, ξ_c и углами Резаля α, β, φ (рис. 1-б); координатами точки О геометрической оси ζ, η, ξ и тремя другими углами Резаля α_1, β_1, φ_1 (рис. 1-в).

Поскольку ψ, ζ_c, ζ, η_c, η, β, β_1, α, α_1 – малые величины, учитываем только члены первого порядка малости относительно этих величин. Для указанных координат справедливы зависимости [9]:

$$\zeta_c = \zeta + e\sin\phi, \quad \eta_c = \eta + e\cos\phi, \quad \beta = \beta_1 + \delta\cos(\phi - \varepsilon), \quad \alpha = \alpha_1 - \delta\sin(\phi - \varepsilon), \quad \phi = \phi_1. \qquad (2)$$

Величина радиальной деформации тела намотки вдоль линии, соединяющей две точки – на оси z_1 и на оси цилиндра, принадлежащие перпендикулярной оси последнего плоскости, проходящей на расстоянии ℓ от левого края тела намотки (рис. 1), с точностью до величин первого порядка малости:

$$W = R_1(\phi) + R_2 - a_1 - a_2[\zeta + (\ell - \ell_0)\beta_1] - a_3[\eta + (\ell - \ell_0)\alpha_1], \qquad (3)$$

где $a_1 = \sqrt{(L\sin\phi_0 - Y_0)^2 + (L\cos\phi_0 - X_0)^2}$;

$a_2 = \dfrac{(L\sin\phi_0 - Y_0)}{a_1}$; $\quad a_3 = \dfrac{(L\cos\phi_0 - X_0)}{a_1}$;

X_0, Y_0 – координаты оси фрикционного цилиндра по осям X и Y; L – расстояние между точками O_1 и O_2; ℓ_0 – расстояние от левого края тела намотки до точки О (рис. 1); $R_2, R_1(\phi)$ – соответственно ради-

ус фрикционного цилиндра и текущий радиус тела намотки, для которого имеем:

$$R_1(\phi) = R_1 + \lambda_1 \cos(\phi + \nu_1), \qquad (4)$$

где λ_1 – расстояние (малая величина) между осью вращения тела намотки и его геометрической осью; R_1 – радиус тела намотки; ν_1 – начальная фаза.

За обобщенные координаты примем Ψ, ζ, η, β_1,α_1. Кинетическая энергия системы с учетом (1), (2):

$$T = \frac{1}{2}J\dot{\psi}^2 + \frac{1}{2}M[(\dot{\zeta}^2 + \dot{\eta}^2) + 2e\dot{\phi}(\dot{\zeta}\cos\phi - \dot{\eta}\sin\phi)] + \frac{1}{2}A\{(\dot{\alpha}_1^2 + \dot{\beta}_1^2) - 2\delta\dot{\phi}[\dot{\alpha}_1\cos(\phi - \varepsilon) +$$
$$+\dot{\beta}_1\sin(\phi - \varepsilon)]\} + \frac{1}{2}C\dot{\phi}^2 + C\dot{\phi}[\dot{\alpha}_1\beta_1 + \delta\dot{\alpha}_1\cos(\phi - \varepsilon) - \delta\dot{\phi}\beta_1\cos(\phi - \varepsilon)], \qquad (5)$$

где J – момент инерции рычага; M, A, C – соответственно масса, экваториальный и полярный моменты инерции ротора.

Нами была экспериментально получена зависимость упругой силы контактного взаимодействия между телом намотки из вискозных нитей и фрикционным цилиндром Q от радиальной деформации бобины W, имеющая нелинейный характер. Аппроксимируя эту экспериментальную кривую многочленом второй степени, получили с погрешностью не превышающей 6%:

$$Q = cW + \gamma W^2, \qquad (6)$$

где c = 625 кН/м; γ = 104·10^4 кН/м^2 – параметры радиальной жесткости паковки, отнесенные к единице длины.

Потенциальная энергия системы с учетом (6):

$$\Pi = \frac{1}{2}c_{\Pi}L_1^2\psi^2 + PL_2\psi\cos\psi_0 + P_1\zeta + \frac{1}{2}m_1\left[(\eta + L\psi\sin\psi_0)^2 + (\zeta - L\psi\cos\psi_0)^2\right] -$$
$$-m_2[(\eta + L\psi\sin\psi_0)\alpha_1 + (\zeta - L\psi\cos\psi_0)\beta_1] + \frac{1}{2}m_3(\alpha_1^2 + \beta_1^2) + \frac{1}{2}c\int_0^{b_1} W^2 d\ell + \frac{1}{3}\gamma\int_0^{b_1} W^3 d\ell, \qquad (7)$$

где L_1,L_2 – соответственно расстояния от оси качания рычага до точек крепления пружины и центра тяжести рычага; c_{Π} – жесткость пружины; P,P_1 – соответственно вес рычага и вес ротора; m_1,m_2,m_3 – коэффициенты при деформациях, вычисляемые по тем же формулам, что в [9]; b_1 – длина тела намотки.

Диссипативная функция системы:

$$\Phi = \frac{1}{2}k_p\dot{\psi}^2 + \frac{1}{2}k\int_0^{b_1}\dot{W}^2 d\ell, \qquad (8)$$

где $\dot{W} = -\dot{\phi}[\lambda_1\sin(\phi + \nu_1) + \delta_1\sin 2(\phi + \nu_2)] - \omega_{\phi}\lambda_2\sin(\omega_{\Phi}t + \gamma_1) - a_2[\dot{\zeta} + (\ell - \ell_0)\dot{\beta}_1] - a_3[\dot{\eta} + (\ell - \ell_0)\dot{\alpha}_1]$;

k_p – коэффициент демпфирования рычага; k – коэффициент демпфирования материала паковки, отнесенный к единице длины.

Кроме диссипативных сил на рассматриваемую систему будут действовать силы сопротивления при вращении тела намотки. Суммарный момент этих сил определяется выражением:

$$M_C = M_{TP.\Pi} + M_{TP.K} + M_A,$$

где: $M_{TP.\Pi}$ – момент сил трения в подшипниках качения; $M_{TP.K}$ – момент сил трения при качении тела намотки по фрикционному цилиндру; M_A – момент сил аэродинамического сопротивления при вращении тела намотки.

Получим выражения для каждой составляющей.

Согласно [10] при высокой частоте вращения и относительно небольших нагрузках наиболее существенным является момент сил трения в подшипниках качения, возникающий в основном от гидродинамических потерь в смазке:

$$M_{ТР.П} = 4{,}47\cdot 10^{-10}\sum_{i=1}^{i} f_i(\upsilon_i\dot{\phi})^{2/3}D_i^3,\ Н\cdot м, \quad (9)$$

где $f_i, \upsilon_i, \dot{\phi}, D_i$ – соответственно коэффициент, зависящий от типа i -го подшипника и условий его смазки, кинематическая вязкость смазки, угловая скорость и средний диаметр для i -го подшипника.

Момент сил трения при качении тела намотки по фрикционному цилиндру:

$$M_{ТР.К} = f_K F_1, \quad (10)$$

где f_K – коэффициент трения качения; F_1 – сила контактного взаимодействия между телом намотки и фрикционным цилиндром, для которой имеем

$$F_1 = k\int_0^{b_1}\dot{W}d\ell + \int_0^{b_1}Qd\ell = k\int_0^{b_1}\dot{W}d\ell + c\int_0^{b_1}Wd\ell + \gamma\int_0^{b_1}W^2d\ell =$$

$$= -kb_1G(\dot{\zeta},\dot{\eta},\dot{\alpha}_1,\dot{\beta}_1,\phi,\dot{\phi}) + cb_1Q(\zeta,\eta,\alpha_1,\beta_1,\phi) + \gamma b_1\left[Q^2(\zeta,\eta,\alpha_1,\beta_1,\phi) + \frac{b_1^2}{12}L^2(\alpha_1,\beta_1)\right],$$

где $G(\dot{\zeta},\dot{\eta},\dot{\alpha}_1,\dot{\beta}_1,\phi,\dot{\phi}) = \left[\dot{\phi}\lambda_1\sin(\phi+\nu_1) + a_2\dot{\zeta} + a_3\dot{\eta} + d_0(a_2\dot{\beta}_1 + a_3\dot{\alpha}_1)\right]$; $Q(\zeta,\eta,\alpha_1,\beta_1,\phi) =$

$$= \left[\rho_0 + \lambda_1\cos(\phi+\nu_1) - a_2\zeta - a_3\eta - d_0(a_2\beta_1 + a_3\alpha_1)\right]; \quad (11)$$

$$L(\alpha_1,\beta_1) = \left(a_2\beta_1 + a_3\alpha_1\right);\ \rho_0 = R_1 + R_2 - a_1;\ d_0 = 0{,}5b_1 - \ell_0.$$

В формуле (10) f_K представляет собой не что иное, как обусловленное гистерезисом плечо нормальной реакции фрикционного цилиндра относительно оси вращения тела намотки. Однако формула (10) соответствует случаю, когда имеет место качение идеально круглых тел, у которых центры масс лежат на осях вращения. В нашем случае одно из тел качения (тело намотки) представляет собой круглый эксцентрик, с учетом чего (10) принимает вид:

$$M_{ТР.К} = \left[f_K - \lambda_1\cos\left(\phi - \nu_1\right)\right]F_1. \quad (12)$$

Момент сил аэродинамического сопротивления при вращении тела намотки определяется по формуле [11]:

$$M_0 = \beta_0\rho\dot{\phi}^2D^5\left(1 + \frac{10H}{D}\right), \quad (13)$$

где ρ – плотность воздуха; D, H – соответственно диаметр и высота тела намотки (в нашем случае H = b_1); $\beta_0 = \frac{\lambda}{R_e}$; λ – коэффициент трения воздуха о поверхность тела намотки; R_e = 3000 – число Рейнольдса.

Получим выражение для силы трения, возникающей в зоне контакта между телом намотки и фрикционным цилиндром. Величина и характер этой силы будет зависеть от ряда параметров, одним из которых является суммарный момент сил сопротивления вращению тела намотки. При относительно невысоких скоростях вращения тела намотки (силы сопротивления вращению будут малыми) и достаточной силе прижима его к вращающемуся фрикционному цилиндру в зоне контакта между телами будут доминировать участки сцепления с появлением неполной силы трения между фрикционным цилиндром и телом намотки, которую представим в виде:

$$F_{TP} = \kappa_0 f F_1, \qquad (14)$$

где κ_0 – коэффициент, характеризующий величину неполной силы трения ($0<\kappa_0<1$); f – коэффициент трения между фрикционным цилиндром и телом намотки.

С увеличением окружных скоростей тела намотки существенно возрастают силы сопротивления вращению. При этом имеет место нестабильность силы прижима паковки к цилиндру вследствие вибрации тела намотки и рычага, эксцентричности тела намотки. Совокупное действие этих причин может привести к тому, что на каком-то интервале времени в зоне контакта между телами вращения сила трения достигнет максимума, а затем сменится силой трения скольжения, которая также будет нестабильной во времени. Эта сила трения, с одной стороны, является ведущей силой, обусловливающей вращение тела намотки, но, с другой стороны, безусловно, является дестабилизирующим фактором и будет оказывать влияние на характер вибрации намоточного устройства. Наиболее часто силу трения между телами представляют в виде разрывной функции, зависящей от относительной скорости скольжения тел [12]. В соответствии с этим силу трения F_{TP}, возникающую между телом намотки и фрикционным цилиндром, принимаем функцией относительной скорости U и будем аппроксимировать разрывной функцией

$$F_{TP} = fF_1 T(U), \qquad (15)$$

где
$$T(U) = \operatorname{sgn} U - \alpha_1^* U + \alpha_3^* U^3; \qquad (16)$$

$$U = R_2\omega_\varphi - \dot{\phi}\left[R_1(\phi) - W_{|\ell=0,5b_1}\right] - a_2(\dot{\eta} + d_0\dot{\alpha}_1) + a_3(\dot{\zeta} + d_0\dot{\beta}_1); \qquad (17)$$

α_1^*, α_3^* – положительные постоянные; ω_Φ – угловая скорость фрикционного цилиндра;

$$\operatorname{sgn} U = \begin{cases} 1 \text{ при } U > 0; \\ 0 < \kappa_0 < 1 \text{ при } U = 0; \\ -1 \text{ при } U < 0. \end{cases} \qquad (18)$$

В качестве относительной скорости U принята скорость точки в зоне контакта между фрикционным цилиндром и телом намотки на расстоянии $\ell=0,5b_1$ от края последнего.

При отсутствии скольжения в зоне контакта между телом намотки и фрикционным цилиндром (U = 0) из формулы (15) с учетом (16), (18) как частный случай следует (14).

Получим выражение для обобщенных сил. Обобщенные силы, соответствующие координатам ζ и η, будут:

$$Q_\zeta = -F_{TP}a_3; Q_\eta = F_{TP}a_2. \qquad (19)$$

Для координаты φ:

$$Q_\varphi = -M_c + F_{рт}\left[R_1(\varphi) - W_{|\ell=0,5b_1}\right]. \qquad (20)$$

Для координат α и β имеем:

$$Q_\beta = -M_{TP}a_3; Q_\alpha = M_{TP}a_2, \qquad (21)$$

где $M_{TP} = fK_1T(U)$;

$$K_1 = -kb_1\left[d_0G(\dot{\zeta},\dot{\eta},\dot{\alpha}_1,\dot{\beta}_1,\phi,\dot{\phi}) + \frac{b_1^2}{12}P(\dot{\alpha}_1,\dot{\beta}_1)\right] +$$

$$+cb_1\left[d_0Q(\zeta,\eta,\alpha_1,\beta_1,\phi) - \frac{b_1^2}{12}L(\alpha_1,\beta_1)\right] -$$

$$-\gamma b_1\left[\frac{b_1^2}{6}L(\alpha_1,\beta_1)Q(\zeta,\eta,\alpha_1,\beta_1,\phi) - d_0\{Q^2(\zeta,\eta,\alpha_1,\beta_1,\phi) + \frac{b_1^2}{12}L^2(\alpha_1,\beta_1)\}\right];$$

$$P(\dot{\alpha}_1,\dot{\beta}_1) = (a_2\dot{\beta}_1 + a_3\dot{\alpha}_1).$$

Подставив полученные выражения для кинетической, потенциальной энергий, диссипативной функции системы, обобщенных координат в уравнение Лагранжа для неконсервативной системы, после преобразований получим:

$$
\begin{gathered}
J\ddot{\psi} + k_p\dot{\psi} + c_П L_1^2\psi + m_1 L\left[(\eta + L\psi\sin\psi_0)\sin\psi_0 - (\zeta - L\psi\cos\psi_0)\cos\psi_0\right] - \\
-m_2 L(\alpha_1\sin\psi_0 - \beta_1\cos\psi_0) + PL_2\cos\psi_0 = 0, \\
M\ddot{\zeta} + ka_2b_1G(\dot{\zeta},\dot{\eta},\dot{\alpha}_1,\dot{\beta}_1,\phi,\dot{\phi}) - ca_2b_1Q(\zeta,\eta,\alpha_1,\beta_1,\phi) - \\
-\gamma a_2b_1\left[Q^2(\zeta,\eta,\alpha_1,\beta_1,\phi) + \frac{b_1^2}{12}L^2(\alpha_1,\beta_1)\right] + m_1(\zeta - L\psi\cos\psi_0) - \\
-m_2\beta + P_1 = Me\dot{\phi}^2\sin\phi - Me\ddot{\phi}\cos\phi - fF_1T(U)a_3, \\
M\ddot{\eta} + ka_3b_1G(\dot{\zeta},\dot{\eta},\dot{\alpha}_1,\dot{\beta}_1,\phi,\dot{\phi}) - ca_3b_1Q(\zeta,\eta,\alpha_1,\beta_1,\phi) - \\
-\gamma a_3b_1\left[Q^2(\zeta,\eta,\alpha_1,\beta_1,\phi) + \frac{b_1^2}{12}L^2(\alpha_1,\beta_1)\right] + m_1(\eta + L\psi\sin\psi_0) - \\
-m_2\alpha_1 = Me\dot{\phi}^2\cos\phi + Me\ddot{\phi}\sin\phi + fF_1T(U)a_2, \\
A\ddot{\beta}_1 - C\dot{\phi}\dot{\alpha}_1 + ka_2b_1\left[d_0G(\dot{\zeta},\dot{\eta},\dot{\alpha}_1,\dot{\beta}_1,\phi,\dot{\phi}) + \frac{b_1^2}{12}P(\dot{\alpha}_1,\dot{\beta}_1)\right] - \\
-ca_2b_1\left[d_0Q(\zeta,\eta,\alpha_1,\beta_1,\phi) - \frac{b_1^2}{12}L(\alpha_1,\beta_1)\right] + \\
+\gamma a_2b_1\left[\frac{b_1^2}{6}L(\alpha_1,\beta_1)Q(\zeta,\eta,\alpha_1,\beta_1,\phi) - d_0\{Q^2(\zeta,\eta,\alpha_1,\beta_1,\phi) + \frac{b_1^2}{12}L^2(\alpha_1,\beta_1)\}\right] - \\
-m_2(\zeta - L\psi\cos\psi_0) + m_3\beta_1 = -(C-A)\delta\dot{\phi}^2\cos(\phi-\varepsilon) + A\delta\ddot{\phi}\sin(\phi-\varepsilon) - fK_1T(U)a_3,
\end{gathered}
\tag{22}
$$

$$
\begin{gathered}
A\ddot{\alpha}_1 + C\dot{\phi}\dot{\beta}_1 + C\ddot{\phi}\beta_1 + ka_3b_1\left[d_0G(\dot{\zeta},\dot{\eta},\dot{\alpha}_1,\dot{\beta}_1,\phi,\dot{\phi}) + \frac{b_1^2}{12}P(\dot{\alpha}_1,\dot{\beta}_1)\right] - \\
-ca_3b_1\left[d_0Q(\zeta,\eta,\alpha_1,\beta_1,\phi) - \frac{b_1^2}{12}L(\alpha_1,\beta_1)\right] + \\
+\gamma a_3b_1\left[\frac{b_1^2}{6}L(\alpha_1,\beta_1)Q(\zeta,\eta,\alpha_1,\beta_1,\phi) - d_0\{Q^2(\zeta,\eta,\alpha_1,\beta_1,\phi) + \frac{b_1^2}{12}L^2(\alpha_1,\beta_1)\}\right] - \\
-m_2(\eta + L\psi\sin\psi_0) + m_3\alpha_1 = (C-A)\delta\dot{\phi}^2\sin(\phi-\varepsilon) - (C-A)\delta\ddot{\phi}\cos(\phi-\varepsilon) + fK_1T(U)a_2,
\end{gathered}
$$

$$
\begin{gathered}
C\ddot{\phi} + M_c = Me\,(\ddot{\eta}\sin\phi - \ddot{\xi}\cos\phi) - A\,\delta\,[\ddot{\alpha}_1\cos(\phi-\varepsilon) + \ddot{\beta}_1\sin(\phi-\varepsilon)] - C\,\ddot{\alpha}_1\beta_1 - \\
- C\dot{\alpha}_1\dot{\beta}_1 - C\,\ddot{\alpha}_1\delta\cos(\phi-\varepsilon) + 2\,C\,\dot{\phi}\beta_1\delta\cos(\phi-\varepsilon) + 2\,C\,\phi\dot{\beta}_1\delta\cos(\phi-\varepsilon) - \\
- C\dot{\phi}^2\sin(\phi-\varepsilon) + fF_1T(U)\left[R_1(\phi) - W_{/\ell=0,5b_1}\right].
\end{gathered}
$$

Полученная нелинейная система дифференциальных уравнений описывает колебания роторной системы под действием статической и динамической неуравновешенности, кинематического возбуждения, вызванного погрешностью формы тела намотки. Она учитывает также наличие автоколебательного механизма, обусловленного нелинейностью силы трения во фрикционной паре тело намотки – фрик-

ционный цилиндр, который может вызвать при определенных условиях и параметрах системы устойчивые незатухающие колебания в роторной системе (автоколебания). Учет погрешности поперечного сечения паковки в виде эксцентрика и нелинейности силы контактного взаимодействия между телом намотки и фрикционным цилиндром привел к появлению в системе (22) уравнений с периодическими коэффициентами, изменяющимися по гармоническому закону, что свидетельствует о возможности возникновения в системе параметрически возбуждаемых колебаний.

Действительно, функция $Q(\zeta,\eta,\alpha_1,\beta_1,\phi)$ (см. выражение (11)) входит в систему (22) в уравнения со второго по пятое во второй степени. Перемножая выражение (11) само на себя, получаем помимо нелинейных величин $\zeta^2,\eta^2,\alpha_1^2,\beta_1^2$ члены с периодическими коэффициентами.

Возможное возникновение в системе автоколебаний и параметрически возбуждаемых колебаний, а также их взаимодействие с вынужденными колебаниями приведет к качественному и количественному изменению характера колебаний фрикционного намоточного механизма, что указывает на необходимость исследования нелинейных колебательных процессов в подобных намоточных устройствах.

ВЫВОДЫ

Получена математическая модель для исследования нелинейных колебаний фрикционных намоточных механизмов рычажного типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мазин Л.С., Луганцева Т.А.* О динамике маятниковых устройств контактного наматывания нити // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1980, №2. С. 98…101.
2. *Луганцева Т.А., Мазин Л.С., Климов В.Л.* О влиянии упругих опор на динамику устройств контактного наматывания нити // Автоматизация проектирования процессов и устройств текстильной и легкой промышленности: Межвуз. сб. научн. тр. – Л.,1980. С.108…115.
3. *Коритысский Я.И.* Динамика упругих систем текстильных машин. – М.,1982.
4. *Мазин Л.С.* Разработка теории и научные основы проектирования приемно-намоточных механизмов текстильных машин: Дис.…докт. техн. наук. – Л.,1986.
5. *Коритысский Я.И.* Исследование динамики и конструкций высокопроизводительных веретен текстильных машин. – М.,1963.
6. *Акимов А.А.* Исследование влияния неуравновешенности бобинодержателя маятникого типа и биения поверхности тела намотки на динамические характеристики: Дис….канд. техн. наук. – М., 1983.
7. *Степанов С.Г., Светик Ф.Ф., Живов С.В.* О математической модели и собственных частотах колебаний фрикционных намоточных механизмов рычажного типа // Изв. вузов. Технология текстильной промышлености. – 1984, №4. С. 82…88.
8. *Степанов С.Г.* Исследование и проектирование фрикционных намоточных механизмов машин для производства химических волокон: Дис. канд. техн. наук. – М., 1984..
9. *Николаи Е.П.* Теория гироскопов. – М., 1948.
10. *Перель Л.Я.* Подшипники качения. – М.: Машиностроение, 1983.
11. *Прошков А.Ф.* Машины для производства химических волокон. – М.: Машиностроение, 1974.
12. *Алифов А.А., Фролов К.В.* Взаимодействие нелинейных колебательных систем с источниками энергии. – М.: Наука, 1985.

Рекомендована кафедрой инженерной графики.
Поступила 03.10.12.

УДК 66.011

ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОСАЖДЕНИЯ ВЗВЕСЕЙ В НИЗКОНАПОРНОМ ГИДРОЦИКЛОНЕ

THE HYDRODYNAMIC MODEL OF SUSPENSIONS CONCRETION IN LOW PRESSURE HYDROCYCLONE

Л.М. КОЧЕТОВ, Б.С. САЖИН, М.П. ТЮРИН
L.M. KOCHETOV, B.S. SAZHIN, M.P. TYURIN

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")
E-mail: paxt@yandex. ru

Предложена математическая модель открытого низконапорного гидроциклона, позволяющая оценить скорости движения жидкой и твердой фаз. Установлено, что присутствие мелких твердых частиц не оказывает существенного влияния на скорости потока жидкости.

The mathematical model of opened low pressure hydrocyclone, allowing to estimate the speed of liquid and solid phases movement has been offered. It is established that the presence of small solid particles does not influence significantly the speed of a fluid flow.

Ключевые слова: модель математическая, гидроциклон, гидродинамика, дисперсные системы.

Keywords: a mathematical model, hydrocyclone, hydrodynamics, dispersion systems.

Центробежное разделение суспензий, осуществляемое в низконапорных гидроциклонах, обеспечивает более высокую интенсивность разделения фаз чем гравитационная седиментация. Такие процессы могут использоваться для удаления взвешенных твердых частиц, мелких волокон, а также эмульгированных масел или жиров в процессах очистки сточных вод, в том числе в текстильном производстве.

Открытый гидроциклон обычной конструкции имеет вертикальный цилиндро-конический корпус, снабженный одним или двумя тангенциальными каналами для подачи разделяемого потока, а также центральным патрубком для выхода очищенной жидкости. Отделенный дисперсный материал оседает в виде шлама в коническую часть гидроциклона, откуда периодически удаляется.

Для теоретического описания процесса центробежной седиментации в условиях вращающегося потока вязкой жидкости может быть использована система уравне-

ний, включающая уравнение Навье-Стокса и уравнение неразрывности потока. Эти уравнения, записанные в цилиндрических координатах, имеют вид:

$$\frac{\partial v_r}{\partial t}+v_r\frac{\partial v_r}{\partial r}+v_\phi\frac{\partial v_r}{r\partial\phi}+v_z\frac{\partial v_r}{\partial z}-\frac{v_\phi^2}{r}=-\frac{\partial p}{\rho\partial r}+\frac{\mu}{\rho}\left(\frac{\partial^2 v_r}{\partial r^2}+\frac{\partial^2 v_r}{r^2\partial\phi^2}+\frac{\partial^2 v_r}{\partial z^2}+\frac{\partial v_r}{r\partial r}-\frac{v_r}{r^2}-\frac{2v_\phi}{r^2\partial\phi}\right),$$

$$\frac{\partial v_\phi}{\partial t}+v_r\frac{\partial v_\phi}{\partial r}+v_\phi\frac{\partial v_\phi}{r\partial\phi}+v_z\frac{\partial v_{\phi r}}{\partial z}+\frac{v_\phi v_r}{r}= \quad (1)$$

$$=-\frac{\partial p}{\rho\partial\phi}+\frac{\mu}{\rho}\left(\frac{\partial^2 v_{\phi r}}{\partial r^2}+\frac{\partial^2 v_{\phi r}}{r^2\partial\phi^2}+\frac{\partial^2 v_{\phi r}}{\partial z^2}+\frac{\partial v_{\phi r}}{r\partial r}-\frac{v_\phi}{r^2}+\frac{2v_r}{r^2\partial\phi}\right),$$

$$\frac{\partial v_z}{\partial t}+v_r\frac{\partial v_z}{\partial r}+v_\phi\frac{\partial v_z}{r\partial\phi}+v_z\frac{\partial v_z}{\partial z}=-\frac{\partial p}{\rho\partial z}+\frac{\mu}{\rho}\left(\frac{\partial^2 v_z}{\partial r^2}+\frac{\partial^2 v_z}{r^2\partial\phi^2}+\frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2}+\frac{\partial v_z}{r\partial r}\right),$$

$$\frac{\partial v_r}{\partial r}+\frac{\partial v_\phi}{r\partial\phi}+\frac{\partial v_z}{\partial z}+\frac{v_r}{r}=0. \quad (2)$$

Движение потока жидкости в гидроциклоне может рассматриваться как трехмерное, характеризующееся наличием радиальной v_r, осевой v_z и окружной составляющих скорости v_φ.

Для установившегося движения:

$$\frac{\partial v}{\partial t}=0.$$

Решение вышеназванной системы уравнений в общей форме имеет вид:

$$v_{\varphi,}=f_\varphi(V, r, z,\varphi),\ v_{r,}=f_r(V, r, z),\ v_{z,}=f_z(V, r, z), \quad (3)$$

где V – расход жидкости; z – осевая координата рассматриваемой точки, считая от тангенциального канала.

В гидроциклонах плотности жидкостной фазы и твердых частиц являются величинами одного порядка, поэтому присутствие твердой фазы не вносит существенных искажений в картину движения высоковязкого потока жидкости. Характер распределения окружных скоростей однофазного жидкостного потока в основном объеме гидроциклона можно получить, рассматривая движение закрученного вихря от периферии к центру. При этом предполагается, что течение жидкости имеет осесимметричный характер. С учетом вышеназванных условий из уравнений (1) и (2) может быть получено выражение:

$$v_\phi=Cr^{-k}, \quad (4)$$

где r – радиус рассматриваемой точки по отношению к геометрической оси аппарата; k – показатель степени, зависящий от вязкости потока, а также от геометрических размеров и соотношений аппарата.

Величина k может быть определена из соотношений, приведенных в работе [1]. На основании экспериментальных исследований k≈0,5–0,7.

В центральной зоне аппарата характер движения жидкостного потока изменяется и преобразуется в квазитвердое вращение [1]. Для этой зоны k = −1 и уравнение (4) приводится к виду:

$$v_\varphi=Cr. \quad (5)$$

Учитывая осесимметричный характер течения газа, для z=const можно получить закон распределения радиальных скоростей жидкости:

$$v_r r=A=\text{const}. \quad (6)$$

Постоянные A и C определяются из условий:

$$A=v_{rR}R=\frac{V(H-z)}{\pi H^2},$$

$$C=v_{\varphi(R)}R^k=\varepsilon\frac{V}{\Sigma S}R^k\frac{(H-z)}{H}, \quad (7)$$

где H – высота рабочей зоны гидроциклона; ∑S – суммарное сечение тангенциальных каналов; ε – коэффициент, учитывающий расширение струи после выхода из

тангенциального канала и зависящий от отношения суммарной площади тангенциальных каналов к площади поперечного сечения камеры, $\Sigma S_{вх}/S_к$.

Осевые скорости v_z потока имеют разнонаправленный характер. В периферийной зоне осевые скорости направлены вниз, тогда как в центральной – вверх. Благодаря этому твердые частицы увлекаются нисходящим потоком в шламонакопительную зону аппарата, что повышает эффективность разделения, по сравнению с вертикальным отстойником.

Для периферийной зоны гидроциклона (нисходящий поток) R>r>r*:

$$v_z = \frac{V(H-z)}{\pi H\left(R^2 - \left(r_0 + (R-r_0)\frac{z}{H}\right)^2\right)}. \quad (8)$$

Для центральной зоны гидроциклона (восходящий поток) r*>r>0:

$$v_z = \frac{V(z-H)}{\pi H\left(r_0 + (R-r_0)\frac{z}{H}\right)^2}, \quad (9)$$

где $r^* = r_0+(R-r_0)\, z/H$ − радиус пограничной зоны между нисходящим и восходящим потоками; r_0 – радиус центрального выходного отверстия аппарата; R – радиус корпуса гидроциклона.

Абсолютная скорость твердой частицы в условиях трехмерного потока записывается в виде векторной суммы

$$\vec{u} = \vec{v} + \vec{w}, \quad (10)$$

где u – абсолютная скорость твердой частицы; v – скорость потока жидкости; w – скорость твердой частицы относительно потока жидкости.

Для ламинарного режима осаждения твердой частицы (Re ≤ 2) вертикальная составляющая относительной скорости определяется по формуле Стокса:

$$w_z = \frac{gd^2}{18\mu}(\rho_1 - \rho)\psi, \quad (11)$$

где d – эквивалентный диаметр оседающей частицы; ρ_1 и ρ – плотности твердой частицы и жидкости; μ- динамическая вязкость жидкости; ψ – коэффициент формы частиц; g – ускорение свободного падения.

Вертикальная составляющая абсолютной скорости частицы

$$u_z = w_z + v_z.$$

В радиальном направлении на твердую частицу действуют центробежная сила, направленная от центра, и сила встречного сопротивления потока жидкости, направленная к центру и выполняющая роль центростремительной силы. Для ламинарного режима радиальная составляющая относительной скорости определяется по формуле:

$$w_r = \frac{ad^2}{18\mu}\rho_1\psi = \frac{u_\varphi^2 d^2}{18r\mu}\rho_1\psi, \quad (12)$$

где a – центробежное ускорение, действующее на частицу.

Радиальная составляющая абсолютной скорости частицы

$$u_r = w_r + v_r.$$

Окружная составляющая относительной скорости:

$$w_\phi = \frac{\eta d^2}{18\mu}\rho_1\psi = \frac{u_r v_\phi d^2}{9r\mu}\rho_1\psi, \quad (13)$$

где η – ускорение Кориолиса, действующее на частицу.

Легко убедиться, что величина w_φ очень мала по сравнению с v_φ., потому $u_\varphi \approx v_\varphi$.

Полученные соотношения позволяют рассчитать скорости несущей и дисперсной фаз в гидроциклоне, время сепарации твердых частиц различного размера и, посредством этих параметров, оценить эффективность улавливания взвешенных частиц в гидроциклоне. Эта величина зависит от технологического режима работы гидроциклона, в первую очередь, окружной скорости несущего потока, а также от дисперсного состава взвеси, характеризуемого функцией распределения частиц по

размерам. Не последнюю роль играют и конструктивные особенности гидроциклона. Использование полученной модели позволяет уточнить результаты расчетов эффективности улавливания, основанные на полуэмпирических решениях, изложенных в работе [2].

ВЫВОДЫ

1. Предложена математическая модель открытого низконапорного гидроциклона, позволяющая рассчитать скорости движения жидкой фазы и твердых частиц в процессе их осаждения.

2. Показано, что присутствие тонкодисперсных твердых частиц в потоке жидкости не оказывает существенного влияния на величину и характер распределения скоростей жидкой фазы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кочетов Л. М, .Сажин Б. С., Тюрин М. П.* Гидродинамические особенности низконапорных гидроциклонов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. ─ 2012, №6. С.113…117.

2. *Кочетов Л. М., Сажин Б. С., Сажина М. Б., Тюрин М. П.* Оценка эффективности разделения суспензий в низконапорных гидроциклонах // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. ─ 2010, №4. С. 107…111.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности. Поступила 02.10.12.

УДК 677.057.434

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ РЕБРИСТЫХ РОЛИКОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ТУРБУЛЕНТНОСТИ ПРОМЫВНОЙ ЖИДКОСТИ

ESTIMATION OF INFLUENCE OF GEOMETRIC CHARACTERISTICS AND SPATIAL FACTORS OF RIBBED ROLLERS ON TURBULENCE INDICATORS OF WASHING FLUID

М.А. БЕРЕГОВ, В.Б. КУЗНЕЦОВ, Е.Н.КАЛИНИН
M.A. BEREGOV, V.B. KUZNETSOV, E.N. KALININ

(Ивановская государственная текстильная академия,
Ивановский научно-исследовательский институт пленочных материалов
и искусственной кожи технического назначения)
(Ivanovo State Textile Academy;
Ivanovo Research Institute of Film Materials and Artificial Leather of Technical Purpose)
E-mail: beregov@list.ru

Статья содержит результаты модельных экспериментов по исследованию зависимостей показателей турбулентности промывного раствора от геометрических характеристик и пространственных факторов ребристых роликов.

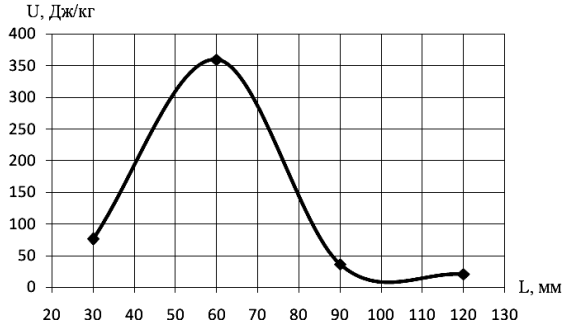
The article contains the results of model experiments on the research of dependences of indicators of washing solution turbulence on geometric characteristics and spatial factors of ribbed rollers.

Ключевые слова: геометрические характеристики, пространственные факторы, ребристые ролики, показатели турбулентности.

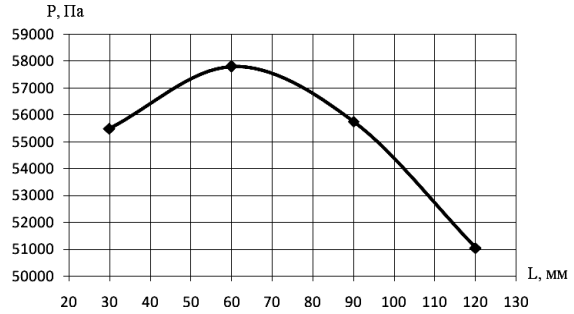
Keywords: geometric characteristics, spatial factors, ribbed rollers, turbulence indicators.

В настоящей работе сделана попытка с использованием методов компьютерного моделирования оценить влияние различных факторов на изменение гидродинамической обстановки и, в частности, на турбулентность потоков жидкости в объеме классической ванны. Этими факторами были: расстояние между роликами в промывной ванне (30, 60, 90, 120 мм), количество роликов, а также профиль ребра роликов (прямоугольный и наклонный с высотой 10 мм). В качестве показателей, характеризующих турбулентность, были выбраны энергия турбулентности, а также динамическое давление вблизи ролика.

Ранее было выявлено, что наиболее оптимальным является ролик длиной 1800 мм с профилем ребра, представляющим собой трапецию высотой 10 мм, так как вокруг него образуются более интенсивные и мощные турбулентные потоки жидкости. А также турбулентность потоков жидкости будет выше при температуре промывной жидкости 90°С и скорости движения ткани 120 м/мин [1]. Поэтому модельные эксперименты по оценке влияния пространственных факторов проводились при этих же условиях.



а)



б)

Рис. 1

При оценке влияния расстояния между роликами на показатели турбулентности испытания проводились для двух роликов, расположенных горизонтально. Результаты модельных экспериментов представлены графически на рис. 1 – зависимость показателей турбулентности от расстояния между роликами: а – энергия турбулентности; б – динамическое давление. Анализируя полученные графики, видим, что значения энергии турбулентности и динамического давления достигают максимума при расстоянии между роликами 60 мм. В этом случае энергия турбулентности в среднем в 11 раз превышает энергию, достигаемую для других расстояний между роликами. С увеличением расстояния между роликами более 60 мм наблюдается резкое снижение показателей турбулентности, особенно это заметно по значению энергии турбулентности.

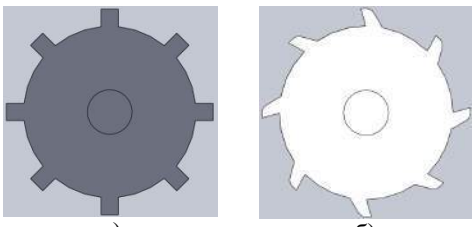
В табл. 1 (влияние количества роликов на энергию турбулентности U [Дж/кг]) представлены численные значения энергии турбулентности в зависимости от количества роликов в ванне. Данный модельный эксперимент проводился при расстоянии между роликами 120 мм. Количество роликов в промывной ванне изменялось от двух до восьми.

Таблица 1

Кол-во роликов в сборке	Номер ролика								Общее значение показателя в объеме ванны
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	17,695								17,695
2	15,606	24,140							20,712
3	54,789	33,251	52,327						46,615
4	51,660	26,730	39,422	68,165					46,412
5	40,194	54,986	50,359	52,184	40,634				47,642
6	37,237	50,833	57,965	56,735	48,096	44,038			49,028
7	48,275	64,258	63,102	70,757	57,261	49,769	49,806		57,676
8	51,005	58,454	75,212	61,182	29,887	30,210	31,951	31,653	46,203

В табл. 1 с помощью фона выделены максимальные значения энергии турбулентности. Анализируя таблицу, видим, что при увеличении числа ребристых роликов с одного до семи общее значение энергии турбулентности в объеме ванны стремительно возрастает. При восьми роликах она уменьшается. Следовательно, при семи роликах достигается максимальное значение энергии турбулентности в объеме ванны. Этот факт дает нам возможность рассмотреть вариант по уменьшению количества роликов в промывной ванне до семи.

Также можно заметить, что турбулентность жидкости неравномерна по объему ванны и имеет разную величину для каждого из роликов. Так, при семи роликах максимальное значение энергии турбулентности достигается у четвертого ролика, а при восьми – у третьего ролика. Изменение величины динамического давления в данном испытании незначительно. Среднее значение давления в объеме ванны составляет 54763,377 Па.



а) б)

Рис. 2

При оценке влияния профиля ребра роликов на показатели турбулентности нами были разработаны ролики с прямоугольным и наклонным ребром (рис.2 – виды роликов: а – ролик с прямоугольным ребром; б – ролик с наклонным ребром). Данное испытание проводилось при различных температурах промывного раствора (20, 60, 90°С) и различных скоростях движения ткани (60, 90, 120 м/мин). Длина роликов составляла 1800 мм.

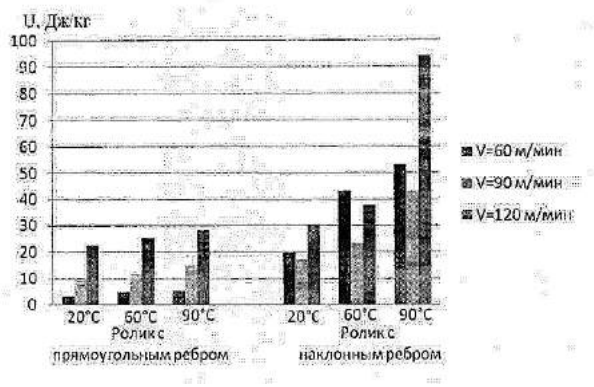


Рис. 3

На рис. 3 отражено влияние профиля ребра роликов на энергию турбулентности при различных температурах промывного раствора и различных скоростях движения ткани. Из диаграммы видно, что значения энергии турбулентности ролика с наклонным ребром значительно превышают значения ролика с прямоугольным ребром.

Так, например, при температуре промывного раствора 90°С и скорости движения ткани 120 м/мин энергия турбулентности ролика с наклонным ребром в 3 раза больше, чем у ролика с прямоугольным ребром.

В данном исследовании были еще раз подтверждены ранее полученные зависимости показателей турбулентности от температуры жидкости и скорости движения

ткани [1]. У обоих видов ребристых роликов с ростом температуры происходит увеличение значений энергии турбулентности, особенно это проявляется у ролика с наклонным ребром. Также у ролика с прямоугольным ребром увеличение энергии турбулентности происходит с ростом скорости движения ткани. Причем с увеличением скорости движения ткани возрастание энергии турбулентности происходит быстрее, чем при увеличении температуры жидкости. У ролика с наклонным ребром при скорости движения ткани 90 м/мин получаются наименьшие значения энергии турбулентности. Максимальные значения энергии турбулентности у обоих роликов достигаются при наибольших технологических параметрах процесса промывки.

Численные значения динамического давления для данных видов роликов представлены в табл. 2 (зависимость динамического давления от скорости движения ткани и температуры промывной жидкости).

Анализ таблицы показывает, что при одинаковых температурах жидкости и скоростях движения ткани значения динамического давления у ролика с наклонным ребром выше, чем у ролика с прямоугольным ребром. С увеличением скорости движения ткани динамическое давление при каждой температуре возрастает, а с увеличением температуры жидкости у обоих видов роликов понижается.

Наибольшее значение динамического давления достигается у ролика с наклонным ребром при температуре жидкости 20°С и скорости движения ткани 120 м/мин.

Таблица 2

Динамическое давление (Па), при температуре промывной жидкости (С°)	Профиль ролика	
	ролик с прямоугольным ребром	ролик с наклонным ребром
	V = 60 м/мин	
t = 20	14658,373	15495,671
t = 60	14432,898	15143,613
t = 90	14238,205	14895,638
	V = 90 м/мин	
t = 20	32971,586	33798,373
t = 60	32620,988	33792,889
t = 90	32033,650	33392,130
	V = 120 м/мин	
t = 20	58594,319	60163,706
t = 60	58024,202	59914,703
t = 90	56949,583	59279,193

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что наивысшие значения показателей турбулентности достигаются при расстоянии между роликами, равном 60 мм.

2. Показано, что при увеличении числа ребристых роликов до семи энергия турбулентности в объеме промывной ванны возрастает и достигает своего максимума.

3. Отмечено, что турбулентность жидкости неравномерна по объему ванны и имеет разную величину для каждого из роликов.

4. Выявлено, что у ролика с наклонным ребром достигаются наибольшие значения показателей турбулентности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Берегов М.А., Кузнецов В.Б.* Исследование методом компьютерного моделирования гидродинамики жидкостных потоков в промывной ванне // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №1. С. 141…144.

Рекомендована кафедрой системного анализа ИГТА. Поступила 10.11.12.

УДК 004.896

О СЖАТИИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ВОРОНКИ

ON THE INFORMATION COMPRESSION BY MEANS OF THE NEURAL NETWORK FUNNEL

И.Ф.ЯСИНСКИЙ
I.F. YASINSKY

(Ивановская государственная текстильная академия)
(Ivanovo State Textile Academy)
E-mail: ttp@igta.ru

В статье предложен нейросетевой метод сжатия информации. Исследованы различные способы понижения размерности пространства поиска оптимальных весовых коэффициентов при помощи разбиения скрытого слоя нейронной сети на несколько меньших слоев.

The neural network method of information compression has been presented in the article. Different ways of reducing the searching space sizing of optimal weight coefficients by means of neural network hidden layer division into several smaller layers have been researched.

Ключевые слова: нейронная сеть, сжатие информации, понижение размерности пространства.

Keywords: neural network, information compression, space dimensions reducing.

Известно, что автоматизация текстильной отрасли осуществляется с применением видеоконтрольных систем [1]. Предложенные в статье методы сжатия информации позволят сократить объемы обрабатываемой информации и, следовательно, увеличить быстродействие таких систем.

Одной из задач, успешно решаемых нейронными сетями, является сжатие данных. Более того, данная задача возникает в подавляющем большинстве случаев при обучении нейронной сети. Причина заключается в том, что обучающие образы могут содержать избыточную, взаимно связанную информацию, которую следует сокращать в целях уменьшения числа нейронов и, следовательно, повышения скорости и обучения сети.

Применение нейросетевой технологии является эффективным способом решения задач в условиях неопределенности, например, таких как распознавание образов в режиме реального времени. Следует отметить, что в этом случае остро стоит про-

блема адекватной предварительной обработки информации, которая поступает на вход нейронной сети. Нами были проведены эксперименты, суть которых заключалась в изучении возможностей нейронной сети по сжатию и восстановлению информации с заданной точностью.

Структура нейронной сети со слоем "сжимающая воронка" представлена на рис. 1.

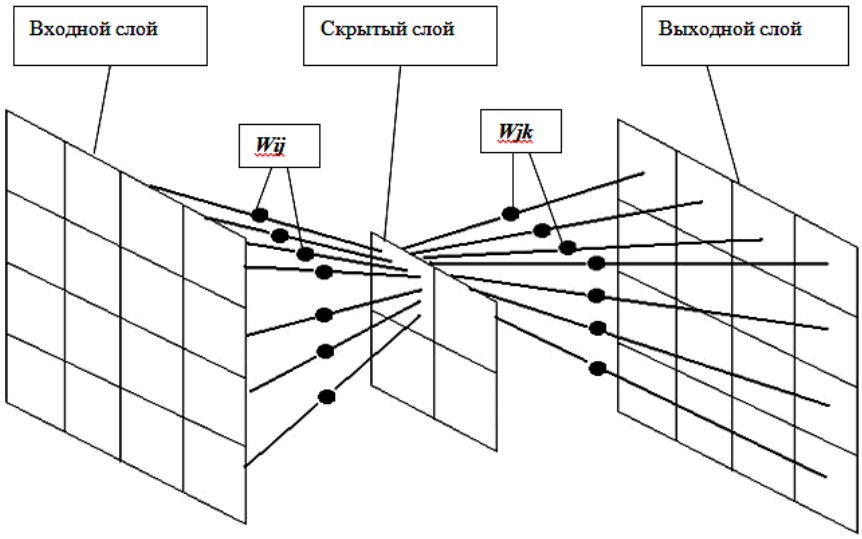


Рис. 1

Здесь на выходном слое содержится такое же количество нейронов, какое мы наблюдаем на входном слое. При этом количество нейронов скрытого слоя значительно меньше разрядности входного образа.

Процесс обучения подобной сети заключается в подборе таких весовых коэффициентов Wij, Wjk, при которых входной образ Oi с заданной точностью отображается на выходном слое Ok. В качестве входной информации использовались как периодическая функция:

$$S = (\sin(2\pi x) + \sin(4\pi x) + \sin(6\pi x) + 2{,}5)/5, \quad (1)$$

так и случайная последовательность чисел.

Очевидно, что информация, проходя скрытый слой Oj (так называемую "нейросетевую воронку"), подвергается существенному сжатию. На выходном поле отображается восстановленный образ.

При обучении весовых коэффициентов хорошо зарекомендовал себя метод обратного распространения ошибки [2]. Входное поле содержало 36 клеток, содержащих числа в диапазоне (0…1). Применение сигмоидальной функции позволило получить требуемый диапазон сигналов при активации нейронов скрытого и выходного слоев. Погрешность восстановления образа d рассчитывается следующим образом:

$$d = \sum_{i=1}^{Ni} \left| Ok_i - Oi_i \right|, \quad (2)$$

где Ok_i, Oi_i – значения чисел в клетках выходного и входного слоев нейронной сети соответственно, Ni – количество клеток указанных слоев.

В ходе экспериментов было установлено, что слой воронки может обеспечить многократное сжатие информации. В частности, при шестикратном сжатии информации за 1000 шагов обучения удалось получить погрешность восстановления менее 0,01 (рис. 2).

Сводная таблица результатов приведена в табл.1

Таблица 1

Число шагов обучения	Значение погрешности			
	периодическая функция		случайная функция	
	6-кратное сжатие	18-кратное сжатие	6-кратное сжатие	18-кратное сжатие
10	4,798	5,778	6,989	8,109
100	0,332	1,624	0,453	2,193
1000	0,00924	0,0467	0,00393	0,01167

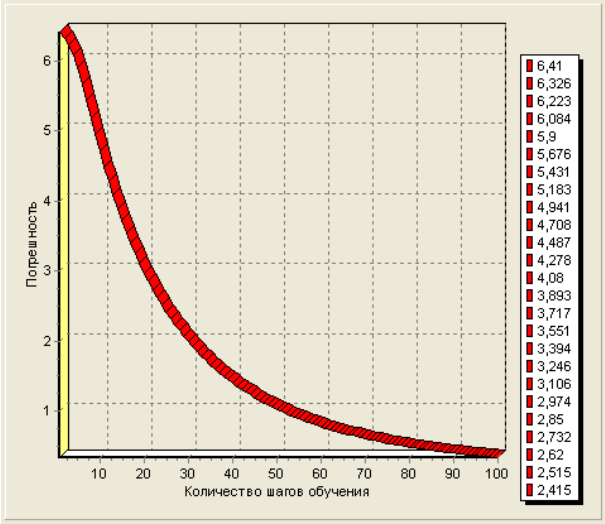


Рис. 2

В случаях больших массивов информации на входе для сокращения размерности пространства поиска оптимальных весовых коэффициентов оправданным способом является разбиение единого скрытого слоя на несколько меньших слоев, каждый из которых связан со своими участками входного и выходного полей (рис. 3).

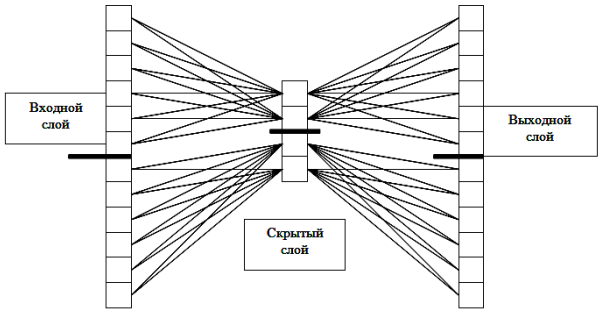


Рис. 3

При этом число весов сокращается в n раз:

$$N' = \frac{N}{n}, \qquad (3)$$

где N' – новое число весов после разбиения; N – исходное число весов; n – число воронок после разбиения.

Однако, при прочих равных условиях "платить" за разбиение скрытого слоя приходится большим числом шагов обучения для достижения аналогичной погрешности восстановления (табл. 2).

Таблица 2

Число шагов обучения	Значение погрешности			
	периодическая функция		случайная функция	
	6-кратное сжатие	18-кратное сжатие	6-кратное сжатие	18-кратное сжатие
10	5,825	6,207	8,717	9,316
100	1,035	3,099	1,442	4,610
1000	0,0250	0,1406	0,0112	0,1526

Возможно также применение методики разбиения, при которой соседние участки полей накладываются друг на друга (рис. 4).

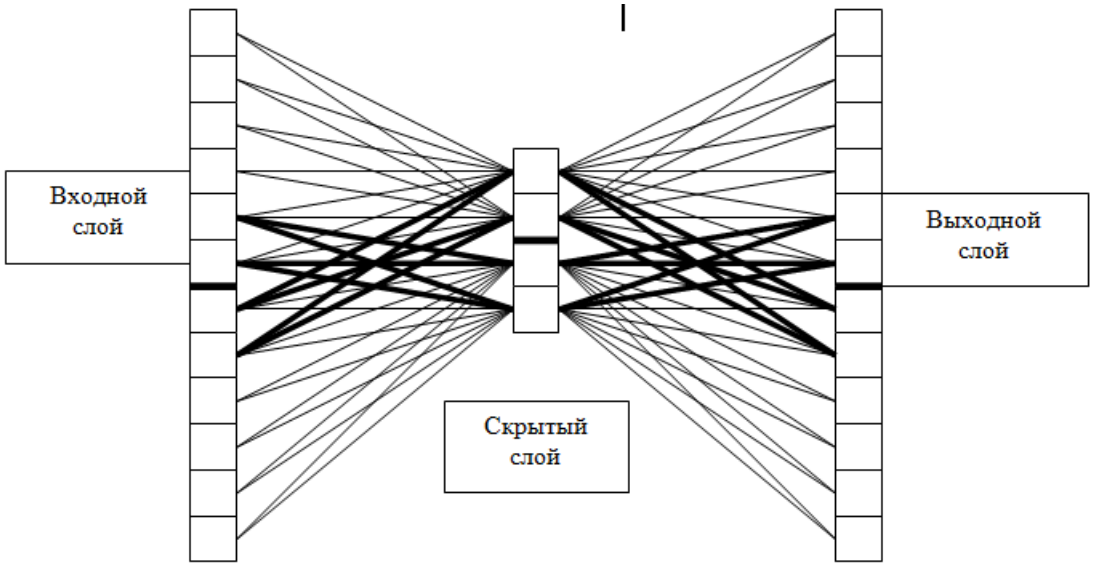


Рис. 4

В табл. 3 приведены погрешности обучения нейросетей при использовании разбиения скрытого слоя с наложением участков (накладываются по 5 клеток с каждой стороны).

Таблица 3

Число шагов обучения	Значение погрешности			
	периодическая функция		случайная функция	
	6-кратное сжатие	18-кратное сжатие	6-кратное сжатие	18-кратное сжатие
10	5,807	6,201	7,870	8,889
100	1,044	3,108	1,291	4,391
1000	0,0251	0,1408	0,0108	0,1191

Разработана программа, моделирующая обучение нейронной сети сжатию и восстановлению графической информации. На вход такой нейросети подается числовой массив, представляющий относительные яркости пикселей изображения. Размерность входного поля составляет 50×50 пикселей. Всего на рецепторном поле требуется 2500 пикселей. Для снижения числа обучаемых весов входное поле было разбито на две части, нижнюю и верхнюю, причем за сжатие каждой области отвечала собственная нейросетевая воронка.

При считывании яркости пикселей двумерный массив яркостей преобразовывается в одномерный, который в то же время масштабируется для вхождения в требуемый диапазон значений:

$$O_i \in [0;1], i = 1...ni,$$

где O_i – данные, подаваемые на вход нейросети; i – индекс клетки рецепторного поля; ni – количество клеток на рецепторном поле.

В процессе обучения нейронной сети можно наблюдать постепенное нарастающее сходство восстанавливаемого и исходного изображений. Для эксперимента было взято изображение на ткани, нанесенное в печатном цехе (рис. 5).

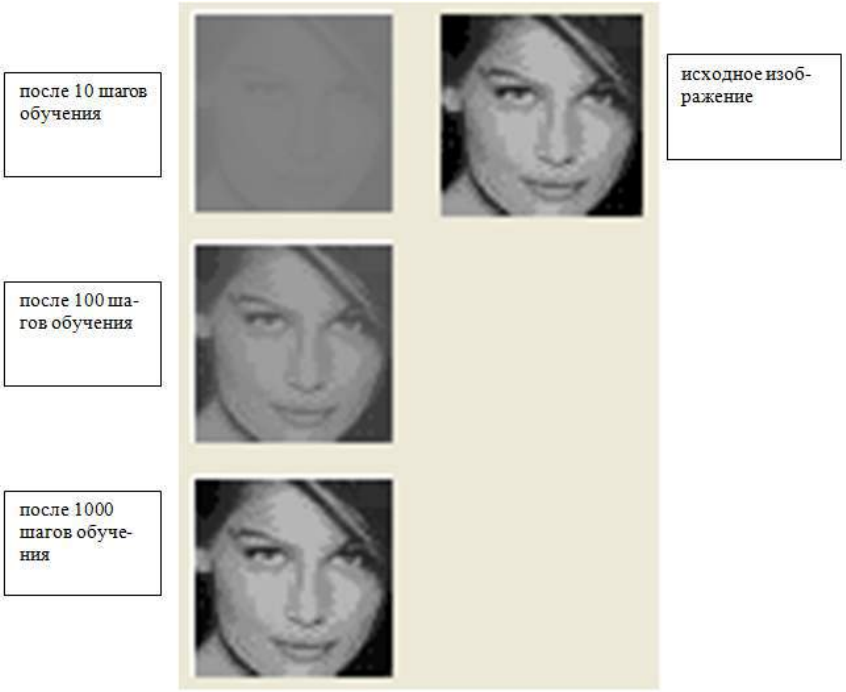


Рис. 5

ВЫВОДЫ

Исследованы возможности сжатия информации при помощи нейросетевой воронки. Приведены экспериментально установленные зависимости погрешностей восстановления информации от степени сжатия и структуры нейронной сети. Предложены различные способы понижения размерности пространства поиска оптимальных весовых коэффициентов при помощи разбиения скрытого слоя нейронной сети на несколько меньших слоев. При понижении размерности задачи нейросетевая воронка успешно заменяет метод главных компонент, содержащий такие затратные и трудно поддающиеся распараллеливанию операции, как отыскание собственных чисел и собственных векторов матриц.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Федосеев В.Н.* Автоматизация контроля в технологии поверхностной обработки текстильных материалов. – Иваново: ИвТИ, 1990.

2. *Каллан Роберт*. Основные концепции нейронных сетей / Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2001.

Рекомендована кафедрой прикладной математики и информационных технологий. Поступила 12.10.12.

УДК 677.017:681.5

РАСПОЗНАВАНИЕ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ САМОКРУЧЕНОЙ НИТИ С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРУТКИ

RECOGNITION OF A DIGITAL IMAGE OF A SELF-TWISTED YARN FOR THE PURPOSE OF TWIST DETERMINATION

А.Б. ВОЛГИН
A.B. VOLGIN

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: volg.87@mail.ru

В работе предлагается метод обработки и распознавания цифрового изображения самокрученой нити, позволяющего определять как крутку, так и ее направление.

The method of processing and recognition of a digital image of a self-twisted yarn, allowing to determine the twist and its direction as well, has been offered.

Ключевые слова: обработка цифрового изображения, определение крутки.

Keywords: digital image processing, determination of twist.

В области неразрушающих методов контроля геометрических параметров нитей наиболее перспективными являются автоматизированные методы, основанные на обработке и анализе цифрового изображения нити. После получения первичной информации данными методами производится ее программное распознавание для получения характеристик объекта исследования. В частности, на данный момент разработан метод определения такой геометрической характеристики, как крутка. Он основан на определении пиков яркостей в изображении нити [1]. Однако данный метод не может быть применим ко всем типам нитей, например, таких как самокрученые нити, которые обладают переменной круткой и нулевыми зонами. Данный метод не позволит определить направление крутки, а также может дать высокую погрешность при анализе нулевых зон. Таким образом, для получения параметров крутки самокрученых нитей требуется разработка метода, учитывающего особенности данного вида нитей.

Задача распознавания заключается в обнаружении на изображении "ключевых мест" – объектов, обладающих некоторыми определенными характеристиками. Из анализа изображения самокрученой нити видно, что ключевыми местами изображения для алгоритма распознавания могут являться затенения в местах перекрытия стренг.

На первом этапе обработки необходима локализация возможного расположения ключевых мест. Исходное изображение участка нити можно увидеть на рис. 1. Этого можно достигнуть с помощью жесткой пороговой обработки, которая заключается в присвоении среднего значения цвета нити всем пикселям, код RGB которых выше вычисленного порога. Вычисление порога осуществляется по значению цветового контраста между затененными и незатененными участками нити по методике, описанной в [2]. Цифровое изображение нити получают с помощью телекамеры ВИДЕОСКАН-2020-2001. Изображение выполнено в градациях серого, поэтому значения кода RGB каждой составляющей будут одинаковыми.

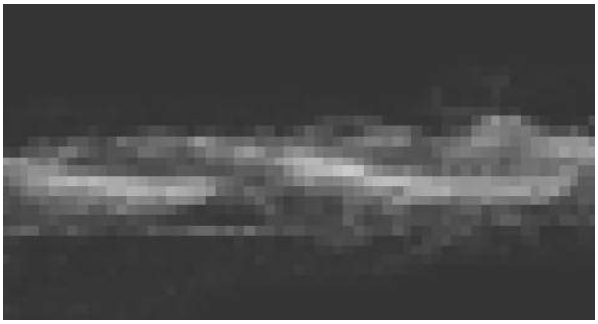


Рис. 1

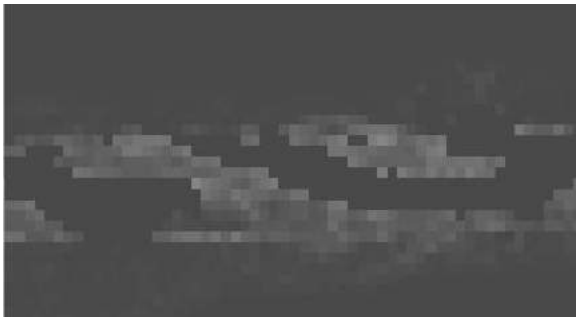


Рис. 2

На втором этапе производится бинаризация изображения. В разработанном алгоритме для этой операции использовался метод Оцу [3]. При этом методе порог бинаризации определяется на основании анализа гистограммы цвета.

На третьем этапе производится распознавание выделенных в результате бинаризации элементов. Для этого используются прямоугольные шаблоны из базы данных, составленной на основе анализа экспериментальных результатов.

Как отмечалось выше, значение порога для жесткой пороговой обработки получается на основе анализа цветового контраста между цветом области затенения на изображении и цветом нити. То есть ключевым местом будет являться совокупность тех пикселей, яркость которых превышает порог (I > T), а фоном — совокупность остальных пикселей, яркость которых ниже порога (I < T). Значение порога рассчитывалось по формуле [3]:

$$T = (5{,}86e^{0{,}013x} + 4{,}7) + 20 \quad , \qquad (1)$$

где x – цвет нити.

Увеличение порога на 20 единиц значения каждой составляющей кода RGB позволяет исключить потерю частей изображения, возможно содержащих ключевые места (рис. 2 – результат жесткой пороговой обработки изображения). Это обеспечивает повышение надежности работы алгоритма. Изображение с выделенными возможными ключевыми местами подвергается бинаризации методом Оцу.

Бинаризация с помощью метода Оцу обладает преимуществом перед другими известными методами, которое заключается в его адаптивности. То есть метод может быть применен к различным изображениям без изменения самого алгоритма.

Первым этапом обработки изображения по методу Оцу является построение гистограммы цвета.

На втором этапе назначается порог бинаризации t. Все пиксели, цвет которых меньше выбранного порога, принадлежат первому классу, а все другие – второму.

В алгоритме распознавания ключевых мест на изображении нити начальное значение порога равно нулю. Далее расчеты проводятся для других значений порога с шагом в один пиксель. Выбор лучшего значения порога производится по следующему алгоритму.

Рассчитывается внутриклассовая дисперсия, которая представляет собой взвешенную сумму дисперсий двух классов:

$$\sigma^2{}_\omega = \omega_1 {\sigma_1}^2 + \omega_2 {\sigma_2}^2, \qquad (2)$$

где σ_1 и σ_2 – дисперсии цветов пикселей каждого из классов; ω_1 и ω_2 – вероятности принадлежности цвета пикселя первому или второму классу.

В качестве порога t будет принята такая величина, при которой внутриклассовая дисперсия σ_ω будет минимальной. Расчет внутриклассовой дисперсии по формуле (2) связан с определенными трудностями. В [3] показано, что минимизация внутриклассовой дисперсии эквивалентна мак-

симизации межклассовой дисперсии σ_b, которая рассчитывается по формуле:

$$\sigma_b^2 = \omega_1 \omega_2 (a_1 + a_2)^2, \quad (3)$$

где a_1 и a_2 – средние арифметические значения для каждого из классов.

При этом значения величин $\omega_1(t+1)$, $\omega_2(t+1)$, $a_1(t+1)$, $a_2(t+1)$ выражаются через значения $\omega_1(t)$, $\omega_2(t)$,), $a_1(t)$, $a_2(t)$ из предыдущих циклов. Это способствует упрощению алгоритма. Искомый порог равен T.

Укрупненная схема алгоритма Оцу приведена на рис. 3.

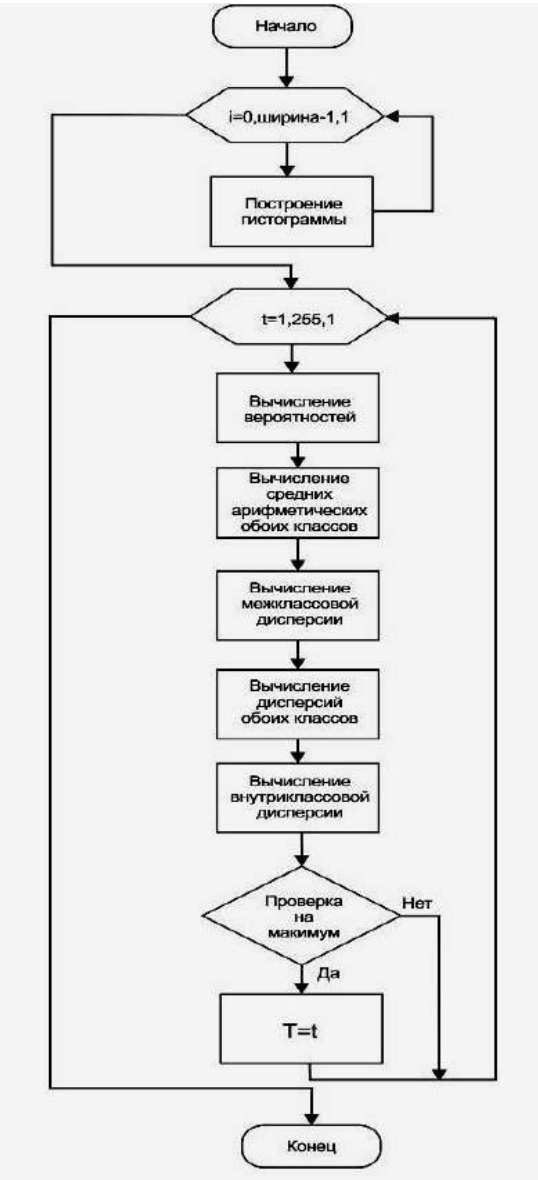


Рис. 3

После бинаризации изображения с порогом T белым цветом будут выделены уточненные возможные ключевые места для работы программы, черным – фон (рис. 4 – результаты бинаризации изображения методом Оцу).

Рис. 4

Для непосредственного определения мест скручивания, величины и направления крутки используются прямоугольные шаблоны, накладываемые на найденные возможные ключевые места. Благодаря тому что полученные ключевые места сохраняют направление крутки, возможно определение его непосредственно с помощью наложения шаблона.

Последним этапом является приведение значений к геометрическим единицам и построение графика изменения крутки по длине нити.

В Ы В О Д Ы

1. Для распознавания цифрового изображения нити с целью определения крутки ключевыми местами будут являться области затенения в местах перекрытия стренг, определяемые контрастом между цветом области затенения на изображении и цветом незатененных участков нити.

2. Определение ключевых мест на цифровом изображении самокрученой нити возможно с помощью бинаризации методом Оцу в сочетании с предварительной жесткой обработкой.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Зубко Д.П.* Разработка методов компьютерного измерения показателей скрученности пряжи: Дис. … канд. техн. наук. – Кострома, 2002.

2. *Волгин А.Б.* Определение цветового контраста цифрового изображения нити // Изв вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №5.

3. *N. Otsu* (1979). A threshold selection method from gray-level histograms. IEEE Trans. Sys., Man., Cyber. 9: 62-66.

Рекомендована кафедрой инженерной графики, теоретической и прикладной механики. Поступила 26.10.12.

УДК 677. 023

ИЗМЕНЕНИЕ НАТЯЖЕНИЯ ВЯЗКОУПРУГОЙ НИТИ ПРИ СМАТЫВАНИИ С ВРАЩАЮЩЕЙСЯ КАТУШКИ В ПЕРЕХОДНОМ РЕЖИМЕ

CHANGE OF VISCOELASTIC THREAD TENSION WHEN REELING IT OFF A ROTAING BOBBIN IN A TRANSIENT BEHAVIOUR

П.Н. РУДОВСКИЙ, А.Б. ИШМАТОВ
P.N. RUDOVSKY, A.B. ISHMATOV

**(Костромской государственный технологический университет,
Технологический университет Таджикистана)
(Kostoma State Technological University,
Technological University of Tajikistan)**
E-mail: pavel_rudovsky@mail.ru; ishmat_0405@mail.ru

Разработана математическая модель изменения натяжения вязкоупругой нити при сматывании ее с вращающейся катушки в период пуска машины. Определены факторы, влияющие на неравномерность натяжения.

The mathematical model of changing the tension of viscoelastic thread while its reeling off a rotating bobbin in the period of machine starting has been developed. The factors influencing non-uniformity of tension have been determined.

Ключевые слова: вязкоупругая нить, натяжение, сматывание.

Keywords: a viscoelastic thread, tension, reeling off.

В [1] приведено решение задачи об изменении натяжения нити, сматываемой с вращающейся катушки, без учета вязких свойств самой нити и системы нитепроводников. Решение показало, что в этом случае в системе возникают незатухающие колебания, энергия на поддержание которых поступает от привода машины. На практике наблюдается затухание колебаний натяжения нити, поэтому представляется целесообразным решить задачу с учетом демпфирования в нити и системе нитепроводников.

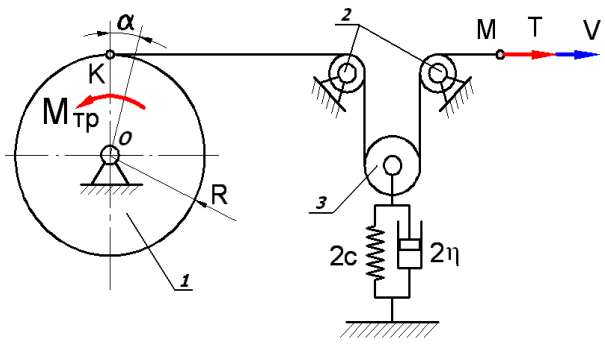


Рис. 1

Постановка задачи. Вязкоупругая нить намотана на катушку 1 радиуса R (рис. 1 – расчетная схема), которая может вращаться вокруг оси; при этом в опоре действует постоянный момент трения M_{TP}. Конец заправлен на сновальный валик. Нить на своем пути огибает систему компенсатора натяжения, состоящую из двух неподвижных 2 и одного подвижного 3 роликов. На вертикальные перемещения подвижного ролика наложена связь, характеризующаяся коэффициентом вязкости 2η и коэффициентом жесткости 2c. Не нарушая общности дальнейших рассуждений, можно считать, что эти величины характеризуют приведенные характеристики жесткости и вязкости нити и системы компенсатора.

В момент времени t=0 точка M на нити начинает двигаться ускоренно с ускорением a. В момент $t_2 = \frac{V}{a}$ скорость точки M становится равной V, то есть разгон машины прекращается. Дальнейшее движение точки M становится равномерным. Закон движения точки M показан в виде графика на рис. 2.

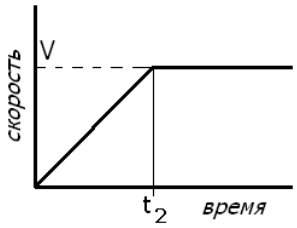


Рис. 2

По мере движение точки M натяжение нити изменяется. При этом можно выделить четыре этапа, описываемых разными дифференциальными уравнениями.

Этап I. Несмотря на рост натяжения по мере удаления точки M, выполняется соотношение:

$$M_{TP} > RT. \qquad (1)$$

Натяжение нити на этом этапе изменяется по закону:

$$T = \frac{a t^2}{2} c + \eta a t. \qquad (2)$$

Поскольку катушка не вращается, то ее угол поворота и угловая скорость остаются равными нулю:

$$\alpha = 0, \quad \dot{\alpha} = 0. \qquad (3)$$

Момент окончания этапа I можно определить из условия трогания катушки:

$$M_{TP} = RT. \qquad (4)$$

Подставляя в это выражение значение натяжения из (2), после очевидных преобразований получим:

$$t_1 = \frac{-\eta Ra + \sqrt{(\eta R a)^2 + 2aRcM_{TP}}}{aRc}. \qquad (5)$$

Этап II. Точка M продолжает движение по закону $V = at$, при этом катушка движется под действием натяжения T, которое изменяется согласно зависимости:

$$T = c\left(at^2/2 - \alpha R\right) - \eta\left(\dot{\alpha} t - at\right). \qquad (6)$$

Дифференциальное уравнение движения катушки на этапе II:

$$J\ddot{\alpha} = TR - M_{TP}, \qquad (7)$$

где J – момент инерции массы катушки с намоткой.

Подставив в (7) значение натяжения из (6), получим:

$$\ddot{\alpha} + 2n\dot{\alpha} + k^2\alpha = \ell t^2 + mt - q, \qquad (8)$$

где введены следующие обозначения:

$$\frac{R^2 c}{J} = k^2, \; -\frac{M_{TP}}{J} = q, \; \frac{R\eta a}{J} = m, \; \frac{R\,ca}{2J} = \ell, \; \frac{R^2\eta}{J} = 2n. \qquad (9)$$

Решение этого уравнения согласно [2] имеет вид:

$$\alpha = e^{-nt}(C_1 \cos k_1 t + C_2 \sin k_1 t) + At^2 + Bt + D. \qquad (10)$$

Константы A, B и D частного решения уравнения определяются по формулам:

$$D = q - \frac{2\ell}{k^4} - \frac{2nm}{k^4} + \frac{8n^2\ell}{k^6},\ A = \frac{\ell}{k^2},\ B = \frac{m}{k^2} - \frac{4n\ell}{k^4}. \quad (11)$$

Частота собственных колебаний обозначена:

$$k_1 = \sqrt{k^2 - n^2}. \quad (12)$$

Константы интегрирования C_1 и C_2 определятся из начальных условий для этапа II. При $t = t_1$:

$$\alpha = 0,\ \dot{\alpha} = 0 \cdot \quad (13)$$

Подставив значения угла поворота α из (10) и его производной в начальные условия (13), получим систему уравнений для определения констант интегрирования на этапе II:

$$\left.\begin{aligned} e^{-nt}C_1\cos k_1t_1 + e^{-nt}C_2\sin k_1t_1 &= -(At_1^2 + Bt_1 + D),\\ e^{-nt}(k_1\sin k_1t_1 + n\cos k_1t_1)C_1 + e^{-nt}(k_1\cos k_1t_1 - n\sin k_1t_1)C_2 &= -(2At_1 + B).\end{aligned}\right\} \quad (14)$$

Уравнение (10) для закона движения на втором этапе получено из предположения, что нить является удерживающей связью. Это не соответствует действительности. Поэтому в процессе расчетов должна проводиться проверка условия T>0. В случае его нарушения происходит образование петли на нити, она не создает движущего момента для вращения катушки. В этом случае наступает IV этап движения системы. В том случае, если натяжение не падает до нуля, продолжительность второго этапа определяется временем разгона машины и, как показано выше, в момент времени $t_2 = V/a$ наступает этап III.

Этап III. На этом этапе точка M движется с постоянной скоростью V. Этап начинается в момент времени $t_2 = V/a$.

Натяжение нити на этапе III изменяется по закону:

$$T = T_{II} + c[V(t - t_2) - R(\alpha - \alpha_{II})] - \eta\,[R(\dot{\alpha} - \dot{\alpha}_{II}) - V], \quad (15)$$

где T_{II} – натяжение нити на момент завершения этапа II; α_{II}, $\dot{\alpha}_{II}$ – угол поворота катушки и ее угловая скорость на момент завершения этапа II.

Дифференциальное уравнение движения катушки на этапе III имеет вид:

$$\ddot{\alpha} + 2n\dot{\alpha} + k^2\alpha = mt - \ell. \quad (16)$$

В этом уравнении приняты следующие обозначения:

$$k^2 = \frac{R^2c}{J},\quad 2n = \frac{R^2\eta}{J},\quad m = \frac{RVc}{J}. \quad (17)$$

Общее решение уравнения движения катушки на этапе II:

$$\alpha = e^{-nt}(C_1\cos k_1t + C_2\sin k_1t) + \frac{m}{k^2}t + \frac{\ell}{k^2} - \frac{2mn}{k^4}. \quad (18)$$

Начальные условия для этапа III при $t=t_2$:

$$\alpha = \alpha_{II},\ \dot{\alpha} = \dot{\alpha}_{II}. \quad (19)$$

Система уравнений для определения констант интегрирования на этапе III получается после подстановки значений угла α и его производной в (19):

$$\left.\begin{aligned} e^{-nt}C_1\cos k_1t_2 + e^{-nt}C_2\sin k_1t_2 &= \frac{2mn}{k^4} - \frac{\ell}{k^2} - \frac{m}{k^2}t_2 + \alpha_{II}t_2, \\ e^{-nt}(k_1\sin k_1t_2 + n\cos k_1t_2)C_1 + e^{-nt}(k_1\cos k_1t_2 - n\sin k_1t_2)C_2 &= -\frac{m}{k^2} + \alpha_{II}. \end{aligned}\right\} \quad (20)$$

Этап II может прекратиться по двум причинам. Первая – это обрыв нити или останов машины. Вторая причина – снижение натяжения, определенного по формуле (15) после подстановки в нее угла α и его производной, ниже нуля. Это может произойти из-за того, что нить является неудерживающей связью. Фактически натяжение станет равным нулю, нить образует петлю, и катушка будет вращаться только под действием момента трения. Такое движение рассматривается как этап IV.

Этап IV. Дифференциальное уравнение движения катушки на этом этапе имеет вид:

$$J\ddot{\alpha} = -M_{TP}. \quad (21)$$

Начальные условия в зависимости от того после какого этапа, II или III, наступает этап VI, будут иметь вид:

если после этапа II, то при $t = t_2$:

$$\alpha = \alpha_{II},\ \dot{\alpha} = \dot{\alpha}_{II}, \quad (22)$$

если после этапа III, то при $t = t_3$:

$$\alpha = \alpha_{III},\ \dot{\alpha} = \dot{\alpha}_{III}, \quad (23)$$

где $\alpha_{II}, \dot{\alpha}_{II}$ – угол поворота катушки и ее угловая скорость на момент завершения этапа II; $\alpha_{III}, \dot{\alpha}_{III}$ – угол поворота катушки и ее угловая скорость на момент завершения этапа III.

Общее решение уравнения движения катушки на этапе IV имеет вид:

$$\alpha = -\frac{M_{TP}}{2J}t^2 + (\dot{\alpha}_{III} + \frac{M_{TP}}{J}t_3)t + \alpha_{III}\frac{M_{TP}}{2J}t_3 + \dot{\alpha}_{III}t_3 + \frac{M_{TP}}{J}t_3^2. \quad (24)$$

Этап IV завершается в момент выборки петли:

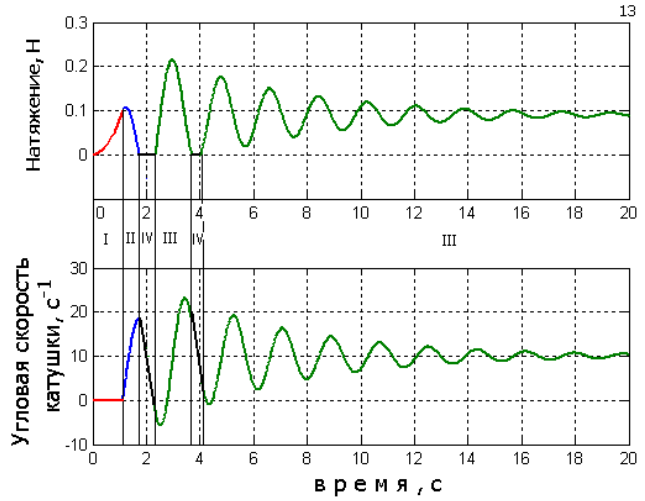
если $T<0$ на этапе II, то

$$t_4 = \sqrt{\frac{2\alpha R}{a}} - t_1,$$

если $T<0$ на этапе III, то

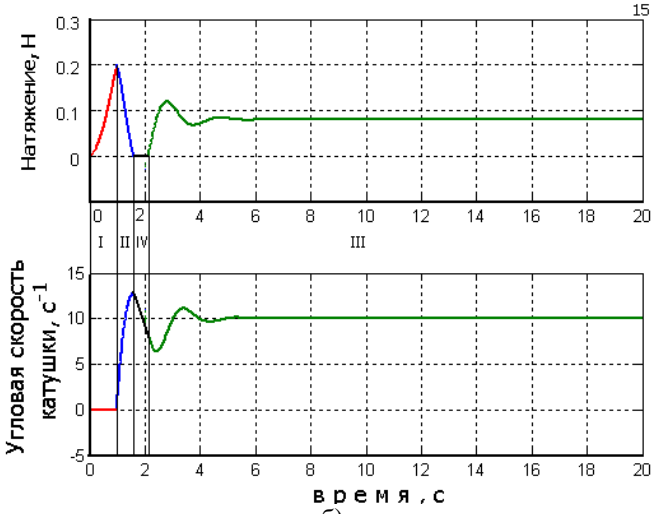
$$t_4 = \frac{\alpha R}{V} - t_2.$$

На рис. 3 представлены изменения натяжения нити и угловой скорости катушки в период пуска. Вертикальными линиями обозначены границы этапов. Из сравнения графиков рис. 3-а и 3-б можно сделать ожидаемый вывод о том, что, увеличивая коэффициент демпфирования, можно за более короткое время погасить колебания натяжения. Сравнение графиков рис. 3-в и 3-г показывает, что за счет плавного пуска машины можно сократить амплитуду колебаний, при этом их продолжительность увеличивается. Снижение момента трения в опоре катушки позволяет уменьшить риск возникновения петли нити и последующих рывков натяжения.



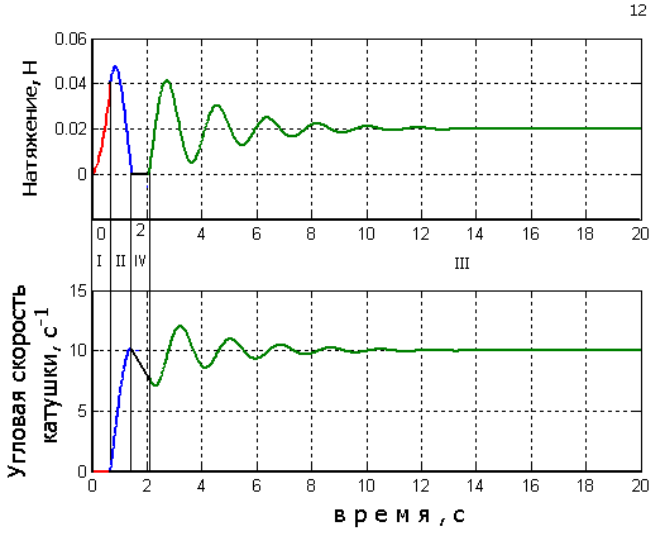
а)

$a=5$ м/с^2; $c=0{,}03$ Н/м; $M_{TP}=5\cdot10^{-3}$ Н·м; $\eta=10^{-3}$ кг/с



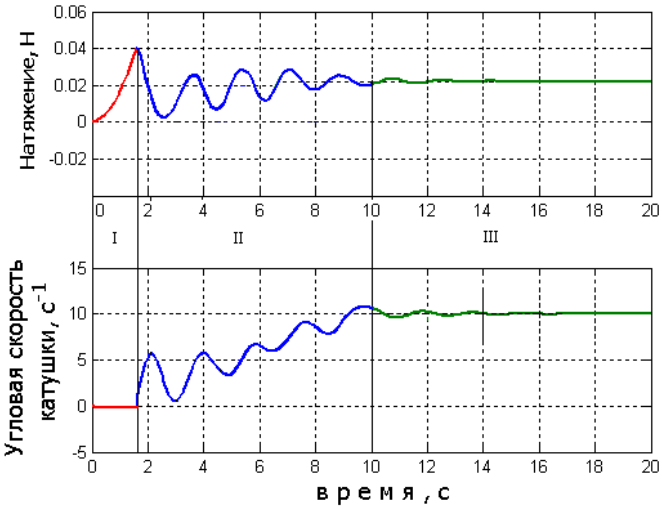
б)

$a=5$ м/с^2; $c=0{,}03$ Н/м; $M_{TP}=5\cdot10^{-3}$ Н·м; $\eta=6\cdot10^{-3}$ кг/с



в)

$a=5$ м/с^2; $c=0{,}03$ Н/м; $M_{TP}=2\cdot10^{-3}$ Н·м; $\eta=2\cdot10^{-3}$ кг/с



г)

$a=1$ м/с^2; $c=0{,}03$ Н/м; $M_{TP}=2\cdot10^{-3}$ Н·м; $\eta=2\cdot10^{-3}$ кг/с

Рис. 3

ВЫВОДЫ

1. Показано, что в период пуска машины движение катушки, с которой сматывается вязкоупругая нить, можно представить в виде четырех этапов, описываемых разными дифференциальными уравнениями.

2. Решение уравнений движения позволило выделить основные факторы, влияющие на неравномерность натяжения нити, и предложить мероприятия по его снижению.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Рудовский П.Н., Ишматов А.Б.* Изменение натяжения нити в период пуска при сматывании с вращающейся катушки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4. .96…100.

2. *Бронштейн И.Н., Семендяев К.А.* Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. – М.: Наука, Гл. ред. физ-мат. лит., 1986.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов КГТУ. Поступила 21.06.12.

УДК 677.085.1

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕРМИНОЛОГИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОТНОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

PERFECTION OF TERMINOLOGY OF TEXTILE MATERIALS DENSITY CHARACTERISTICS

Б.Б. СТРОГАНОВ
B.B. STROGANOV

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

В статье показано, что с позиции физики твердого тела использование терминов "поверхностная плотность" и "линейная плотность" в текстильной терминологии некорректно. Их следует заменить терминами "поверхностная масса" и "линейная масса".

The article shows, that from the position of solid bode physics usage of the terms "surface and linear density" in textile terminology is not correct. They should be replaced with the terms "surface mass and linear mass".

Ключевые слова: поверхностная плотность, поверхностная масса, линейная масса.

Keywords: surface density, surface mass, linear mass.

При проектировании массы определенного объема текстильного материала используют два понятия: плотность вещества текстильного материала ($г/см^3$), как если бы весь объем состоял только из этого вещества без воздушных пор, и объемную массу вещества, показывающую реальную массу текстильного материала, содержащуюся в единице объема с учетом воздушных пор. Однако при переходе к характеристикам массы поверхности текстильных материалов эта закономерность нарушается. Использование термина "поверхностная плотность" то есть плотность материала, не имеющего пор, подходит для стального листа или листа пластмассы. Однако использование этого термина для текстильных материалов (тканей, трикотажа, нетканых материалов), имеющих воздушные поры, с точки зрения физики твердого тела, неверно. Для этих материалов следует использовать термин "поверхностная масса", что позволит уже по этому термину различить материалы без воздуш-

ных пор и с порами. То же самое относится и к термину "линейная плотность", который может характеризовать материал из сплошной среды: стальную проволоку, мононить, резиновую жилку. Для пряжи, комплексных нитей и других подобных текстильных материалов, имеющих воздушные поры, корректнее использовать термин "линейная масса".

В Ы В О Д Ы

С позиции физики твердого тела для текстильных материалов корректнее использовать термины "поверхностная масса" и "линейная масса" вместо терминов "поверхностная плотность" и "линейная плотность".

Рекомендована кафедрой технологии ткани и трикотажа. Поступила 23.10.12.

УДК 677: 658.62.018

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРОЦЕССА МЕТАЛЛОТКАЧЕСТВА

DETERMINATION OF TECHNOLOGICAL PRODUCTIVITY OF METAL WEAVING PROCESS

А.А. ТУВИН, Е.Н. АНФИМОВ, Р.М. МАЛАФЕЕВ
A.A. TUVIN, E.N. ANFIMOV, R.M. MALAFEEV

**(Ивановская государственная текстильная академия,
Институт текстильной и легкой промышленности Московского
государственного университета технологий и управления им. К. Г. Разумовского)
(Ivanovo State Textile Academy,
Institute of Textile and Light Industry of Moscow State University
of Technologies and Management named after K.G. Razumovsky)**
E-mail: ttp@igta.ru

Разработана новая методика определения комплексного показателя результативности, необходимая для совершенствования технологического контроля процесса металлоткачества.

The new method of determination of complex index of productivity, necessary for improving technological control of metal weaving process.

Ключевые слова: процесс металлоткачества, технологическая результативность, тканое металлическое полотно, показатель.

Keywords: metal weaving process, technological productivity, metal woven mesh, index.

Производство металлических сеток требуемого уровня качества зависит от текущего технологического контроля показателей качества формируемой продукции и оптимизации основных параметров процессов металлоткацкого производства. Необходимым звеном в организации данного контроля является определение технологической результативности каждого процесса в соответствии с требованиями международных стандартов [1]. Под технологической результативностью процесса в дальнейшем понимаем степень соответствия значений информативных количественных характеристик простых первичных свойств выходной продукции их норма-

тивным значениям, запланированным для данного процесса [2]. С учетом данного определения разработан алгоритм по его количественной оценке для процесса металлоткачества, который представлен на рис.1. В качестве объекта исследования испытывалась металлическая тканая сетка № 004 нормальной точности с квадратными ячейками полотняного переплетения [3] из никелевой проволоки НП-2 [4].

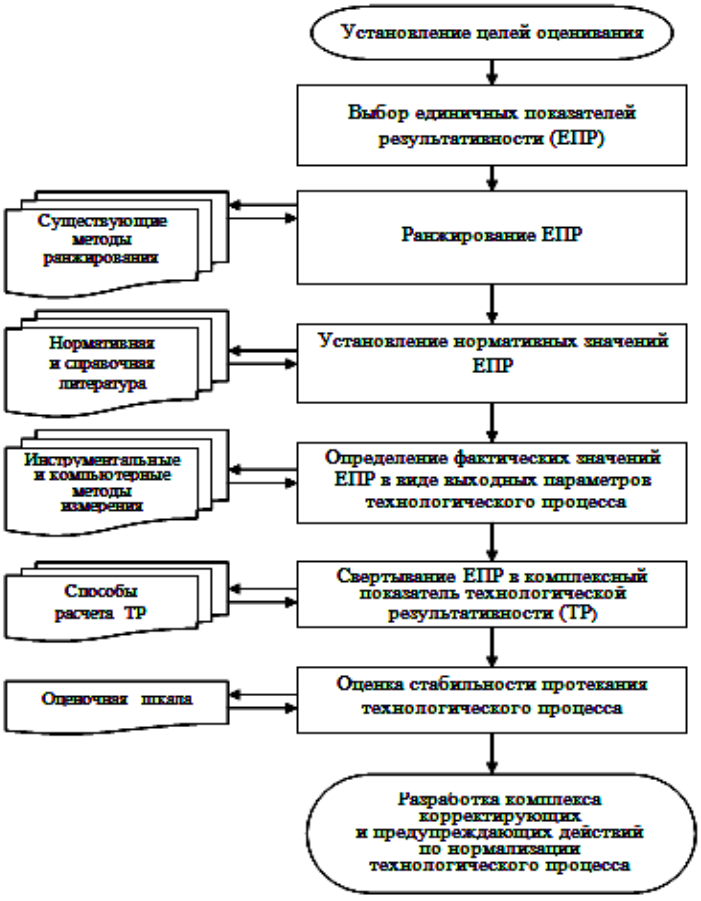


Рис. 1

С учетом технологических требований к продукции металлоткачества выявим их количественные показатели и присвоим им статус единичных показателей результативности (ЕПР), которые представлены в табл. 1.

На следующем этапе в соответствии с алгоритмом, представленным на рис.1, определим для характеристик ЕПР коэффициенты весомости. Для этого привлекали экспертов, занимающихся проектированием и производством металлических сеток. В группу экспертов входили 10 человек. По результатам опроса и обработки полученных данных весомость показателей определялась по формуле:

$$\alpha_i = \sum_{j=1}^{m} (R_j)_i^{-1} \Big/ \sum_{i=1}^{n} \left[\sum_{j=1}^{m} (R_i)_j \right]^{-1}, \quad (1)$$

где $(R_i)_j$ – ранг, присвоенный i-му показателю j-м экспертом; h – число единичных показателей результативности (h =11); m – количество экспертов (m =10).

На следующем этапе в соответствии с представленным на рис.1 алгоритмом формировали нормативные (базовые) значения единичных показателей результативности по данным фактических испытаний, которые также приведены в табл. 1.

Таблица 1

Единичный показатель результативности, единица измерения	Условное обозначение	Коэффициент весомости (α)	Значение единичного показателя результативности	
			фактическое	нормативное
Показатель ширины, мм	B	0,12	1000	1000±1%
Номинальный диаметр: – проволоки основы, мм – проволоки утка, мм	 d_o d_y	 0,15 0,13	 0,032 0,027	 0,030 0,030
Показатель толщины сетки, мм	T_c	0,09	0,055	0,060
Разрывное усилие – проволоки основы, МПа – проволоки утка, МПа	 $(P_p)_o$ $(P_p)_y$	 0,12 0,10	 502,5 400,1	 607,6 548,8
Показатель жесткости на сдвиг, %	C_T	0,08	2,50	1,0
Масса 1 м^2 сетки, кг	M_c	0,05	0,183	0,183
Среднее арифметическое количество ячеек на ед. длины, шт/ед.	$S_{шп}$	0,05	1355	1429
Скорость выпуска сетки, м/мин	V_c	0,06	0,0074	0,0067
Количество дефектов, баллы	K	0,05	37	24

На заключительном этапе построили комплексный показатель технологической результативности процесса металлоткачества с использованием выражения:

$$КПР = \sum_{i=1}^{n} (X_i / \|X_i\|)^{sign\ b} \alpha_i , \qquad (2)$$

где $b = \begin{cases} 0, & \text{если } X_i = \|X_i\|; \\ +1, & \text{если } X_i < \|X_i\|; \\ -1, & \text{если } X_i > \|X_i\|; \end{cases}$ X_i, $\|X_i\|$ – соответственно фактическое и нормативное значения i-го ЕПР.

Расчет КПР, проведенный по формуле (2) и по данным табл.2, привел к результату: $КПР = 0{,}84$.

Таким образом, в соответствии с представленным на рис.1 алгоритмом определения технологической результативности предложена методика и осуществлено построение комплексного показателя технологической результативности процесса металлоткачества, значение которого при установленных нормативных значениях составило: КПР = 0,84 или 84% (при максимально возможном значении $(КПР)_{max} = 1$ или 100%).

ВЫВОДЫ

Разработана методика определения комплексного показателя результативности, необходимая для совершенствования технологического контроля процесса металлоткачества.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р ИСО 9001–2001. Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Изд-во стандартов, 2001.

2. *Чистякова Н.Э., Гусев Б.Н.* Определение технологической результативности процессов прядильного производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №4. С.31…35.

3. ГОСТ 6613–86. Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1986.

4. ГОСТ 492–73. Никель, сплавы никелевые и медно-никелевые, обрабатываемые давлением. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1973.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин ИГТА. Поступила 19.10.121.

№ 5 (341) ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Экономика и организация производства

Грузинцева Н.А., Гусев Б.Н. Количественная оценка конкурентоспособного ассортимента текстильного предприятия 5

Гитман Е.К., Гитман М.Б., Столбов В.Ю. Модель планирования ресурсов, синхронизированного с производителем и потребителем продукции 8

Текстильное материаловедение

Кирюхин С.М., Скрыпник Т.В. Исследование характеристик гигроскопичности полотенечных тканей 13

Власова Е.Н. Комплексная оценка потребительских свойств мебельных тканей 15

Бесшапошникова В.И., Пулина К.И., Куликова Т.В., Загоруйко М.В. Разработка установки для определения огнезащитных свойств текстильных материалов 19

Шустов Ю.С., Курденкова А.В., Люкшинова И.В., Бызова Е.В. Прогнозирование нагрузки при прорезании термоскрепленных нетканых материалов после искусственной инсоляции 23

Шаломин О.А., Матрохин А.Ю. Проектирование допустимых границ определяющих показателей качества продуктов прядильного производства 25

Кащеев О.В., Разумеев К.Э., Николаев С.Д. Чистошерстяные камвольные пряжи и ткани 30

Первичная обработка. Сырье

Новиков Э.В., Безбабченко А.В., Чекренева Т.П., Романов В.А. Исследование геометрических показателей слоя льнотресты на транспортере сушильной машины 34

Виноградова А.Е., Румянцева И.А., Пашин Е.Л. Прогнозирование доли недоработанного волокна при переработке льняной тресты 36

Коваленко Н.И., Разин С.Н., Буров М.С. Математическое моделирование зажима слоя в транспортирующих ремнях трепальной машины 39

Прядение

Сцепуржинская З.Р., Разумеев К.Э. Разработка метода проектирования флокированной нити по плотности ворса 44

Дягилев А.С., Коган А.Г., Мурычев П.В. Исследование неровноты смесовой льнополиэфирной пряжи пневмомеханического способа прядения 49

Ларин И.Ю. Расправление загнутых концов волокон в процессе вытягивания 53

Фролов В.Д., Швидкый С.П. Расчет длины съема волокнистого материала для повышения эффективности процесса регенерации текстильных отходов 56

Ткачество

Назарова М.В., Романов В.Ю. Оценка напряженности процесса шлихтования хлопчатобумажной пряжи 60

Толубеева Г.И. Методика расчета уработок нитей в горизонтальной плоскости однослойной ткани по ее заправочным данным и высоте волны изгиба основы 64

Маховер В.Л., Смирнова Т.В. Определение оптимальной ставки бобин на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА 70

Сафонов П.Е., Федорова Е.Е., Юхин С.С. Расчет повреждаемости арамидных нитей в процессе снования 74

Брут-Бруляко А.Б., Ерохова М.Н. Влияние скорости ткацкого станка СТБ на натяжение основных

нитей …… 76

Отделка

Одинцова О.И., Кротова М.Н. Проблемы и перспективы применения синтетических полиэлектролитов в химико-текстильном производстве …….. 80
Смирнова С.В. Кинетика крашения шерстяного волокна активными красителями …… 85
Дмитриева М.Б., Сафонов В.В. Сравнительная оценка фунгицидного действия некоторых препаратов на текстильные материалы при их реставрации ……... 89
Епишкина В.А., Киселев А.М. Применение газожидкостных сред для мерсеризации хлопчатобумажных тканей ……... 94

Технология нетканых материалов

Токарева Е.Г., Сергеенков А.П. Определение фактической плотности прокалывания иглопробивного полотна ……... 97

Трикотажное производство

Вигелина О.А., Ровинская Л.П. Исследование растяжимости бортика носка ……... 100
Гаджиев Д.А. О некоторых особенностях строения производных ластичных переплетений …… 103

Швейное производство и дизайн

Стор И.Н., Архипова Н.А. Эволюция визуального языка журнальных иллюстраций Дома моды "DIOR" во второй половине XX – начале XXI вв ……... 109
Кузичева И.А., Морозова Е.В. Печатный текстильный рисунок 70-х годов 20 века в России …… 114
Максимова Е.В., Кузьмичев В.Е. Анализ гендерных признаков в одежде зарубежных дизайнеров (сезон Весна-Лето 2011) 117
……...
Замышляева В.В., Сурженко Е.Я., Смирнова Н.А. Оценка формоустойчивости клеевых соединений одежды изо льна ……. 123

Текстильные машины и агрегаты

Башашин П.А. Определение основных конструктивных параметров бобинодержателя с осевым приводом ……. 127
Макаров В.А., Романов П.Г., Хозина Е.Н. Влияние угла зева и опушкодержателя на положение опушки ткани ……... 131
Жданов А.С., Саган И.А., Козлов В.А. Исследование профиля зуба подвижной звездочки в цепных механизмах ……. 137
Степанов С.Г., Малеев Д.С., Чистобородов Г.И. Математическая модель для исследования нелинейных колебаний фрикционных намоточных механизмов рычажного типа ……. 140

Экологическая и производственная безопасность. Промтеплоэнергетика

Кочетов Л.М., Сажин Б.С., Тюрин М.П. Гидродинамическая модель осаждения взвесей в низконапорном гидроциклоне …… 147
Берегов М.А., Кузнецов В.Б., Калинин Е.Н. Оценка влияния геометрических характеристик и пространственных факторов ребристых роликов на показатели турбулентности промывной жидкости ….. 150

Информационные технологии

154
Ясинский И.Ф. О Сжатии информации при помощи нейросетевой воронки ……...
Волгин А.Б. Распознавание цифрового изображения самокрученой нити с целью определения крутки ……... 159

Механика нити и полотен

Рудовский П.Н., Ишматов А.Б. Изменение натяжения вязкоупругой нити при сматывании с вращающейся катушки в переходном режиме ……. 163

Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

Строганов Б.Б. Совершенствование терминологии показателей плотности текстильных материалов …… 168
Тувин А.А., Анфимов Е.Н., Малафеев Р.М. Определение технологической результативности процесса металлоткачества ……. 169

CONTENTS

Economics and Production Planning

Gruzintseva N.A., Gusev B.N. Quantitative Assessment of the Competitive Assortment of a Textile Enterprise …….. 5
Gitman E.K., Gitman M.B., Stolbov V.Yu. The Model of Resources Planning Synchronized with a Manufacturer and a Customer ……..... 8

Textile Materials

Kiryuhin S.M., Skrypnik T.V. Research of Hydroscopic Characteristics of Towel Fabrics ……... 13
Vlasova E.N. Complex Estimation of Consumer Properties of Furniture Fabrics ……..... 15
Besshaposhnikova V.I., Pulina K.I., Kulikova T.V., Zagoruyko M.V. Development of the Plant for Defenition of Fire Resistant Properties of Textile Materials 19
……....
Shustov Yu.S., Kurdenkova A.V., Lyukshinova I.V., Byzova E.V. Load Forecasting while 23
Cuttingthermobonded Nonwoven Materials after Artificial Insolation
…….. 25
Shalomin O.A., Matrohin A.Yu. Designing of Admissible Borders of Important Quality Indexes of Spin- 30
ning Products ……....
Kashcheev O.V., Razumeev K.E., Nikolayev S.D. All-Wool Worsted Yarn and Fabric ……....

Preliminary Treatment. Raw Materials

34
Novikov E.V., Bezbabchenko A.V., Chekreneva T.P., Romanov V.A. Research of Geometric Indexes of
Rotted Straw Layer on the Drying Machine Conveyor ……..... 36
Vinogradova A.E., Rumyantseva I.A., Pashin E.L. Forecasting of Unfinished Fiber Share while Flax
Stock Processing ……... 39
Kovalenko N.I., Razin S.N., Burov M.S. Mathematical Modelling of Layer Clamping in Transporting
Belts of a Scutching Machine ……....

Spinning

44
Stsepurzhinskaya Z.R., Razumeev K.E. Development of the Method of Designing of a Flock Thread by
Pile Density ……... 49
Dyagilev A.S., Kogan A.G., Murychev P.V. Research of Irregularity of Blended Flax-Poliester Rotor 53
Spun Yarn …….
Larin I.Yu. Straightening of Bent Fiber Ends in the Drafting Process …….. 56
Frolov V.D., Shvydkyj S.P. Caclulation of Length of the Removal Zone of a Fibrous Material for Increasing the Effeciency of Regeneration of Textile Waste ……...

Weaving 60

Nazarova M.V., Romanov V.Yu. Estimation of Tension of Sizing Process of Cotton Yarn …….. 64
Tolubeeva G.I. Method of Caclulation of Runner Length on a Horizontal Plane of a Single-Layer Fabric by Its Filler Data and Height of Warp Bending Wave ……. 70
Mahover V.L., Smirnova T.V. Determination of the Optimum Rate of Reels on IGTA Warping and Dressing Unit ……..... 74
Safonov P.E., Fedorova E.E., Yuhin S.S. Calculation of Damageability of Aramide Fibers During the Warping Process ……... 76
Brut-Brulyako A.B., Erokhova M.N. Influence of STB Loom Speed on Tension of Warps …….

Finishing

80
Odintsova O.N., Krotova M.N. The Problems and Perspectives of the Use of Synthetic Polyelectrolytes in Textile Industry ……..... 85
Smirnova S.V. Kinetics of Reactive Dyestuffs Interaction with Wool Fibers ……... 89
Dmitrieva M.B., Safonov V.V. Comparative Estimation of Fungicide Action of Some Preparations on Textile Materials while Restavration ……..... 94
Epishkina V.A., Kiselev A.M. Use of Foam Environment for Merserization of Cotton Fabrics ……....

Technology of Non-Wovens 97

Tokareva E.G., Sergeenkov A.P. Determination of Actual Density of Nonwooven Piercing ……...

Knitting 100

103
Vigelina O.A., Rovinskaya L.P. Research of Tensile Properties of a Sock Welt ……...
Gadzhiev D.A. On Some Features of the Stucture of Rib Interlacings Derivatives ……..

Sewing and Design

109
Stor I.N., Arhipova N.A. Evolution of Visual Language of Fashion Figures in Fashion House Illustrations "Dior" in the Second Half of Xx – Beginning of XXI Centuries ……. 114
Kuzicheva I.A., Morozova E.V. Printed Textile Patterns of the 1970s in Russia ……... 117
Maksimova E.V., Kuzmichev V.E. Analysis of Gender Features in Clothes of Foreign Designers (Spring-Summer Season of 2011) …….. 123
Zamyshlyaeva V.V., Surzhenko E.Ya., Smirnova N.A. Estimation of Shape Stability of Glue Joints of Flax Clothes ……..

Textile Machines and Aggregates 127

Bashashin P.A. A High-Speed Bobbin Holder of Axial Type ……... 131
Makarov V.A., Romanov P.G., Hozina E.N. Influence of a Shed Angle and Edging Holder on the Place of Fabric Edging ……... 137
Zhdanov A.S., Sagan I.A., Kozlov V.A. Research of a Gear Ramp of a Moving Turnstile in Chain Mechanisms ……. 140
Stepanov S.G., Maleev D.S., Chistoborodov G.I. The Mathematical Model for the Research of Nonlinear Vibrations of Friction Winding Mechanisms of Lever Type ……...

Ecological and Industrial Safety. Heat Engineering

147
Kochetov L.M., Sazhin B.S., Tyurin M.P. The Hydrodynamic Model of Suspensions Concretion in Low Pressure Hydrocyclone ……. 150
Beregov M.A., Kuznetsov V.B., Kalinin E.N. Estimation of Influence of Geometric Characteristics and Spatial Factors of Ribbed Rollers on Turbulence Indicators of Washing Fluid ……...

Information Technologies 154

Yasinsky I.F. On the Information Compression by Means of the Neural Network Funnel ……... 159

Volgin A.B. Recognition of a Digital Image of a Self-Twisted Yarn for the Purpose of Twist Determination.

Mechanics of Threads and Fabrics

Rudovsky P.N., Ishmatov A.B. Change of Viscoelastic Thread Tension when Reeling It off a Rotaing Bobbin in a Transient Behaviour …….. 163

Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items 168

Stroganov B.B. Perfection of Terminology of Textile Materials Density Characteristics ……..... 169

Tuvin A.A., Anfimov E.N., Malafeev R.M. Determination of Technological Productivity of Metal Weaving Process ……....