

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

**№ 2 (362)
2016**

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

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

Журнал включен в Международные базы данных: SCOPUS и CAS(pt), индексирующие научные издания

Электронный вариант журнала размещен на сайте <http://ttp.ivgpu.com>

Издание Ивановского государственного политехнического университета

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор: *Р.М. АЛОЯН (чл.-корр. РААСН, д.т.н., проф.).*
Первый заместитель главного редактора: *С.В. ФЕДОСОВ (академик РААСН, д.т.н., проф.).*

Заместители главного редактора:

*Б.Н. ГУСЕВ (д.т.н., проф.), А.Г. МАКАРОВ (д.т.н., проф.),
А.Б. ПЕТРУХИН (д.т.н., проф.), К.Э. РАЗУМЕЕВ (д.т.н., проф.).*

Члены редколлегии:

*Н.М. АШНИН (д.т.н., проф.), М.Г. БАЛЫХИН (к.э.н., проф.), В.Н. БЛИНИЧЕВ (д.т.н., проф.),
В.Ф. ГЛАЗУНОВ (д.т.н., проф.), Н.Н. ЕЛИН (д.т.н., проф.), В.А. ЗАВАРУЕВ (д.т.н., проф.),
Е.Н. КАЛИНИН (д.т.н., проф.), О.В. КАЩЕЕВ (д.т.н., проф.), А.М. КИСЕЛЕВ (д.т.н., проф.),
Ж.Ю. КОЙТОВА (д.т.н., проф.), А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ (д.т.н., проф.), Н.Л. КОРНИЛОВА (д.т.н., проф.),
Н.А. КУЛИДА (д.т.н., проф.), В.Е. МИЗОНОВ (д.т.н., проф.), Е.Н. НИКИФОРОВА (д.т.н., проф.),
С.Д. НИКОЛАЕВ (д.т.н., проф.), А.Ф. ПЛЕХАНОВ (д.т.н., проф.), Л. П. РОВИНСКАЯ (д.т.н., проф.),
В.Е. РОМАНОВ (д.т.н., проф.), С.П. РУДОБАШТА (д.т.н., проф.), П.Н. РУДОВСКИЙ (д.т.н., проф.),
В.В. САФОНОВ (д.т.н., проф.), П.А. СЕВОСТЬЯНОВ (д.т.н., проф.), Н.А. СМИРНОВА (д.т.н., проф.),
Г.Г. СОКОВА (д.т.н., проф.), А.А. ТЕЛИЦЫН (д.т.н., проф.), Н.М. ФИЛИМОНОВА (д.э.н., проф.),
А.В. ФИРСОВ (д.т.н., проф.), Л.П. ШЕРШНЕВА (д.т.н., проф.), Ю.С. ШУСТОВ (д.т.н., проф.),
В.П. ЩЕРБАКОВ (д.т.н., проф.), С.С. ЮХИН (д.т.н., проф.).*

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

*В.С. БЕЛГОРОДСКИЙ (д.с.н., проф.), А.В. ДЕМИДОВ (д.т.н., проф.),
К.И. КОБРАКОВ (д.т.н., проф.), В.Л. МАХОВЕР (д.т.н., проф.),
Ю.В. ПАВЛОВ (д.т.н., проф.), А.П. СОРКИН (д.т.н., проф.),
А.А. ТИТУНИН (д.т.н., проф.).*

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ*

*Адрес редакции: 153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 21.
Тел.: (4932) 41-75-02. Факс: (4932) 41-50-88.
E-mail: ttp@ivgpu.com
<http://ttp.ivgpu.com>*

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 04.04.2016.
Подписано в печать 28.04.2016. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 27,88;
Усл. кр.-отт. 28,40. Заказ .

Тираж 400 экз.

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

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

© "Известия вузов. Технология текстильной промышленности", 2016

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

**№ 2 (362)
2016**

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

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

The journal is included in the Scopus and CAS(pt) bibliographic databases

The on-line version of the journal is available at <http://ttp.ivgpu.com>

Published by Ivanovo State Polytechnic University

EDITORIAL BOARD

Chief editor *R.M. ALOYAN (corr. memb. RAACS, d.en.s., prof.).*
First deputy of chief editor: *S.V. FEDOSOV (acad. RAACS, d.en.s., prof.).*

Deputy editors:

*B.N. GUSEV (d.en.s., prof.), A.G. MAKAROV (d.en.s., prof.),
A.B. PETRUKHIN (d.en.s., prof.), K.E. RAZUMEEV (d.en.s., prof.).*

Editorial board members:

*N.M. ASHNIN (d.en.s., prof.), M.G. BALKHIN (c.ec.s., prof.), V.N. BLINICHEV (d.en.s., prof.),
V.F. GLASUNOV (d.en.s., prof.), N.N. ELIN (d.en.s., prof.), V.A. ZAVARUEV (d.en.s., prof.),
E.N. KALININ (d.en.s., prof.), O.V. KASHCHEEV (d.ps.s., prof.), A.M. KISELEV (d.en.s., prof.),
A.R. KORABELNIKOV (d.en.s., prof.), N.L. KORNILOVA (d.en.s., prof.), ZH.YU. KOYTOVA (d.en.s., prof.),
N.A. KULIDA (d.en.s., prof.), V.E. MIZONOV (d.en.s., prof.), E.N. NIKIFOROVA (d.en.s., prof.),
S.D. NIKOLAEV (d.en.s., prof.), A.F. PLEKHANOV (d.en.s., prof.), L.P. ROVINSKAYA (d.en.s., prof.),
V.E. ROMANOV (d.en.s., prof.), S.P. RUDOBASHTA (d.en.s., prof.), P.N. RUDOVSKII (d.en.s., prof.),
V.V. SAFONOV (d.en.s., prof.), P.A. SEVOSTYANOV (d.en.s., prof.), N.A. SMIRNOVA (d.en.s., prof.),
G.G. SOKOVA (d.en.s., prof.), A.A. TELITSYN (d.en.s., prof.), N.M. FILIMONOVA (d.ec.s., prof.),
A.V. FIRSOV (d.en.s., prof.), L.P. SHERSHNEVA (d.en.s., prof.), YU.S. SHUSTOV (d.en.s., prof.),
V.P. SHCHERBAKOV (d.en.s., prof.), S.S. YUKHIN (d.en.s., prof.).*

EDITORIAL COUNCIL

*V.S. BELGORODSKII (d.soc.s., prof.), A.V. DEMIDOV (d.en.s., prof.),
K.I. KOBRAKOV (d.en.s., prof.), V.L. MAKHOVER (d.en.s., prof.),
YU.V. PAVLOV (d.en.s., prof.), A.P. SORKIN (d.en.s., prof.),
A.A. TITUNIN (d.en.s., prof.).*

Executive secretary *S.L. KHALEZOV*

*Address: 153000, Ivanovo, Sheremetev av., 21.
Tel.: +7(4932)41-75-02, fax: +7(4932)41-50-88.
E-mail: ttp@ivgpu.com
<http://ttp.ivgpu.com>*

Registered with the Ministry of Printing of Russian Federation. Registration no. 796. Passed for typesetting on 04.04.2016.
Signed for printing on 28.04.2016. Format 60×84 1/8. Book/journal paper. Offset printing. 27.88 conventional sheets.
28.40 conventional. Order .

Circulation of 400.

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

Published by Ivanovo State Polytechnic University

153000, Ivanovo, Sheremetev av., 21.

E-mail: ttp@ivgpu.com

Publishing-printing complex "PresSto"

153025, Ivanovo, Dzerdzinskogo, 39, of. 307

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

E-mail: pressto@mail.ru

УДК 657.471.7:677.026.4

**МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД
К РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ
С УЧЕТОМ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ
И СПЕЦИФИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ НЕТКАНЫХ ПРОИЗВОДСТВ,
ИМЕЮЩИХ МОБИЛЬНЫЙ АССОРТИМЕНТ**

**METHODICAL APPROACH
TO IMPLEMENTATION OF PROJECTS OF MODERNIZATION
TAKING INTO ACCOUNT ECONOMIC SECURITY
OF INVESTMENTS AND SPECIFIC FEATURES
OF THE NONWOVEN PRODUCTIONS HAVING THE MOBILE RANGE**

Л.Е. ЗЕРНОВА, С.И. ИЛЬИНА
L.E. ZERNOVA, S.I. ILINA

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

В статье предлагается методический подход к определению верхних пределов затрат на покупку нового оборудования для реализации выбранного проекта технического перевооружения нетканых производств в условиях финансового кризиса, введения экономических санкций и спада инвестиционной активности в стране.

The article suggests a methodical approach to the determination of the upper limits of expenditures for the purchase of new equipment for the implementation of the project of technical re-equipment of nonwoven industry in the financial crisis, the imposition of economic sanctions and the decline in investment activity in the country.

Ключевые слова: техническое перевооружение, верхний предел затрат, нетканые материалы, затраты, оборудование.

Keywords: technical renovation, higher limit, nonwoven materials, expenditures, equipment.

Основной задачей Стратегии развития легкой промышленности Российской Федерации до 2020 года является повышение уровня материально-технической базы

предприятий на основе радикальной модернизации и технического перевооружения производств, реализация высокотехнологичных проектов и внедрение передовых

технологий [1]. Деятельность современных текстильных предприятий осуществляется в условиях финансового кризиса, введения экономических санкций и спада инвестиционной активности в стране, а обновление техники связано с огромными капитальными затратами, окупаемость которых должна проходить по правилам рынка. До настоящего времени согласно существующим методикам оценка эффективности проводилась по "профильному" ассортименту. Однако в условиях рыночной экономики ассортимент меняется достаточно быстро, и смена профильных артикулов может произойти не один раз, даже за период освоения новой техники. Ассортиментная специфика существенно влияет на показатели использования оборудования и труда и на стоимость обработки единицы продукции, ее игнорирование может исказить оценочные результаты и в условиях рыночных отношений привести даже к банкротству предприятия. Поэтому при производстве нетканых материалов не могут быть использованы методики, разработанные для других видов производств.

Центральное место среди оценочных показателей эффективности технического перевооружения занимает себестоимость единицы продукции, от нее зависит прибыль предприятия. При этом себестоимость продукции влияет на прибыль как прямо, так и косвенно. Косвенная зависимость прибыли от себестоимости проявляется через возможность снижения цен на продукцию и, как следствие, через увеличение спроса и дополнительные объемы выпуска. На перечисленные показатели влияют параметры полезности новой или модернизируемой техники [2], а также ее цена и ассортимент, как говорилось выше. В свою очередь, сочетание и математическое взаимодействие цены новой техники и параметров ее полезности определяют уровень эффективности этой техники. Математическая связь параметров полезности и цены новой техники с учетом организационно-технологических условий работы конкретных предприятий имеет сложный характер. В этих математических моделях присутствуют как общие, так и специфические за-

кономерности конкретных производств. Специфическими особенностями производства нетканых материалов являются:

- нормирование простоев оборудования, классифицируемое по способам производства;
- разнообразие оборудования, отличающегося заправочной шириной, а также разнообразие способов производства нетканых материалов;
- характерное для нетканых производств недоиспользование заправочной ширины оборудования при выработке большинства артикулов.

Вышеперечисленные особенности производства нетканых материалов требуют особого подхода к решению поставленной задачи.

С нашей точки зрения, необходимо учесть влияние ассортимента на оценку верхних пределов затрат на техническое перевооружение нетканых производств, не исказив чистый уровень эффективности этого перевооружения. С этой целью при выводе формул для учета ассортиментной специфики был использован показатель стоимости обработки единицы продукции. Он отражает как основные параметры полезности новой техники, так и ассортимент выпускаемой продукции.

В результате анализа и математической обработки зависимости себестоимости единицы продукции от показателей полезности новой техники, ее цены и ассортимента выпускаемого нетканого полотна была получена формула, позволяющая построить номограммы для определения верхних пределов затрат на техническое перевооружение парка нетканого оборудования:

$$\Phi = K_n K_{ш} \Phi_0 + \frac{[K_n K_{ш} (3_0 + \mathcal{E}_0) - (3_n + \mathcal{E}_n)]T}{\frac{Na_n + Np_n}{100}}, \quad (1)$$

где Φ – верхний предел затрат на приобретение и установку новой техники по критерию стоимости обработки 1000 м² полотна на нетканом переходе на базовом уровне, руб.; K_n – коэффициент, учитывающий изменение производительности оборудования после замены техники; $K_{ш}$ – коэффициент,

учитывающий изменение заправочной ширины нетканого полотна после замены техники; Φ_6 – стоимость приобретения единицы оборудования с учетом доставки и монтажа, руб.; $Z_{6,н}$ – часовая заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование в пересчете на единицу оборудования до и после замены техники, руб.; $\mathcal{E}_{6,н}$ – часовые затраты на двигательную энергию на единицу оборудования до и после замены техники, руб.; T – режимный фонд времени работы оборудования, ч; Na_n – годовая норма амортизации оборудования после замены техники, %; Np_n – норма, учитывающая затраты на ремонт и техническое обслуживание после замены техники, %.

В свою очередь, коэффициент, учитывающий изменение производительности оборудования после технического перевооружения, и коэффициент, учитывающий изменение заправочной ширины нетканого полотна после замены техники, были рассчитаны по следующим формулам:

$$K_n = \frac{Nm_n}{Nm_6}, \quad (2)$$

где Nm_6 – норма производительности оборудования до технического перевооружения, м/ч; Nm_n – норма производительности оборудования после технического перевооружения, м/ч;

$$K_{ш} = \frac{Ш_n}{Ш_6}, \quad (3)$$

где $Ш_6$ – заправочная ширина нетканого полотна до технического перевооружения, м; $Ш_n$ – заправочная ширина нетканого полотна после технического перевооружения, м.

Анализ полученных номограмм показал, что ассортимент существенно влияет на верхние пределы затрат на техническое перевооружение. При этом, приобретая новую технику, инвестор должен четко выбрать конкретный вариант покупки новой техники, учитывая при этом колебания структуры ассортимента выпускаемой продукции, присущие перевооружаемому

предприятию и изменениям спроса на нетканое полотно. Как было отмечено выше, в условиях рыночной экономики ассортиментный ряд меняется довольно быстро. Если условно предположить, что "профильный" ассортимент окажется на верхней границе цен (рис. 1), то при смене ассортимента произойдет увеличение стоимости обработки 1000 м² нетканого полотна, а это может оказаться "катастрофой" для инвестора, особенно в условиях финансового кризиса.

Для того чтобы предприятия, планирующие техническое перевооружение, не оказались в ситуации резкого ухудшения финансовых показателей, предложен номографический метод поиска зон экономической безопасности инвестиций. На рис. 1 представлена номограмма для определения зон экономической безопасности инвестиций при поиске верхних пределов затрат на замену парка вязально-прошивного оборудования с учетом различных вариантов вспомогательного неперекрываемого времени ($t_{вн}$) по критерию стоимости обработки 1000 м² нетканого полотна на базовом уровне.

Как видно из рис. 1, опасная зона инвестиций находится выше предела затрат 12933572 руб. Безопасная зона находится ниже уровня 10124387 рублей. Это означает, что приобретая и устанавливая одну вязально-прошивную машину при капитальных затратах ниже уровня 10,12 млн. руб. в пределах всей ассортиментной композиции, увеличения стоимости обработки 1000 м² нетканого полотна не произойдет. Более того, по большинству артикулов произойдет снижение стоимости обработки единицы продукции, и предприятие обезопасит себя от потери выгоды от технического перевооружения при переходе на другой ассортимент. Приобретая и устанавливая одну вязально-прошивную машину при капитальных затратах выше 12,93 млн. руб, необходимо учитывать, что произойдет увеличение стоимости обработки 1000 м² нетканого полотна по всем видам выпускаемой продукции и, как следствие, увеличение себестоимости единицы продукции и снижение эффективности технического перевооружения.

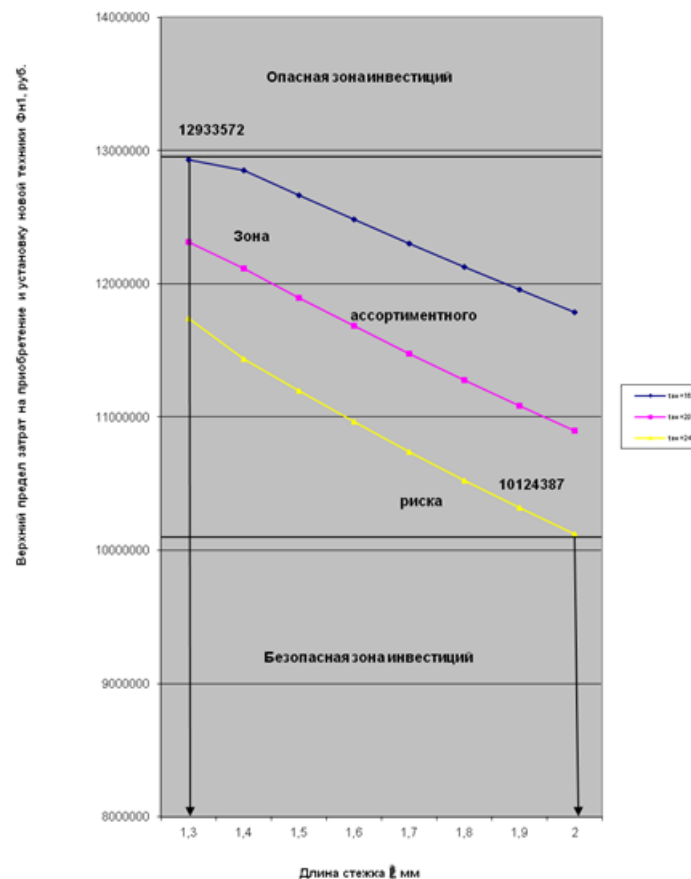


Рис. 1

Таким образом, в зоне ассортимента риска по одним артикулам возможно увеличение стоимости обработки единицы продукции, по другим – ее снижение. Предприятие, покупающее технику по цене, находящейся в зоне ассортимента риска, может не получить запланированного уровня эффекта от технического перевооружения. Использование предложенного в работе номографического метода позволит на базе прогноза возможных колебаний ассортимента в условиях работы конкретных предприятий определять верхние пределы затрат на приобретение и установку новой техники. Учитывая спад инвестиционной активности в стране, в условиях финансового кризиса и введения экономических санкций, во время ведения переговоров управляющие и сотрудники предприятий по выпуску нетканых полотен смогут наглядно выявить границы безопасной, опасной зон инвестиций и зоны ассортимента риска с учетом ожидаемых колебаний спроса и предложений на нетканое полотно и принимать эффектив-

ные решения по качественной замене парка оборудования, гарантирующие получение запланированного эффекта при любой подвижности ассортимента.

ВЫВОДЫ

1. С учетом специфических особенностей нетканых производств, влияния ассортимента и параметров полезности техники разработана формула для расчета верхних пределов затрат на техническое перевооружение в производстве нетканых материалов.

2. Использование предложенного в работе номографического метода позволит потенциальным инвесторам и менеджерам предприятий с учетом возможных колебаний ассортимента в условиях работы конкретных производств и спада инвестиционной активности в стране определять верхние пределы затрат на приобретение и установку новой техники, минимизируя возможные риски.

1. Стратегия развития легкой промышленности Российской Федерации до 2020 года // URL <http://www.souzlegprom.ru/ru/dokumenty/strategiya-raz-vitiya-otrasli.html>

2. Зернова Л.Е., Ильина С.И. К вопросу принятия эффективных решений по реализации модернизации // Сб. научн. тр. Междунар. научн.-практ. конф.: Наука, образование, общество: проблемы и перспективы развития. – Ч. 5. – Тамбов, 28 февраля 2014. С. 44...45.

1. Strategija razvitija legkoj promyshlennosti Rossijskoj Federacii do 2020 goda // URL <http://www.souzlegprom.ru/ru/dokumenty/strategiya-razvitiya-otrasli.html>

2. Zernova L.E., Il'ina S.I. K voprosu prinjatija jeffektivnyh reshenij po realizacii modernizacii // Sb. nauchn. tr. Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Nauka, obrazovanie, obshhestvo: problemy i perspektivy razvitija. – Ch. 5. – Tambov, 28 fevralja 2014. S. 44...45.

Рекомендована кафедрой производственного менеджмента. Поступила 30.03.15.

УДК 69.003.13 : 330.45

УЧЕТ РИСКОВ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

THE ACCOUNT IS RISK AT PRODUCTION MANAGEMENT IN THE CONDITIONS OF UNCERTAINTY

А.А. ОВЧИННИКОВ, Н.А. ГРУЗИНЦЕВА, М.А. ПЕТРУХИН
A.A. OVCHINNIKOV, N.A. GRUZINTSEVA, M.A. PETRUKHIN

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: nisigasa@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы оптимального управления производством в условиях неопределенности. Объектом исследования явились предприятия текстильной промышленности и строительной отрасли. Авторами на основе метода конечных разностей предложена модель обнаружения возникающих рисков на ранней стадии путем выявления слабых сигналов. Разработан метод оптимизации управленческих решений по комплексу критериев с целью корректировки сетевых графиков.

The article deals with optimal control of production in the face of uncertainty. The object of the study was the textile industry and the construction industry. The authors, based on the finite difference method, a model of detection of emerging risks at an early stage by detecting weak signals. The method of optimization of management decisions on a range of criteria in order to adjust network schedules.

Ключевые слова: управление производством, неопределенность, оптимизация производства.

Keywords: production management, uncertainty, optimization of production.

В основе организации и управления производством в качестве математической основы в автоматизированных системах широко применяются методы сетевого планирования.

Традиционно расчет сетевого графика ведут исходя из предположения, что каждая работа обеспечена всеми необходимыми ресурсами. Однако необходимо учитывать, что материально-технические, кадровые, финансовые ресурсы всегда ограничены и отсутствие тех или иных ресурсов приводит к изменению последовательности работ. Это требует от лиц, принимающих решения, осуществлять постоянный анализ использования ресурсов и оперативно перераспределять их. Кроме того, на практике возникают ситуации, нарушающие стандартные схемы оперативного управления. Указанное в значительной степени относится к условиям производства как на текстильных предприятиях, так и на предприятиях строительной отрасли [1...4]. Изменение условий производства, резкие колебания поставок ресурсов на ежедневном уровне и длительность логистического цикла привносят в процесс управления стохастичность, неопределенность и, как следствие, требуют мультивариантности решений, что влечет необходимость корректировки сетевого графика [5...6].

На производстве чаще всего графики корректируют во времени, реже – по трудовым и материальным ресурсам. Корректировка производится на основе оперативного мониторинга внешней среды. Отслеживаемые показатели внешней среды находятся в постоянной динамике, причем большинство из них подвержены различным случайным воздействиям. Поэтому необходимо обрабатывать большое количество разнородной информации, которая постоянно меняется. В силу сложности и объемности информационного потока чаще всего в реальном времени оцениваются только изменения по укрупненным показателям времени, трудовых ресурсов, средств механизации и наличия материа-

лов. Выявление слабых сигналов и анализа рисков обычно в систему мониторинга внешней среды не входит.

Корректировкой сети одновременно по всем критериям, учет их взаимного влияния, выявление слабых сигналов внешней среды является сложной и актуальной научной задачей организации и управления производством. Решение этой задачи создает реальные условия для оптимизации сетевых планов.

Применение при мониторинге показателей внешней среды подхода на основе выявления слабых сигналов позволяет находить возможные риски для принятия своевременных мер с целью их уменьшения. Риск, возникающий в процессе производства, может быть и незначительным в начальной фазе и таким образом не учитываться при корректировке сети, но привести к существенным затратам на финальном этапе производства. Обнаружить возникающий риск на как можно более ранней стадии – основная задача системы выявления слабых сигналов и анализа рисков.

Выявить слабые сигналы показателей внешней среды возможно при помощи метода конечных разностей [7], [8]. Применение этого метода обусловлено тем, что основные категории, характеризующие изменение внешней среды, являются целочисленными величинами – численность персонала, машины и средства механизации, количество штук товара. Кроме того, эти показатели меняются скачкообразно – сбой поставок, поломка машин и оборудования, отказ энергообеспечения и т.п.

Для регистрации значимых изменений характеристик внешней среды запишем отдельную характеристику, которая претерпевает изменения в течение времени и выражена числовым значением, в дискретные моменты времени:

$$F(t_i), 0 = t_0 < t_1 < \dots < t_N = T. \quad (1)$$

По значениям функции, представляющей числовые значения характеристик внешней среды, можно сформировать числовой ряд, состоящий из конечных разностей, построенных по значениям исходного числового ряда:

$$f(t_i) = \frac{F(t_i) - F(t_{i-1})}{t_i - t_{i-1}}, i=1,2,\dots,N. \quad (2)$$

Каждое значение числового ряда конечных разностей описывает мгновенное изменение значения характеристик внешней среды. Если на каком-то временном интервале числовое значение рассматриваемой характеристики увеличилось, то конечная разность на этом шаге будет иметь положительное значение. Если же на каком-то временном шаге числовое значение уменьшилось, то конечная разность на этом шаге будет отрицательной. Для тех временных шагов, на которых числовое значение характеристики не изменилось, конечная разность будет равна нулю.

Характеристики внешней среды, которые представляют интерес для анализа рискованных ситуаций, удовлетворяют условию, что конечные разности этих характеристик являются колеблющимися величинами. То есть если ряд из конечных величин постоянно возрастает, то это означает, что исходная характеристика растет с постоянной скоростью. Если ряд из конечных разностей характеристики затухает – это означает, что исходная характеристика стремится к постоянному значению. Рисковые ситуации сопряжены с резким изменением характеристик внешней среды, а характеристики, которые обладают постоянным ростом со временем, пока не превысят пороговых значений, не представляют интереса для анализа изменений характеристик внешней среды. Таким образом, числовой ряд, состоящий из конечных разностей характеристик внешней среды и характеризующий рискованную ситуацию, будет иметь периодический характер.

Для регистрации периодичности изменений потока характеристик внешней среды целесообразно использовать подход, основанный на относительном критерии определения значимых событий. Соответ-

ственно необходимо ввести величину среднего значения конечных разностей по нарастанию значений характеристик внешней среды, которую можно записать следующим образом:

$$I(t) = \frac{1}{N(t)} \sum_{i=1}^{N(t)} |f(t_i)|, \quad (3)$$

где $N(t)$ – количество временных отсчетов $\{t_i: t < t_i\}$, то есть тех отсчетов времени, которые не превосходят аргумент t . Отсюда:

$$|I(t)| \leq \beta(t), \quad (4)$$

где $\beta(t)$ – оценочная функция, удовлетворяющая следующим условиям:

$$\beta(t) > 0, \beta(T) = 0. \quad (5)$$

Выбранное относительное пороговое значение обозначается через α . Введем основное определение значимого события по нарастанию. Событие $f(t_i)$ назовем значимым по нарастанию, если выполнено следующее соотношение:

$$|f(t_i)| > \alpha I(t_i). \quad (6)$$

Это условие требует предварительной регистрации некоторого количества событий. Поэтому целесообразно фиксировать значимые события не с начала временного ряда, а после того, как будет накоплена достаточная статистика.

Для непосредственного выявления и оценки риска в ходе мониторинга внешней среды введем следующее определение. Под рисками будем подразумевать определенную ситуацию во времени, которая характеризуется вероятностью и силой отрицательных воздействий. Рисковый поток будет складываться из возникающих во времени рискованных ситуаций и описываться функцией, зависящей от времени $R(t)$. Значения функции рискового потока могут быть представлены вектором:

$$R(t) = \begin{pmatrix} p(t) \\ f(t) \end{pmatrix}, \quad (7)$$

где $p(t)$ – вероятность отрицательного воздействия при возникновении риска; $f(t)$ – случайная величина отрицательного воздействия риска.

Приведенный выше подход показывает, что рискованные ситуации возникают дискретно во времени и являются случайными событиями. Случайная величина отрицательного воздействия риска имеет численное значение, которое устанавливается методом конечных разностей. Для описания вероятности возникновения рискованных ситуаций во времени можно использовать традиционный для таких задач подход на основе экспоненциального распределения [9]. Экспоненциальное распределение возникновения рискованных ситуаций означает, что вероятность возникновения рискованной ситуации на протяжении временного отрезка $[0, t]$ равна:

$$p(t) = 1 - e^{-\mu t}, \quad (8)$$

где μ – математическое ожидание случайной величины возникновения рискованных ситуаций.

Изменение характеристик внешней среды не всегда приводит к возникнове-

нию рискованной ситуации. Так же как и возникновению рискованной ситуации не всегда предшествует изменение характеристик внешней среды, но в среднем эти два события являются связанными.

Построив таким образом систему мониторинга рисков по отдельным потокам событий $R(t)_i$, взятых по модулю, которые можно рассматривать как частные критерии эффективности или возможные состояния внешней среды, следует сопоставить управляющие воздействия менеджмента строительного предприятия и методом аддитивной оптимизации матрицы или, применяя критерий Вальда, найти наиболее рациональные формы корректировки сетевого графика.

Так, на первоначальном этапе можно построить матрицу (табл. 1 – матрица регистрации данных потоков риска), где в столбцах отражены частные потоки событий S_i – материальный поток, финансовый поток, поток информации о состоянии трудовых ресурсов или средств механизации и т.п., а в строках отражаются управленческие воздействия – дескрипторы D_i , приводящие к изменению модуля численного значения потоков риска $R(t)_i$.

Т а б л и ц а 1

Управляющие воздействия	Частные потоки событий						min (max)	W = min max {R(t) _{ji} }
	S ₁	S ₂	***	S _i	***	S _n		
D ₁	R(t) ₁₁	R(t) ₁₂	***	R(t) _{1i}	***	R(t) _{1n}	min(max) R(t) _{ji}	W
D ₂	R(t) ₂₁	R(t) ₂₂	***	R(t) _{2i}	***	R(t) _{2n}		
***	***	***	***	***	***	***		
D _j	R(t) _{j1}	R(t) _{j2}	***	R(t) _{ji}	***	R(t) _{jn}		
***	***	***	***	***	***	***		
D _m	R(t) _{m1}	R(t) _{m2}	***	R(t) _{mi}	***	R(t) _{mn}		

На основе экспертных оценок [10] можно определить вес частных критериев λ_i , для $i =$ от 1 до n . Выбор оптимальной стратегии по одному рискованному потоку заключается в определении минимального численного значения.

Выбор оптимального решения по комплексу нескольких критериев является задачей многокритериальной. Решением задачи управления будет вычисление обобщенной функции $F_i(R(t)_{i1}; R(t)_{i2}; \dots R(t)_{in})$, монотонно зависящей от критериев $R(t)_{ji}$. Так как частные критерии количественно

соизмеримы по важности, являются однородными, то в этом случае для решения задачи многокритериальной оптимизации оказывается справедливым применение аддитивного критерия оптимальности – процедура свертывания критериев:

$$F_i(R(t)_{ji}) = \sum_{j=1}^n \lambda_i R(t)_{ji}. \quad (9)$$

Оптимальным будет тот вариант управляющего воздействия, который обеспечивает минимальное значение функции (9).

Учитывая, что рискованная ситуация может привести к полному краху стратегии сетевого графика, логично опираться на принцип наибольшей осторожности. То есть использовать выбор наилучшей из наихудших дескрипторов D_j . Если в исходной матрице (табл. 1) результат по модулю $R(t)_{ji}$ представляет риск полного краха, то при выборе оптимального управленческого решения используется минимаксный критерий Вальда. Для определения оптимального решения D_j необходимо в каждой строке матрицы результатов найти наибольший элемент $\max \{R(t)_{ji}\}$, а затем выбирать действие D_j (строка u), которому будет соответствовать наименьший элемент из этих наибольших элементов, то есть действие, определяющее результат, равный:

$$W = \min \max \{R(t)_{ji}\}. \quad (10)$$

Оба предложенных метода позволяют обеспечить оперативное выявление критической рискованной ситуации в рисковом потоке и скорректировать параметры сетевого графика путем изменения параметров управляющих воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петрухин А.Б., Матрохин А.Ю., Карева Т.Ю., Гусев Б.Н. Стратегия научно-методического и технического обеспечения выпуска тканей и изделий из натуральных и синтетических волокон // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 6. С. 30...35.
2. Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Новикова А.П. Реализация потенциала Ивановской области на рынке текстильной и легкой промышленности за счет формирования инфраструктурной базы текстильно-промышленного кластера // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 4. С. 11...17.
3. Петрухин А.Б., Алоян Р.М., Виноградова Н.В., Федосеев В.Н. Опыт практической реализации укрепления связей науки ИВГПУ с производством в условиях развития инфраструктурной базы текстильно-промышленного кластера региона // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2015, № 1. С. 15...18.
4. Петрухина Е.А., Петрухин А.Б. Организационно-экономические особенности недвижимости как субъекта рыночного хозяйства // Сб. науч. тр.: Генезис экономических и социальных проблем

субъектов рыночного хозяйства в России. – Иваново: ИВГПУ, 2015. Вып. IX. С. 101...104.

5. Новиков А.В., Петрухин А.Б. Новый этап государственного регулирования жилищного рынка Ивановской области // Изв. вузов. Экономика, финансы и управление производством. – ИГХТУ, Вып. 07(12), 2012. С. 23...29.
6. Дикман Л.Г. Организация строительства в США. – М.: Изд-во АСВ, 2004.
7. Бром А.Е., Александров А.А. Разработка экономико-математической модели интеграции участников и процессов жизненного цикла наукоемкой продукции в систему логистической поддержки // Изв. вузов. Машиностроение. – 2008, №3. С. 73...92.
8. Овчинников А.А., Петрухин А.Б., Тычинин А.В., Алешин В.В. Разработка системы управления запасами в строительном производстве // Научное обозрение. – 2013, № 6. С. 129...132.
9. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2006.
10. Грузинцева Н.А., Овчинников А.А., Лысова М.А., Гусев Б.Н. Совершенствование номенклатуры показателей и оценки качества геотекстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 3. С. 28...32.

REFERENCES

1. Petruhin A.B., Matrohin A.Ju., Kareva T.Ju., Gusev B.N. Strategija nauchno-metodicheskogo i tehničkog obespečenija vypuska tkanej i izdelij iz natural'nyh i sinteticheskikh volokon // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 6. S. 30...35.
2. Alojan R.M., Petruhin A.B., Novikova A.P. Realizacija potenciala Ivanovskoj oblasti na rynke tekstil'noj i legkoj promyshlennosti za schet formirovanija infrastrukturoj bazy tekstil'no-promyshlennogo klastera // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 4. S. 11...17.
3. Petruhin A.B., Alojan R.M., Vinogradova N.V., Fedoseev V.N. Opyt praktičeskoj realizacii ukreplenija svjazej nauki IVGPU s proizvodstvom v uslovijah razvitija infrastrukturoj bazy tekstil'no-promyshlennogo klastera regiona // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. 2015, № 1. S. 15...18.
4. Petruhina E.A., Petruhin A.B. Organizacionno-jekonomičeskie osobennosti nedvizhimosti kak sub"ekta rynochnogo hozjajstva // Sb. nauch. tr.: Genезis jekonomičeskikh i social'nyh problem sub"ektov rynochnogo hozjajstva v Rossii. – Ivanovo: IVGPU, 2015. Vyp. IX. S. 101...104.
5. Novikov A.V., Petruhin A.B. Novyj jetap gosudarstvennogo regulirovanija zhilishhnogo rynka Ivanovskoj oblasti // Izv. vuzov. Jekonomika, finansy i upravlenie proizvodstvom. – IGHTU, Vyp. 07(12), 2012. S. 23...29.

6. Dikman L.G. Organizacija stroitel'stva v SShA. – M.: Izd-vo ASV, 2004.

7. Brom A.E., Aleksandrov A.A. Razrabotka jekonomiko-matematicheskoy modeli integracii uchastnikov i processov zhiznennogo cikla naukoemkoj produkcii v sistemu logisticheskoy podderzhki // Izv. vuzov. Mashinostroenie. – 2008, №3. S. 73...92.

8. Ovchinnikov A.A., Petruhin A.B., Tychinin A.V., Aleshin V.V. Razrabotka sistemy upravlenija zapasami v stroitel'nom proizvodstve // Nauchnoe obozrenie. – 2013, № 6. S. 129...132.

9. Berezhnaja E.V., Berezhnoj V.I. Matematicheskie metody modelirovanija jekonomicheskikh system. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Finansy i statistika, 2006.

10. Gruzinceva N.A., Ovchinnikov A.A., Lysova M.A., Gusev B.N. Sovershenstvovanie nomenklatury pokazatelej i ocenki kachestva geotekstil'nyh materialov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 3. S. 28...32.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства. Поступила 16.11.15.

УДК 331.101:378.1

**ИННОВАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ:
ОПЫТ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ**

**INNOVATIVE ASPECTS OF FORMATION AND DEVELOPMENT
OF ENTERPRISE UNIVERSITIES:
EXPERIENCE AND CURRENT TRENDS**

М.Г. БАЛЫХИН, Л.В. КОЖИТОВ, Р.А. ЛИЕВ, С.Г. ЕМЕЛЬЯНОВ, В.Г. БЕБЕНИН
M.G. BALYKHIN, L.V. KOZHITOV, R.A. LIEV, S.G. EMEL'YANOV, V.G. BEBENIN

(Московский государственный университет дизайна и технологии)
(Moscow State University of Design and Technology)

E-mail: skif13717@yandex.ru

Цель данной работы – описать практику организации и деятельности предпринимательского университета, развитие материальной инновационной инфраструктуры предпринимательского университета, развитие университетов с предпринимательской миссией.

Была выполнена разработка научной и методологической поддержки формирования образовательного, научного и инновационного комплекса университета, который будет конкурентоспособен на глобальном уровне и будет создавать успешные инновационные коммерческие предприятия.

The purpose of the study is to present a summary of the practice of the organization and activities of the entrepreneurial University, the development of material innovation infrastructure of the entrepreneurial University, the development of universities of the entrepreneurial mission.

The development of scientific and methodological support of the formation of educational and scientific and innovation complex of the University, which would be competitively on a global level and which would be generate of successful innovative businesses, has been made.

The main value of the work is innovative organization of the students learning using the technology of the cooperative design learning in the entrepreneurial University, the consideration of the successful development of model of the innovative entrepreneurial University, initiating the creation of small and medium enterprises in the sphere of high technologies, and the experience of creating of the Association of entrepreneurial universities.

The results of the study are the coincidence of the basic business profile: educational activities, scientific research and entrepreneurial of the national and entrepreneurial universities is shown.

The efficiency of the personnel training business type in the part of "pupil – student – teacher – specialist (employer)" in TPU is shown.

The prospects for the establishment of the Association of entrepreneurial universities are considered.

Ключевые слова: миссия, предпринимательский университет, предпринимательская деятельность и дизайн, небольшие инновационные предприятия.

Keywords: mission, entrepreneurial university, design and entrepreneurial activity, small innovative enterprises.

На современном этапе передовые университеты представляют собой эффективную базисную основу для национального и регионального развития инновационного технологического предпринимательства.

Университеты готовят высококлассных специалистов, способных создавать новые научные направления, выполнять перспективные научные исследования, переводить научные достижения в инновации и реализовывать их, а также создают интеллектуальный потенциал, обеспечивающий конкурентоспособность страны. Национальные исследовательские университеты являются центрами успешных инновационных экосистем.

Вуз предпринимательского типа включает следующие обобщенные направления деятельности [1]:

- усиление управленческого ядра университета;
- расширение служащей развитию университета периферии;
- диверсификация источников финансирования;
- стимулирование основного профессорско-преподавательского состава;
- развитие предпринимательской среды.

Эти направления деятельности отвечают задачам национального исследовательского университета (НИУ).

Создание национальных исследовательских университетов (НИУ) в России имеет следующие особенности [2]:

а) НИУ имеют значимый и признаваемый в мире задел по определенным науч-

ным направлениям – так называемым "приоритетным научным направлениям" (далее – ПНР);

б) только два университета из сорока НИУ "первой волны" и шесть университетов из пятнадцати НИУ "второй волны" являются классическими университетами;

в) среди показателей результативности и эффективности реализации программ развития НИУ на ближайшие 10 лет, помимо традиционных показателей по образовательной и научно-исследовательской деятельности, содержатся и показатели состояния и развития инновационного предпринимательства вуза:

- количество поставленных на бухгалтерский учет объектов интеллектуальной собственности по приоритетным научным направлениям в отчетном году;
- количество малых инновационных предприятий, созданных НИУ в рамках 217-ФЗ в отчетном году;
- количество коммерческих предприятий, в состав учредителей которых входит НИУ на уровне блокирующего пакета (на момент отчета);
- количество новых рабочих мест, созданных в отчетном году на коммерческих предприятиях, в состав учредителей которых входит НИУ на уровне блокирующего пакета;
- доход от научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы (далее – НИОКР) из всех источников по приоритетным научным направлениям, в том чис-

ле и в рамках международных программ и проектов;

- совокупный доход от реализованной НИУ и организациями его инновационной инфраструктуры научно-технической продукции по приоритетным научным направлениям.

Ведущие вузы России могут претендовать на статус "предпринимательский" вуз, что характеризует форму и подходы к организации управления и деятельности вуза.

Превращение современного университета в многопрофильную структуру, органично сочетающую в себе образовательную, научную, инновационную и производственную деятельность, реализуется посредством создания предпринимательского университета, особенно актуального для технических вузов.

Примером реализации модели предпринимательского университета является Массачусетский институт технологий (MIT). Институт создает высокотехнологичные стартапы, которые становятся игроками глобальных рынков. Действия руководства института направлены на создание системы управления, механизмов и инструментов, позволяющих преподавателям, студентам и выпускникам создавать инновационные компании [1].

Предпринимательский университет включает в себя:

- образовательные учреждения различного уровня (институты, колледжи, лицеи, структуры послевузовского и дополнительного образования);

- кафедры и научно-исследовательские лаборатории;

- междисциплинарные и многопрофильные учебные и научно-исследовательские лаборатории;

- инновационную инфраструктуру (инновационно-технологические центры; центры коллективного пользования оборудованием, объекты инновационной инфраструктуры, исследовательские и проектные подразделения);

- опытно-конструкторские подразделения;

- инновационные малые и средние предприятия, производящие и реализую-

щие готовую инновационную продукцию на базе результатов исследований ученых университета;

- подразделения, обеспечивающие функционирование университета как единого хозяйственного комплекса (от маркетинговых отделов до ремонтных служб).

Вокруг предпринимательского университета, в тесном взаимодействии с ним и зачастую на его базе, формируются структуры, в задачи которых входит продвижение на рынок университетских разработок, выпуск готовой наукоемкой продукции, укрепление связей с промышленностью (отдел защиты интеллектуальной собственности, бюро технологического трансфера, малые инновационные фирмы, научно-технологические парки и т.д.). Развиваются различные формы интеграции университетов и промышленного сектора, такие как научно-производственные предприятия, технополисы, центры коллективного пользования оборудованием и т.д.

Федеральный закон № 217 предоставил право российским учебным заведениям учреждать малые инновационные предприятия, создавать и развивать университетскую инфраструктуру инновационной деятельности [3].

Построение инновационной инфраструктуры и развитие отношений с инновационными компаниями является первым этапом решения задачи по встраиванию университета в экономику.

Инновационная инфраструктура университета должна обеспечить:

- быструю проверку реализуемости научной идеи;

- своевременную и квалифицированную оценку стоимости созданной интеллектуальной собственности;

- практическую реализацию научной разработки;

- подготовку кадров для организации высокотехнологичных производств.

К примеру, в Томском политехническом университете реализуется подготовка кадров предпринимательского типа в рамках замкнутого цикла "школьник – студент – преподаватель – специалист (предприниматель)".

В цепочке "школьник – студент – преподаватель – предприниматель" совместно с кафедрами работают студенческий технологический бизнес-инкубатор, управление магистратуры, аспирантуры и докторантуры и институт инженерного предпринимательства, которые вбирают в себя функции информационного, консалтингового и тренингового центров. Работа системы в этой цепочке продуктивна и социально значима по следующим причинам [4]:

- привлечение школьников и студентов к работе над проектами ускоряет социально-экономическую адаптацию молодежи в предпринимательской среде: формируется раннее осознание и принятие личностью сегодняшних ценностей общества; происходит популяризация научной и предпринимательской деятельности среди молодежи;

- используются инновационные методы и формы обучения (деятельностные методы и проектно-организационная форма), которые адаптируют обучающихся к образовательному процессу, позволяют преодолеть разрыв между общеобразовательной подготовкой и глубокой специализацией, развивают в личности готовность к обучению в течение всей жизни;

- обучение проводится на базах с высоким уровнем интеграции науки и практики, мощным материально-техническим оснащением, высоким уровнем квалификации преподавателей Института инженерного предпринимательства и индивидуальной работой с обучающимися над проектами.

Динамичный замкнутый цикл "школьник – студент – преподаватель – специалист (предприниматель)" эффективен, так как способствует максимальной адаптации обучающихся к образовательному процессу, позволяет преодолеть разрыв между общеобразовательной подготовкой и глубокой специализацией, развивает в личности готовность к обучению в течение всей жизни. Школьники, прошедшие через совместную работу над проектом со студентами, хорошо ориентируются в вузе, успешнее учатся и развивают свои личностные качества. Студенты, руководя ра-

ботой школьников, более успешно осваивают компетенции познавательной, исследовательской, проектно-конструкторской и предпринимательской деятельности. Совместное с компетентным преподавателем решение различных вопросов (обучающего, организационного и воспитательного характера) развивает адаптационную способность, лидерские качества, помогает получить предпринимательские навыки для обеспечения как самозанятости, так и создания рабочих мест.

Обучение проводится на базе мобильной инфраструктуры вуза (студенческого технологического бизнес-инкубатора). Предпосылками для эффективного проведения инновационного образовательного процесса на базе бизнес-инкубатора являются: высокий уровень интеграции науки и практики, мощное материально-техническое оснащение, высокий уровень квалификации преподавателей ТПУ, а также индивидуальная работа с обучающимися над проектами.

Помимо развития материальной инновационной инфраструктуры есть ряд направлений деятельности, которые связаны с переходом университета к реализации предпринимательской миссии [2]:

- создание модели инновационного развития университета, на которую университет опирается при определении своей роли в инновационной экономике;

- создание культуры управления университетом;

- введение новых норм и принципов, которые ориентированы на проектную, исследовательскую и предпринимательскую деятельность университета, обеспечивающую коммерциализацию технологий и генерацию стартапов;

- кадровая политика университета, обеспечивающая построение прозрачных траекторий карьерного и профессионального развития внутри университета на базе HR-технологий последнего поколения; "управления талантами", "управления карьерным ростом", "формирования самообучающейся организации", "непрерывного образования";

– развитие web-инфраструктуры университета как набора сервисов и инструментов для решения задач исследовательской и предпринимательской деятельности;

– построение деловой сети выпускников как "каркаса" для реализации региональных и глобальных инициатив.

Руководствуясь вышеизложенными тезисами об освоении университетами предпринимательской миссии и необходимых направлениях работ, в 2009 году в Институте инноватики ТУСУРа реализован проект по созданию Кодекса организационной культуры инновационной организации. Проект направлен на оформление целостной организационной культуры Института через создание Кодекса, утверждающего правила, нормы и этические принципы, которыми руководствуются сотрудники в реализации миссии Института.

Институт инноватики является системным проектом ТУСУР, направленным на совершенствование инфраструктуры инновационного развития университета. В структуру института входят образовательные и научные подразделения, дающие основу для интеграции научной, учебной и предпринимательской деятельности. Институт проводит исследования и аналитические работы в области образования, перспективных форм организации науки и взаимодействия с бизнесом и властью [5].

Научная значимость исследований, проводимых в Институте инноватики ТУСУР, определяется ориентацией на решение научных проблем, имеющих системную значимость для перехода экономики России на инновационный путь развития: исследование и формирование оптимальных моделей взаимодействия "университет – бизнес – власть" с целью получения максимального синергетического эффекта, обеспечивающего экономическое развитие региона на основе экономики знаний.

Научные исследования Института инноватики направлены на разработку научного, методического обеспечения и кадрового сопровождения формирования учебно-научно-инновационного комплекса

(УНИК) ТУСУР, конкурентоспособного на мировом уровне, генерирующего успешные инновационные бизнесы.

Учебно-научно-инновационный комплекс ТУСУР является мощным элементом инфраструктуры поддержки инновационной деятельности. В УНИК входят университет и предприятия, образовавшие внутри университета исследовательские подразделения для разработки новых продуктов по своим научно-техническим направлениям.

Предприятия УНИК, являясь частью инновационной инфраструктуры, обеспечивают студенческие проекты актуальной рыночной тематикой, ориентируя их на мировой уровень технологий. Инвестиционный фонд Ассоциации выпускников ТУСУР является стратегическим инвестором студенческих проектов.

В условиях модернизации системы образования происходит движение к современной модели учебного процесса, основанной на компетентностном подходе, повышении профессиональных навыков, индивидуализации обучения.

Инновационной организацией обучения студентов является внедрение в учебный процесс в ТУСУР технологии группового проектного обучения (ГПО). Проектная организация учебного процесса позволяет студентам самостоятельно определять важную для себя цель, искать и коллективно реализовывать пути ее достижения.

Работа над проектами группового проектного обучения начинается с выбора тематики через поиск и конкурсный отбор идей и предложений, которые могут быть реализованы в форме создания новых наукоемких изделий, технологий, программных продуктов и услуг, востребованных на рынке.

В конкурсе без ограничений участвуют преподаватели, инженерный персонал вуза, инновационно-активные студенты, выдвигающие свои предложения, а также фирмы, предприятия и организации, заинтересованные в разработке и выпуске новой и наукоемкой продукции. Основными требованиями, предъявляемыми к проекту, являются инновационный и/или наукоем-

кий характер разработки, а также перспективы коммерциализации проекта [5].

В конце второго курса формируются творческие проектные группы по 3...8 человек. На сегодня в ТУСУР действует около 250 таких групп, в которых задействовано 40% контингента студентов. Из числа студентов назначается ответственный исполнитель проекта. Все группы обеспечиваются темами проектов, а студенты – участники группового проектного обучения – индивидуальными учебными планами. В одном проекте могут принимать участие студенты разных курсов, специальностей, кафедр и факультетов и студенты других вузов города.

Работа проектной группы организуется как составная часть учебного процесса подготовки специалистов, бакалавров, магистров. На примере разработки инновационного проекта создания устройств, систем и программных продуктов, ориентированных на дальнейшее их коммерческое использование, параллельно с теоретической подготовкой происходит практическое закрепление знаний и навыков проектной, научно-исследовательской и организационно-управленческой деятельности.

Лучшие группы получают возможность продолжать работы по проектам в студенческом бизнес-инкубаторе с дальнейшей перспективой создания собственного малого предприятия и размещения его в технико-внедренческой зоне.

Использование технологии группового проектного обучения в учебном процессе позволяет наряду с традиционными траекториями подготовки бакалавров, магистров, инженеров, кандидатов и докторов наук выбирать траекторию подготовки будущих предпринимателей наукоемкого бизнеса.

Технология проектного обучения побуждает студентов проявлять способность к осмыслению своей деятельности, дает возможность реализации творческой личности ее инновационной активности. Работа студентов над реальным проектом в период обучения в вузе способствует приобретению навыков проектной, научно-исследовательской и организационно-

управленческой деятельности, стимулирует в дальнейшем к созданию собственного малого предприятия. Учебный процесс для студентов становится творчески более насыщенным, увлекательным, а самое главное, эффективным. Внедрение технологии группового проектного обучения является важным этапом на пути строительства предпринимательского университета [7].

В Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) успешно развивается модель инновационного предпринимательского университета, инициирующего создание малых и средних предприятий в сфере высоких технологий [4].

Фактически ТУСУР является бизнес-инкубатором по подготовке кадров инженеров-предпринимателей в области радиоэлектроники и информационных технологий. Университетом создан мощный учебно-научно-инновационный комплекс (УНИК ТУСУР), включающий:

- бизнес-окружение, состоящее из 125 малых и средних инновационных предприятий – производителей высокотехнологичной продукции, созданных выпускниками вуза в течение последних лет, с оборотом в 15 млрд. руб.;

- структурные подразделения университета, созданные, оборудованные и полностью финансируемые бизнес-окружением (созданы 4 новых НИИ, 3 конструкторских бюро, несколько лабораторий и реализовано несколько локальных научно-технических частно-государственных проектов с финансированием 1 млн. евро в год);

- инновационную инфраструктуру, включающую 26 студенческих конструкторских бюро, офис коммерциализации разработок, студенческий бизнес-инкубатор, центр трансфера технологий и технопарк;

- сеть филиалов и представительств университета, ассоциацию выпускников, предприятия из бизнес-окружения университета, согласованно проводящих работу в 349 городах России и в странах СНГ;

– инвестиционный фонд, основанный попечительским советом университета и поддерживаемый ассоциацией выпускников;

– залоговый фонд, позволяющий малым предприятиям брать кредиты под гарантии и активы выпускников университета.

В целях популяризации предпринимательства и планирования карьерного пути через предпринимательство для студентов технических специальностей в учебные программы нового поколения в Пермском национальном исследовательском политехническом университете (ПНИПУ) введен курс "Основы предпринимательской деятельности". Данный курс нацелен на студентов второго курса, и основной его задачей является обучение бакалавров азам предпринимательской деятельности. Курс состоит из четырех модулей, которые сформированы в два блока.

Первый блок затрагивает вопросы, связанные с компетентной моделью предпринимателя и основами проектирования бизнес-моделей. Второй блок посвящен вопросам маркетинга и финансов. Каждый из блоков ведется отдельным специалистом-преподавателем.

Курс, кроме образовательной составляющей, ставит своей задачей вовлечение студентов через учебный процесс в деятельность других инфраструктурных единиц университета, таких как Студенческий бизнес-клуб "Предпринимательская среда", "Инновационный кластер студенческих проектных групп", "Реактор проектов" и Студенческий бизнес-инкубатор [6].

В 2012-13 учебном году в пилотном режиме запущена программа подготовки магистров по новому направлению. Данная программа получила название "Стартап-магистратура" и ее особенностью является принцип "обучения через деятельность" (Learning by doing) [6].

Цель: повышение качества образования в области технологического предпринимательства путем реализации современных образовательных механизмов, предоставляющих возможность обучения студентов на практике, то есть получения реального

опыта и компетенций в ходе реализации собственных проектов.

Таким образом, вся практическая составляющая образовательного процесса так или иначе связывается с работой над стартапом-проектом магистранта в студенческом бизнес-инкубаторе университета.

Реализация данной магистратуры позволяет:

– решить проблему совмещения деятельности студентов, которые имеют перспективные идеи, но отдают приоритет обучению в университете, а не развитию проекта. В данном варианте студент работает над проектом и одновременно проходит обучение в магистратуре (проект фактически есть его магистратура);

– обеспечить дополнительную мотивацию для работы над проектом. Проект становится не просто волеизъявлением студента, но и обязательной учебной составляющей.

Создается система генерации предпринимателей и студенчества. За основу были взяты проекты, запущенные в 2010-2011 гг. в рамках студенческого бизнес-инкубатора ПНИПУ, такие как студенческий бизнес-клуб "Предпринимательская среда" и "Инновационный кластер студенческих проектов групп (ИКСПГ)".

Задачей бизнес-клуба является популяризация предпринимательского мышления и мотивация молодежи на занятие предпринимательской деятельностью. В качестве механизма реализации проекта используются ежедневные встречи студентов с состоявшимися предпринимателями и мастер-классы, направленные на развитие предпринимательских навыков.

Деятельность ИКСПГ направлена на генерацию новых технологических и бизнес-идей путем использования методик генерации идей (мозговой штурм, метод фокальных объектов и т.д.) на практике. Мероприятия проводятся еженедельно, имеют 2 направленности – креативно-творческую и научно-образовательную. В рамках креативно-творческих мероприятий выступают спикеры из различных областей науки, проводятся мастер-классы

по технике презентаций и работе в команде, а также другие мастер-классы и тренинги, направленные на развитие творческого мышления. В рамках научно-образовательных мероприятий участники имеют возможность ознакомиться с методиками генерации идей и опробовать их на практике, создав новую технологическую или бизнес-идею.

Обе данных площадки показали свою эффективность за время существования и легли в основу новой системы, которая начала работу в сентябре 2012 г. Чтобы ликвидировать промежуток между бизнес-идеями и готовым бизнес-проектом, была создана новая площадка для участников "Предпринимательской среды" и ИКСПГ, которые обладают идеями. Данная площадка получила название "Реактор проектов" и ее суть заключается в проведении месячного интенсива, разбитого на 4 блока, каждый из которых позволит сформировать часть бизнес-проекта. В течение учебного года планируется 6 запусков "Реактора проектов" [6].

В результате работы в "Реакторе проектов" будущий молодой предприниматель получает полный пакет необходимых документов для участия в краевом конкурсе бизнес-проектов "Большая разведка", организованным ПНИПУ и поддержанным краевыми властями. Данный конкурс также является частью единой системы по генерации предпринимателей в вузе, так как позволяет провести экспертную оценку проектов и поощрить авторов на дальнейшую работу.

Конечным элементом вузовской системы генерации предпринимателей из студентов является студенческий бизнес-инкубатор ПНИПУ, куда приходят участники "Реактора проектов", прошедшие экспертизу на конкурсе "Большая разведка", проводимом ежегодно в вузе и поддерживаемым краевым правительством. В рамках бизнес-инкубатора молодым предпринимателям оказывается консультативная поддержка и помощь в поиске экспертов, организации бизнеса и привлечения финансирования для реализации развития бизнеса.

Стоит отметить, что система выстроена по принципу открытой инновации, активно взаимодействует с внешней средой (предпринимателями края, краевыми и городскими властями, научным сообществом города, другими вузами края) в каждом из своих элементов и вовлекает новых участников на каждом этапе, позволяя войти в систему с готовыми наработками на любой стадии.

Складывается практика привлечения студентов к прохождению практики и временного трудоустройства на малых предприятиях, созданных с участием ПНИПУ.

Актуальные вопросы становления предпринимательского университета в России [5]:

- легитимизация идеи предпринимательского университета;
- главным критерием предпринимательского университета является наличие мощного исследовательского бюджета, получаемого из всех источников: государственных, частных, зарубежных, благотворительных и в том числе собственных;
- участие в конкурсе на получение статуса предпринимательского университета с соответствующим финансированием.

Сотрудничество как на национальном, так и на международном уровне чрезвычайно важно для успешной деятельности предпринимательских университетов. Сюда относятся исследовательские партнерства, сети знаний, интегрированные сообщества и партнерства между учреждениями частного и государственного сектора.

Экосистема, основанная на сотрудничестве, выполняет ключевую функцию для быстрого распространения информации и международного сравнительного анализа образовательной, исследовательской деятельности и эффективности инноваций, а также для передачи передовых практик.

Активная предпринимательская деятельность современного университета не является пока ключевым критерием эффективности международных глобальных рейтингов. Методология основных рейтингов представлена в табл. 1.

Фонд Сколково и Сколтех разрабатывают важнейшие показатели устойчивого

развития Сколтеха с учетом инновационных индикаторов [3].

Предпринимательский университет развивает следующие направления [3]:

- формирование поддержки для университетских предприятий может быть обеспечено при помощи института ассоциации выпускников;

- "умные" деньги могут быть привлечены через формирование университетского венчурного фонда и/или эндаумент фонда, управляющими которого должны становиться лица, обладающие профессиональным опытом, включая опыт пред-

принимательства и инвестиций в высокотехнологичной сфере;

- повышение осведомленности и рост компетенции в сфере предпринимательства реализуются, как минимум, через разработку и внедрение образовательных программ;

- повышение предпринимательской активности студентов осуществляется через создание благоприятных условий, в первую очередь, ресурсных и административных.

Т а б л и ц а 1

ACADEMIC RANKING OF WORLD UNIVERSITIES (ARWU)	TIMES EDUCATION-THOMSON REUTERS WORLD UNIVERSITY RANKINGS	QS WORLD UNIVERSITY RANKINGS
2003	2010	2010
<p>Научные публикации 40%</p> <p>Качество преподавательского состава 40 %</p> <p>Качество обучения 10 %</p> <p>Академическая производительность 10%</p>	<p>Преподавание (образовательная среда) 30%</p> <p>Исследования (объемы, доход и репутация) 30%</p> <p>Цитирование (влияние исследований) 32,5%</p> <p>Международное взаимодействие (сотрудники и студенты) 5%</p>	<p>Авторитетность в области научных исследований 40 %</p> <p>Соотношение преподавательского состава к числу студентов 20%</p> <p>Репутации среди работодателей 5%</p> <p>Индекс цитируемости 20%</p> <p>Доля иностранных студентов 5%</p> <p>Доля иностранных преподавателей 5%</p>

Осенью 2011 года в Санкт-Петербурге ведущие университеты: ИТМО, ТУСУР, МФТИ, МИСиС и фонд Сколково подписали декларацию о создании Ассоциации предпринимательских университетов России (АПУР). Цель – содействие формированию государственной политики, продвижению передового российского опыта, активному включению в процессы трансфера технологий и коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности, а также развитию эффективного партнерства с государственными органами власти и бизнеса [5].

На базе Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) проходила Вторая конференция Ассоциации предпринимательских университетов, на которой обсуждались следующие вопросы: взаимодействие Ассоциации с территориальными инновационными кластерами и технологи-

ческими платформами; критерии оценки предпринимательского университета его профессоров; акселерация малых инновационных компаний, созданных при университетах, и создание посевного фонда для них; создание независимого экспертного совета и юридическое оформление организации и др. Обсуждение строилось по принципу "тройной спирали", так как в конференции активное участие принимали не только делегации более чем двадцати университетов, но и представители законодательной, исполнительной власти, инновационного малого и среднего бизнеса, госкорпораций – "Ростехнологии" и "Оборонпрома".

Констатируя опыт создания Ассоциации предпринимательских университетов, следует отметить, что создаваемые предпринимательскими университетами малые инновационные предприятия способствуют появлению новых кафедр, являются

заказчиками на научные исследования и на выпускников университета. Студенческие бизнес-инкубаторы пропускают через себя проекты, из которых получают успешные субъекты бизнес-среды и новые рабочие места для студентов и выпускников вузов. Например, студенческий бизнес-инкубатор ТУСУР пропускает в год до 150 проектов, из которых получается 4 успешных бизнеса и 100 новых рабочих мест для студентов-выпускников ТУСУР.

На Второй конференции Ассоциации предпринимательских университетов России состоялся обмен передовым опытом организаций предпринимательской деятельности в вузах России. Полученные знания, установленные контакты и сотрудничество позволят вузам России быстрее и эффективнее развивать концепции предпринимательского университета, готовить новые поколения выпускников высшей школы – инноваторов, воспитанных в научно-техническом творчестве и имеющих навыки предпринимательской деятельности, а также создавать эффективные малые инновационные предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Burton R. Clark. Greeting Entrepreneurial Universities: Organizational Pathways of Transformation. IAU PRESS, Published for IAU PRESS PERGAMON. – London, 1998.*

2. *Васильев В.Н., Тойвонен Н.Р. Исследовательский и/или предпринимательский // Инновации. – 2010, №5. С. 89...87.*

3. *Поляков Н.А., Яныкина Н.О. Инфраструктура поддержки малого инновационного предпринимательства современного вуза // Инновации. – 2013, №7. С. 38...44.*

4. *Власов В.А., Байдали С.А., Козырев М.М. Инновационная инфраструктура ТПУ как комплексная система проведения научных исследований, создания технологий и подготовки кадров для организации высокотехнологичных производств в области энерго- и ресурсоэффективности // Инновации. – 2012, №7. С. 6...12.*

5. *Боков Л.А., Кобзев А.В., Уваров А.Ф., Шурьгин Ю.А. На пути к предпринимательскому университету // Инновации. – 2011, №4. С. 11...17.*

6. *Коротаев В.Н., Мыльников Л.А. Вопросы развития инновационной инфраструктуры и коммерциализации научных разработок в Пермском национальном исследовательском политехническом университете // Инновации. – 2012, №11. С. 23...26.*

7. *Балыхин М.Г. Важнейшие проблемы коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности в высших учебных заведениях России и направления их решений // Креативная экономика. – 2015. Т. 9, № 1 (97). С. 111...124.*

REFERENCES

1. *Burton R. Clark. Greeting Entrepreneurial Universities: Organizational Pathways of Transformation. IAU PRESS, Published for IAU PRESS PERGAMON. – London, 1998.*

2. *Vasil'ev V.N., Tojvonen N.R. Issledovatel'skij i/ili predprinimatel'skij // Innovacii. – 2010, №5. S.89...87.*

3. *Poljakov N.A., Janykina N.O. Infrastruktura podderzhki malogo innovacionnogo predprinimatel'stva sovremennogo vuza // Innovacii. – 2013, №7. S.38...44.*

4. *Vlasov V.A., Bajdali S.A., Kozыrev M.M. Innovacionnaja infrastruktura TPU kak kompleksnaja sistema provedenija nauchnyh issledovanij, sozdanija tehnologij i podgotovki kadrov dlja organizacii vysokotekhnologichnyh proizvodstv v oblasti jenergo- i resursojeffektivnosti // Innovacii. – 2012, №7. S.6...12.*

5. *Bokov L.A., Kobzev A.V., Uvarov A.F., Shurygin Ju.A. Na puti k predprinimatel'skomu universitetu // Innovacii. – 2011, №4. S. 11...17.*

6. *Korotaev V.N., Myl'nikov L.A. Voprosy razvitiya innovacionnoj infrastruktury i kommercializacii nauchnyh razrabotok v Permskom nacional'nom issledovatel'skom politehnicheskom universitete // Innovacii. – 2012, №11. S. 23...26.*

7. *Balyhin M.G. Vazhnejshie problemy kommercializacii rezul'tatov intellektual'noj dejatel'nosti v vysshih uchebnyh zavedenijah Rossii i napravlenija ih reshenij // Kreativnaja jekonomika. – 2015. T. 9, № 1 (97). S. 111...124.*

Рекомендована кафедрой проектирования и художественного оформления текстильных изделий. Поступила 21.12.15.

**НЕОБХОДИМОСТЬ РАДИКАЛЬНЫХ ПЕРЕМЕН
В ХЛОПКОВОДСТВЕ КАЗАХСТАНА
КАК ОСНОВА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И СНИЖЕНИЯ РИСКОВ**

**THE NEED FOR RADICAL CHANGES
IN COTTON PRODUCTION OF KAZAKHSTAN
AS THE BASIS FOR RISK PREVENTION AND REDUCTION**

С.К. МИЗАМБЕКОВА, Т.А. ТАИПОВ
S.K. MIZAMBEKOVA, T.A. TAIPOV

(Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан,
Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)

(Kazakh National Agrarian University, Republic of Kazakhstan,
Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)
E-mail: i.taipova@mail.ru

В статье показано состояние развития хлопководства в Казахстане, отражен ряд проблем, затрудняющих реализацию закона РК "О развитии хлопковой отрасли". Обоснована необходимость разработки мер государственной поддержки развития хлопковой отрасли и внедрения новых форм государственного стимулирования. Сделан акцент на кооперацию малых агроформирований. Важная роль отводится созданию рынка агротехнологических услуг путем организации МТС – как одно из условий решения проблемы технического и технологического обеспечения хлопководства и снижения рисков ситуаций.

The article shows the state of cotton production development in Kazakhstan, and reflects a number of problems that hinder the implementation of the Law of RK "On the development of cotton production sector". The necessity of development of public support measures for the development of cotton production sector and introduction of new forms of government incentives has been justified. Emphasis is placed on cooperation of small agribusinesses. The establishing of agrotechnological services market by providing MTS as one of conditions to solve the problem of technical and technological.

Ключевые слова: Казахстан, хлопководческая отрасль, агротехнологии, крестьянские (фермерские) хозяйства, ресурсосберегающие технологии, хлопкоперерабатывающие предприятия, субсидирование, кооперация, машинно-технологические станции, производительность труда.

Keywords: Kazakhstan, cotton production sector, agritechnologies, peasant (private) farms, energy saving technologies, cotton processing enterprises, subsidizing, cooperation, machine-technological stations, labor productivity.

Развитие хлопководства (включая переработку хлопка), являющегося основой легкой промышленности, – одна из стратегических задач аграрного сектора Казахстана. Хлопок – вторая экспортная культура в стране после зерна. Однако, анализи-

руя динамику развития данной отрасли за последние годы, можно сделать вывод, что без кардинальных изменений ситуация будет только ухудшаться. И в первую очередь это связано с тем, что у крестьян пропадает интерес к выращиванию хлопчат-

ника. Имея 5...10 гектаров земли, они затрачивают около 70...80 тыс. тенге на гектар, при этом средняя урожайность хлопчатника составляет 20...23 ц/га. В последние годы прибыль от выращивания хлопчатника остается низкой. Всего за 3...4 года площади под хлопком уменьшились более чем на 60 тысяч гектаров.

Существует ряд проблем, затрудняющих реализацию закона РК "О развитии хлопковой отрасли" и соответственно увеличивающих уровень рисков. Это прежде всего несоблюдение сельхозпроизводителями севооборотов, ненадлежащее развитие института хлопковых расписок и системы гарантирования исполнения обязательств по ним, нехватка поливной воды, вопросы ценообразования на хлопок-сырец. Основная проблема отечественного хлопководства – не низкая закупочная цена, едва покрывающая затраты на выращивание хлопчатника, а низкая урожайность из-за нарушения агротехнологий, истощения почвы, некачественных семян, что соответственно отражается на урожайности. Один из путей решения данной проблемы – внедрение ресурсосберегающих технологий и обновление техники [1...5].

Исходя из тенденций последних лет, дальнейшее выращивание хлопчатника будет концентрироваться в крупных хозяйствах, непосредственно связанных с текстильным производством, экспортирующих хлопковое волокно, применяющих современные технологии выращивания "белого золота".

В Казахстане хлопчатник выращивается в основном в Южно-Казахстанской области, где имеются необходимые климатические условия для его возделывания: обилие солнечного света, наличие плодородной орошаемой земли, поливной воды и трудовых ресурсов.

В республике принята Программа по развитию агропромышленного комплекса на 2013-2020 годы "Агробизнес-2020", предусматривающая механизм государственной поддержки сельхозтоваропроизводителей, позволяющий создать оптимальные условия для повышения конкурентоспособности субъектов отрасли: фи-

нансовое оздоровление, гарантирование и страхование займов, инвестиционные субсидии, субсидирование ставки вознаграждения по кредитам и лизингу, фондирование банков второго уровня.

В связи с этим в рамках указанной программы принимаются необходимые меры по государственной поддержке развития хлопковой отрасли и внедрению новых форм государственного стимулирования, а именно: введение государством системы обращения хлопковых расписок, направленных на привлечение финансовых инвестиций в хлопководческую отрасль. В этих целях применяется эффективная система защитных мер, обеспечивающая доверие к хлопковой расписке со стороны всех участников рынка: лицензирование деятельности по первичной переработке хлопка-сырца в хлопок-волокно, инспектирование деятельности хлопкоперерабатывающих предприятий, система гарантирования исполнения обязательств по хлопковым распискам, предупреждающих и снижающих риски в отрасли.

Сельхозтоваропроизводители могут реализовывать хлопок-сырец трейдерам и сдавать его хлопкоперерабатывающим организациям на хранение и первичную переработку и получать хлопковую расписку с тем, чтобы иметь доступ к кредитным ресурсам банков второго уровня. Кроме того, это позволяет владельцам хлопка реализовывать хлопок по своему усмотрению и по более высокой цене, с учетом ежегодно складывающейся ценовой конъюнктуры на рынке хлопка.

В хлопководстве, где преобладают мелкотоварные агрообразования, необходимо отводить приоритетную роль эффективному машинно-технологическому обеспечению производства продукции. В настоящее время недостаток машинно-тракторного парка, его высокая изношенность и моральное старение являются основной причиной, сдерживающей внедрение современных технологий и инноваций. В отрасли техника и технология решают основные проблемы конкурентоспособности произведенной продукции и товаропроизводителей.

В то же время технологическое обслуживание и новые формы взаимодействия малых агроформирований со структурами, относящиеся к службе агротехсервиса, недостаточно разработаны. С одной стороны, они являются потребителями технических средств производства, с другой – производителями агротехнологических услуг. Создание рынка агротехнологических услуг путем организации МТС в современных условиях является актуальным и важным условием решения проблемы технического и технологического обеспечения хлопководства и снижения рисков ситуаций.

Исследования накопленного опыта в Казахстане и экономически развитых странах показывают, что организация МТС, развитие технологического обслуживания позволят компенсировать недостаток техники в малых агроформированиях, повысить производительность труда, перевести хлопководство на путь индустриально-инновационного развития. Выработка тракторов в МТС выше на 30...35%, хлопкоуборочных машин в 1,5...2,0 раза выше по сравнению с сельскохозяйственными предприятиями. В результате МТС имеет преимущество с точки зрения эффективности инвестиций в развитие материально-технической базы отрасли.

Важная роль отводится выбору рациональной организационно-правовой формы, являющейся одним из основных условий функционирования МТС и источников формирования их машинно-тракторного парка. На наш взгляд, перспективной с точки зрения практической реализации организации технологического обслуживания является кооперативная модель МТС, основными учредителями которой должны быть обслуживаемые сельскохозяйственные формирования (крестьянские, фермерские хозяйства). В связи с недостатком финансовых ресурсов и экономическими трудностями, возникающими при организации МТС, необходимо поэтапное формирование их организационно-функциональной и управленческой структуры. Поэтапное формирование структуры услуг управления предполагает переход от про-

изводственной ориентации МТС к маркетинговой, нацеленной на более полное удовлетворение потребностей сельскохозяйственных товаропроизводителей в технологических услугах.

Необходимым этапом взаимодействия является оценка экономической эффективности технологического обслуживания посредством составления итоговых производственных и экономических показателей: урожайность, себестоимость, рентабельность по видам сельскохозяйственных культур, предусмотренных машинно-технологической картой производства хлопка-сырца. Окончательный расчет по договору о совместной деятельности между МТС и сельскохозяйственными товаропроизводителями целесообразно проводить в конце года после окончания уборки урожая, связывая оплату механизаторов с конечными результатами производства продукции.

Основное преимущество предложенного механизма экономических взаимоотношений между производителями и потребителями технологических услуг заключается в сближении их экономических интересов в рамках единого технологического процесса на основе распределения технологических функций и обеспечения совместной экономической ответственности за конечные результаты производства.

Такой механизм экономических взаимоотношений позволяет предварительно прогнозировать экономические показатели эффективного технологического обслуживания с учетом колебания производственных затрат, урожайности, сложившейся конъюнктуры цен на сельскохозяйственную продукцию. Стабильность или повышение цен реализации сельскохозяйственной продукции существенно расширяет возможности взаимовыгодного и эффективного сотрудничества между МТС и сельскохозяйственными товаропроизводителями.

Основной проблемой при создании МТС является недостаток финансовых ресурсов, малое количество материально-технических ресурсов, низкое технологическое качество выпускаемых машин.

Проблему в ряде случаев составляет и зарубежная техника, поскольку ее закупка связана со значительными первоначальными затратами из-за высоких цен. Также имеется риск увеличить расходы на эксплуатацию и ремонт этой техники в результате неадаптированности ее к условиям хлопкосеющего региона Казахстана.

Наибольшие перспективы принадлежат созданию МТС на кооперативной основе, что позволит наладить эффективное межхозяйственное использование МТП, при котором годовая загрузка машин может быть увеличена в 2...4 раза, текущие затраты на межхозяйственные работы сокращены на 30...50%, а потребность в инвестициях в основной капитал на создание собственного машинно-тракторного парка снизится на 20...25%. При такой форме организации МТС можно воспользоваться налоговыми преференциями для сельскохозяйственных кооперативов.

Другим вариантом организации МТС является ее деятельность внутрирайонной кооперации хозяйств, образование совместно с учредителями из фермерских и крестьянских хозяйств, предприятий первичной переработки и реализации продукции, ремонтно-технических предприятий, предприятий агрохимии и других. Все перечисленные кооперативы (ПК, ТОО) участвуют в качестве равноправных членов товарищества или акционеров.

В таком варианте весь агрокомплекс будет работать как единое целое, сосредоточив в одних руках производство, переработку и реализацию сельскохозяйственной продукции. Таким образом, создается крупное объединение по производству, переработке и реализации хлопковой продукции.

Также МТС могут быть в составе производственного кооператива в качестве его структурного подразделения без прав юридического лица, которое осуществляет производственные связи с другими участниками на принципах внутрихозяйственного расчета. В этом случае затраты хозяйств на оплату работ, выполненных МТС, сокращаются на 25...30%. Кроме того, придание МТС статуса структурного

подразделения ПК на внутрихозяйственном расчете улучшит управление МТС и даст возможность жесткого контроля зависимости качества и стоимости оказанных услуг от материального стимулирования ее работников.

Для эффективной работы создаваемых МТС необходимо:

- предпринимать всесторонние меры по повышению эффективности использования МТП и снижению стоимости услуг на механизированные работы;

- освоить новейшие инновационные технологии, направленные на ресурсо- и энергосберегающее производство;

- расширить применение сельскохозяйственной техники: механизированные, мобильные уборочные и транспортные отряды, специализированные комплексы и др.;

- за счет увеличения годовой загрузки машин, повышения интенсивности их использования можно снизить себестоимость услуг МТС и расценки на них. В настоящее время из-за дороговизны услуг фермерские и крестьянские хозяйства не всегда могут быть платежеспособными и рассчитываться с МТС за выполненный объем механизированных работ, что, в свою очередь, усложняет проблему пополнения оборотных средств в МТС, приводит к росту дебиторских задолженностей и несвоевременной уплате бюджетных обязательств;

- осуществлять полный цикл технологического сервиса сельского товаропроизводителя.

Для успешной работы МТС необходимо государственное регулирование и поддержка. В период становления целесообразно предоставлять им льготы в налогообложении, выделять льготные кредиты для лизингового приобретения техники, субсидировать некоторые важные агротехнические операции: вспашку зяби, уборку урожая.

Опыт действующих МТС показывает и подтверждает правильность выбранного направления – производительность труда при выполнении ими агротехнических операций значительно выше, чем при выполнении тех же операций самостоятельно

фермерскими и крестьянскими хозяйствами. МТС способны внедрять индустриально-инновационные технологии и модернизировать хлопководческую отрасль за счет приобретения новой техники и технологий, использования профессиональных кадров, обеспечения высокой производительности труда и конкурентоспособности отрасли на отечественном и внешнем рынках и, следовательно, снизить риски сельхозтоваропроизводителей.

ВЫВОДЫ

Предложен механизм экономических взаимоотношений между производителями технологических услуг и малыми формами хозяйствования для обеспечения высокой производительности труда и конкурентоспособности отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Таласов М.Ж. Особенности производства, переработки и сбыта продукции хлопководства на юге Казахстана // Аль-Пари. – 2008, №3.
2. Мериков Б. Проблемы государственного регулирования и поддержки хлопководства // Экономика и статистика. – 2009, №1.
3. Барышева А.В., Ерлыгина Е.Г., Штебнер С.В. Кластерный подход при переходе к инновационному типу экономического развития // Изв. вузов.

Технология текстильной промышленности. – 2014, №4.

4. Барышева А.В., Ерлыгина Е.Г., Штебнер С.В. Тенденции и перспективы развития текстильной промышленности Республики Казахстан с позиции кластеризации экономики // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №1.

5. Закон Республики Казахстан "О сельскохозяйственных кооперативах". – 29 октября 2015, Астана.

REFERENCES

1. Talasov M.Zh. Osobennosti proizvodstva, pererabotki i sbyta produkcii hlopkovodstva na juge Kazahstana // Al'-Pari. – 2008, №3.

2. Merikov B. Problemy gosudarstvennogo regulirovaniya i podderzhki hlopkovodstva // Jekonomika i statistika. – 2009, №1.

3. Barysheva A.V., Erlygina E.G., Shtebner S.V. Klasternyj podhod pri perehode k innovacionnomu tipu jekonomicheskogo razvitija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №4.

4. Barysheva A.V., Erlygina E.G., Shtebner S.V. Tendencii i perspektivy razvitija tekstil'noj promyshlennosti Respubliki Kazahstan s pozicii klasterizacii jekonomiki // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №1.

5. Zakon Respubliki Kazahstan "O sel'skohozjajstvennyh kooperativah". – 29 oktjabrja 2015, Astana.

Рекомендована кафедрой экономики и финансов Казахского национального аграрного университета. Поступила 27.01.16.

УДК 336.221: 338.24

НАЛОГОВЫЙ КОМПЛАЕНС КАК СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЛОГОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

TAX COMPLIANCE AS A METHOD OF PROVIDING OF TAX SECURITY OF A COMPANY

К.А. ХАЛЕЗОВА
K.A. KHALEZOVA

(Ивановский государственный университет)
(Ivanovo State University)

E-mail: halezova-ksenia@mail.ru

В статье обоснована необходимость построения системы налоговой безопасности предприятий и дана оценка роли налогового комплаенса в ее обеспечении. Представлена уточненная дефиниция термина "комплаенс"

и определено место налогового комплаенса в системе управления налогообложением предприятия. Предложены поэтапный алгоритм внедрения комплаенс-функции в деятельность организации и основные комплаенс-процедуры, направленные на минимизацию налоговых рисков, связанных с нарушениями налогового законодательства.

The necessity of the tax security system of companies and assessment of the role of tax compliance in its provision are given in the article. The specified definition of compliance and the place of tax compliance in an enterprise tax management system are given. Algorithm of phased implementation of the compliance function in an organization and basic compliance procedures aimed at minimizing tax risks associated with violations of tax legislation are proposed.

Ключевые слова: налоговая безопасность, налоговые риски, налоговый комплаенс, комплаенс-процедуры.

Keywords: tax security, tax risks, tax compliance, compliance procedures.

В условиях нестабильности и противоречивости реформационных процессов в российской экономике одной из важнейших задач развития отечественного бизнеса является формирование устойчивой системы экономической безопасности предприятий, обеспечивающей как предотвращение угроз, так и минимизацию последствий отдельных негативных составляющих внешней и внутренней среды. При этом одним из значимых элементов системы экономической безопасности является налоговая безопасность, которая определяется степенью защищенности предприятия (как налогоплательщика) от финансовых и иных потерь налогового характера.

Основной задачей механизма обеспечения налоговой безопасности предприятия является формирование рациональной системы мониторинга и управления налоговыми рисками, под которыми понимается вероятность возникновения потенциальной угрозы дополнительных затрат (в виде доначисления налогов, начисления штрафов, пени) из-за несоблюдения законодательных актов в сфере налогообложения, совершения налоговых правонарушений и, как следствие, возрастания налоговой нагрузки.

Здесь необходимо отметить, что величина налоговой нагрузки в Российской Федерации, определенная по данным Международного валютного фонда, в

2013 году составляла 36,62%, а рассчитанная по методике ОЭСР – 34,11 %, что соответствует среднему ее уровню по странам-членам ОЭСР [1].

Однако результаты проведенного Торгово-промышленной палатой РФ в октябре-ноябре 2015 г. анкетирования представителей бизнеса показали, что 52% респондентов оценили уровень налоговой нагрузки в России как "высокий", тем самым признав необходимость проведения мероприятий, направленных на ее минимизацию. При этом среди факторов, увеличивающих налоговые риски российского бизнеса, 30% участников опроса отметили разницу толкования налогового законодательства судами и налоговыми органами; 18% – неясность налогового законодательства и еще 15% – слишком частое его изменение [1].

Таким образом, несмотря на заявления представителей исполнительной власти и законодателей относительно либерализации налоговой системы в России, уровень налоговой нагрузки предприятий и соответственно уровень их налоговых рисков является достаточно высоким, что актуализирует и подтверждает необходимость построения четкой системы налоговой безопасности.

На наш взгляд, одним из действенных инструментов, которым может оперировать предприятие при формировании нало-

говой безопасности, является система налогового комплаенса.

Комплаенс происходит от английского слова *compliance* – согласие, соответствие (*to comply* – соответствовать). В широком смысле слова комплаенс обозначает соответствие нормам закона, стандартам и регулятивным установленным правилам. В узком смысле комплаенс – это выявление рисков нарушений законодательства при использовании как ресурсов коммерческих организаций, так и государственных средств, а также признаков фактов коррупции.

На данный момент времени в российском законодательстве отсутствует официальное определение данной функции, в связи с чем у делового сообщества еще не сложилось единого ее понимания.

На основе изучения мнений различных ученых и практиков автором предлагается следующее уточненное определение комплаенса. "Комплаенс – это система мероприятий, правил и процедур, направленных на обеспечение соответствия деятельности организации требованиям законодательства, отраслевых и внутренних стандартов, инструкций, правил, стандартов саморегулируемых организаций или кодексов поведения, касающихся участников рынка, в целях минимизации и/или исключения комплаенс-риска применения юридических санкций или санкций регулирующих органов, а также существенного финансового убытка или потери репутации".

Исходя из этого определения, можно сделать вывод, что основными целями системы комплаенс являются: противодействие угрозам, управление комплаенс-рисками и обеспечение соответствия деятельности организации требованиям регуляторов.

При этом внедрение системы комплаенс должно быть направлено на решение одновременно нескольких задач:

- выполнение формальных требований законодательства, регулирующих органов, инвесторов, бизнес-партнеров;
- обеспечение правовой защиты от претензий со стороны регуляторов, смягчение штрафных санкций;

- улучшение делового имиджа, повышение доверия со стороны проверяющих органов.

Поскольку система комплаенс в целом представляет собой совокупность процессов и процедур, направленных на обеспечение соответствия организации требованиям применяемого законодательства, то данная система в рамках налогообложения позволит "сгладить" противоречия, возникающие между налогоплательщиком и налоговыми органами.

Основной целью налогового комплаенса (*tax compliance*) является минимизация финансово-экономических, правовых и налоговых издержек, возникающих в результате нарушения налогового законодательства. Кроме того, налоговый комплаенс обеспечивает соблюдение и прочих регуляторных требований (таких как требования МСФО и других стандартов), предъявляемых к процессу налогообложения в организации.

Система налогового комплаенса позволяет заблаговременно выявлять и воздействовать на налоговые риски, а если они уже сформированы, то адекватно оценивать и минимизировать их негативные последствия, что, по сути, и является основой обеспечения налоговой безопасности предприятия.

В разработке и внедрении функции *tax compliance* заинтересованы как собственники, так и топ-менеджеры, поскольку нарушения законодательства Российской Федерации о налогах и сборах могут приводить не только к финансовым потерям организации, но и к уголовной ответственности ее руководителей. Однако, несмотря на всю важность введения системы налогового комплаенса в практику российских предприятий, в настоящее время данная тема теоретически не проработана. В России пока известны лишь единичные работы по применению функции комплаенс-контроля в налогообложении хозяйствующих субъектов [2...5].

Кроме того, необходимо отметить, что в экономической литературе отсутствует единое мнение относительно места нало-

гового комплаенса в системе управления налогообложением предприятия.

На наш взгляд, нельзя отождествлять комплаенс и систему внутреннего контроля (СВК), поскольку в основе комплаенс-функции лежит превентивный контроль (то есть комплаенс работает в предупредительном режиме), в то время как внутренние контролеры проводят анализ уже свершившихся фактов хозяйственной деятельности и устанавливают их соответствие требованиям налогового законодательства.

Также неверно считать налоговый комплаенс элементом лишь системы внутреннего контроля налогов, поскольку некоторые tax compliance-функции выходят за рамки СВК, в том числе: мониторинг эффективности управления налоговым риском, выявление случаев конфликтов интересов с проверяющими органами, а также обнаружение и анализ операций, которые "носят запутанный и необычный характер" с точки зрения налогового законодательства.

Налоговый комплаенс формирует фундамент внутреннего контроля над налогами в любой организации. В то же самое время налоговый комплаенс – это элемент и риск-менеджмента, поскольку одной из основных его задач является управление налоговыми рисками.



Рис. 1

Поэтому, на наш взгляд, налоговый комплаенс необходимо рассматривать как часть системы внутреннего контроля налогов и одновременно как неотъемлемый

элемент системы корпоративного управления налоговыми рисками (рис. 1 – место системы налогового комплаенса в системе управления налогообложением), объединение функций которых может обеспечить синергический эффект, который будет способствовать повышению уровня налоговой безопасности предприятия.

При внедрении в систему управления предприятием tax compliance необходимо обеспечить надлежащую сбалансированность между затратами на его внедрение и поддержание и экономической выгодой, которая может быть получена в результате функционирования данной системы. Так, например, анализ деятельности российских коммерческих банков (где система комплаенс стала уже нормой) показывает, что польза от его внедрения несоизмеримо больше рисков, связанных с его отсутствием [6].

На наш взгляд, при построении системы налогового комплаенса необходимо придерживаться принципа разумности. Предприятия должны стремиться к тому, чтобы с минимальными затратами (человеческие ресурсы, используемые информационные платформы, "ноу-хау", средства на консультантов и "аутсорсинг") проводить необходимый, но достаточный объем tax compliance.



Рис. 2

Эффективность функционирования налогового комплаенса на предприятии во многом зависит от грамотной его интеграции в сопряженные подсистемы корпоративного управления, в том числе: системы риск-менеджмента, внутреннего контроля и налоговой безопасности. Поэтому внедрение налогового комплаенса в систему

управления предприятием необходимо проводить поэтапно. Предлагаемый автором алгоритм действий, осуществляемых при создании системы налогового комплаенса на предприятии, представлен на рис. 2.

В первую очередь, при внедрении системы налогового комплаенса необходимо определить "ответственного" за ее создание и функционирование. Обязанности налогового комплаенс-менеджера (комплаенс-контролера, комплаенс-офицера) может выполнять любой специалист, имеющий специальное высшее образование. Однако в дальнейшем комплаенс-менеджеру в сфере налогообложения в целях освоения передовых практик необходимо получить международный сертификат, выдаваемый в России International Compliance Association (ICA).

На следующем этапе необходимо выявить зоны потенциальных налоговых рисков посредством анализа бизнес-процессов компании, сопоставления принимаемых решений и действий с их налоговыми последствиями. У каждой организации имеются свои специфические зоны возникновения налоговых рисков, но некоторые из зон одинаковы для всех. Например, договорные схемы, зона исполнения обязанностей по уплате налогов, зона коммуникаций с налоговыми органами.

Следуя западным подходам в части построения эффективной системы tax compliance, а именно, применяя методику COSO Enterprise Risk Management Framework (рационального риск-менеджмента), далее, на основе результатов анализа зон налоговых рисков, целесообразно рекомендовать составление карты налоговых рисков (3-й этап предложенного алгоритма, рис. 2). Для этого необходимо идентифицировать риски, выделив наиболее критичные (с точки зрения возможного ущерба), в отношении которых в дальнейшем будут выработываться и внедряться специальные комплаенс-процедуры.

Крайне важно при построении системы tax compliance определить ответственных за принятие решений, влекущих налоговые риски (4-й этап). На наш взгляд, ими могут

быть как менеджеры высшего уровня, так и среднего, и низшего звена.

Не менее важным этапом является подготовка персонала для выполнения комплаенс-функций. Специалистам, уже обладающим компетенциями в части применения налогового законодательства, необходимо пройти дополнительную подготовку по управлению налоговыми комплаенс-рисками. При этом умения и навыки комплаенс-служащих должны постоянно совершенствоваться путем их участия в профессиональных конференциях, семинарах и тренингах.

При создании системы налогового комплаенса необходимо четкое распределение его функций и закрепление их за конкретными исполнителями во внутренних распорядительных документах предприятия. Представляется возможным формирование как самостоятельного отдела, выполняющего все комплаенс-функции, так и их распределение между несколькими сопряженными структурными подразделениями (бухгалтерской, юридической и финансовой службами, отделом внутреннего контроля и службой управления рисками).

Во втором случае необходима четкая координация их деятельности, разработка схемы взаимодействия и сфер ответственности, а также подконтрольности и подотчетности служащих этих подразделений руководителю-координатору (должностному лицу по налоговому комплаенсу). Эффективность же распределения полномочий и порядок взаимодействия при возложении обязанностей по управлению комплаенс-риском на служащих разных подразделений (в том числе в целях предотвращения конфликта интересов и условий его возникновения) должны стать объектом проверки службы внутреннего контроля организации.

Таким образом, внедрение налогового комплаенса необходимо проводить поэтапно и только на основе системного подхода, любые внесистемные попытки встроить комплаенс в существующую структуру управления могут нанести вред

как бизнесу в целом, так и помешать эффективному и результативному выполнению налоговой функции. Другими словами, бессистемность при организации налогового комплаенса повлечет за собой бóльшие финансовые, нежели запланированные затраты на организацию данной системы.

Как уже отмечалось, tax compliance носит превентивный характер, что оказывает непосредственное влияние на состав комплаенс-процедур. Комплаенс-процедуры, относящиеся к сфере налогообложения, должны быть направлены на выявление потенциальных налоговых рисков, грозящих предприятию, а также на сопоставление действий по их предотвращению с возможными последствиями для определения и оценки выбранных способов и методов обеспечения налоговой безопасности.

Представляется, что основными комплаенс-процедурами в сфере налогообложения должны стать:

- анализ и оценка налогового законодательства, мониторинг его изменений;
- анализ бизнес-процессов предприятия и оценка принимаемых решений в части соблюдения требований налогового законодательства;
- оценка внутренних документов (в том числе корпоративной учетной политики в целях налогообложения), анализ их содержания с учетом изменений внешней правовой среды;
- проведение экспертизы заключаемых организацией договоров на предмет наличия в них условий, допускающих неоднозначное толкование налогового законодательства;
- анализ налоговой нагрузки и выявление основных направлений минимизации налоговых платежей;
- налоговое планирование в части структурирования сделок и определения договорной политики;
- формирование базы данных по спорным налоговым ситуациям;
- выявление степени подготовленности сотрудников, отвечающих за налоговые расчеты и др.

1. В условиях становления и реформирования налоговой системы России налоговая безопасность организаций подвергается значительным рискам, что актуализирует необходимость разработки новых подходов к ее обеспечению. В связи с этим предложено внедрение налогового комплаенса в деятельность отечественных предприятий, который, объединяя в себе функции СВК налогов и корпоративного управления налоговыми рисками, обеспечивает синергический эффект при минимизации налоговых рисков и повышает уровень налоговой безопасности предприятия.

2. Разработанный алгоритм действий по внедрению налогового комплаенса будет способствовать более рациональному его функционированию за счет оптимальной интеграции в сопряженные подсистемы управления. Практическая же реализация предложенных комплаенс-процедур позволит своевременно отслеживать и эффективно противостоять налоговым рискам различных видов, что сократит финансово-экономические, правовые и налоговые издержки предприятия, возникающие в результате нарушения налогового законодательства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основные направления налоговой политики Российской Федерации на 2016 год и плановый период 2017 и 2018 годов (проект) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.minfin.ru/common/upload/library/2015/07/main/ONNP_2016-2018.pdf (дата обращения: 12.01.2016)
2. Коростелкин М.М. Налоговый комплаенс как система подтверждения достоверности расчета налоговых обязательств // Управленческий учет. – 2014, №11. С.60.
3. Пустовалова Е. Эффективный комплаенс для успешного бизнеса [Электронный ресурс] // Ремедиум. – 2012, № 4, апрель. – Доступ из справ.-правовой системы Гарант.
4. Цепилова Е.С. Методология и инструментарий корпоративного контроля выполнения налоговых обязательств хозяйствующими субъектами: Дис.... докт. экон. наук. – Ростов-на-Дону, 2015.
5. Савсерис С. Налоговая безопасность фирмы: как обеспечить [Электронный ресурс] // Бухгалте-

рия: просто, понятно, практично. – 2012, №2. – Режим доступа: <http://www.ibuh.ru/undercontrol/4309/65331/> (дата обращения 11.01.2016).

6. *Крупышев Д.* Управление комплаенс-рисками в российском банке. Конкурентные преимущества системного подхода [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.lecap.ru/upload/information_system_15/1/8/5/item_185/information_items_property_354.pdf (дата обращения 12.01.2016).

REFERENCES

1. Osnovnye napravlenija nalogovoj politiki Rossijskoj Federacii na 2016 god i planovyy period 2017 i 2018 godov (proekt) [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.minfin.ru/common/upload/library/2015/07/main/ONNP_2016-2018.pdf (дата обращения: 12.01.2016)

2. Korostelkin M.M. Nalogovyy komplaens kak sistema podtverzhdenija dostovernosti rascheta nalogovyh objazatel'stv // Upravlencheskij uchet. – 2014, №11. S.60.

3. Pustovalova E. Jefferktivnyj komplaens dlja uspešnogo biznesa [Elektronnyj resurs] //Remedium.

– 2012, № 4, aprel'. - Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy Garant.

4. Cepilova E.S. Metodologija i instrumentarij korporativnogo kontrolja vypolnenija nalogovyh objazatel'stv hozjajstvujushimi sub"ektami: Dis...dokt. jekon. nauk. – Rostov-na-Donu, 2015.

5. Savseris S. Nalogovaja bezopasnost' firmy: kak obespechit' [Elektronnyj resurs] // Buhgalterija: prosto, ponjatno, praktichno. – 2012, №2. – Rezhim dostupa: <http://www.ibuh.ru/undercontrol/4309/65331/> (дата обращения 11.01.2016).

6. Krupyshev D. Upravlenie komplaens-riskami v rossijskom banke. Konkurentnye preimushhestva sistemnogo podhoda [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa:

http://www.lecap.ru/upload/information_system_15/1/8/5/item_185/information_items_property_354.pdf (дата обращения 12.01.2016).

Рекомендована кафедрой экономического анализа и бухгалтерского учета. Поступила 10.02.16.

УДК 620.1.05

**ПОСТРОЕНИЕ ПОРТАТИВНОЙ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИИ НИТИ
ПРИ ОДНООСНОМ РАСТЯЖЕНИИ**

**CREATION OF THE PORTABLE TEST SYSTEM
FOR RESEARCH STRAIN THREAD
UNDER UNIAXIAL TENSION**

А.Р. ДЕНИСОВ, Д.В. УТКИН

A.R. DENISOV, D.V. UTKIN

(Костромской государственной университет имени Н.А. Некрасова)

(Kostroma State University named after N.A. Nekrasov)

E-mail: inf service@ksu.edu.ru

Предложена схема нагружения нити для исследования ее деформационных характеристик при одноосном растяжении, обеспечивающая уменьшение габаритных размеров и массы испытательной системы (разрывной машины). Приведено описание технического и программного обеспечения портативной испытательной системы.

The loading thread scheme to explore its deformation characteristics under uniaxial tension, providing a reduction of overall dimensions and mass of the test system (tensile testing machine). Describes the hardware and software of portable test system.

Ключевые слова: разрывная машина, одноосное растяжение нити, техническое и программное обеспечение.

Keywords: tensile testing machine, uniaxial tension of thread, hardware and software.

Поставленную задачу решали с использованием разработанного устройства, в котором поступательное движение зажима разрывной машины заменяется на вращательное через наматывание образца нити на вал двигателя (рис. 1 – схема нагружения нити в портативной разрывной машине: 1 – неподвижный зажим, 2 – элект-

рический двигатель, 3 – тензометрический датчик). Это позволяет сделать неограниченную зону деформации образца нити и уменьшить габариты устройства относительно [1...3] за счет исключения из конструкции направляющих для подвижного зажима разрывной машины (колонн).

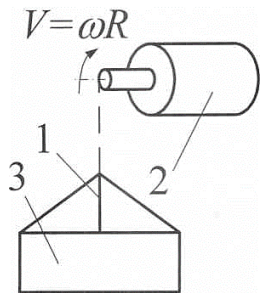


Рис. 1

В качестве силового устройства используется электрический (шаговый) двигатель (2). Двигатель подключается к внешнему блоку питания. Питание двигателя с установкой подачи тока на него, а также выбор количества микрошагов двигателя осуществляются через драйвер шагового двигателя, что позволяет варьировать скорость нагружения образца. В качестве устройства измерения натяжения можно использовать тензометрический датчик (3), так как принцип работы тензометрических датчиков основан на изменении сопротивления тензорезисторов за счет их деформации. Полученные значения сигнала необходимо оцифровать с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП). При этом большинство современных тензометрических датчиков уже оснащены встроенными АЦП. Это удешевит итоговую установку и обеспечит до-

статочную точность при незначительных затратах. Если в тензометрическом датчике отсутствует встроенный АЦП, то можно использовать АЦП на плате микроконтроллера. Характеристики тензометрического датчика определяют ограничение на максимальную величину натяжения, которое составляет не более 100 Н.

Для управления указанными периферийными устройствами разрывная машина должна быть укомплектована платой микроконтроллера, включающей: центральный процессор (микроконтроллер); материнскую плату с необходимой периферией; систему энергообеспечения.

Плата микроконтроллера должна обеспечивать обмен данными по следующим каналам:

- UART(USART) – асинхронный (асинхронно-синхронный) приемопередатчик. Используется для обмена информацией с персональным компьютером;
- I2C(TWI) – двухпроводной интерфейс. Используется для обмена данными с тензометрическим датчиком со встроенными АЦП;
- PWM – широтно-импульсный модулятор. Используется для создания непрерывного периодического аналогового сигнала для работы драйвера двигателя.

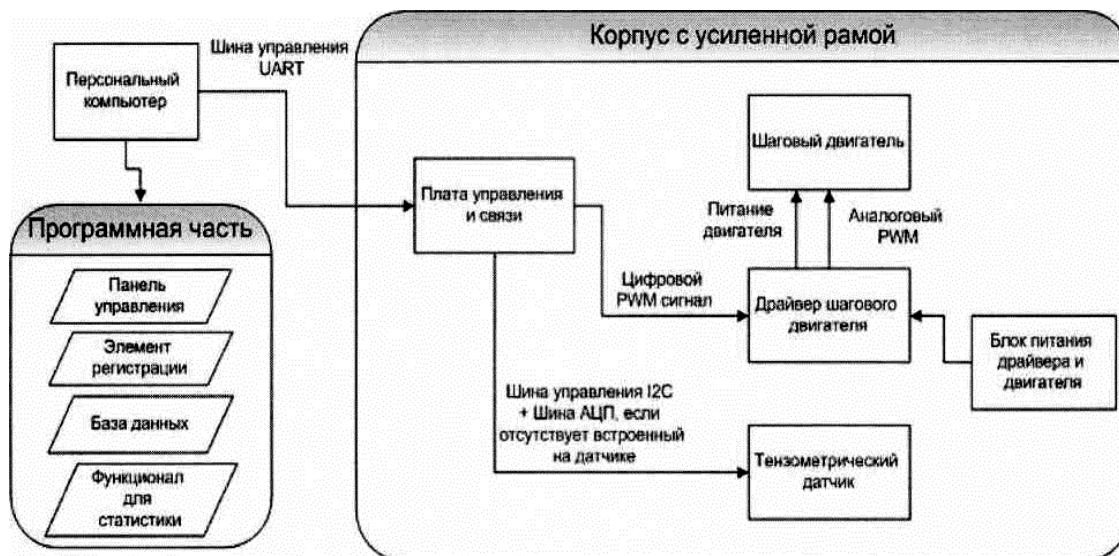


Рис. 2

Все компоненты, описанные выше, устанавливаются на металлическую раму. В местах установки двигателя и тензометрического датчика крепятся металлические пластины толщиной 5...10 мм, что минимизирует деформацию рамы при проведении испытаний. В частном случае исполнения масса разрывной машины составляет порядка 2 кг, габаритные размеры – 150×200×500 мм. Общее управление разрывной машиной осуществляется с персонального компьютера, сопряженного с разрывной машиной по каналу RS232 или USB. Компонентная схема предлагаемой портативной разрывной машины приведена на рис. 2.

Универсальность узлов удешевляет ремонт в случае выхода машины из строя. Возможность сопряжения установки с ПК делает разрывную машину полноценным вариантом портативного лабораторного оборудования для исследования деформационных характеристик нитей. Достижимый технический результат заключается в создании портативной разрывной машины малых габаритных размеров и массы, что позволяет использовать ее в полевых условиях.

Для работы с предложенной разрывной машиной было разработано специализированное программное обеспечение, позволяющее не только визуализировать процесс натяжения нити и определять максимальную разрывную нагрузку, но и сохранять полученные данные в базу данных для их последующего анализа.

При оценке достоверности получаемых данных учитывалось, что в системе используется калиброванный тензометрический датчик, точность которого в 0,05 г гарантируется производителем. Также авторами было проведено сравнение получаемых кривых с теоретическими [4], в ре-

зультате чего была подтверждена воспроизводимость результатов измерений.

ВЫВОДЫ

Предложена новая схема нагружения нити, позволяющая существенно уменьшить габаритные размеры и массу разрывной машины, а также техническое и программное обеспечение разрывной машины для исследования деформации нити при одноосном растяжении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сертификат об утверждении типа средства измерений № 4923 от 25.10.2007, зарегистрирован под номером РБ 0303324507.
2. Улучшенные механические испытательные системы серии 5900 [Электрон, ресурс] // Официальный сайт Instron. Режим доступа: <http://www.instron.ru/wa/product/systems.aspx?PageID=646>
3. Патент СССР 15.08.1982-SU 951104.
4. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение. – М.: Легпромбыт-издат, 1989.

REFERENCES

1. Sertifikat ob utverzhdenii tipa sredstva izmerenij № 4923 ot 25.10.2007, zaregistrirovano pod nomerom RB 0303324507.
 2. Uluchshennyye mekhanicheskiye ispytatel'nyye sistemy serii 5900 [Elektron, resurs] // Oficial'nyj sayt Instron. Rezhim dostupa: <http://www.instron.ru/wa/product/systems.aspx?PageID=646>
 3. Patent SSSR 15.08.1982-SU 951104.
 4. Kukin G.N., Solov'ev A.N., Kobljakov A.I. Tekstil'noe materialovedenie. – M.: Legprombytizdat, 1989.
- Рекомендована кафедрой биотехнических, технологических и информационных систем. Поступила 27.03.15.

**ВЫЯВЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА
И ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТКАНЕЙ
ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ ДОМАШНЕГО ТЕКСТИЛЯ**

**IDENTIFICATION QUALITY INDICATORS
AND DEFINITION OF COMPETITIVENESS
OF FABRICS FOR HOME TEXTILES**

Е.Н. ВЛАСОВА

E.N. VLASOVA

(Ивановский государственный политехнический университет)

(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: mtsm@ivgpu.com

Разработана номенклатура потребительских свойств и показателей качества тканей для изделий домашнего текстиля. Предложена методика количественной оценки потребительских свойств и конкурентоспособности тканей по уровню качества и цены.

Developed a range of consumer properties and quality fabrics for home textiles. A method for quantitative estimation of consumer properties of tissues and competitiveness in terms of quality and price.

Ключевые слова: потребительские свойства, показатели качества, хлопчатобумажные ткани, экспертный метод, коэффициенты весомости, количественная оценка, конкурентоспособность тканей.

Keywords: consumer properties, quality indicators, cotton fabrics, expert method, weighting factor, quantification, competitive fabrics.

Ткани обладают эксплуатационными и эстетическими свойствами, также они должны соответствовать и требованиям потребителей. Для обеспечения конкурентоспособности тканей, предназначенных для производства изделий домашнего текстиля, необходимо уточнить существующую номенклатуру их показателей качества.

Согласно Технического регламенту Таможенного союза 017/2011 [1] текстильные материалы и изделия из них характеризуются биологической и химической безопасностью, показатели которой устанавливаются в зависимости от их назначения и сырьевого состава. По площади контакта с телом человека и назначению изделия делятся на первый, второй и третий слой. К первому слою относятся изделия домашнего текстиля, имеющие непосредственный контакт с ко-

жей человека, например, нательное и постельное белье. Нормируемые показатели качества для тканей и штучных изделий хлопчатобумажных и смешанных бытового назначения содержатся в ГОСТе 29298–2005 [2]. В табл. 1 предложена уточненная номенклатура потребительских свойств и показателей качества хлопчатобумажных тканей, предназначенных для изделий домашнего текстиля.

Для оценивания потребительских свойств хлопчатобумажных тканей для постельного белья экспертным методом были выбраны следующие показатели качества: x_1 – ширина, x_2 – поверхностная плотность, x_3 – число нитей по основе и утку, x_4 – разрывная нагрузка, x_5 – устойчивость окраски к физико-механическим воздействиям, x_6 – усадка после мокрой обработки, x_7 – совершенство производственного

исполнения (отсутствие дефектов), x_8 – стойкость к истиранию по плоскости, x_9 – аппрет, x_{10} – воздухопроницаемость, x_{11} –

художественно-колористическое оформление.

Т а б л и ц а 1

Группы свойств	Характеризуемые свойства	Количественные показатели свойств (показатели качества)
Назначение	Линейные размеры	Ширина ткани
	Материалоемкость	Поверхностная плотность; плотность, число нитей на 10 см
	Сырьевой состав	Наименование волокон в пряже, их содержание; наименование составляющих пряж и нитей
	Структура	Переплетение
Надежность	Способность сохранения окраски	Устойчивость окраски к физико-механическим воздействиям
	Прочность при растяжении	Разрывная нагрузка
	Изменение линейных размеров	Усадка после стирки
	Износостойкость	Стойкость к истиранию по плоскости
Эстетичность	Деформируемость	Удлинение
	Внешний вид	Художественно-колористическое оформление; белизна; степень мерсеризации; аппрет; совершенство производственного исполнения
Экологичность	Токсичность отделки	Предельно допустимое выделение вредных химических веществ в воздушную или водную среду
Эргономичность	Устойчивость к образованию складок при смятии	Несминаемость
	Проницаемость, гигиеничность	Воздухопроницаемость, паропроницаемость
Безопасность: биологическая	Гигроскопичность	Водопоглощение, капиллярность
	Электризуемость	Напряженность электростатического поля на поверхности изделия
химическая	Местно-раздражающее действие	Содержание свободного формальдегида

Ранжирование выбранных показателей проведено с помощью 7 экспертов. Самому важному критерию присваивался ранг 1, наименее важному – 11. Установлено, что коэффициент конкордации $W=0,88$, что удовлетворяет условию $W \geq 0,6$. Для оценки значимости W находили критерий $\chi^2=61,6$ и сравнивали с табличным $\chi^2_{табл}=23,2$. Выполняется соотношение $61,6 > 23,2$, следовательно, величина W значима с вероятностью 99% [3].

Коэффициенты весомости m_i сравнивали с $m_{сред} = 0,09$, затем исключали показатели, у которых $m_i < m_{ср}$. Наиболее значимыми показателями оказались x_1 , x_2 и x_7 , что соответствует показателям: ширина, поверхностная плотность, совершенство производственного исполнения. Коэффици-

циенты весомости для трех значимых показателей составляют: $m_1 = 0,26$; $m_2 = 0,30$; $m_7 = 0,44$.

Для исследования потребительских свойств хлопчатобумажных тканей на текстильном предприятии отобраны 10 образцов бязи, предназначенной для пошива постельного белья. Характеристика тканей представлена в табл. 2. Образцы оценивали на основе определения комплексного показателя потребительских свойств $K_{пс}$. Перед расчетом $K_{пс}$ единичные показатели x_i переводились в относительные q_i . В качестве базового значения принимали максимальное значение показателей, так как все они являются позитивными.

Для оценки показателей "поверхностная плотность" и "ширина ткани" в качестве

базового значения взято максимальное значение из представленной совокупности фактических значений. Определение по-

верхностной плотности образцов проводили измерительным методом по ГОСТу 3811–72 [4].

Т а б л и ц а 2

№ и наименование ткани	Поверхностная плотность, г/м ²	Ширина, см	Цена, руб./м ²
1.Бязь 34 (отбеленная)	142	220	65,6
2.Бязь 142 (отбеленная)	138	80	23,45
3.Бязь 204 (с рисунком)	86	150	30,45
4.Бязь 135 (отбеленная)	129	150	36,65
5.Бязь 135 (салатная)	129	150	38,65
6.Бязь 210 (с рисунком)	119	150	40,65
7.Бязь 210 (отбеленная)	119	150	34,15
8.Бязь 262 (с рисунком)	142	150	45,2
9. Бязь 262 (отбеленная)	142	150	42,2
10. Бязь 262 (голубая)	142	150	43,65

Для оценки показателя "совершенство производственного исполнения" была разработана шкала. Данный показатель включает следующие параметры: тщательность отделки поверхности, (отсутствие дефектов внешнего вида), четкость исполнения переплетения, отделки и рисунка. Оценка показателя осуществлялись экспертами в баллах по шкале, затем средние оценки по

каждому образцу делились на максимально возможную оценку 10 баллов. Далее комплексный показатель потребительских свойств $K_{пс}$ определяется как сумма трех показателей с учетом их коэффициентов весомости m_i .

Результаты оценки потребительских свойств хлопчатобумажных тканей представлены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

№ образца	Относительные показатели			$K_{пс}$	Уровень потребительских свойств
	q_1	q_2	q_7		
1	1,00	0,94	0,26	0,66	Высокий
2	0,37	0,97	0,36	0,55	Средний
3	0,68	0,63	0,76	0,70	Высокий
4	0,68	0,90	0,14	0,51	Средний
5	0,68	0,88	0,60	0,70	Высокий
6	0,69	0,77	0,93	0,82	Очень высокий
7	0,68	0,86	0,26	0,55	Средний
8	0,68	0,99	0,94	0,89	Очень высокий
9	0,68	0,97	0,53	0,70	Высокий
10	0,67	1,00	0,73	0,80	Высокий

При определении уровня потребительских свойств тканей использовали следующую шкалу: от 0,81 до 1,00 – очень высокий уровень; от 0,61 до 0,80 – высокий; от 0,41 до 0,60 – средний; менее 0,40 – низкий уровень.

Таким образом, очень высоким уровнем потребительских свойств обладают бязи с рисунками 262 и 210 (образцы №6 и 8), средним уровнем – образцы №2, 4 и 7. Остальные образцы №1, 3, 5, 9 и 10 имеют высокий уровень потребительских свойств.

Тканей с низким уровнем свойств не выявлено.

Оценку конкурентоспособности тканей проводили на основе расчета интегрального показателя конкурентоспособности K_c , он равен сумме $K_{пс}$ и коэффициента экономичности K_e с учетом коэффициентов весомости потребительских свойств $t_{пс}$ и цены t_e [5].

Для определения коэффициентов весомости $t_{пс}$ и t_e экспертам было предложено ответить, что важнее: качество или цена

ткани. В результате получено: $t_{nc}=0,73$ и $t_3=0,27$. Коэффициент экономичности K_3 определяли путем деления минимальной стоимости (23,45 руб.) образца №2 на цену

каждого образца. Показатели конкурентоспособности KC тканей представлены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

№ образца	K_{nc}	K_3	KC	Уровень конкурентоспособности
1	0,66	0,36	0,58	Средний
2	0,55	1,00	0,67	Высокий
3	0,70	0,77	0,72	Высокий
4	0,51	0,64	0,55	Средний
5	0,70	0,61	0,68	Высокий
6	0,82	0,58	0,76	Высокий
7	0,55	0,69	0,59	Средний
8	0,89	0,52	0,79	Высокий
9	0,70	0,56	0,66	Высокий
10	0,80	0,54	0,73	Высокий

Для установления уровня конкурентоспособности воспользовались представленной выше шкалой. Из данных табл. 4 видно, что наиболее конкурентоспособным оказался образец №8, а наименее конкурентоспособным №4. Это совпало с результатами оценки потребительских свойств данных тканей. Образцов с очень высоким и низким уровнем конкурентоспособности не выявлено. Следовательно, высокое качество не гарантирует высокую конкурентоспособность товара. Для оценки конкурентоспособности текстильного изделия следует более тщательно изучить взаимосвязь между доходами потребителей, ценой и качеством продукции.

ВЫВОДЫ

На основе анализа существующих нормативных документов и требований потребителей определены на уровне свойств показатели качества тканей для изделий домашнего текстиля, с помощью предложенной методики дана количественная оценка потребительских свойств и конкурентоспособности тканей по уровню качества и цены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технический регламент Таможенного союза 017/2011 "О безопасности продукции легкой промышленности" (в ред. решения Коллегии Евразий-

ской экономической комиссии от 22.06.2012 г. № 92).

2. ГОСТ 29298–2005. Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Общие технические условия.

3. *Власова Е.Н.* Оценивание потребительских свойств хлопчатобумажных тканей // Тез. докл. Междунар. научн.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности. – М.: МГУДТ, 12-13 ноября 2013. С. 115...116.

4. ГОСТ 3811–72. Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей.

5. *Грузинцева Н.А., Барашкова Н.Н.* Установление потребительских предпочтений между показателями качества и экономичности текстильных изделий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №1. С. 134...136.

REFERENCES

1. Tehniceskij reglament Tamozhennogo sojuza 017/2011 "O bezopasnosti produkcii legkoj promyshlennosti" (v red. reshenija Kollegii Evrazijskoj jekonomicheskoj komissii ot 22.06.2012 g. № 92).

2. GOST 29298–2005. Tkani hlochatobumazhnyye i smeshannyye bytovyye. Obshhie tehnicheckie uslovija.

3. *Vlasova E.N.* Ocenivanie potrebitel'skih svoystv hlochatobumazhnyh tkaney // Tez. dokl. Mezhdunar. nauchn.-tehn. konf.: Dizajn, tehnologii i innovacii v tekstil'noj i legkoj promyshlennosti. – M.: MGUDT, 12-13 nojabrja 2013. S. 115...116.

4. GOST 3811–72. Materialy tekstil'nyye. Tkani, netkanye polotna i shtuchnyye izdelija. Metody opredelenija linejnyh razmerov, linejnoj i poverhnostnoj plotnostej.

5. *Gruzinceva N.A., Barashkova N.N.* Ustanovlenie potrebitel'skih predpochtenij mezhdou

УДК 687.1

ИССЛЕДОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА УПРУГОСТИ КОСТЮМНЫХ ЧИСТОШЕРСТЯНЫХ ТКАНЕЙ

RESEARCH OF ELASTICITY COEFFICIENT OF WOOL SUITING FABRICS

P.V. МАКСИМЕНКО, Е.А.КИРСАНОВА
R.V. MAKSIMENKO, E.A. KIRSANOVA

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

Метод исследования вынужденных резонансных изгибных колебаний позволяет вычислить коэффициент упругости или оценить воздействие эксплуатационных факторов на шерстяные полотна разных характеристик.

Method of research forced resonant flexural vibrations allows to calculate the elasticity coefficient or assess the impact of operational factors on different woolen fabric.

Ключевые слова: коэффициент упругости, шерстяные ткани, неразрушающие методы, деформация материалов, акустический метод.

Keywords: elasticity coefficient, woolen fabrics, non-destructive methods, the deformation of materials, acoustic method.

Цель работы состоит в следующем: выявить, каким образом влажно-тепловая обработка влияет на свойства шерстяных тканей, проверить динамику изменений конкретных материалов и прогнозирования условий, имитирующих эксплуатацию костюмных материалов [1...5].

В процессе эксперимента применялась установка по определению коэффициента упругости и методика по отбору проб [1]. Отличительной особенностью является установление нагрузок, имитирующих условия эксплуатации разных участков костюма в условиях реальной носки.

Отбор проб осуществлялся в соответствии с ГОСТом 20566–75. Ткани и штуч-

ные изделия текстильные. Правила приемки и метод отбора проб.

Были отобраны образцы чистошерстяных костюмных тканей саржевого переплетения, отличающихся по поверхностной плотности (от 220 до 470 г/м²), толщине (от 25 до 0,5 мм).

Испытания материалов проводили до и после влажно-тепловой обработки. Первоначально образец закрепляли в верхнем зажиме и без натяжения – в нижнем. На втором этапе образцы закрепляли с определенным регулируемым натяжением. Данные фиксировали в режиме реального времени на компьютере.

ВЫВОДЫ

Проанализировав полученные данные, установили зависимость между натяжением материала, частотой и затраченной работой. Установлено, что при действии нагрузки необходимо увеличивать затраты энергии, но при этом частота уменьшается, следовательно, уменьшается и коэффициент упругости (рис. 1 – изменение напряжения тока при вынужденных резонансных колебаниях образцов под нагрузкой).

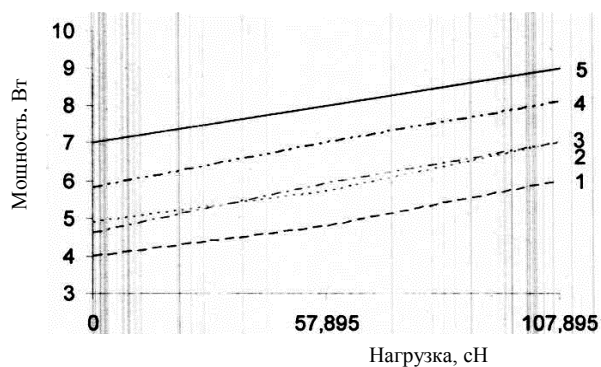


Рис. 1

С целью увеличения нагрузки на образец для достижения резонансных частотных колебаний требуется увеличение мощности при увеличении натяжения материала (увеличения нагрузки).

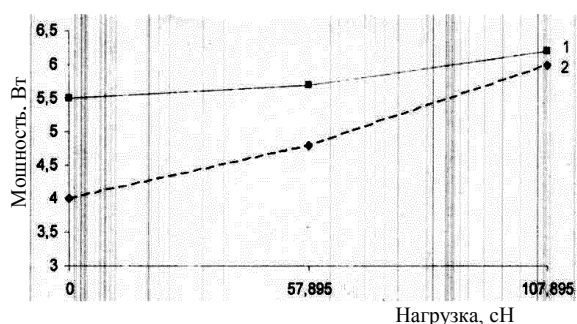


Рис. 2

Результаты испытаний показали, что материал после влажно-тепловой обработке теряет упругие свойства, но при максимальной нагрузке на материал выявлены различные значения коэффициента упругости в чистошерстяных материалах (рис. 2 – изменение напряжения тока при вынужденных резонансных колебаниях образца №1 под нагрузкой до и после ВТО).

1. Установлена возможность использования метода вынужденных колебаний для анализа изменения поведения чистошерстяных тканей разных характеристик.

2. При действии нагрузки наблюдается изменение коэффициента упругости ткани до и после ВТО, поэтому целесообразно рассматривать метод стоячей волны. После влажно-тепловой обработки испытуемые материалы имели менее упругие свойства, что свидетельствует о структурном разрушении материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вадих Абу Сакр, Жихарев А.П., Кирсанова Е.А.* Оценка свойств волокнистых материалов методом вынужденных резонансных колебаний // *Дизайн и технологии.* – 2010, №19(61). С. 84...98.
2. *Жихарев А.П.* Развитие научных основ и разработка методов оценки качества материалов изделий легкой промышленности при силовых, температурных и влажностных воздействиях: Дис...докт. техн. наук. – М.: МГУДТ, 2005.
3. *Лисиенкова Л.Н.* Развитие теории и методов исследования деформационных свойств материалов для одежды при воздействии технологических и эксплуатационных факторов: Дис...докт. техн. наук. – М.: МГУДТ, 2010.
4. *Лисиенкова Л.Н., Кирсанова Е.А.* Исследование деформационных свойств материалов для одежды методом циклического сжатия // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.* – 2010, №3. С. 25...28.
5. *Жихарев А.П.* Теоретические основы и экспериментальные методы исследований для оценки качества материалов при силовых, температурных и влажностных воздействиях. – М.: ИИЦМГУДТ, 2003.

REFERENCES

1. *Vadih Abu Sakr, Zhiharev A.P., Kirsanova E.A.* Ocenka svojstv voloknistyh materialov metodom vynuzhdennyh rezonansnyh kolebanij // *Dizajn i tehnologii.* – 2010, №19(61). S. 84...98.
2. *Zhiharev A.P.* Razvitie nauchnyh osnov i razrabotka metodov ocenki kachestva materialov izdelij legkoj promyshlennosti pri silovyh, temperaturnyh i vlazhnostnyh vozdeystvijah: Dis...dokt. tehn. nauk. – М.: MGUDT, 2005.
3. *Lisienkova L.H.* Razvitie teorii i metodov issledovaniya deformacionnyh svojstv materialov dlja odezhdy pri vozdeystvii tehnologicheskikh i jekspluatacionnyh faktorov: Dis...dokt. tehn. nauk. – М.: MGUDT, 2010.

4. Lisienkova L.N., Kirsanova E.A. Issledovanie deformatsionnyh svoystv materialov dlja odezhdy metodom ciklicheskogo szhatija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2010, №3. S. 25...28.

5. Zhiharev A.P. Teoreticheskie osnovy i jeksperimental'nye metody issledovanij dlja ocenki

kachestva materialov pri silovyh, temperaturnyh i vlazhnostnyh vozdeystvijah. – M.: ICMGUDT, 2003.

Рекомендована кафедрой материаловедения.
Поступила 03.02.15.

УДК 677.017

ОЦЕНКА ФОРМУЕМОСТИ ЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ ПО ХАРАКТЕРИСТИКАМ СДВИГА НИТЕЙ

THE ESTIMATION OF THE MOULDING OF LINEN CLOTH ACCORDING TO CHARACTERISTICS OF THE SHEAR OF THREADS

Н.А. СМИРНОВА, Н.Н. ДОБРЫНИНА
N.A. SMIRNOVA, N.N. DOBRYNINA

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

Для оценки формуемости тканей предложены показатели: коэффициент формуемости, способность к оттягиванию и способность к суживанию, которые определяются при исследовании сдвига нитей ткани разработанным автоматизированным методом. Проведены исследования льняных костюмных тканей и предложена их градация по показателям формуемости.

To evaluate the moulding of fabrics offered indicator: moulding, stretching capacity to and ability for shrinkage, which are defined in the study of shear fabric yarns to develop an automated method. Researches linen suit fabrics and offered their gradation in terms of moulding.

Ключевые слова: показатели формуемости, льняные ткани, сдвиг нитей в ткани.

Keywords: indicators the moulding, linen, shift yarns in the fabric.

Информация о формуемости тканей используется при выборе способа формообразования деталей швейных изделий. Существуют разные методы определения показателей формуемости [1], [2]. Коэффициент формуемости [2] характеризуется

способностью ткани, выкроенной под углом 45°, изменять углы между нитями основы и утка при нагрузке в 1 кг. Величина оттягивания оценивается по величине изменения линейных размеров при растяжении динамометром и одновременном воз-

действии ВТО [1] или пластической деформацией при растяжении на стойкерелаксметре [2]. Способность к сутюживанию определяется на механическом устройстве "процентом сутюживания" ткани, определяемым уменьшением ширины "волнистой" пробы после продвижения валика [2], или изменением линейных размеров после ВТО тканей с проложенной и стянутой машинной строчкой [1]. Слабая изученность и недостаточность систематических исследований формуемости льняных тканей привели к тому, что их часто не представляется возможным использовать оптимальным образом. Поэтому важно и своевременно прогнозирование формуемости льняных тканей и эффективное использование показателей формуемости при проектировании швейных изделий.

В Костромском государственном технологическом университете разработан автоматизированный метод и устройство для исследования сдвига нитей в ткани [3], [4], работающее под управлением компьютерной программы [5], которая позволяет автоматизировать обработку экспериментальных данных.

Коэффициент формуемости предлагается оценивать уменьшением угла между нитями основы и утка при сдвиге нитей ткани до появления диагональной складки на пробе 100×100 мм (рабочие размеры) с указанием величины усилия сдвига в качестве индекса, $\alpha_p = 90^\circ - \beta$.

Способность к сутюживанию и оттягиванию предлагается определять по изменению диагоналей квадратной пробы при сдвиге нитей в диагонали ромба (рис. 1).

$$C_{ут} = \frac{d_0 - d_2}{d_0} \cdot 100\%, \quad (1)$$

$$O_{т} = \frac{d_1 - d_0}{d_0} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где $C_{ут}$ – величина сутюживания, %; $O_{т}$ – величина оттягивания, %; d_0 – начальная диагональ квадратной пробы, мм; d_1 – длина длинной диагонали пробы после сдвига, мм; d_2 – длина короткой диагонали пробы после деформации.

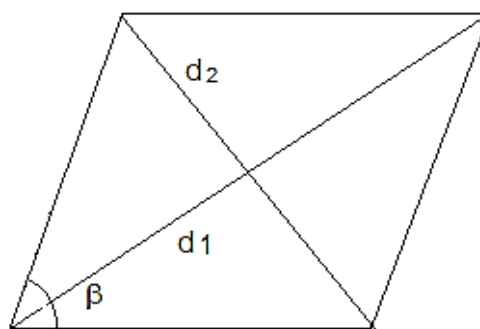


Рис. 1

Исследования сдвига нитей в льняных тканях показали [6], [7], что на способность тканей к сдвигу нитей большое влияние оказывает переплетение тканей. Поэтому для исследования показателей формуемости были выбраны льняные ткани разных переплетений. В качестве объектов исследований использованы чистольняные ткани (1...4), производимые предприятиями, и льнохлопковые ткани (5...13), специально изготовленные в КГТУ на одном ткацком станке СТБ-2-180. Ткани выработаны разных переплетений с одинаковой плотностью по основе и утку 160, из одинаковой хлопчатобумажной пряжи в основе 25 текс х 2 и льняной пряжи – в утке 56 текс. Для каждого эксперимента использовали от трех до пяти проб и подсчитывали среднее арифметическое полученного результата. Коэффициент вариации составлял от 2,4 до 7,0%.

Показатели формуемости определены при исследовании проб, выкроенных по основе и по утку для сравнения результатов сдвига основных нитей по уточным и нитей утка по нитям основы, и представлены в табл. 1 (по нитям утка) и в табл. 2 (по нитям основы).

Показатели формуемости чистольняных и полульняных тканей мелкоузорчатых переплетений на базе саржи и сатинового переплетения одинаковые для ортогональных направлений раскроя проб, поэтому для этих тканей достаточно выкроить пробы для испытаний одного варианта, например, для сдвига основных нитей по уточным.

Таблица 1

№	Вид переплетения	Показатели формуемости			Диагональ d ₁ , мм	Диагональ d ₂ , мм
		коэффициент формуемости α _p , град	сутюживание, %	оттягивание, %		
1	Мелкоузорчатое (саржа рав.)	16 ₆₆	13,9	14	16,22	12,22
2	Мелкоузорчатое (креповое)	13 ₂₀₄	11,7	11,5	15,83	12,59
3	Мелкоузорчатое (саржа ломаная)	15 ₁₂₆	13,17	13,24	16,08	12,33
4	Главное (полотняное)	13 ₂₄₄	11,7	11,5	15,83	12,59
5	Главное (саиновое)	17 ₆₈	14,6	15	16,33	12,12
6	Мелкоузорчатое (саржа ромбовидная)	14 ₁₃₄	12,2	12,5	15,97	12,47
7	Мелкоузорчатое (саржа 3/3)	17 ₈₄	14,6	15	16,33	12,12
8	Мелкоузорчатое (рогожка)	16 ₉₃	13,9	14	16,22	12,22
9	Мелкоузорчатое (креповое)	17 ₉₈	14,6	15	16,33	12,12
10	Мелкоузорчатое (саржа 2/4)	17 ₇₇	14,6	15	16,33	12,12
11	Мелкоузорчатое (саржа ломаная)	14 ₁₁₆	12,2	12,5	15,97	12,47
12	Мелкоузорчатое (креповое)	14 ₁₄₃	12,2	12,5	15,97	12,47
13	Главное (полотняное)	13 ₁₇₆	11,7	11,5	15,83	12,59

Примечание. *Ткани № 1...4 – чистольняные, № 5...13 – полульняные.

Таблица 2

№	Вид переплетения	Показатели формуемости			Диагональ d ₁ , мм	Диагональ d ₂ , мм
		коэффициент формуемости α _p , град	сутюживание, %	оттягивание, %		
1	Мелкоузорчатое (саржа рав.)	17 ₈₇	14,6	15	16,33	12,12
2	Мелкоузорчатое (креповое)	13 ₁₄₅	11,7	11,5	15,83	12,59
3	Мелкоузорчатое (саржа ломаная)	15 ₂₂₉	13,17	13,24	16,08	12,33
4	Главное (полотняное)	13 ₁₄₄	11,7	11,5	15,83	12,59
5	Главное (саиновое)	17 ₆₇	14,6	15	16,33	12,12
6	Мелкоузорчатое (саржа ромбовидная)	12 ₈₁	10,6	11	15,7	12,7
7	Мелкоузорчатое (саржа 3/3)	17 ₇₁	14,6	15	16,33	12,12
8	Мелкоузорчатое (рогожка)	17 ₆₉	14,6	15	16,33	12,12
9	Мелкоузорчатое (креповое)	16 ₇₁	13,9	14	16,22	12,22
10	Мелкоузорчатое (саржа 2/4)	17 ₇₆	14,6	15	16,33	12,12
11	Мелкоузорчатое (саржа ломаная)	14 ₈₀	12,2	12,5	15,97	12,47
12	Мелкоузорчатое (креповое)	11 ₉₁	9,6	9,6	15,57	12,83
13	Главное (полотняное)	10 ₁₁₉	8,8	8,7	15,44	12,95

По результатам проведенных исследований разработана градация льняных тка-

ней по показателям формруемости (табл. 3).

Таблица 3

Формуемость	Максимальный угол сдвига нитей ткани α_p , град	Показатель суживания Сут, %	Показатель оттягивания От, %
Низкая	10...13°	9...12	9...12
Средняя	14...16°	12,1...14	12,1...14
Высокая	17°	> 14	> 14

Предложенная градация позволяет обоснованно определять способ формообразования деталей швейных изделий из льняных тканей и рационально подходить к выбору покроя и силуэта, учитывая особенности технологической обработки. Для тканей с низкой формуемостью рекомендуется конструктивное формообразование, прямые и трапециевидные силуэтные формы. Для тканей со средней формуемостью целесообразно применение комбинированных методов формообразования. Ткани с высокой формуемостью легко принимают заданную форму. Для них рекомендуются свободные, мягкие формы, применение косого края. Это ткани с подвижной структурой, требующие закрепления проектируемой формы.

ВЫВОДЫ

1. Предложены показатели формуемости, которые определяют автоматизированным методом при исследовании сдвига нитей в ткани.

2. Проведены исследования льняных костюмных тканей и предложена их градация по показателям формуемости.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Стельмашенко В.И., Смирнова Н.А., Розаренова Т.В., Назарова Ю.В.* Практикум по материалам для одежды и конфекционированию. – М.: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2011.

2. *Бузов Б.А., Румянцева Г.П.* Материалы для одежды. Ткани. – М.: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2012.

3. *Добрынина Н.Н., Лапшин В.В., Смирнова Н.А., Замышляева В.В.* Автоматизированный метод и устройство для исследования показателей качества тканей при сдвиге нитей // Современные проблемы науки и образования. – 2014 №6; URL: <http://science-education.ru/120-16521>.

4. Патент 45189 Российская Федерация, МПК G 01N 3/36. Устройство для определения формовочных свойств тканей / Смирнова Н.А., Лапшин В.В., Морилова Л.В., и др.; заявитель и патентообладатель Костромской гос. технол. ун-т. - №2004127359/22; заяв. 13.09.2004; опубл. 27.04.2005, Бюл.№12.

5. *Лапшин В.В., Орлов В.А., Смирнова Н.А.* Управляющая программа исследования формовочных свойств ткани и трикотажа "Formability" // Аннотированный каталог средств программного обеспечения, разработанных в КГТУ. – Кострома: КГТУ, 2009.

6. *Добрынина Н.Н., Смирнова Н.А., Лапшин В.В.* Прогнозирование характеристик сдвига льнохлопковых тканей по переплетению // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 3. С. 32...34.

7. *Добрынина Н.Н., Смирнова Н.А.* Исследование влияния способности тканей к сдвигу нитей при проектировании одежды косого края // Мат. XVII Междунар. научн.-практ. конф.: Наука в современном мире / Научн. ред. проф. С. П. Акутина. – М.: Издательство "Перо", февраль 2014. С. 77...79.

REFERENCES

1. Stel'mashenko V.I., Smirnova N.A., Rozarenova T.V., Nazarova Ju.V. Praktikum po materialam dlja odezhdy i konfeksionirovaniju. – M.: ID "FORUM": INFRA-M, 2011.

2. Buzov B.A., Rumjanceva G.P. Materialy dlja odezhdy. Tkani. – M.: ID "FORUM": INFRA-M, 2012.

3. Dobrynina N.N., Lapshin V.V., Smirnova N.A., Zamyshljaeva V.V. Avtomatizirovannyj metod i ustrojstvo dlja issledovanija pokazatelej kachestva tkanej pri sdvige nitej // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2014 №6; URL: <http://science-education.ru/120-16521>.

4. Patent 45189 Rossijskaja Federacija, MPK G 01N 3/36. Ustrojstvo dlja opredelenija formovochnyh svojstv tkanej / Smirnova N.A., Lapshin V.V., Morilova L.V., i dr.; zajavitel' i patentoobladatel' Kostromskoj gos. tehnol. un-t. - №2004127359/22; zajav. 13.09.2004; opubl. 27.04.2005, Bjul.№12.

5. Lapshin V.V., Orlov V.A., Smirnova N.A. Upravljajushhaja programma issledovanija formovochnyh svojstv tkani i trikotazha "Formability"

// Annotirovannyj katalog sredstv programmogo obespechenija, razrabotannyh v KGTU. – Kostroma: KGTU, 2009.

6. Dobrynina N.N., Smirnova N.A., Lapshin V.V. Prognozirovanie harakteristik sdviga l'nohlopkovyh tkaney po perepletenu // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 3. S. 32...34.

7. Dobrynina N.N., Smirnova N.A. Issledovanie vlijaniya sposobnosti tkaney k sdvigu nitej pri

proektirovanii odezhdy kosogo kroja // Mat. XVII Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Nauka v sovremenom mire / Nauchn. red. prof. S. P. Akutina. – M.: Izdatel'stvo "Pero", fevral' 2014. S. 77...79.

Рекомендована кафедрой дизайна, технологии, материаловедения и экспертизы потребительских товаров. Поступила 03.03.15.

УДК 677.054

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТРИКОТАЖНЫХ БЕЛЬЕВЫХ ИЗДЕЛИЙ

IMPROVING THE REGULATORY ASSESSMENT OF THE QUALITY OF KNITTED UNDERWEAR PRODUCTS

O.B. МАЛЫШЕВА, Б.Н. ГУСЕВ

O.V.MALYSHEVA, B.N.GUSEV

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

E-mail: mtsm@ivgpu.com

Усовершенствована методика установления значения уровня градации качества (сорта) для трикотажных изделий путем перехода из шкалы порядка к шкале отношений, которая позволяет повысить точность оценки качества трикотажного изделия.

Improved method for calculating continuous gradation level of quality (grade) for knitted products, which can improve the accuracy of establishing the value of quality knitwear.

Ключевые слова: трикотажное полотно, трикотажные изделия, шкала порядка, шкала отношений, оценка качества, непрерывная оценка качества, уровни градаций качества, сорт.

Keywords: knitted fabric, knitted products, the scale of the order, scale relations, evaluation of the quality, continuous quality assessment, gradation level of quality, grade.

Оценка (экспертиза) качества текстильных материалов и изделий является основной операцией на стадии их изготовления [1], [2]. Определение сортности трикотажных полотен и изделий осуществляется в соответствии с требованиями, установленными в нормативно-технической документации, а именно с учетом ГОСТа

1136–81 [3], который является основополагающим для установления качественной градации (сорта) и его уровней для трикотажных полотен и изделий. Оценка качества трикотажных полотен и изделий по данному стандарту осуществляется по шкале порядка (1-й сорт, 2-й сорт, несортная) и имеет существенные недостатки.

Для того чтобы перейти от шкалы порядка к более прогрессивной шкале отношений и ввести непрерывную оценку уровня качества трикотажного изделия, необходимо

усовершенствовать существующий алгоритм [3] оценки качества трикотажных изделий.

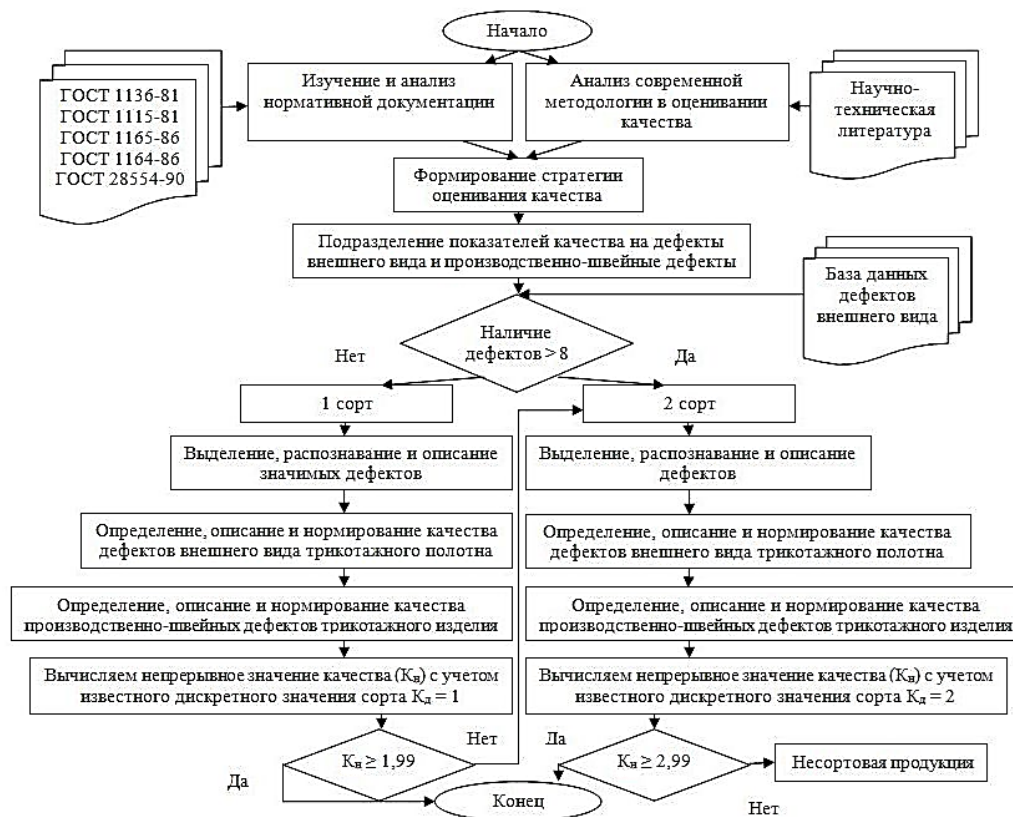


Рис. 1

При формировании нового алгоритма (рис. 1 – алгоритм непрерывной оценки качества) с учетом нормативного документа [3] предварительно выделяли дефекты, которые не допускаются в изделиях первого сорта. Необходимо отметить, что в [3] использован термин "порок", который целесообразно заменить на термин "дефект" по причине того, что на сортность трикотажных полотен выделена единица измерения "в пороках". На этом основании при дальнейшем нормировании определенного вида пороков исключается терминологическое несоответствие "порок в пороках". В нормативном документе [3] приведены отдельные наименования дефектов, при обнаружении которых трикотажное изделие переводится в разряд бракованных и сорт его уже не определяется.

Для построения непрерывного показателя качества по дефектам внешнего вида в интервале от 1,00 до 1,99 первоначально были выявлены и систематизированы дефекты внешнего вида в соответствии с существующим нормативным документом [3]. Обобщенную оценку в шкале отношений уровня качества трикотажных изделий по наличию дефектов внешнего вида и производственно-швейных в данном интервале предлагается определять по следующему выражению:

$$C_n = C_d + \left[\frac{\sum_{i=1}^n (X_{ВВ})_i}{\|X_{ВВ}\|} \right] \lambda_{ВВ} + \left[\frac{\sum_{j=1}^m (X_{ПШ})_j}{\|X_{ПШ}\|} \right] \lambda_{ПШ}, \quad (1)$$

где C_n , C_d – непрерывное и дискретное значение сорта; $(x_{ВВ})_i$ – i -й дефект внешне-

го вида полотна, $(\|X_{\text{ВВ}}\|) = 3$ – допустимое для первого сорта число дефектов внешнего вида полотна; $(x_{\text{ПШ}})_j$ – j -й производственно-швейный дефект, $(\|x_{\text{ПШ}}\|) = 4$ – допустимое для первого сорта число производственно-швейных дефектов; $\lambda_{\text{ВВ}}$ – весо-мость соответственно дефектов внешнего вида и $\lambda_{\text{ПШ}}$ – производственно-швейных дефектов ($\lambda_{\text{ВВ}} + \lambda_{\text{ПШ}} = 1$).

Проведем расчет сорта трикотажного изделия (джерсер мужской) в диапазоне 1,00...1,99 при следующих условиях. Для данного изделия имеем следующие дефекты внешнего вида: три затяжки размером до 0,5 см и одно несовпадение соединительных швов при втачивании манжета. Уровень сорта по требованию стандарта [1] $C_d=1$. Тогда непрерывное значение сорта трикотажного изделия по наличию дефектов внешнего вида полотна и производственно-швейного дефекта в соответствии с выражением (1) равно: $C_n = 1 + (3/3) \cdot 0,5 + (1/4) \cdot 0,5 = 1,63$. Значение $C_n = 1,63$ находится в интервале от 1,00 до 1,99 и указывает на более низкую оценку, чем округленная оценка "первый сорт". Следовательно, достигается эффект, связанный с повышением точности в оценке качества трикотажных изделий.

Аналогично строили методику по оценке качества в пределах второго сорта трикотажного изделия по наличию дефектов внешнего вида полотна и производственно-швейных дефектов в интервале от 2,00 до 2,99, где $(\|x_{\text{ВВ}}\|) = 3$, $\|x_{\text{ПШ}}\| = 5$. В изделиях 2-го сорта допускается не более трех различных дефектов внешнего вида полотна и не более пяти производственно-швейных дефектов. При наличии в изделии дефектов 1 и 2-го сортов изделие относится ко второму сорту, при этом в общей сложности в изделии 2-го сорта должно быть не более восьми дефектов.

Проведем расчет непрерывной оценки качества трикотажного изделия (джерсер мужской) в интервале от 2,00 до 2,99. Данное изделие имеет следующие дефекты внешнего вида полотна: провязывание загрязненной нити 0,5; 1 перекося полотна с ярко выраженным поперечным рисунком в полоску 2% и производственно-швейные

дефекты – разная длина рукавов 1,0; несимметричность карманов и клапанов 1,0; несовпадение соединительных швов при втачивании манжет 0,5; отклонение строчки от конструктивной линии при отстрачивании карманов 0,2. Таким образом, мы имеем 2 дефекта внешнего вида полотна и 5 производственно-швейных дефектов. Следовательно, $C_d = 2$. Подставим полученные данные в выражение (1) и получим: $C_n = 2 + (2/3) \cdot 0,5 + (5/5) \cdot 0,5 = 2 + 0,33 + 0,5 = 2,83$. Таким образом, данное изделие ближе соответствует третьему сорту, чем ко второму. В интервале от 3,00 и больше относили продукцию к несортной.

С целью автоматизации расчета оценки качества трикотажных полотен и изделий в соответствии с разработанными алгоритмами подготовлены программы для ЭВМ, где исходные данные и результаты визуализируются в виде соответствующих информационных окон.

ВЫВОДЫ

Усовершенствована методика установления значения уровня градации качества (сорта) для трикотажных изделий путем перехода из шкалы порядка к шкале отношений, которая позволяет повысить точность оценки уровня качества трикотажного изделия.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 1136–81. Изделия трикотажные бельевые. Определение сортности.
2. Демократова Е.Б., Белянина Е.А. Оценка качества льняных костюмных тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №3. С. 17...20.
3. Шустов Ю.А., Виноградова Н.А., Плеханова С.В. Экспертиза качества тканей медицинского назначения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №5. С. 23...25.

REFERENCES

1. GOST 1136–81. Izdelija trikotazhnye bel'evye. Opredelenie sortnosti.
2. Demokratova E.B., Beljanina E.A. Ocenka kachestva l'njanyh kostjumnyh tkaney // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №3. S. 17...20.

3. Shustov Ju.A., Vinogradova N.A., Plehanova S.V. Jekspertiza kachestva tkanej medicinskogo naznachenija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №5. S. 23...25.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии. Поступила 31.03.15.

УДК 691.175:678.5/8

**РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ
КОНСТРУКЦИЙ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ
ЗАЩИТНО-ДРЕНИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ**

**THE CALCULATION OF BASIC PARAMETERS
OF PAVEMENT STRUCTURES WITH APPLICATION
OF SYNTHETIC GEOTEXTILE PROTECTIVE-DRAINING MATERIALS**

P.M. АЛОЯН, А.Б. ПЕТРУХИН, Л.А. ОПАРИНА
R.M. ALOYAN, A.B. PETRUKHIN, L.A. OPARINA

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: l.a.oparina@gmail.com

В статье представлены результаты расчета конструкций дорожной одежды с применением и без применения геосинтетики: на упругий прогиб, сдвигоустойчивость, сопротивление при изгибе. Сформулированы преимущества применения геоматериалов в конструкциях дорожной одежды.

The article presents the results of the calculation of road constructions clothes with application and without the use of geosynthetics: elastic deflection, stability of shear, resistance to bending. Formulated to benefits of geomaterials in the construction of the pavement.

Ключевые слова: геотекстиль, строительство, геоматериалы, дорожная одежда, расчет, прочность на изгиб, упругий прогиб, сдвигоустойчивость.

Keywords: geotextile, construction, geomaterials, travel clothing, calculation, bending strength, elastic prohib, stability of shear.

Несмотря на наличие большого количества публикаций по использованию геосинтетических материалов в современном строительном производстве [1], [2], многие теоретические аспекты и вопросы практического их применения в настоящее время требуют дополнительного исследования.

Для совершенствования организационно-технологических решений применения геоматериалов в строительстве авторами проведен анализ использования тканых геоматериалов при устройстве фундаментов зданий [3], а также в дорожном строительстве. С этой целью выполнен расчет конструкции дорожной одежды, выпол-

ненный с помощью программного средства IndorPavement. Данное ПО позволяет: осуществлять расчеты нежестких дорожных одежд на прочность (по упругому прогибу, по условию сдвигоустойчивости подстилающего грунта и малосвязных конструктивных слоев, при динамической и статической нагрузках, на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе) с возможностью корректировки результатов при применении геосинтетических материалов, проверку морозоустойчивости конструкции и расчет дренающего слоя. Дренающий слой может рассчитываться с учетом геосинтетических защитно-дрениру-

ющих материалов. В IndorPavement также представлена возможность расчета жестких дорожных одежд: монолитные цементобетонные покрытия, асфальтобетонные покрытия с цементобетонным основанием, сборные покрытия из железобетонных плит [4...6].

Результаты сравнительного расчета конструкций дорожной одежды без геосинтетики и с использованием геосинтетики для наглядности сведены в табл. 1. Расчеты проведены на основе общей методики расчета нежестких дорожных одежд ОДН 218.046–01 и методики расчета с учетом геосинтетики ОДМ 218.5.003–2010.

Т а б л и ц а 1

Без геосинтетики (Вариант 1)	С геосинтетикой (Вариант 2) (между грунтом и основанием)
<u>Расчет на упругий прогиб</u>	
<i>Исходные данные:</i>	
<i>Верхний слой покрытия: 5,0 см</i>	
Асфальтобетон горячей укладки плотный II марки из щебеночной (гравийной) смеси типа Б, марка битума БНД/БН-40/60	
<i>Средний слой покрытия: 6,0 см</i>	
Асфальтобетон горячей укладки плотный II марки из щебеночной (гравийной) смеси типа А, марка битума БНД/БН-40/60	
<i>Нижний слой покрытия: 30,0 см</i>	
Щебень фракционированный 40..80 (80..120) мм трудноуплотняемый с заклинкой фракционированным мелким щебнем	
<i>Основание: 30,0 см</i>	
Песок крупный с содержанием пылевато-глинистой фракции 0%	
Геосинтетическое тканое геополотно ОАО "ИТО" ГТт-160 для армирования грунтов и разделения слоев (предусматривается как дополнительный конструктивный элемент по Варианту 2 дорожной одежды)	
Результаты расчета:	
Вариант 1	Вариант 2
Поверхностный модуль упругости $E_{пов} = 314,2$ МПа	Поверхностный модуль упругости $E_{пов} = 320,6$ МПа
Требуемый модуль упругости $E_{тр} = 202,4$ МПа	Требуемый модуль упругости $E_{тр} = 202,4$ МПа
Расчетный коэффициент прочности $K_{расч} = 1,550$	Расчетный коэффициент прочности $K_{расч} = 1,580$
Требуемый коэффициент прочности $K_{тр} = 1,020$	Требуемый коэффициент прочности $K_{тр} = 1,020$
Запас прочности $(K_{расч} - K_{тр}) / K_{тр} \cdot 100\% = 52\%$	Коэффициент усиления $\alpha = 0,980$
	Запас прочности $(K_{расч} - K_{тр}) / K_{тр} \cdot 100\% = 55\%$
<u>Расчет на сдвигоустойчивость</u>	
<i>Исходные данные для расчета:</i>	
Песок крупный с содержанием пылевато-глинистой фракции 0%	
Угол внутреннего трения $\varphi = 30,3^\circ$	
Сцепление $c_n = 0,003$ МПа	
Стат. угол внутреннего трения $\varphi_{ст} = 35,0$	
Коэффициент $K_d = 2,0$	
<i>Параметры двухслойной модели:</i>	
Средневзвешенный модуль упругости верхних слоев $E_v = 953,66$ МПа	

Модуль упругости на поверхности расчетного слоя $E_n = 75,22$ МПа Средневзвешенный удельный вес верхних слоев $\gamma = 0,0018$ МПа Глубина расположения расчетного слоя $Z_{оп} = 41,0$ см Удельное активное напряжение сдвига $\tau = 0,02014$ МПа Расчетное активное напряжение сдвига $T = 0,012$ МПа	
Результаты расчета:	
Вариант 1	Вариант 2
Предельное активное напряжение сдвига $T_{пр} = 0,011$ МПа Расчетный коэффициент прочности $K_{расч} = 0,930$ Требуемый коэффициент прочности $K_{тр} = 0,870$ Запас прочности $(K_{расч} - K_{тр}) / K_{тр} \cdot 100\% = 7\%$	Предельное активное напряжение сдвига $T_{пр} = 0,019$ МПа Расчетный коэффициент прочности $K_{расч} = 1,550$ Требуемый коэффициент прочности $K_{тр} = 0,870$ Запас прочности $(K_{расч} - K_{тр}) / K_{тр} \cdot 100\% = 78\%$
<i>Грунт земляного полотна:</i> Параметры материала: суглинок легкий Угол внутреннего трения $\varphi = 6,0^\circ$ Сцепление $c_n = 0,006$ МПа Стат. угол внутреннего трения $\varphi_{ст} = 17,7^\circ$ Коэффициент $K_d = 1,0$ <i>Параметры двухслойной модели:</i> Средневзвешенный модуль упругости верхних слоев $E_b = 605,63$ МПа Модуль упругости на поверхности расчетного слоя $E_a = 40,36$ МПа Средневзвешенный удельный вес верхних слоев $\gamma = 0,0019$ МПа Глубина расположения расчетного слоя $Z_{оп} = 71,0$ см Удельное активное напряжение сдвига $\tau = 0,01544$ МПа Расчетное активное напряжение сдвига $T = 0,009$ МПа Предельное активное напряжение сдвига $T_{пр} = 0,010$ МПа Расчетный коэффициент прочности $K_{расч} = 1,110$ Требуемый коэффициент прочности $K_{тр} = 0,870$ Запас прочности $(K_{расч} - K_{тр}) / K_{тр} \cdot 100\% = 28\%$ Коэффициент работы конструкции на границе $K_d = 1,5$	
<u>Расчет на сопротивление при изгибе</u>	
<i>Параметры материала:</i> Асфальтобетон горячей укладки плотный II марки из щебеночной (гравийной) смеси типа А, марка битума БНД/БН-40/60 Нормативное сопротивление весной $R_0 = 10,0$ МПа Усталостный показатель степени $m = 6,0$ Коэффициент различия $\alpha = 5,0$ Коэффициент снижения прочности $k_2 = 0,9$ <i>Параметры двухслойной модели:</i> Средневзвешенный модуль упругости монолитных слоев $E_b = 6000,00$ МПа Глубина расположения расчетного слоя $Z_{оп} = 11,0$ см Коэффициент K_b (двубалонное колесо) $= 0,85$ Коэффициент усталостного разрушения $k_1 = 0,58$ Прочность материала при изгибе $R_n = 4,802$ МПа	
Результаты расчета:	
Вариант 1	Вариант 2
Поверхностный модуль упругости нижнего слоя в пакете монолитных слоев $E_{общ} = 165,48$ МПа Наибольшее растягивающее напряжение $\sigma_r = 1,785$ МПа Расчетный коэффициент прочности $K_{расч} = 2,667$ Требуемый коэффициент прочности $K_{тр} = 0,870$ Запас прочности $(K_{расч} - K_{тр}) / K_{тр} \cdot 100\% = 207\%$	Поверхностный модуль упругости нижнего слоя в пакете монолитных слоев $E_{общ} = 162,17$ МПа Наибольшее растягивающее напряжение $\sigma_r = 1,800$ МПа Расчетный коэффициент прочности $K_{расч} = 2,690$ Требуемый коэффициент прочности $K_{тр} = 0,870$ Коэффициент усиления $\alpha = 0,980$ Запас прочности $(K_{расч} - K_{тр}) / K_{тр} \cdot 100\% = 209\%$

Расчетный коэффициент прочности ($K_{расч} = 1,55$ – без применения геосинтетики, $K_{расч} = 1,58$ – с применением геосинтетики). Коэффициент прочности – это отношение фактического модуля упругости к требуемому. С увеличением срока службы дорожной одежды коэффициент прочности почти не меняется. Но при фиксированном сроке службы дорожной одежды с ухудшением качества исходных материалов и качества производства работ требуется более высокий запас прочности, то есть более высокий коэффициент прочности. Это свидетельствует о том, что неэкономично строить с плохим качеством, то есть без использования геосинтетики.

Коэффициент усиления u дорожной конструкции без геосинтетики отсутствует, с геосинтетикой равен $\alpha = 0,980$, соответственно дорожная одежда с геосинтетикой является усиленной и более прочной.

Запас прочности $((K_{расч}-K_{тр})/K_{тр} \cdot 100\% = 52\%$ – без геосинтетики, 55% – с применением геосинтетики) позволяет сделать вывод о том, что дорожная конструкция с геосинтетикой обладает большим запасом прочности на многократно повторяющиеся действия расчетных автомобильных нагрузок, а соответственно и большей работоспособностью конструкции.

Наибольшее растягивающее напряжение составляет соответственно $\sigma_r = 1,785$ МПа – без геосинтетики; $\sigma_r = 1,800$ МПа – с геосинтетикой.

Таким образом, на основе проведенных расчетов выявлены преимущества применения геоматериалов в дорожном строительстве. При этом по предложенной ранее авторами уточненной классификации синтетических геоматериалов [7] тканые текстильные геоматериалы более предпочтительны в условиях устройства дорожных одежд по сравнению с неткаными текстильными геоматериалами, так как тканое геополотно является более легким материалом и удобным для транспортировки; обладает более высокими прочностными характеристиками; более устойчиво к воздействию ультрафиолета, а также обладает высокой химической и биологической

стойкостью. Применение геоматериалов в строительстве способствует энерго- и ресурсосбережению, что является основным мотивом застройщиков и собственников к достижению зданиями определенного класса энергетической эффективности [8]. На общегосударственном уровне применение геоматериалов в строительстве способствует выполнению жестких требований к повышению уровня энергетической эффективности зданий, которые выражаются в снижении уровня энергопотребления зданиями за период 2007-2020 гг. на 40% [9].

ВЫВОДЫ

Результаты проведенного сравнительного расчета конструкции дорожной одежды без геосинтетики и с использованием геосинтетики позволяют сделать вывод о том, что дорожная конструкция с геосинтетикой является более прочной и долговечной, о чем свидетельствует ряд показателей, значения которых у данного вида дорожной одежды выше.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Опарина Л.А., Опарин Р.Ю.* Экономика и организация архитектурного проектирования и строительства. – Иваново: РИО ИГАСУ, 2011.
2. *Петрухин А.Б., Матрохин А.Ю., Карева Т.Ю., Метелева О.В., Гусев Б.Н.* Стратегия научно-методического и технического обеспечения выпуска тканей и изделий из натуральных и синтетических волокон // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 6. С. 30...35.
3. *Петрухин А.Б., Опарина Л.А.* Сравнительный анализ ресурсо- и энергосберегающих характеристик применения геотекстиля в строительстве // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 2.
4. *Неретин А.А., Рукавишников Е.Е.* Сравнительное испытание программного обеспечения для расчета конструкций дорожных одежд // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2014, №1 (2). С. 25...30.
5. *Опарина Л.А.* Основы ресурсо- и энергосбережения в строительстве. Иваново: – ПресСто, 2014.
6. *Рукавишников Е.Е., Лубкина К.А., Скворцов А.В.* Проектирование, расчет и контроль дорожных одежд // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2013, №1 (1). С. 33...35.

7. Петрухин А.Б., Опарина Л.А. Классификация синтетических геоматериалов и их применение в современном строительстве // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 1.

8. Петрухин А.Б., Опарина Л.А. Формирование интегрального показателя энергетической эффективности зданий // Изв. вузов. Экономика, финансы и управление производством. – 2011, №03(09). С. 92...95.

9. Петрухин А.Б., Алоян Р.М., Опарина Л.А., Ставрова М.В. Интегральный показатель энергоэффективности как основа организационного механизма строительства и эксплуатации энергоэффективных зданий // Жилищное строительство. – 2012, № 3. С. 46...48.

REFERENCES

1. Oparina L.A., Oparin R.Ju. Jekonomika i organizacija arhitekturnogo proektirovanija i stroitel'stva. – Ivanovo: RIO IGASU, 2011.

2. Petruhin A.B., Matrohin A.Ju., Kareva T.Ju., Meteleva O.V., Gusev B.N. Strategija nauchno-metodicheskogo i tehničeskogo obespečenija vypuska tkanej i izdelij iz natural'nyh i sinteticheskikh volokon // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 6. S. 30...35.

3. Petruhin A.B., Oparina L.A. Sravnitel'nyj analiz resurso- i jenergosberegajushhih harakteristik primenija geotekstilja v stroitel'stve // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 2.

4. Neretin A.A., Rukavishnikova E.E. Sravnitel'noe ispytanie programmnoho obespečenija dlja rasčeta konstrukcij dorozhnyh odezhd // SAPR i GIS avtomobil'nyh dorog. – 2014, №1 (2). S. 25...30.

5. Oparina L.A. Osnovy resurso- i jenergosbereženija v stroitel'stve. Ivanovo: – PresSto, 2014.

6. Rukavishnikova E.E., Lubkina K.A., Skvorcov A.V. Proektirovanie, rasčet i kontrol' dorozhnyh odezhd // SAPR i GIS avtomobil'nyh dorog. – 2013, №1 (1). S. 33...35.

7. Petruhin A.B., Oparina L.A. Klassifikacija sinteticheskikh geomaterialov i ih primenenie v sovremenom stroitel'stve // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 1.

8. Petruhin A.B., Oparina L.A. Formirovanie integral'nogo pokazatelja jenergetičeskoj jeffektivnosti zdaniy // Izv. vuzov. Jekonomika, finansy i upravlenie proizvodstvom. – 2011, №03(09). S.92...95.

9. Petruhin A.B., Alojan R.M., Oparina L.A., Stavrova M.V. Integral'nyj pokazatel' jenergojeffektivnosti kak osnova organizacionnogo mehanizma stroitel'stva i jekspluatacii jenergojeffektivnyh zdaniy // Zhilishhnoe stroitel'stvo. – 2012, № 3. S. 46...48.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства. Поступила 25.03.15.

УДК 67.03

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ СТЕПЕНИ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

DEVELOPMENT OF ALGORITHM OF RECOGNITION THE EXTENT OF DAMAGE TO GEOTEXTILE CLOTHS BASED ON THE ANALYSIS DIGITAL IMAGES

Т.О. ГОЙС, С.М. БАЖЕНОВ, А.Ю. МАТРОХИН
T.O. GOJS, S.M. BAZHENOV, A.YU. MATROKHIN

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: mtsm@ivgpu.com

Предложен алгоритм распознавания и критерии визуальной оценки степени повреждаемости геотекстильных полотен на основе анализа цифровых изображений.

The algorithm for the recognition and the criteria of visual assessment extent of damage to the geotextile based on the analysis of digital images was proposed.

Ключевые слова: геотекстильные полотна, качество, алгоритм распознавания, повреждаемость, анализ цифровых изображений.

Keywords: geotextile cloths, quality, the algorithm of recognition, damage, the analysis digital images.

Важной задачей на этапе проектирования строительных и дорожных конструкций является выбор конкретного вида геотекстильного материала (ГТМ), который должен осуществляться на основе номенклатуры показателей качества. В [1] приведена сводная таблица показателей свойств ГТМ. Данная информация послужила основой для разработки дерева свойства ГТМ (рис. 1).

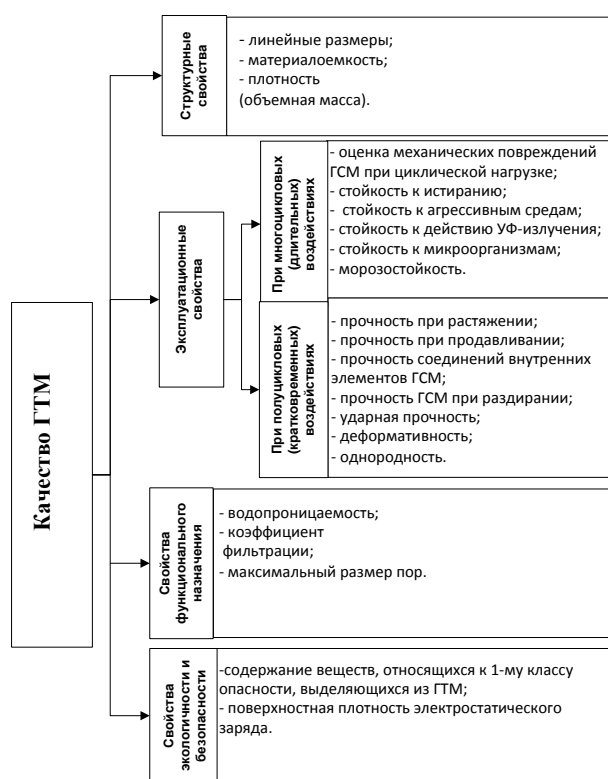


Рис. 1

Оценка износостойкости, относящейся к группе эксплуатационных свойств, важна во всех сферах применения ГТМ, в том числе на стадиях научно-исследовательских работ, технического предложения, опытно-конструкторских работ. Она проводится с целью [2]:

- определения технической возможности обеспечения требуемых значений показателей износостойкости при выбранном

варианте конструкторского решения, заданных условиях эксплуатации и установленных ограничениях на массу, размеры и стоимость изделий;

- обоснования оптимального (в части износостойкости) варианта конструкторского и (или) технического исполнения изделия;

- прогнозирования показателей износостойкости;

- установления предельных величин износа;

- установления требований к достоверности подтверждения износостойкости;

- определения задач экспериментальной отработки износостойкости конкретного изделия.

Стойкость к истиранию определяет степень повреждаемости ГТМ в процессе физико-механических воздействий при динамическом контакте с абразивом. Согласно [3] испытания на истирание проводят до разрушения пробы, вызывающего автоматическую остановку прибора. В результате записывают число циклов воздействия (например, число оборотов головки прибора), при котором произошло разрушение испытуемой ткани, производят смену элементарных проб ткани и повторяют испытание для получения выборочных данных. За показатель стойкости ткани к истиранию по плоскости принимают среднее арифметическое результатов испытания всех отобранных от партии точечных проб.

При оценке механических повреждений ГТМ при циклической нагрузке [4] в качестве измеряемого параметра определяют индекс повреждения (сохранение прочности) путем вычисления отношения прочности при растяжении образца до и после механических воздействий. Аналогичный подход применяется к оценке долговечности, стойкости к действию УФ-излучения и др. Данная оценка носит косвенный ха-

ракти, так как прочность при растяжении не может описать поведение и состояние материала в применяемых условиях эксплуатации. Например, при циклической нагрузке характерно изменение конфигурации и местоположения составляющих нитей, что не оказывает определяющего влияния на прочность материала при растяжении, но существенно сказывается на размерах пор и иных характеристиках структуры. Геотекстильный материал несет множество внешних признаков, которые можно анализировать на предмет изменения его структуры, поэтому необходим новый подход к оценке износа полотен, который позволил бы перейти от оценки прочности к оценке изменения их структуры.

Известны несколько стандартных методов оценки изменения структуры текстильных полотен под воздействием отдельных эксплуатационных факторов. Согласно одному из них [5] подготовленный образец подвергают истирающему воздействию абразивным средством под определенным давлением и по заранее установленной программе. Через определенные интервалы воздействие приостанавливают и проводят визуальное исследование всей поверхности образца на наличие разрушений. Критериями разрушения образца являются, в том числе: разрыв двух отдельных нитей (для тканых полотен), обрыв одной нити, приводящий к образованию дыры (для трикотажных полотен), полное выпадение ворса (для ворсовых полотен) и др. Недостатком метода является применение субъективной визуальной оценки наличия и степени разрушения образца по предлагаемым критериям.

В последние годы наблюдается устойчивый интерес к использованию информационных технологий в решении задач контроля качества текстильных изделий [6]. В развитие данного направления предлагается новый подход к оценке повреждаемости полотен, в том числе геотекстильных, который направлен на уменьшение субъективного влияния оператора на стадии итоговой оценки степени ухудшения внешнего вида образца.

Сущность подхода состоит в том, что состояние подготовленного исходного образца полотна фиксируется в виде цифрового изображения с помощью проекционного устройства, обеспечивающего постоянство условий освещения и положения образца. После определенных воздействий на образец в соответствии с испытательным циклом изменившееся состояние исходного образца вновь фиксируют для последующего сопоставления.

Последовательность подготовительных, измерительных и аналитических действий приведена в структурированном виде на рис. 2.

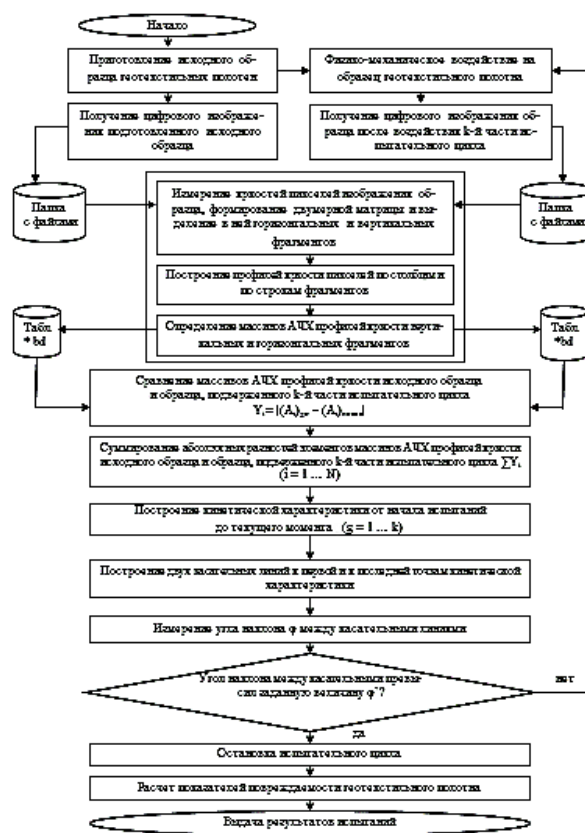


Рис. 2

Уместной вторичной числовой оценкой произошедшего изменения структуры представляется абсолютная разность между элементами массивов амплитудно-частотных характеристик профилей яркости, сформированных до и после определенного физико-механического воздействия:

$$Y_i = \left((A_i)_{до} - (A_i)_{после} \right), \quad (1)$$

где $(A_i)_{до}$ – i -й элемент массива амплитудно-частотных характеристик профиля яркости, построенного до начала физико-механического воздействия на образец, ($i = 1, 2, \dots, N$); $(A_i)_{после}$ – i -й элемент массива амплитудно-частотных характеристик профиля яркости, построенного после определенного физико-механического воздействия на образец ($i = 1, 2, \dots, N$).

Информативную результирующую оценку произошедшего изменения структуры полотна на конкретном фрагменте можно получить путем накопления абсолютных разностей между элементами массивов амплитудно-частотных характеристик профилей яркости исходного образца и образца, подверженного физико-механическому воздействию:

$$Y = \sum_{i=1}^N Y_i \quad (2)$$

с последующим преобразованием абсолютной величины Y в относительную величину для большей универсальности.

На следующем этапе проектирования необходимо было решить задачу по установлению четких критериев для автоматической фиксации момента разрушения полотна. С этой целью строят график (кинетическую характеристику) из последовательных оценок Y_j изменения структуры полотна, полученных от начала испытаний до текущего момента. На каждом j -м этапе испытательного цикла строят две касательные линии – к первой и к последней точке кинетической характеристики (рис. 3), измеряют угол наклона φ между касательными линиями, по величине которого принимают решение о прекращении или продолжении испытательного цикла, если угол наклона между касательными линиями не превышает установленной заранее пороговой величины (предварительная оценка пороговой величины угла наклона составляет 30°), то испытательный цикл физико-механического воздействия на образец продолжают с соответствующими измерительными операциями, а если угол наклона между касательными линиями превысит установленную заранее поро-

говую величину, то испытательный цикл физико-механического воздействия на образец прекращают.

Использование параметрического критерия идентификации момента разрушения полотна позволит перейти к установлению числовых критериев для соответствующих уровней степени изменения структуры испытываемого образца (рис. 2).

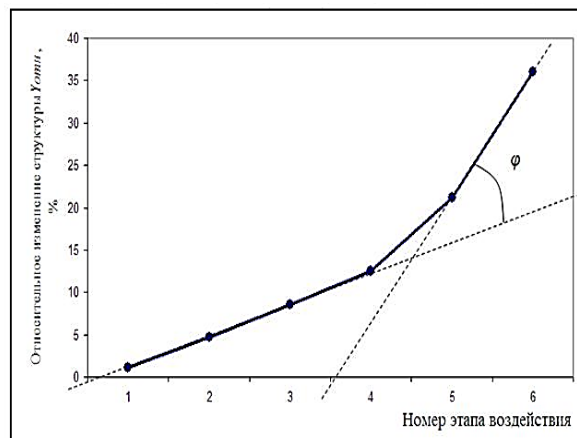


Рис. 3

Таким образом, предлагаемый нами алгоритм распознавания степени повреждаемости геотекстильных полотен позволяет:

- спрогнозировать показатели износостойкости;
- установить предельную величину износа образца в измеряемых величинах;
- спрогнозировать расчетную долговременную прочность (износостойкость) геотекстильного полотна.

Следующим шагом в исследовании изменений структуры геотекстильных полотен является разработка соответствующего программного обеспечения для автоматизации предложенного алгоритма.

В Ы В О Д Ы

1. Проведен критический анализ действующих нормативных документов на методы оценки эксплуатационных свойств геотекстильных полотен.

2. Предложен алгоритм распознавания и критерии визуальной оценки степени повреждаемости геотекстильных полотен на основе анализа цифровых изображений.

1. ОДМ 218.5.003–2010. Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог.
2. ГОСТ 23.225–99. Обеспечение износостойкости изделий. Методы подтверждения износостойкости. Общие требования.
3. ГОСТ 18976–73. Ткани текстильные. Метод определения стойкости к истиранию.
4. ОДН 218.5.006–2010. Рекомендации по методикам испытаний геосинтетических материалов в зависимости от области их применения в дорожной отрасли.
5. ГОСТ Р ИСО 12947-1–2011. Материалы текстильные. Определение устойчивости к истиранию полотен по методу Мартиндейла. Часть 1. Устройство для испытания по методу истирания Мартиндейла.
6. Сокова Г.Г. Дистанционное исследование ткани как эквивалент стандартных методов определения ее показателей качества//Стандарты и качество. – 2008, №3. С.70...71.

1. ODM 218.5.003–2010. Rekomendacii po primeneniju geosinteticheskikh materialov pri stroitel'stve i remonte avtomobil'nyh dorog.
2. GOST 23.225–99. Obespechenie iznosostojkosti izdelij. Metody podtverzhdjenja iznosostojkosti. Obshhie trebovanija.
3. GOST 18976–73. Tkani tekstil'nye. Metod opredelenija stojkosti k istiraniju.
4. ODN 218.5.006–2010. Rekomendacii po metodikam ispytanij geosinteticheskikh materialov v zavisimosti ot oblasti ih primenenija v dorozhnoj ot-rasli.
5. GOST R ISO 12947-1–2011. Materialy tekstil'nye. Opredelenie ustojchivosti k istiraniju poloten po metodu Martindejla. Chast' 1. Ustrojstvo dlja ispytaniya po metodu istiraniya Martindejla.
6. Sokova G.G. Distancionnoe issledovanie tkani kak jekvivalent standartnyh metodov opredelenija ee pokazatelej kachestva//Standarty i kachestvo. – 2008, №3. S.70...71.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии. Поступила 02.10.15.

УДК 677.017

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОЧНОСТЬ ОДЕЖДЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ*

MANUFACTURE OF EXPERIMENTAL SAMPLES OF NANOMODIFIED TEXTILE MATERIALS AFFECT THE STRENGTH OF SPECIAL-PURPOSE CLOTHING

В.В. ХАММАТОВА
V.V. KHAMMATOVA

(Казанский национальный исследовательский технологический университет)
(Kazan National Research Technological University)

E-mail: venerabb@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы, связанные с разработкой метода изготовления наномодифицированных натуральных текстильных материалов с использованием коллоидного раствора наночастиц серебра. Исследованы прочность наномодифицированных текстильных материалов, а также эффективность закрепления наночастиц серебра в их поверхностном слое, определено количество элементного серебра на поверхности образцов до и после пяти циклов промывки, что необходимо учитывать при

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

эксплуатации изделий специального назначения. Показатель прочности наномодифицированных суровых и расилхтованных тканей увеличивается как по основе, так и по утку относительно контрольных образцов. Прочность исследуемых текстильных материалов зависит от состава, структуры, их толщины и переплетения.

The article discusses issues related to the development of a method of manufacture nanomodified natural textile materials using colloidal solution of silver nanoparticles. Investigated the strength of nanomodified textile materials, as well as the efficiency of fixation of silver nanoparticles in their surface layer, determined the number of elemental silver on the surface of samples before and after five cycles of washing that must be considered when using the products for special purposes. A measure of the strength of nanomodified harsh and rassledovanij tissues increases as the basis, and duck, relative to control samples. The strength of the investigated textile materials depends on their composition and structure, thickness, and weave.

Ключевые слова: текстильный материал, спецодежда, плазма, наномодифицирование, коллоидный раствор, наночастицы серебра, прочность, промывка, стирка.

Keywords: textile, protective clothing, plasma, nanomodification, kolodny solution, silver nanoparticles, durability, washing.

В настоящее время активно проводятся исследования в области наноматериалов на основе применения наночастиц серебра. Большое внимание уделяется функциональной активности наночастиц серебра с точки зрения придания как бактерицидных, так и бактериостатических свойств различным материалам и изделиям из них. Эти свойства делают незаменимыми данные наномодифицированные текстильные материалы для производства спецодежды.

Разработка и изготовление экспериментальных образцов текстильных материалов с антибактериальными свойствами путем наномодифицирования их коллоидным раствором наночастиц серебра и обработки потоком неравновесной низкотемпературной плазмы (ННТП) пониженного давления является актуальной задачей при производстве одежды специального назначения [1], [2].

Включение плазменной обработки позволяет решить проблему эффективного нанесения антибактериального препарата на поверхность материалов натурального и смесового состава, а также устойчивого закрепления нанесенного в процессе наномодификации антибактериального вещества на поверхности текстильного материала.

Изготовление антибактериальных текстильных материалов для спецодежды вызвано необходимостью принятия новых профилактических и санитарно-гигиенических мер в связи с ухудшающимся экологическим состоянием окружающей среды и снижением уровня иммунитета у населения. Анализ рынка показал, что приоритетное направление в развитии производства антибактериального текстиля занимают нетканые материалы для изготовления одноразовой медицинской одежды и белья, а также трикотажные материалы для производства термобелья и спортивной одежды [3], [4].

С целью импортозамещения на российском рынке антибактериальных текстильных материалов для спецодежды с содержанием натуральных волокон зарубежного производства, а также в связи с возрастающим спросом населения на данные группы товаров актуальной задачей для российских производителей является внедрение процесса наноструктурирования потоком ННТП пониженного давления уже производимых текстильных волокнистых материалов, а затем и придания им антибактериальных свойств.

Антибактериальные препараты на основе наночастиц серебра обладают фунгицидным действием при концентрации 0,1 мг/дм³ [5]. Они наиболее эффективны для уничтожения болезнетворных микроорганизмов с частицами серебра размером 9...15 нм, имеют чрезвычайно большую удельную площадь поверхности, что увеличивает область контакта серебра с бактериями, значительно улучшая его бактерицидные действия [6].

Изготовление экспериментальной партии образцов осуществлялось нами с целью проверки работоспособности натуральных текстильных материалов, обеспечивающих прочностные свойства текстильных материалов за счет воздействия коллоидным раствором наночастиц серебра, который применяется для наномодифицирования тканей.

Технология наномодифицирования экспериментальной партии образцов текстильных материалов включала два основных этапа.

1. Получение коллоидного раствора наночастиц серебра.

2. Заполнение пористой структуры материалов коллоидным раствором наночастиц серебра с целью повышения комплекса механических и бактерицидных свойств.

Получение коллоидного раствора наночастиц серебра, который состоит из нитрата серебра AgNO₃, аммиака водного NH₄OH, воды бидистиллированной, полиакриловой кислоты и полиакрилата натрия, осуществляли по экспериментальной технологии, разработанной в Казанском национальном исследовательском технологическом университете.

Объектом исследования и наномодифицирования служили ткань "Премьер Cotton 300", артикул 10408, состав хлопок 100%, пропитанная маслородоотталкивающей пропиткой, и ткань "Премьер Комфорт 250А" с пропиткой StopOil + маслородоотталкивающая пропитка, артикул 18422 а/Х-М, состав 80% хлопка + 20% п/э + антистатическая нить.

Пропитка наноструктурированных текстильных материалов коллоидным раствором наночастиц серебра осуществлялась посредством полного помещения каждой партии в раствор антибактериального препарата. Время пропитывания варьировалось в диапазоне 5...7 минут, температура раствора поддерживалась 20...24°С. После пропитки образцов текстильных материалов их извлекали из коллоидного раствора наночастиц серебра и закрепляли потоком ННТП.

Исследования экспериментальной партии образцов проводили с целью определения фактических (достигнутых) характеристик свойств до и после их наномодифицирования.

Для оценки прочности по основе и по утку (Н, даН) экспериментальной партии наномодифицированных образцов натуральных текстильных материалов использовали стандартный метод измерения в соответствии с ГОСТом 29104.4–91. Ткани технические. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве, с помощью автоматической разрывной машины МТ110-5 [7].

Технология изготовления наномодифицированных экспериментальных образцов текстильных материалов производилась двумя методами:

Ткань суровая

Метод I *Наноструктурированная суровая ткань* – расшлихтовка – пропитка и крашение – наномодифицирование коллоидным раствором наночастиц серебра – нахождение оптимальных режимов наномодифицирования для закрепления частиц наносеребра

Ткань расшлихтованная

Метод II *Наноструктурированная расшлихтованная ткань* – пропитка и крашение – наномодифицирование коллоидным раствором наночастиц серебра – нахождение оптимальных режимов наномодифицирования для закрепления частиц наносеребра

Результаты исследования экспериментальной партии контрольных и наномодифицированных образцов текстильных материалов для специальной одежды с содержанием натуральных волокон представлены на рис. 1 (диаграмма изменения разрывной нагрузки изготовленной экспериментальной партии образцов ткани "Премьер Cotton

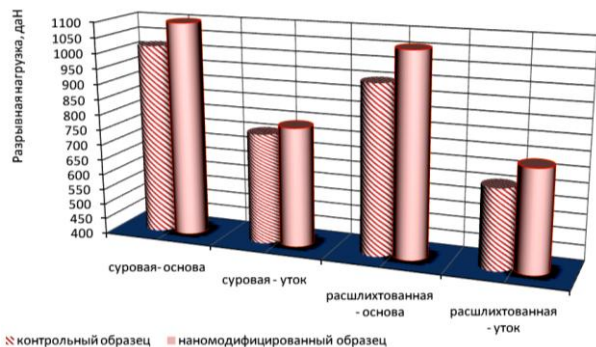


Рис. 1

На основе проведенных исследований установлено (рис. 1 и 2), что максимальные показатели прочности текстильных материалов увеличиваются в результате наномодифицирования коллоидным раствором наночастиц серебра и ННТП обработки. При расходе газа $G_{\text{воздух}} = 0,04$ г/с, давлении в вакуумной камере $P_k = 21$ Па, потребляемой мощности $P_{\text{потр}} = 3,5$ кВт и времени обработки $\tau = 1$ м/мин в плазмообразующем газе воздух. При этом разрывная нагрузка в суровой ткани "Премьер Cotton 300" повышается до 12% по основе и до 10% по утку, в наномодифицированных тканях после расшлифовки прочность повышается до 17% по основе и до 15% по утку относительно контрольных образцов.

Исследования прочности наномодифицированной суровой ткани "Премьер Комфорт 250А" показали (рис. 2), что данный показатель выше на 40% по основе и на 36,3 % по утку, а в наномодифицированных тканях после расшлифовки прочность повышается до 17% по основе и до 10% по утку относительно контрольных образцов. Прочность представленных текстильных материалов зависит от состава, толщины и их переплетения, что приводит к уплотнению структуры целлюлозосодержащих волокон и лучшему закреплению

300" с пропиткой, артикул 10408, состав – 100% хлопка) и рис. 2 (диаграмма изменения разрывной нагрузки изготовленной экспериментальной партии образцов ткани "Премьер Комфорт 250А" с пропиткой, артикул 18422 а/Х-М, состав 80% хлопка + 20% п/э + антистатическая нить).

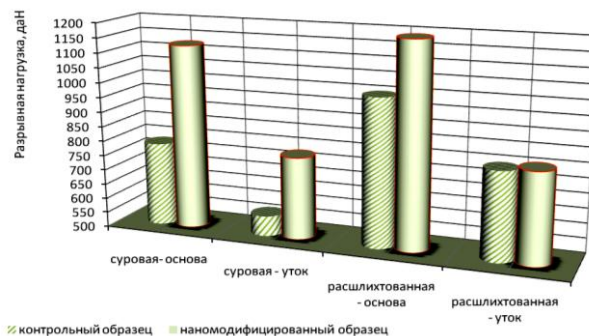


Рис. 2

коллоидного раствора наночастиц серебра в межволоконном пространстве.

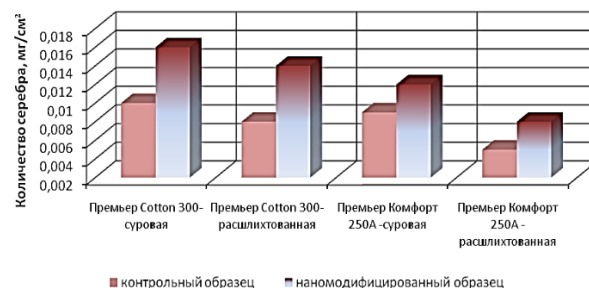
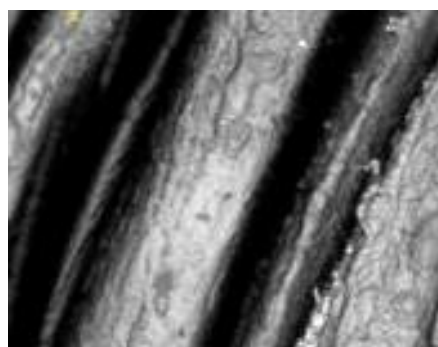


Рис. 3

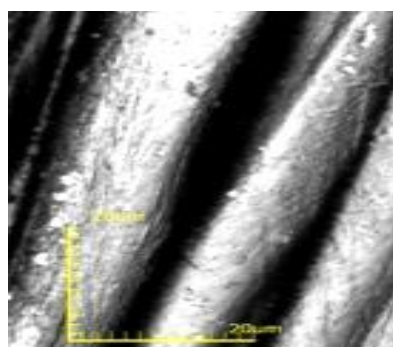
Влияние ННТП пониженного давления на эффективное закрепление наночастиц серебра в поверхностном слое наномодифицированных текстильных материалов "Премьер Cotton 300", артикул 10408 и ткани "Премьер Комфорт 250А", артикул 18422 а/Х-М определяли по количеству элементного серебра на поверхности образцов до и после пяти циклов промывки (рис. 3 – количество серебра на поверхности наномодифицированных и контрольных образцов текстильных материалов после пяти циклов промывки ткани "Премьер Cotton 300", артикул 10408 и ткани "Премьер Комфорт 250А", артикул 18422 а/Х-М и применения ННТП обработки; режим ННТП обработки: $P_k = 20...22$ Па;

$W_p=3,5\text{кВт}$; $\tau=1\text{м/мин}$; $G_{\text{возд}}=0,04\text{г/с}$, а также распределения наночастиц серебра на поверхности материалов (рис. 4, 5).

На рис. 4 представлены микрофотографии поверхности хлопковых волокон ткани "Премьер Cotton 300", артикул 10408



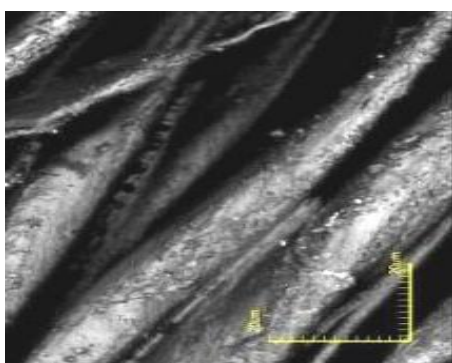
а)



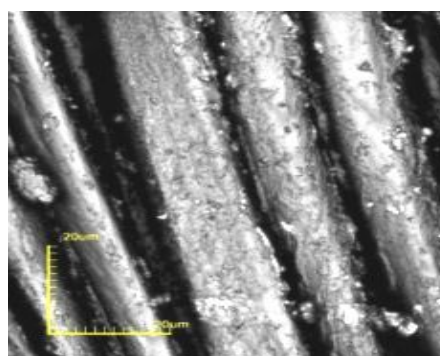
б)

Рис. 4

На рис. 5 представлены микрофотографии поверхности хлопковых волокон + п/э + антистатическая нить ткани "Премьер Комфорт 250А", артикул 18422 а/Х-М ($\times 10000$): а) – исходного образца; б) – об-



а)



б)

Рис. 5

Повторная ННТП обработка приводит как к дополнительному "вбиванию" наночастиц серебра в поверхность материалов за счет ионной бомбардировки, что способствует физической адсорбции наночастиц металла в приповерхностных слоях тканей, так и к формированию поверхностной сетки за счет присутствия плазмообразующего газа, способного в ионизированном состоянии взаимодействовать с образовавшимися за счет ионной бомбардировки свободными радикалами в поверхностном слое волокнообразующих полимеров.

($\times 10000$): а) – исходного образца; б) – образца, наномодифицированного наночастицами серебра с применением ННТП обработки; режим ННТП обработки: $P_k=20...22$ Па; $W_p=3,5$ кВт; $\tau=1$ м/мин; $G_{\text{возд}}=0,04$ г/с.

разца, наномодифицированного наночастицами серебра с применением ННТП обработки; режим ННТП обработки: $P_k=20...22$ Па; $W_p=3,5$ кВт; $\tau=1$ м/мин; $G_{\text{возд}}=0,04$ г/с.

Как видно из рис. 3, исходное содержание наночастиц серебра в наномодифицированных образцах текстильных материалов после их пяти промывок составляет для суровых тканей "Премьер Cotton 300", артикул 10408 – $0,016$ мг/см², для "Премьер Комфорт 250А", артикул 18422 а/Х-М – $0,010$ мг/см². Исследования расшлихтованных тканей показали, что в суровой ткани "Премьер Cotton 300", артикул 10408 – $0,014$ мг/см², для "Премьер Комфорт 250А", артикул 18422 а/Х-М – $0,008$ мг/см². Количество серебра, оставшегося на поверхности контрольных образцов ма-

териалов после пяти циклов их промывки, ниже на 30...40%.

Влияние эффективности ННТП обработки ткани "Премьер Cotton 300", артикул 10408 и ткани "Премьер Комфорт 250А", артикул 18422 а/Х-М до пропитки раствором наночастиц серебра, а затем после окончательной обработки ННТП пониженного давления с целью закрепления наночастиц серебра в поверхностном слое материалов представлено на рис. 4 и 5.

Изображения поверхности волокон образцов ткани "Премьер Cotton 300", артикул 10408 и ткани "Премьер Комфорт 250А", артикул 18422 а/Х-М до и после их наномодифицирования коллоидным раствором наночастиц серебра с применением плазменной обработки получены методом сканирующей электронной микроскопии на конфокальном лазерном сканирующем микроскопе "Olympus OLS LEXT 4000", поскольку позволяет измерять лабораторные образцы с наклоном до 85° и общий диапазон увеличений составляет до 17280 крат. Разрешение по горизонтали – до 120 нм, по вертикали – до 10 нм.

Полученные изображения поверхности образцов текстильных материалов с содержанием натуральных хлопковых волокон, наномодифицированных коллоидным раствором наночастиц серебра с применением плазменной обработки (рис. 4-б и 5-б), подтверждают наличие на поверхности волокон наночастиц серебра. Кроме того, с помощью полученных микрофотографий можно утверждать о достаточно равномерном распределении наночастиц серебра по поверхности наномодифицированных волокон, что должно обеспечить одинаковое проявление антибактериальной активности наномодифицированных текстильных материалов "Премьер Cotton 300", артикул 10408 и ткани "Премьер Комфорт 250А", артикул 18422 а/Х-М по всей их площади.

ВЫВОДЫ

1. Таким образом, установлено, что максимальные показатели прочности текстильных материалов увеличиваются в результате

наномодифицирования коллоидным раствором наночастиц серебра и ННТП обработки в суровой и расшлихтованной ткани "Премьер Cotton 300" от 12 до 17% по основе и от 10 до 15% по утку относительно контрольных образцов. Исследования прочности наномодифицированной суровой и расшлихтованной ткани "Премьер Комфорт 250А" показали, что данный показатель выше: от 17 до 40% по основе и от 10 до 36,3% по утку относительно контрольных образцов. Прочность исследуемых текстильных материалов зависит от состава и их структуры, толщины и переплетения.

2. Установлено, что для устойчивого закрепления и равномерного распределения наночастиц серебра на поверхности текстильных материалов "Премьер Cotton 300", артикул 10408 и ткани "Премьер Комфорт 250А", артикул 18422 а/Х-М целесообразно проводить их обработку в потоке ННТП пониженного давления. Обработку материалов потоком ННТП пониженного давления целесообразно осуществлять в режиме $P_k=20...22$ Па; $W_p=3,5$ кВт; $\tau=1$ м/мин; $G_{возд}=0,04$ г/с, что препятствует вымыванию наночастиц серебра с поверхности исследуемых текстильных материалов в процессе их эксплуатации и стирки одежды специального назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хамматова В.В., Разумеев К.Э., Абдуллин И.Ш. Разработка инновационных технологий производства многофункциональных натуральных материалов с управляемой микроструктурой. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2015.
2. Хамматова В.В., Разумеев К.Э., Абдуллин И.Ш. Наномодифицирование кожевенных материалов для повышения стойкости к биоразрушению // Кожевенно-обувная промышленность, – 2015, № 2. С. 15...18.
3. Сулейманова Г.В., Зиятдинова А.И. Инновационные технологии в производстве изделий легкой промышленности для активного отдыха // Вестник Казанского технологического университета. – 2012, №13. С. 673...675.
4. Колесников Н.В., Веселова И.В., Хозова Л.М. Антимикробные трикотажные полотна для высококомфортных бельевых и спортивных изделий // Текстильная промышленность – 2010, № 5 (683). С. 48...49.

5. Букина Ю.А., Сергеева Е.А. Современные материалы для производства спортивной одежды и термобелья // Вестник Казанского технологического университета. – 2013, №9. С. 112...114.

6. Chen X., Schluesener H.J. Nanosilver: a nano-product in medical application // Toxicology letters. – Vol. 176, № 1, 2008. P. 1...12.

7. Хамматова Э.А. Повышение механических свойств многофункциональных текстильных материалов для производства изделий специального назначения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №5. С. 44...48.

REFERENCES

1. Hammatova V.V., Razumeev K.Je., Abdullin I.Sh. Razrabotka innovacionnyh tehnologij proizvodstva mnogofunkcional'nyh natural'nyh materialov s upravljajemoj mikrostrukturoj. – Kazan': Izd-vo KNITU, 2015.

2. Hammatova V.V., Razumeev K.Je., Abdullin I.Sh. Nanomodificirovanie kozhevennyh materialov dlja povyshenija stojkosti k biorazrusheniju // Kozhevenno-obuvnaja promyshlennost', – 2015, № 2. S. 15...18.

3. Sulejmanova G.V., Zijatdinova A.I. Innovacionnye tehnologii v proizvodstve izdelij legkoj promyshlennosti dlja aktivnogo otdyha // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. – 2012, №13. S. 673...675.

4. Kolesnikov N.V., Veselova I.V., Hozova L.M. Antimikrobnye trikotazhnye polotna dlja vysokokomfortnyh bel'evykh i sportivnykh izdelij // Tekstil'naja promyshlennost' – 2010, № 5 (683). S.48...49.

5. Bukina Ju.A., Sergeeva E.A. Sovremennye materialy dlja proizvodstva sportivnoj odezhdy i termobel'ja // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. – 2013, №9. S. 112...114.

6. Chen X., Schluesener H.J. Nanosilver: a nano-product in medical application // Toxicology letters. – Vol. 176, № 1, 2008. P. 1...12.

7. Hammatova Je.A. Povyszenie mehanicheskikh svojstv mnogofunkcional'nykh tekstil'nykh materialov dlja proizvodstva izdelij special'nogo naznachenija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №5. S. 44...48.

Рекомендована кафедрой дизайна. Поступила 01.02.16.

УДК 677.021.151.256

**ВЛИЯНИЕ ВЫЛЕТА ТЫЛЬНЫХ КРОМОК ТРЕПАЛЬНЫХ БАРАБАНОВ
НА УСКОРЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРЯДИ ВБЛИЗИ ЗАЖИМА**

**INFLUENCE OF THE BACK EDGES IN SCUTTINGDRUMS DISPLACEMENT
ON ACCELERATION OF STRAND ELEMENTS NEAR THE CLIP**

М.С. ЕНИН, Е.Л. ПАШИН
M.S. ENIN, E.L. PASHIN

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

На основе оценки ускорений участков пряжи вблизи зажима получено доказательство, что установка тыльных планок на била одного из двух трепальных барабанов будет обеспечивать различие этих ускорений при двухстороннем трепании. Разница этих ускорений зависит от вылета тыльных планок.

On the basis of an strand accelerations assessment the evidence is obtained that back planks installation on the beat of one scutching drums will provide distinction of these accelerations at bilateral scutching. The difference of these accelerations depends on a back planks overhang.

Ключевые слова: процесс трепания, тыльная планка, рабочая кромка, ускорение.

Keywords: scutching, back plank, front edge, acceleration.

Одним из вариантов повышения эффективности обескостривания при трепании лубоволокнистых материалов является использование асимметричных по интенсивности воздействий на обрабатываемый материал билами трепальных барабанов [1]. Была получена модель для определения количества воздействий со стороны бил барабанов для максимального удаления костры под действием силы инерции. Предложено осуществлять это, например, за счет уменьшения диаметра одного из барабанов в трепальных секциях. Однако

такая техническая реализация осуществима только при создании новых трепальных машин.

Поэтому был предложен менее затратный вариант с использованием съемных рабочих органов по отношению к существующим трепальным барабанам. Такими съемными органами могут являться планки, устанавливаемые с тыльной стороны бил одного из барабанов в каждой секции (рис. 1 – поперечный разрез трепальных барабанов с тыльными планками, установленными на одном из барабанов). Анало-

гом такой реализации послужили устройства [2], [3].

В связи с этим возникла задача по исследованию возможностей обеспечения асимметричных по интенсивности воздействий на обрабатываемый материал для интенсификации процесса обескостривания сырца. Указанной асимметричности предлагается достичь за счет различия ускорений элементов пряжи на рабочей кромке с учетом вылета тыльных планок на одном из барабанов.

Целью настоящей работы является получение зависимостей ускорений a_1 , a_2 , определяющих величину сил инерции участков пряжи на рабочей кромке от действия бил барабанов, в зависимости от режимно-конструктивных параметров трепальной машины. Базируясь на известных работах, связанных с оценкой ускорений элементов пряжи при трепании [4...7], рассмотрим конструкцию барабанов, на одном из которых установлены тыльные планки 1 (рис. 1).

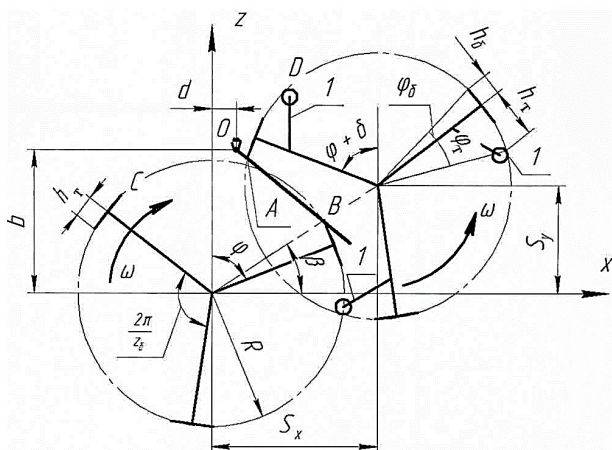


Рис. 1

Примем следующие обозначения: О – точка зажима пряжи в транспортере; А, D – соответственно рабочая и тыльная кромки бильной планки правого барабана; С, В – соответственно рабочая и тыльная кромка бильной планки левого барабана; ω – угловая скорость барабанов; b – вертикальная координата точки зажима; d – горизонтальная координата точки зажима; R – радиус трепального барабана; S_x , S_y – межосевое расстояние барабанов по горизонтали и

вертикали соответственно; φ – угол поворота била левого барабана от начального (вертикального) положения; h_6 – вылет рабочей кромки бильной планки относительно оси била; h_T – вылет тыльной кромки относительно оси била; φ_6 – угловая координата рабочей кромки бильной планки относительно оси била; φ_T – угловая координата тыльной кромки относительно оси била; β – угол, образованный линией, соединяющей оси вращения барабанов, и горизонталью; δ – угловое смещение правого барабана, вызванное углом $\beta \neq 0$.

Из рис. 1 следует:

$$\begin{aligned}\varphi_6 &= \arcsin\left(\frac{h_6}{R}\right), \\ \varphi_T &= \arcsin\left(\frac{h_T}{R}\right), \\ \beta &= \arctg\left(\frac{S_y}{S_x}\right).\end{aligned}\quad (1)$$

Поправка на угол δ (при $\beta \neq 0$) обеспечивает при моделировании условие ударов рабочих кромок по пряжи через равные интервалы:

$$\varphi_{\text{инт}} = \frac{\pi}{z_6}, \quad (2)$$

где z_6 – число бил на барабане.

Из геометрических построений с учетом (2) найдем угловое смещение била правого барабана:

$$\delta = 2\beta - \frac{\pi}{z_6}. \quad (3)$$

Известно [8], что наибольшее влияние на полное ускорение элемента пряжи, огибающего кромку била, оказывает нормальная составляющая относительного ускорения:

$$a \approx a_{\text{отн}}^n = \frac{v_r^2}{r}, \quad (4)$$

где $v_r = \frac{ds}{dt}$ – относительная скорость элемента пряжи, м/с; r – радиус кривизны пря-

Расстояние ОС определится аналогично (6), при этом

$$x_C = R \sin\left(\varphi + \varphi_6 - \frac{2\pi}{z_6}\right),$$

$$z_C = R \cos\left(\varphi + \varphi_6 - \frac{2\pi}{z_6}\right).$$

Угол поворота барабана $\varphi = \varphi_2$, при котором кромка С войдет во взаимодействие с прядью, найдем аналогично (9), когда

точки О, С и D расположатся вдоль одной прямой (рис. 2). Тогда

$$x_D = S_x - R \cos\left(\varphi + \delta - \varphi_T - \frac{\pi}{2}\right),$$

$$z_D = S_y - R \sin\left(\varphi + \delta - \varphi_T - \frac{\pi}{2}\right).$$

В этом случае будет выполняться условие $\varphi_{\text{инт}} = \varphi_2 - \varphi_1$. Необходимо заметить, что координаты точек В и D получены для конструкции трехбильного барабана ($z_6=3$). Относительная скорость кромки С определится следующим образом:

$$v_{TC} = \frac{-\omega R \left(d \cos\left(\varphi + \varphi_6 - \frac{2\pi}{z_6}\right) - b \sin\left(\varphi + \varphi_6 - \frac{2\pi}{z_6}\right) \right)}{\sqrt{R^2 + b^2 + d^2 - 2R \left(d \sin\left(\varphi + \varphi_6 - \frac{2\pi}{z_6}\right) + b \cos\left(\varphi + \varphi_6 - \frac{2\pi}{z_6}\right) \right)}}. \quad (12)$$

Используя (10), (12) и (13), определим характер изменения ускорений элемента пряди в момент удара по нему рабочей кромки для конструкции трепальной машины агрегата МТА-1Л со следующими параметрами: радиус барабанов $R = 0,37$ м; межосевое расстояние $S_x = 0,461$ м, $S_y = 0,3$ м; $\omega = 26,2$ рад/с (что соответствует частоте вращения барабанов 250 мин^{-1}); радиус кривизны пряди на рабочей кромке примем в допущении равным радиусу закругления рабочей кромки $r = 1,5$ мм; вертикальная координата точки зажима $b = 0,4$ м; вылет рабочей кромки относительно оси била $h_6 = 0,06$ м.

Искомое изменение ускорений исследуем в зависимости от величины вылета h_T кромки тыльной планки от стойки била на правом барабане. На рис. 3 представлена разница ускорений $a_1(\varphi_1)$ и $a_2(\varphi_2)$ (на графике обозначена заштрихованной областью) при разном вылете тыльной кромки, которая обеспечивает асимметричность воздействий во время удара при трепании [1]. Предельное значение вылета ($h_T = 0,16$ м) принято из условия несоударения элементов барабанов.

Анализ полученных результатов показал, что с увеличением вылета h_T разность ускорений a_1 и a_2 возрастает. При вылете $h_T = 0,15$ м разница в ускорениях достигает 28%.

Таким образом, применение дополнительных тыльных планок на билах одного из трепальных барабанов позволяет обеспечить асимметричность трепальных воздействий по их интенсивности в момент начального взаимодействия с обрабатываемой прядью. Это, согласно [1], вероятно, позволит повысить эффективность удаления костры под действием сил инерции.

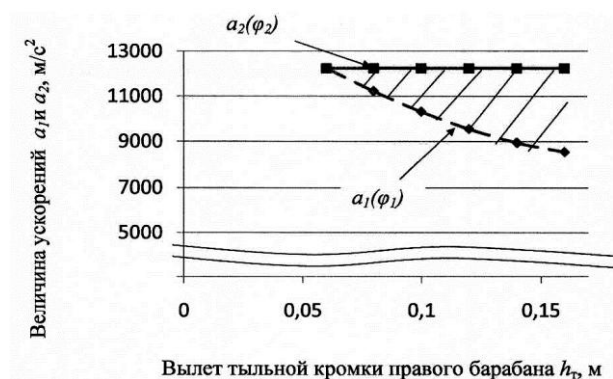


Рис. 3

ВЫВОДЫ

1. При определении ускорений элемента пряжи, возникаемых при начальном воздействии била, следует учитывать вылет тыльной кромки бильной планки.

2. Доказана возможность обеспечения различий ускорений элементов обрабатываемого материала в момент начального воздействия бил при двухстороннем трепании за счет установки тыльных планок на один из барабанов.

3. Увеличение вылета кромки тыльной планки приводит к росту различий по интенсивности двухсторонних воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Енин М.С., Пашин Е.Л.* Моделирование процесса удаления костры из слоя льняного сырца при трепании. – Кострома: КГТУ, 2013 - 15 с. - Деп. в ВИНТИ 27.09.2013, №274-В2013.

2. Пат. 2250940 РФ. Секция трепальной машины для обработки лубяных волокон / Пашин Е.Л., Бойко С.В. МПК D 01 В 1/16, D 01 В 1/26 ; патентообладатель Всероссийский науч.-исслед. ин-т по переработке лубяных культур; заявл. 13.04.2004; опубл. 27.04.2005, Бюл. № 12.

3. Пат. 2350701 РФ. Секция трепальной машины для обработки лубяных волокон / Пашин Е.Л., Бойко С.В., Шевалдин Д.М., Енин М.С. МПК D 01 В 1/16, D 01 В 1/26; патентообладатель Всероссийский науч.-исслед. ин-т по переработке лубяных культур; заявл. 03.09.2007; опубл. 27.03.2009, Бюл. №9.

4. *Неронов Н.А.* Силы инерции в процессе обескостривания лубяных волокон при одностороннем воздействии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1958, №5. С. 14...19.

5. *Панов Д.Н.* О некоторых вопросах теории процесса трепания лубяных волокон // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1963, №4. С. 42...50.

6. *Неронов Н.А.* Некоторые вопросы динамики в процессе трепания лубяных волокон // Изв. вузов.

Технология текстильной промышленности. – 1963, №5. С. 50...52.

7. *Лапшин А.Б., Пашин Е.Л.* Развитие теории процесса трепания льна. – Кострома: КГТУ, 2004.

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

REFERENCES

1. Enin M.S., Pashin E.L. Modelirovanie processa udalenija kostry iz sloja l'njanogo syrca pri trepanii. – Kostroma: KGTU, 2013 - 15 s. - Dep. v VINITI 27.09.2013, №274-V2013.

2. Pat. 2250940 RF. Sekcija trepal'noj mashiny dlja obrabotki lubjanyh volokon / Pashin E.L., Bojko S.V. MPK D 01 V 1/16, D 01 V 1/26 ; patentoobladatel' Vserossijskij nauch.-issled. in-t po pererabotke lubjanyh kul'tur; zajavl. 13.04.2004; opubl. 27.04.2005, Bjul. № 12.

3. Pat. 2350701 RF. Sekcija trepal'noj mashiny dlja obrabotki lubjanyh volokon / Pashin E.L., Bojko S.V., Shevaldin D.M., Enin M.S. MPK D 01 V 1/16, D 01 V 1/26; patentoobladatel' Vserossijskij nauch.-issled. in-t po pererabotke lubjanyh kul'tur; zajavl. 03.09.2007; opubl. 27.03.2009, Bjul. №9.

4. *Neronov N.A.* Sily inercii v processe obeskostrivaniya lubjanyh volokon pri odnostoronnem vozdejstvii // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1958, №5. S. 14...19.

5. *Panov D.N.* O nekotoryh voprosah teorii processa trepanija lubjanyh volokon // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1963, №4. S. 42...50.

6. *Neronov N.A.* Nekotorye voprosy dinamiki v processe trepanija lubjanyh volokon // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1963, №5. S. 50...52.

7. *Lapshin A.B., Pashin E.L.* Razvitie teorii processa trepanija l'na. – Kostroma: KGTU, 2004.

8. *Ipatov A.M.* Teoreticheskie osnovy mehanicheskoy obrabotki steblej lubjanyh kul'tur. – М.: Legprombytizdat, 1989.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 17.11.14.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНОСЫРЬЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ANALYSIS OF EFFICIENCY OF PRIMARY PROCESSING OF THE LINEN RAW IN RUSSIAN FEDERATION

Э.В. НОВИКОВ, Е.Н. КОРОЛЕВА, А.В. БЕЗБАБЧЕНКО, И.В. УЩАПОВСКИЙ
E.V. NOVIKOV, E.N. KOROLEVA, A.V. BEZBABCHENKO, I.V. USHCHAPOVSKY

(Всероссийский научно-исследовательский институт механизации льноводства)
(The All-Russia Scientific Research Institute of Mechanization Flax Cultivation)
E-mail: vniiml1@mail.ru

Представлен анализ технико-экономических показателей льнозаводов из семи льносеющих регионов РФ. Указаны меры по повышению эффективности переработки льна-долгуна.

In work the analysis of an actual economic condition of the enterprises of primary processing linen trusts of flax, quality of linen raw material and a fibre from him in the Russian Federation for some years is submitted.

Ключевые слова: выход волокна, льнозавод, эффективность, средний номер.

Keywords: an output of a fibre, the enterprises of primary processing of flax, efficiency, average number.

Эффективность производства льна на этапе первичной переработки льносырья зависит от качества тресты. Значительное разнообразие почвенно-климатических условий регионов льносеяния и материально-техническое состояние хозяйств проявляется в величине урожая льна. Среднестатистическая урожайность волокна по России за 2012 год по данным ФГУ "Агентство "Лен" достигло 9,1 ц/га, за 2013 – 8,6 ц/га (в 2009-2010 гг. – 8,2 ц/га, 2011 г. – 9 ц/га). В 2012 году переработка льна осуществлялась более чем на 60 льнозаводах (на 68 льнозаводах в 2013 году), при общем годовом объеме производства 46,2 тыс. тонн льноволокна (43,8 тыс. тонн в 2011 году).

Анализ состояния действующих льнозаводов за 2012 год выявил все те же проблемы в первичной переработке, что и в 2008-2011 гг. [1...5].

В представленной работе проанализированы фактические технико-экономические показатели 27 льнозаводов Россий-

ской Федерации из основных льносеющих регионов: Омской (3 льнозавода), Нижегородской (2 льнозавода), Тверской (5 льнозаводов), Костромской (2 льнозавода), Новосибирской (3 льнозавода), Вологодской области (9 льнозаводов) и Алтайского края (3 льнозавода) за 2012 год.

Объем заготовленной льнотресты по указанным льнозаводам в 2012 году составил 64730,9 тонн при среднем номере 1,05. Наибольший объем тресты из рассмотренных регионов заготовлен в Тверской области – 15104,5 тонн, в Новосибирской – 13251,5 тонн, в Алтайском крае – 10141,6 тонн, в Омской области – 10137 тонн, в Нижегородской – 5604 тонны, в Вологодской – 5546 тонн и в Костромской области – 4946 тонн. По отношению к предыдущему году качество льнотресты осталось на прежнем уровне. Так, в 2008 году средний номер тресты составлял 1,03, в 2009 – 1,19, в 2010 – 1,13, в 2011 – 1,02. Доля льнотресты высоких номеров 1,25...1,75 и выше составила 30,1% от

общей заготовки, при доле среднего номера 1,00 и низкого качества 0,5 и 0,75 – 60,1% и 9,8% соответственно. По регионам ситуация с качеством льно-тресты следующая. В Тверской области доля заготовленной льнотресты номеров 1,25...1,75 и выше составила 65,6%, в Вологодской – 32,6%, в Костромской – 8,8%, в Алтайском крае – 1,7%. По Алтайскому краю доля низкосортной тресты (номер 0,75 и ниже) при заготовке составила 22,6%, Костромской области – 12,0%, Вологодской области – 11,5%, Тверской – 6,0% и Нижегородской – 1,0%. Средняя цена за тонну льнотресты в 2012 году составила 4646,8 рублей и изменялась по областям от 2133 до 9151 рубля, а по отдельным льнозаводам – от 957 до 13954 рублей.

Средний общий выход волокна составляет 25,3% (24,3% – в 2009 г., 26,8% – в 2011 г.), что близко к реализации сортового потенциала, однако выход трепаного льна низкий и составляет в среднем 5,5% при

выходе короткого волокна – 19,8%. Наибольшим удельным весом длинного волокна в общей массе выработанного характеризуются льнозаводы Тверской области – 32,2%, при среднем по РФ – 23,0%. Это связано с тем, что средний номер заготовленной тресты в этом регионе составил 1,4, и, как следствие, обеспечил достаточно высокий выход трепаного льна – 8,9%.

Аналогичная ситуация наблюдалась и в 2011 году. Повышение доли длинного волокна в этой области необходимо расценивать как позитивную тенденцию (на протяжении двух лет), направленную на достижение высшего западно-европейского уровня, составляющего свыше 50% [7].

Анализ использования производственных мощностей и износа технологического оборудования льнозаводов показал (табл. 1), что они находятся на уровне в среднем 66,6% и 56,8% и изменяются по регионам от 25 до 76,6% и от 33 до 100% соответственно.

Т а б л и ц а 1

Области РФ	Использование мощностей, %	Износ, %	Выход волокна, %		
			общий	длинного	короткого
Алтайский край	76,7	57,1	35,0	7,2	27,8
Омская	71,7	33,0	26,0	-	-
Нижегородская	25,0	94,5	24,2	3,3	20,9
Тверская	72,6	58,8	27,6	8,9	18,7
Костромская	-	100,0	13,4	2,4	11,0
Новосибирская	71,7	45,0	27,8	7,2	20,6
Вологодская	-	-	23,3	4,1	19,2

Для сравнения, в 2009 году износ технологического оборудования составил 83,5%, а использование производственных мощностей 45,2%, в 2010 году – 58,6% и 56,0, в 2011 году – 66,6 и 62,7% соответственно [8], [9].

Значения износа технологического оборудования в пределах 60% указывает на процесс постепенного обновления технологического оборудования, проводимый на предприятиях, но который идет крайне медленно.

В 2012 году было выработано льноволокна в Алтайском крае 5521,6 т, в Новосибирской области – 4387,6 т, в Тверской – 4263,1 т, в Вологодской – 1541,5 т, в Ом-

ской – 1104,4 т, в Костромской – 747,7 т, в Нижегородской – 213,5. Причем себестоимость одной тонны льноволокна в среднем составила 34873,6 рублей и значительно варьировалась в зависимости от региона от 10837 до 81100 рублей.

Неполное использование мощностей льнозаводов обеспечило численность работающих на льнозаводах в интервале 7...198 человек.

Эффективность работы предприятий первичной переработки во многом зависит от качества заготовленного сырья. Номер тресты, перерабатываемой на льнозаводе, отражается и на структуре себестоимости конечной продукции (табл. 2).

Таблица 2

Статьи себестоимости	2009 г.	2011 г.	2012 г.
Средний номер тресты	1,19	1,02	1,05
Всего, в том числе:	100,0	100,0	100,0
Сырье (льнотреста)	40,9	49,3	59,2
Оплата труда	27,2	22,0	11,5
Начисление на оплату труда	5,1	5,0	3,2
Топливо	2,3	2,9	7,6
Электроэнергия	9,5	11,9	4,8
Амортизация	5,8	3,1	4,5
Прочие	9,2	5,8	9,2

В целом наибольшие доли в себестоимости волокна составляют затраты на сырье, оплату труда и электроэнергию, что хорошо согласуется с данными ФГУ "Агентство "Лен". В 2012 году значительно возросли затраты на топливо – до 7,6%, в сравнении с предыдущими годами (табл. 2).

В результате анализа показателей работы 27 льнозаводов РФ установлено, что:

- качество тресты зависит от регионов льносеяния, причем доля низкосортного сырья от общей массы заготавливаемой тресты варьируется в значительных пределах по регионам от 1,0% (Нижегородская область) до 22,6% (Алтайский край), а по отдельным льнозаводам составляет от 0% (Тонкинский и Нерльский льнозаводы) до 100% (ОАО "Бийская льнокомпания");

- отсутствие позитивной мотивации у хозяйств на возделывание льна приводит к снижению объемов производства льносырья и снижению эффективности использования льнозаводами своих производственных мощностей (в пределах 66,6%);

- отсутствие оборотных средств не позволяет своевременно проводить машинно-технологическую модернизацию производства; износ технологического оборудования на льнозаводах доходит до 60%, а в отдельных регионах до 90...100%;

- низкосортная треста, высокий уровень производственных затрат, несовершенство условий кредитования для льнозаводов, резкие изменения на рынке волокна приводят к ухудшению финансового состояния и банкротству многих льнозаводов;

- структура выработанного в 2012 году льноволокна указывает на стабильно низкую долю длинного волокна 22,0%, что определяет необходимость расширения

спектра производств, использующих короткое льноволокно.

Для обеспечения эффективности работы льнозаводов необходимо использовать прежде всего их внутренние резервы. Это выпуск не только длинного и короткого волокна из льнотресты номеров 1,00 и выше, но и получение другого – модифицированного волокна с различными характеристиками, используя оборудование, установленное на льнозаводах. Это позволит увеличить их мощность и обеспечит возможность переработки различного сырья (нормальной и низкосортной тресты, путанины, короткого волокна, отходов трепания, льносырца, ленты и т.д.) в волокно с требуемыми характеристиками. Важным является и улучшение качества как длинного, так и короткого волокна (повышение номера), которое на рынке продукции пользуется спросом. Номер трепаного льна на отечественных льнозаводах крайне низок (№ 9, 10) и значительно уступает льноволокну из Западной Европы (№ 12...14), а отечественной текстильной промышленности требуется льноволокно не ниже № 11. Необходимость в повышении качества короткого волокна объясняется возросшей в 2012 году потребностью в качественном коротком волокне, а льнозаводы зачастую производят волокно №2 или вообще не соответствующий действующему стандарту по содержанию костры (значительно превышающей предельное ее содержание, то есть более 29%).

Перспективные задачи для вывода предприятий первичной обработки льна из кризисного состояния за 2012 год в основном не изменились – это обеспечение в сельскохозяйственном производстве достижения среднего номера льняной тресты

№ 1,5. Отметим, что эта мера актуальна из года в год. Внедрение в производство перспективного малозатратного оборудования для выпуска трепаного льна и короткого волокна или применение оборудования с высокой пропускной способностью (это необходимо осуществлять с учетом плановых перспектив развития и расширения площадей возделывания льна на перспективу до 2020 года); разработка малозатратных и высокопроизводительных линий глубокой переработки всего льносырья, полученного на льнозаводах, в волокно различной длины и степени очистки для дальнейшего производства (в условиях того же льнозавода) нетканых материалов, различных утеплителей, технической ваты, целлюлозы и других льносодержащих изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тихонова Е.Ю., Пантелеева Р.Д. Техническое перевооружение льняных предприятий – важнейшее направление выхода их из кризиса // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №5. С. 5...7.
2. Степанова С.М., Rogozhina H.H. Управление экономическим потенциалом текстильного предприятия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №3. С. 7...12.
3. Гаврилова И.М. Качество текстильных материалов как составляющая // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №6. С. 11...15.
4. Гаврилова И.М. Факторы, определяющие стратегическое партнерство текстильных предприятий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №2. С. 5...8.
5. Кочеткова Т.С. Оценка эффективности управленческих процессов текстильного предприятия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №2. С. 12...15.
6. Типовые нормы выработки для рабочих основного производства заводов первичной переработки льна. – М.: Изд-во Минск, 1988.
7. Черников В.Г. и др. Инновационные технологии и технические средства нового поколения для производства и глубокой переработки лубяных культур. – М.: Изд-во РГАУ – МСХ имени К.А. Тимирязева, 2011.

8. Новиков Э.В., Безбабченко А.В., Карпова Л.Г., Ущановский И.В. Анализ технико-экономических показателей льнозаводов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010, №8. С. 31...32.

9. Карпова Л.Г., Безбабченко А.В., Ущановский И.В., Новиков Э.В. Эффективность первичной переработки льносырья в России // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012, №6. С. 22...24.

REFERENCES

1. Tihonova E.Ju., Panteleeva R.D. Tehnicheskoe perevooruzhenie l'njanyh predpriyatij – vazhnejshhee napravlenie vyhoda ih iz krizisa // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2010, №5. S. 5...7.
2. Stepanova S.M., Rogozhina N.N. Upravlenie jekonomicheskim potencialom tekstil'nogo predpriyatija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, №3. S. 7...12.
3. Gavrilova I.M. Kachestvo tekstil'nyh materialov kak sostavljajushhaja // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №6. S. 11...15.
4. Gavrilova I.M. Faktory, opredel'jajushhie strategicheskoe partnerstvo tekstil'nyh predpriyatij // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №2. S. 5...8.
5. Kochetkova T.S. Ocenka jeffektivnosti upravlencheskih processov tekstil'nogo predpriyatija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №2. S. 12...15.
6. Tipovye normy vyrabotki dlja rabochih osnovnogo proizvodstva zavodov pervichnoj pererabotki l'na. – M.: Izd-vo Minsk, 1988.
7. Chernikov V.G. i dr. Innovacionnye tehnologii i tehnicheckie sredstva novogo pokolenija dlja proizvodstva i glubokoj pererabotki l'ubjanyh kul'tur. – M.: Izd-vo RGAU – MSH imeni K.A. Timirjazeva, 2011.
8. Novikov Je.V., Bezbabchenko A.V., Karpova L.G., Ushhapovskij I.V. Analiz tehniko-jekonomicheskikh pokazatelej l'nozavodov // Mehanizacija i jelektifikacija sel'skogo hozjajstva. – 2010, №8. S.31...32.
9. Karpova L.G., Bezbabchenko A.V., Ushhapovskij I.V., Novikov Je.V. Jefferktivnost' pervichnoj pererabotki l'nosyr'ja v Rossii // Mehanizacija i jelektifikacija sel'skogo hozjajstva. – 2012, №6. S.22...24.

Рекомендована Ученым советом . Поступила 27.03.15.

**АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ ЛЕТУЧКИ ХЛОПКА-СЫРЦА
ПО ЛОПАСТИ БАРАБАННОЙ СУШИЛКИ**

**MOTION ANALYSIS THE FEATHER OF THE RAW COTTON
OVER THE BLADES OF THE DRUM TION OF THE DRYER**

*С.А. ГАЗИЕВА, М.Э. НУРОВ, Х.И. ИБРОГИМОВ, П.Н.РУДОВСКИЙ
S.A. GAZIEV, M.E. NUROV, KH.I. IBROGIMOV, P.N. RUDOVSKY*

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

Проведен анализ движения летучки хлопка-сырца по лопастям барабана в процессе работы барабанной сушилки хлопка. Полученные математические модели позволяют обоснованно подойти к выбору конструктивных и технологических параметров сушилки с переменным углом наклона лопастей.

The analysis of the movement of the feather of the raw cotton over the blades of the drum in the working process of rotary drum dryer cotton. The obtained mathematical model allows reasonable approach to the choice of constructive and technological parameters of the dryer with variable angle of inclination of the blades.

Ключевые слова: хлопок-сырец, летучки, барабанная сушилка, математические модели, технологические параметры.

Keywords: raw cotton, feather, rotary dryer, mathematical model, technological parameters.

В существующих технологических процессах переработки хлопка обязательным является сушка хлопка-сырца, так как основная часть сырца заготавливается при влажности, превышающей кондиционную. Еще на заготовительных пунктах в бунтах осуществляют ряд мер по снижению влажности хлопка-сырца. К этим мероприятиям следует отнести прорывание вентиляционных каналов и тоннелей в бунтах, отсос влажного воздуха из бунтов, разборку бунтов, просушку сырца и др.

Наиболее действенным методом доведения хлопка-сырца до технологической нормы влажности и обеспечения его нормальной очистки от сорных примесей и дженирования является сушка хлопка-сырца в сушилках [1...3].

В настоящее время на хлопкоперерабатывающих предприятиях стран СНГ наиболее широко распространены барабанные сушилки марок 2СБ-10, СБО, СБТ и МС. Эти сушилки имеют высокие показатели по производительности влажного хлопка-сырца, но недостаточный влагоотбор.

На основе многолетнего опыта передовых хлопкоперерабатывающих предприятий и научно-исследовательских работ НПО "Хлопкопром", ТИТЛП, ТГСКБ по хлопкоочистке учеными и специалистами хлопкоперерабатывающей отрасли созданы и усовершенствованы ныне действующие хлопковые сушилки. Основной целью совершенствования конструкции сушильных агрегатов является сохранение при-

$$\psi = \arctg f. \quad (6)$$

Подставив значения тригонометрических функций угла ψ из (4) в (3), получим:

$$\sin \psi \cos \gamma_{\text{пред}} - \cos \psi \sin \gamma_{\text{пред}} = -\frac{\omega^2 R}{g\sqrt{1+f^2}}. \quad (7)$$

После очевидных преобразований

$$\sin(\gamma_{\text{пред}} - \psi) = -\frac{\omega^2 R}{g\sqrt{1+f^2}}, \quad (8)$$

откуда

$$\gamma_{\text{пред}} = \arcsin \frac{\omega^2 R}{g\sqrt{1+f^2}} + \arctg f. \quad (9)$$

Из рис. 1 следует, что

$$\alpha = \gamma + \beta, \quad (10)$$

откуда

$$\alpha_{\text{пред}} = \gamma_{\text{пред}} + \beta. \quad (11)$$

$$\dot{x} = -\frac{g}{\omega} \cos(\omega t - \beta) - \frac{gf}{\omega} \sin(\omega t - \beta) - \omega^2 R t \cos \beta + C_1, \quad (15)$$

$$x = \frac{g}{\omega^2} \cos(\omega t - \beta) - \frac{gf}{\omega^2} \sin(\omega t - \beta) + \frac{\omega^2 R t^2}{2} \cos \beta + C_1 t + C_2. \quad (16)$$

При анализе движения летучки по лопасти время будем отсчитывать от начала ее скольжения, то есть от момента t_1 . Таким образом, начальные условия будут иметь вид:

$$\text{при } t=0 \quad x=0 \quad \text{и} \quad \dot{x}=0. \quad (17)$$

Из (15) получим:

$$C_1 = \frac{g}{\omega} (\cos \beta - f \sin \beta). \quad (18)$$

$$x = \frac{g}{\omega^2} [\cos(\omega t - \beta) + f \sin(\omega t - \beta)] - \frac{\omega^2 R t^2}{2} \cos \beta + \frac{g}{\omega} (\cos \beta - f \sin \beta) t + \frac{g}{\omega^2} (\sin \beta - f \cos \beta). \quad (20)$$

Момент схода летучки с лопасти t_c

$$\ell = \frac{g}{\omega^2} [\cos(\omega t_c - \beta) + f \sin(\omega t_c - \beta)] - \frac{\omega^2 R t_c^2}{2} \cos \beta + \frac{g}{\omega} (\cos \beta - f \sin \beta) t_c + \frac{g}{\omega^2} (\sin \beta - f \cos \beta). \quad (21)$$

Движение летучки по лопасти начнется в момент времени

$$t_1 = \frac{\alpha_{\text{пред}}}{\omega}. \quad (12)$$

Дифференциальное уравнение движения летучки, с учетом принятых допущений, дополнительно к которым пренебрегаем изменением угла δ , будет иметь вид:

$$m\ddot{x} = mg \sin \gamma - mgf \cos \gamma - m\omega^2 R \cos \beta. \quad (13)$$

Сокращая на m и подставляя значение γ из (10) с учетом того, что $\alpha = \omega t$, получим:

$$\ddot{x} = g \sin(\omega t - \beta) - gf \cos(\omega t - \beta) - \omega^2 R \cos \beta. \quad (14)$$

Переменные в полученном уравнении разделены, поэтому его общее решение можно получить, дважды проинтегрировав (14):

Подставляя полученное значение C_1 в (16), а затем начальные условия (17), найдем:

$$C_2 = \frac{g}{\omega^2} (\sin \beta - f \cos \beta). \quad (19)$$

Окончательно для расчета перемещения летучки по лопасти получим выражение:

определится из условия $x = \ell = AB$. Или:

Уравнение (21) трансцендентное, его можно решить только численно. Подставляя полученное в результате решения зна-

$$v_c = -\frac{g}{\omega} \cos(\omega t_c - \beta) - \frac{gf}{\omega} \sin(\omega t_c - \beta) - \omega^2 R t_c \cos \beta + \frac{g}{\omega} (\cos \beta - f \sin \beta). \quad (22)$$

Зная t_c , можно также определить координату точки схода летучки с лопасти. Для этого сначала определим угол поворота барабана в момент схода летучки:

$$\alpha_c = \alpha_{\text{пред}} + \omega t_c \quad (23)$$

и угол наклона лопасти в этот момент:

$$\gamma_c = \alpha_c + \beta. \quad (24)$$

Координаты точки А в системе координат ХОУ будут:

$$\begin{aligned} X_A &= R \cos(\pi - \alpha_c), \\ Y_A &= R \sin(\pi - \alpha_c). \end{aligned} \quad (25)$$

Координаты точки В в той же системе координат будут:

$$\begin{aligned} X_B &= X_A + \ell \cos \gamma_c, \\ Y_B &= Y_A - \ell \sin \gamma_c. \end{aligned} \quad (26)$$

Полученные зависимости представляют собой математическую модель движения летучки хлопка-сырца по лопасти сушилки. Они позволяют провести анализ ее движения в ходе технологического процесса и обоснованно подойти к выбору конструктивных параметров барабана.

ВЫВОДЫ

Разработана математическая модель движения летучки хлопка-сырца по поверхности лопасти сушилки, позволяющая обосновать конструктивные параметры барабана хлопковой сушилки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иброгимов Х.И., Корабельников Р.В., Сафаров Ф.М. Моделирование процесса очистки хлопка-сырца // Вестник Таджикского технического университета. – 2010. Т. 3...7, №7. С. 24...26.
2. Зулфганов С.З., Сафаров Ф.М., Рудовский П.Н. Влияния физико-механических свойств хлопка и технология его переработки на производи-

чение t_c в (15) с учетом значения константы из (17), найдем относительную скорость летучки в момент схода ее с лопасти:

тельность валичного джина // Вестник Таджикского технического университета. – 2014. Т. 2, № 26. С. 14...17.

3. Газиева С.А., Курбонов Б.Д., Нуров М.Э., Иброгимов Х.И., Рудовский П.Н. Изменение структурного показателя хлопка-сырца по технологическим переходам его переработки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 5. С. 131...135.

4. Иброгимов Х.И., Корабельников Р.В. Теория процессов, технологии подготовки хлопка-сырца к дженированию. – Кострома, 2009.

5. Мирошниченко Г.И. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. – М., 1972.

6. Болтабоев С.Д., Парпиев А.П. Сушка хлопка-сырца. – Ташкент: "Укитувчи", 1980.

7. Патент на изобретение ТЖ390. Сушильный агрегат для хлопка-сырца с криволинейными лопастями / Иброгимов Х.И., Исмаатов И.А., Газиева С. – 12.10.2010.

REFERENCES

1. Ibrogimov H.I., Korabel'nikov R.V., Safarov F.M. Modelirovanie processa ochistki hloпка-syrca // Vestnik Tadzhijskogo tehničeskogo universiteta. – 2010. T. 3...7, №7. S. 24...26.
2. Zul'fanov S.Z., Safarov F.M., Rudovskij P.N. Vlijanija fiziko-mehaničeskikh svojstv hloпка i tehnologija ego pererabotki na proizvoditel'nost' valičnogo dzhina // Vestnik Tadzhijskogo tehničeskogo universiteta. – 2014. T. 2, № 26. S.14...17.
3. Gazieva S.A., Kurbonov B.D., Nurov M.Je., Ibrogimov H.I., Rudovskij P.N. Izmenenie strukturnogo pokazatelja hloпка-syrca po tehnologičeskim perehodam ego pererabotki // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 5. S. 131...135.
4. Ibrogimov H.I., Korabel'nikov R.V. Teorija processov, tehnologii podgotovki hloпка-syrca k dzhinirovaniju. – Kostroma, 2009.
5. Miroshnichenko G.I. Osnovy proektirovanija mashin pervichnoj obrabotki hloпка. – M., 1972.
6. Boltaboev S.D., Parpiev A.P. Sushka hloпка-syrca. – Tashkent: "Ukituvchi", 1980.
7. Patent na izobretenie TЖ390. Sushil'nyj agregat dlja hloпка-syrca s krivolinejnymi lopastjami / Ibrogimov H.I., Ismatov I.A., Gazieva S. – 12.10.2010.

Рекомендована кафедрой инженерной графики, теоретической и прикладной механики. Поступила 31.03.15.

**ОБОСНОВАНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ
ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРОБЫ ВОЛОКОН ЛЬНА
ДЛЯ ОЦЕНКИ ИХ РАСЩЕПЛЕННОСТИ**

**JUSTIFICATION OF CONDITIONS FOR CREATING DIGITAL IMAGES
OF FLAX FIBER SAMPLES IN RELATION
TO DETERMINING FIBER SPLIT LEVEL OF THE SAMPLE**

Е.Л. ПАШИН, А.В. ОРЛОВ, Т.А. СТЕПАНКОВА
E.L. PASHIN, A.V. ORLOV, T.A. STEPANKOVA

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

В статье приводится обоснование методики и условий съемки пробы волокон льна с использованием цифрового микроскопа Levenhuk DTX 90. Предлагается методика выбора расстояния до объекта съемки, разрешения кадра и количества проб, позволяющего достичь требуемой точности определения толщины волокон.

The article presents justification of the method and exact conditions of creating digital images of flax fiber sample using digital microscope Levenhuk DTX 90. A method is suggested, allowing to choose the distance from the sample, frame resolution, and sample count in order to achieve desired accuracy.

Ключевые слова: лен, микрофотография, волокна, толщина волокон.

Keywords: flax, microphotography, fibers, fiber width.

Для объективной оценки качества льняного чесаного волокна в ленте по ГОСТу Р 54590–2011. Лен чесаный в ленте. Технические условия, наряду с определением ряда его свойств требуется контроль расщепленности волокнистых комплексов для характеристики тонины волокна.

Указанным стандартом предусмотрена возможность определения расщепленности по воздухопроницаемости пробы с использованием прибора ВПЛ-1, а также гравиметрическим методом.

Изучение варианта определения расщепленности с применением ВПЛ-1 выявило его недостатки, обусловленные влиянием на результат объемного веса волокна, зависящего от размера внутренней полости элементарных волокон. Известна ее зависимость от степени зрелости льняного

растения и места расположения волокон по его длине [1...3]. Зрелое волокно имеет минимальную (точечную) полость. Менее зрелое – характеризуется значительными размерами полости и поэтому меньшим объемным весом. Таким образом, в пробе определенной массы для анализа на ВПЛ-1 может содержаться разное количество волокон, что будет влиять на показания прибора. Аналогичный недостаток имеется у метода оценки тонины хлопка с использованием устройства микронейр по ГОСТу Р 53235–2008. Волокно хлопковое. Методы определения линейной плотности и показателя микронейр. Указанное устройство функционирует по принципу оценки воздухопроницаемости волокнистой пробы хлопка определенной массы.

В связи с вышесказанным более точным методом оценки расщепленности че-

саного льна в ленте является гравиметрический. Он основан на подсчете количества волокон длиной 10 мм с учетом их расщепления в пробе массой $0,0100 \pm 0,0002$ г. Количество таких проб 10 шт. При расчете расщепленности за одно волокно считают единичные волокна или волокна, расщепленные менее чем до половины длины, или два единичных волокна, длина которых равна или составляет менее половины длины 10 мм. При расщепленности волокна на две, три, четыре части каждое ответвление считается за одно волокно, если длина его равна или более 5 мм.

Практика использования этого метода также выявила его недостатки, связанные с повышенной продолжительностью анализа (до 1 ч) и пониженной точностью из-за субъективности при подсчете числа волокон. Последнее связано с условностью подсчета, невозможностью визуально обнаружить очень тонкие волокна и оценить степень их расщепления, которая проявляется не только в частичном разделении волокон по длине, но и в наличии внутренних их отслоений (рис. 1 – типичные виды волокон в элементарной пробе для оценки расщепленности).

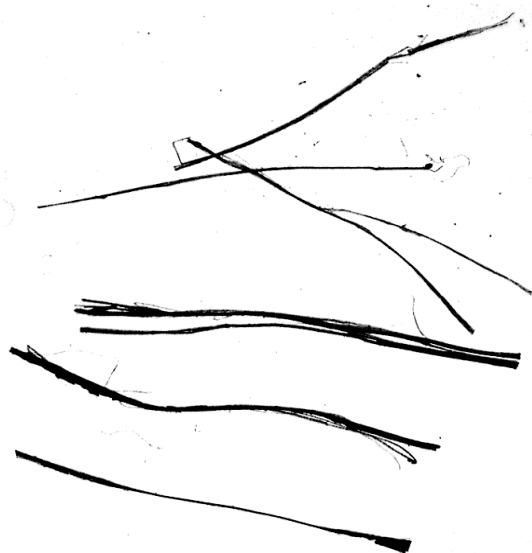


Рис. 1

Эти особенности лубяных волокон отмечены автором метода В.П. Добычиным [4]. Принципиальным недостатком метода

является также невозможность получения информации о вариации и характере распределения волокон по толщине.

Для исключения указанных недостатков гравиметрического метода предложено использовать возможности современных методов технического зрения. В частности, методы анализа цифровых изображений, полученных, например, с использованием микроскопии.

Была поставлена задача по обоснованию условий получения исходных цифровых изображений волокон. Целью явилось обеспечение требуемой точности результатов с учетом упомянутых особенностей структуры волокон.

По результатам исследования структуры волокон в пробе установлено, что толщина отдельных волокнистых комплексов может быть менее 0,05 мм, а внутренние расщепления имеют просветы, соизмеримые с этим значением.

Поэтому возникла необходимость в обосновании размера площади учета (площади кадра) для обеспечения требуемой точности анализа (опыта). Принимаем условие по требуемой точности P при проведении технических исследований $\approx 5...7\%$ [5]. Тогда, задавая необходимое значение точности, определяем объем выборки n (количество волокон):

$$n = \frac{t^2 S^2}{(0,01P\bar{X})^2}, \quad (1)$$

где S – среднее квадратическое отклонение (СКО); t – критерий Стьюдента ($f = n-1$; $\alpha = 0,05$); $P = \frac{S_{\bar{X}}}{\bar{X}} \cdot 100\%$; $S_{\bar{X}}$ – ошибка средней; \bar{X} – среднее значение.

Для вычисления n было проведено экспериментальное изучение распределений толщины волокон в пробах чесаного волокна, подготовленных по стандартным методикам. Установлено, что среднее значение толщин колеблется от 0,04 до 0,4 мм, а СКО – от 0,08 до 0,12 мм. Для расчета примем $\bar{X} = 0,3$; $S = 0,1$; $P = 7\%$. Тогда $n = 87$ шт.

Для определения размера площади кадра с волокном было проведено обобщение имеющих место на практике раскладок волокна при гравиметрическом испытании. Оказалось, что для одного волокна требуется площадь $\approx 80 \text{ мм}^2$. Тогда для 87 волокон она составит 6960 мм^2 .

Важным элементом решаемой задачи являлось обоснование условий формирования изображений с учетом возможностей (разрешения R) цифровых микроскопов и величины площади кадра S_k . Эта площадь в основном определяется расстоянием L от плоскости с расположенным волокном до оптической системы при обеспечении фокуса.

Для выявления зависимости упомянутой площади S_k от величины L был использован электронный микроскоп Levenhuk DTX 90, обеспечивающий следующие разрешения: 1,2; 2,0; 3,0; 5,0 мегапикселей (1280×960 , 1600×1200 , 2048×1536 или 2592×1944). Его реальное оптическое увеличение составляет 10...60 крат [6]. Используя функциональные возможности данного микроскопа, было установлено, что при различных разрешениях искомые зависимости разные. В интервале до 1,2 Мпикс зависимость имеет вид: $L = 0,1352 S_k + 6,6391$, а в интервале 2,0...5,0 Мпикс параметры зависимости иные: $L = 0,0864 S_k + 6,5524$ (рис. 2 – зависимость расстояния L от площади кадра S_k при разном разрешении микроскопа R).

Было принято во внимание общеизвестное условие, что для объектов размером менее одного пикселя правильная оценка их геометрических характеристик не представляется возможной. Поэтому был предложен критерий точности измерения – линейный размер одного пикселя A , зависящий от разрешения R и расстояния L .

Для получения такой зависимости $A=f(R; L)$, используя шаблон для калибровки объектов, прилагаемый к микроскопу, были проведены замеры для расчета линейного размера одного пикселя для разных уровней разрешений R и расстояний L .

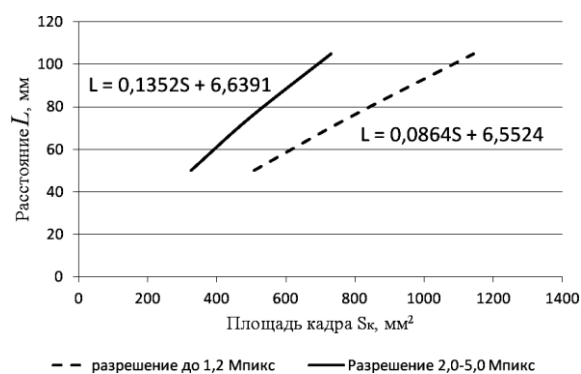


Рис. 2

Полученные результаты представлены в виде графика на рис. 3 (зависимость линейного размера одного пикселя от расстояния L и разрешения R) и в виде регрессионной зависимости:

$$A = 0,027 - 0,0077R + 0,0002L. \quad (2)$$

Из полученных результатов следует, что для фиксирования минимальной толщины волокна, например, величиной 0,02 мм требуется определенное сочетание расстояния L и разрешающей способности R .

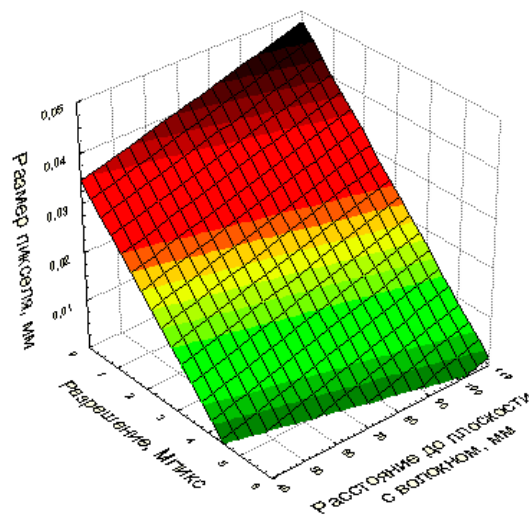


Рис. 3

Совмещая полученные результаты (рис. 2) с условиями проведения замеров при точности опыта не более 7% (рис. 1) применительно к разрешающей способности более 2,0 Мпикс, получаем возможность проведения замеров волокон толщиной 0,04 и более мм. Для этого получение

изображений следует осуществлять при расстоянии от оптической системы до плоскости с волокном > 100 мм. Количество таких изображений (кадров) должно быть ≥ 10 шт. В этом случае будет обеспечена суммарная площадь кадра ≈ 7000 мм² и возможность фиксации объектов размером 0,04 мм.

ВЫВОДЫ

1. Применительно к цифровой микроскопии и для обеспечения требуемой точности опыта с учетом статистических данных о толщине волокон в пробе и их вариации предложен алгоритм расчета размера цифрового изображения (кадра) и определены условия его получения с использованием микроскопа Levenhuk DTX 90.

2. Используя в качестве критерия точности измерения линейный размер одного пикселя, получили зависимость этого размера от величины разрешения микроскопа и расстояния от оптической системы до плоскости с исследуемым волокном.

3. Использование полученной зависимости и алгоритма расчета размера цифрового изображения позволяет обоснованно выбирать условия его формирования, исходя из задаваемой точности при определении выборочной средней и точности измерения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Тихвинский С.Ф.* Улучшение качества прядильного льна. – Л.: Колос, 1978.
2. *Ордина Н.А.* Структура лубоволокнистых растений и ее изменение в процессе обработки. – М.: Легкая индустрия, 1978. С. 127.
3. *Пашин Е.Л.* Агропроизводство и технологическое качество льна. – Кострома: ВНИИ по перераб. луб. культур, 2004.
4. *Добычин В.П.* Вопросы теории и методологии исследований в текстильной технологии. – М.: Научтехиздат, 1960.
5. *Вольф В.Г.* Статистическая обработка опытных данных. – М.: Колос, 1966.
6. Единое окно доступа к ассортименту продукции: портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// www.yusb-mikroskop.rf](http://www.yusb-mikroskop.rf) (дата обращения: 12.10.2015).

REFERENCES

1. *Tihvinskij S.F.* Uluchshenie kachestva prjadil'nogo l'na. – L.: Kolos, 1978.
2. *Ordina N.A.* Struktura lubovoloknistyh rastenij i ee izmenenie v processe obrabotki. – M.: Legkaja industrija, 1978. S. 127.
3. *Pashin E.L.* Agroproduzvodstvo i tehnologicheskoe kachestvo l'na. – Kostroma: VNII po pererab. lub. kul'tur, 2004.
4. *Dobychin V.P.* Voprosy teorii i metodologii issledovanij v tekstil'noj tehnologii. – M.: Naughtehizdat, 1960.
5. *Vol'f V.G.* Statisticheskaja obrabotka opytnyh dannyh. – M.: Kolos, 1966.
6. Edinoe okno dostupa k assortimentu produkci: portal [Jelektronnyj resur]. – Rezhim dostupa: [http:// www.jusb-mikroskop.rf](http://www.jusb-mikroskop.rf) (data obrashhenija: 12.10.2015).

Рекомендована кафедрой механических технологий волокнистых материалов. Поступила 23.11.15.

УДК 677.022.001

**АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ САМОКРУТОЧНОЕ ПРЯДЕНИЕ.
ОБЗОР НОВЫХ РАЗРАБОТОК**

**AERODYNAMICAL SELF-TWIST SPINNING.
REVIEW OF THE NEW DEVELOPMENTS**

А.А. ТЕЛИЦЫН
A.A. TELITSYN

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

В статье приведена история развития аэродинамического самокруточного (СК) способа формирования пряжи, предложенного российскими учеными. Дан обзор исследований, выполненных в Костромском государственном технологическом университете.

The article provides a history of development of aerodynamical self-twist (ST) method of yarn formation, offered by Russian scientists. There is presented review of researches, what was carried out by scientists of Kostroma State Technological University.

Ключевые слова: прядильная самокруточная машина, аэродинамическое крутильное устройство, вытяжной прибор, червячная передача, жидкостное трение, прядильный модуль, ременная передача, несимметричное крутильное устройство, комбинированная нить, прочность самокрученной пряжи.

Keywords: self-twist spinning machine, aerodynamical twisting device, draft system, worm-gear, liquid friction, spinning module, belt drive, asymmetrical twisting device, combined thread, strength of self-twist yarn.

Первые образцы прядильных самокруточных машин, оснащенные механическим крутильным устройством, были произведены фирмой Персо (Австралия). Серийное производство машин Персо-Spinner было освоено фирмой Platt-Saco-Lowell (Англия). Однако первоначальный интерес

к этому способу сменился периодом сдержанности. Профессор П.М. Мовшович в своей книге [1] указывает, что "... это объясняется не только своеобразием структуры получаемого продукта, но и ограниченными ассортиментными возможностями машины Персо-Spinner. Далее проф.

П.М. Мовшович отмечает, что "По-видимому, направление, связанное с созданием отечественных прядильных самокруточных машин типа ПСК, ... основанное на применении аэродинамических крутильных устройств, более перспективно благодаря большим ассортиментным возможностям и более простой аппаратурной реализации". Период с 1980 по 1992 гг. можно определить как время интенсивной работы отечественных ученых и инженеров, направленной на практическое внедрение идей самокруточного способа формирования пряжи при помощи *аэродинамических крутильных устройств*. Изготовителем машин ПСК-225-ШГ стал Душанбинский завод "Таджиктекстильмаш". Были созданы крупные производства на площадях Курского ПТТО (около 600 машин), Суворовской фабрики объемной пряжи (450 машин), участки с количеством машин до 20 единиц на Московской шерстопрядильной фабрике, Ивановском камвольном комбинате, Астраханском трикотажном комбинате и некоторых других предприятиях. Был освоен серийный выпуск новых машин ПСК-225-ШГ2, оснащенных системой полуавтономного управления рабочими выпусками. А дальше произошел распад СССР, гражданская война в Таджикистане, приведшая к прекращению выпуска машин ПСК-225-ШГ2.

На сегодняшний день в РФ существует лишь одно крупное прядильное производство, выпускающее самокрученную пряжу. Это ЗАО "Суворовская нить". Там работает более 300 прядильных самокруточных машин марки ПСК-225-ШГ2, производящих потенциально объемную СК-пряжу со скоростью выпуска 175 метров в минуту. Причем "возраст" этих машин составляет от 22 до 26 лет. Подчеркнем: работают они в отсутствие завода-изготовителя. Это означает, что нет поставок фирменных запасных частей. Остается только восхищаться трудовым коллективом, возглавляемым генеральным директором, кандидатом технических наук Александром Николаевичем Гурьевым! С другой стороны, можно сказать, что и машины ПСК-225-

ШГ2 успешно выдержали испытания временем.

В настоящее время лидирующие позиции в разработках нового СК-оборудования и новых СК-технологий занимает Костромской государственный технологический университет. Отметим, что результаты этих работ могут быть интересны широкому кругу специалистов, занимающихся созданием *высокоскоростного текстильного оборудования*, ввиду общности многих возникающих проблем.

Приведем наиболее значимые результаты НИР, выполненных по трем основным направлениям.

Направление 1. Обоснование и разработка технических решений прядильного самокруточного оборудования второго поколения.

1.1. Создание оригинальной червячно-цилиндрической передачи между рабочими цилиндрами вытяжного прибора самокруточной прядильной машины [2].

В этой разработке передача вращения между выпускным цилиндром и промежуточным валом осуществляется при помощи высокоскоростной червячной передачи, заключенной в герметичный корпус и работающей в масляной ванне. Далее с промежуточного вала вращение через сменные шестерни общей вытяжки передается на тихоходный червяк, находящийся в зацеплении с червячными колесами, установленными на валах среднего и питающих цилиндров. Несмотря на использование червячных зацеплений, коэффициент полезного действия такой передачи выше, чем традиционной – с применением восьми открытых зацеплений цилиндрических зубчатых колес. Это объясняется намного меньшим количеством кинематических пар, подшипниковых узлов и применением червяков с 4 заходами. Кроме этого в работе [3] показано, что для прядильных самокруточных машин характерно удачное сочетание высоких частот вращения рабочих валов и небольших значений вращающих моментов, что дает возможность путем несложной модификации высокоскоростной червячной передачи

получить эффект жидкостного трения в зацеплении.

Предложенная передача имеет малые размеры и является малозумящей. Значительно упрощается операция изменения разводов между цилиндрами, поскольку не требуется регулирования положения подвижных "гитар". Но самое главное – такая компоновка обеспечивает возможность *двухстороннего консольного расположе-*

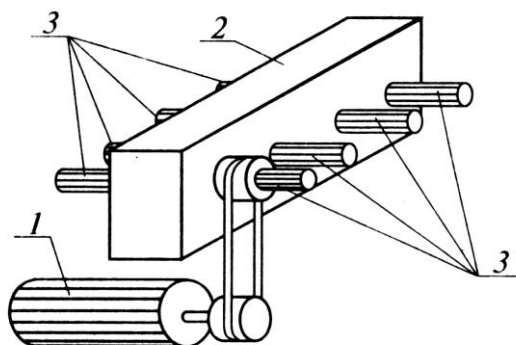


Рис. 1

1.2. Разработка компоновки прядильной самокруточной машины второго поколения из двухместных модулей [3], [4].

В этих работах показано, что модульная схема компоновки высокоскоростной текстильной машины соответствует мировым тенденциям. Классическим примером этого положения является широко известная машина аэродинамического прядения Murata Jet Spinner (MJS). Она сконструирована по модульному принципу, то есть каждый рабочий выпуск может быть независимо от других остановлен для обслуживания. Количество рабочих выпусков, равное количеству модулей, варьируется от 24 до 72. Машина оснащена автоматическими устройствами для пневмосоединения нитей и съема наработанных паковок и может работать в единой транспортной системе, в результате чего достигается полная автоматизация прядильного процесса.

В работе [4] приводится научное обоснование целесообразности компоновки машин из *двухместных модулей*, имеющих червячно-цилиндрическую передачу к рабочим цилиндрам, выполненную в соот-

вия рифленых цилиндров вытяжного прибора. Это позволяет получить компактную механическую передачу, приводящую во вращение рабочие валы не одного, а двух выпусков машины. Общий вид полученного приводного модуля показан на рис. 1. Здесь позицией 1 обозначен приводной двигатель модуля, позицией 2 – корпус модуля, позицией 3 – рабочие цилиндры вытяжных приборов.

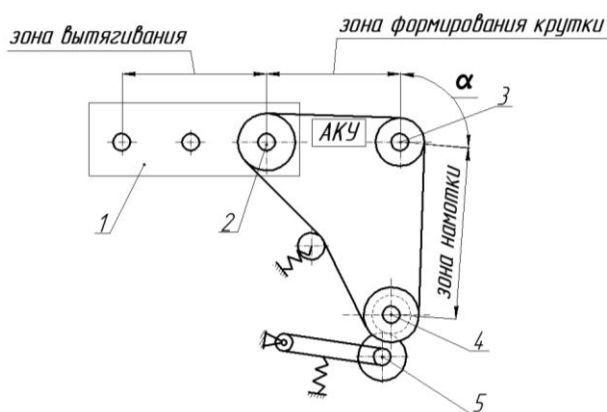


Рис. 2

ветствии с [2]. Такое техническое решение позволяет на 25% уменьшить производственные площади, снизить стоимость оборудования и затраты энергии без значительных потерь производительности. Последнее утверждение подтверждено расчетами, выполненными при помощи созданной авторами оригинальной методики, базирующейся на положениях теории очередей.

1.3. Обоснование возможности применения современных плоских ремней в приводе прядильной самокруточной машины.

Компактный и малозумный приводной модуль рабочих цилиндров вытяжного прибора (поз.1 на рис. 2), описанный в 1.1, обеспечивает постоянство передаточных отношений в зоне вытягивания волокнистого продукта. Поэтому целесообразно взамен применяемых в машинах ПСК "шумных" открытых передач цилиндрическими зубчатыми колесами использовать передачу гибкой связью между выпускным 2, тянущим 3 и мотальным 4 валами, обеспечивающими нагон в зоне формирования крутки аэродинамическим крутиль-

ным устройством (АКУ) и необходимое натяжение пряжи в зоне намотки (рис. 2 – схема плоскоремненной передачи к быстроходным рабочим валам модуля). Нами была проанализирована возможность применения в качестве гибкой связи современного плоского ремня нового поколения [5] (например, CHIORINO, HABASIT, AM-MERAAL). Такие ремни обеспечивают высокий и постоянный коэффициент трения. Тяговая способность обеспечивается покрытием из эластомера. Ремни предназначены в том числе и для работы с несколькими шкивами, при этом упругое скольжение при низких и средних мощностях составляет 0,5...0,9% [5]. Выполненные расчеты показывают, что при нагрузках, возникающих в приводе двухместного прядильного модуля, упругое скольжение современного плоского ремня составит лишь 0,29%. Исследования, проведенные в условиях действующего производства ЗАО "Суворовская нить", показали, что даже упругое скольжение плоского ремня в 1,5% является технологически допустимым при выработке потенциально объемной самокрученной пряжи из полиакрилонитрильных волокон [6]. Полученные результаты дают основание полагать, что современные плоские ремни могут найти самое широкое применение в передачах между рабочими валами высокоскоростных текстильных машин.

Направление 2. Разработка новых технологических процессов.

Создана промышленная технология формирования СК-способом комбинированных нитей, содержащих предварительно вытянутый эластомер. Формирование нити производится при помощи несимметричного АКУ [7]. Именно применение аэродинамического СК-способа дает возможность использовать при формировании комбинированной нити *льняную пряжу*, обладающую высокой жесткостью на кручение [15]. Полученная комбинированная нить используется в качестве уточной при производстве льняных и льносодержащих тканей "стрейч", особое внимание при проектировании которых следует обратить на значения поперечной усадки [11], [16].

Данная разработка вошла составной частью в работу, отмеченную Премией Правительства РФ в области науки и техники за 2005 год. Можно сказать, что она готова к промышленному внедрению. Целесообразно было бы создать на площадях одного из действующих льнокомбинатов участок по производству льняных и льносодержащих тканей "стрейч" – продукта, отсутствующего в настоящее время на рынке.

Направление 3. Разработка оригинальной теории прочности СК-продукта.

Ее "оригинальность" заключается в том, что в ней учитываются размеры характерных участков СК-пряжи или СК-ровницы [4], [8...10]. Полученные результаты позволили лучше понять влияние различных факторов на способность СК-продукта сопротивляться разрыву и обнаружить слабые места в конструкции аэродинамических крутильных устройств. В ходе исследований были созданы новые методы оценки качества СК-продукта, введены новые термины, более точно учитывающие его особенности [12], [13], [17], [18], [20]. В настоящее время в разработке находится АКУ с нереверсивными вьюрками, аналогичными используемым в [14], [19], которое, как мы надеемся, позволит получить СК-пряжу, пригодную для переработки в ткачестве, и дать новый импульс развитию данного научного направления.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Мовшович П.М.* Самокруточное прядение. – М.: Легпромбытиздат, 1985.
2. Патент 2155248 РФ. Привод вытяжного прибора высокоскоростной текстильной машины / Телицын А.А., Миндовский С.К., Немцова Е.А., Горячкин Г.М., Филатова Н.И. (РФ). – 2000.
3. *Филатова Н.И.* Обоснование конструктивных параметров привода вытяжных приборов модульной самокруточной прядильной машины: Дис... канд. техн. наук. – Кострома, 2008.
4. *Телицын А.А.* Развитие теории процесса самокручения текстильных материалов и создание оборудования для их реализации: Дис... докт. техн. наук. – Кострома, 2000.
5. Рекламные материалы ООО "ЕВРОТЭК" (г. Подольск) /<http://www.etl.ru/catalog/ploskie.html>
6. *Цветков Р.Н., Горячкин Г.М.* О перспективах применения плоскоремненной передачи в быстроходной части привода самокруточной прядильной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №4С. С. 86...88.

7. Делекторская И.А. Создание технологии формирования комбинированных нитей с эластомерами усовершенствованным самокруточным способом: Дис...канд. техн. наук. – Кострома, 2005.

8. Телицын А.А., Елисеева Н.А. К вопросу повышения прочности пряжи самокрученной структуры // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5. С. 111...115.

9. Елисеева Н.А., Телицын А.А., Делекторская И.А. Экспериментальная проверка третьей гипотезы прочности самокрученной пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4. С. 72...74.

10. Елисеева Н.А., Телицын А.А., Делекторская И.А. Оценка технологических возможностей крутильного устройства самокруточной прядильной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С.55...59.

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

12. Волгин А.Б., Рудовский П.Н. Обработка и распознавание цифрового изображения самокрученных нитей с целью определения значения и направления крутки // Вестник Костромского гос. технол. ун-та. – 2012, №2(29). С. 37...39.

13. Рудовский П.Н., Волгин А.Б., Лабок Д.В. Обоснование новых показателей для оценки скрученности самокрученной пряжи // Вестник Костромского гос. технол. ун-та. – 2013, №2. С. 48...51.

14. Кузнецова Н.С., Телицын А.А., Ильин Л.С. Особенности формирования крутки льняной вьюрковой пряжи без разделения зон кручения и намотки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1. С. 57...60.

15. Щербаков В.П., Дмитриев О.Ю., Цыганов И.Б., Скуланова Н.С., Попова Е.Р. Теоретические основы и экспериментальное определение жесткости нити при кручении и изгибе // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1. С. 156...161.

16. Бухвиц А.В., Раджабов И.С. Влияние жесткости и поперечной усадки полульняных растяжимых тканей на фактуру ее поверхности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4. С. 30...33.

17. Волгин А.Б. Определение цветового контраста цифрового изображения нити // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4. С. 33...36.

18. Волгин А.Б. Распознавание цифрового изображения самокрученной нити с целью определения крутки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №5. С. 159...162.

19. Кузнецова Н.С., Ильин Л.С. Исследование влияния давления во вьюрках на прочность льняной пряжи и крутку в зоне между вытяжной парой и верхним вьюрком // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5. С. 50...53.

20. Волгин А.Б. Обработка цифрового изображения самокрученной нити для его дальнейшего распознавания с целью определения значения и направления крутки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5. С. 130...133.

REFERENCES

1. Movshovich P.M. Samokrutochnoe prjadenie. – М.: Legprombytizdat, 1985.

2. Patent 2155248 RF. Privod vytjazhnogo pribora vysokoskorostnoj tekstil'noj mashiny / Telicyn A.A., Mindovskij S.K., Nemcova E.A., Gorjachkin G.M., Filatova N.I. (RF).- 2000.

3. Filatova N.I. Obosnovanie konstruktivnyh parametrov privoda vytjazhnyh priborov modul'noj samokrutochnoj prjadil'noj mashiny: Dis...kand. tehn. nauk. – Kostroma, 2008.

4. Telicyn A.A. Razvitie teorii processa samokruchenija tekstil'nyh materialov i sozdanie oborudovanija dlja ih realizacii: Dis...dokt. tehn. nauk. – Kostroma, 2000.

5. Reklamnye materialy OOO "EVROTJeK" (g. Podol'sk) /http://www.etl.ru/catalog/ploskie.html

6. Cvetkov R.N., Gorjachkin G.M. O perspektivah primenenija ploskoremennoj peredachi v bystrohodnoj chasti privoda samokrutochnoj prjadil'noj mashiny // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2008, №4S. S. 86...88.

7. Delektorskaja I.A. Sozdanie tehnologii formirovanija kombinirovannyh nitej s jelastomerami usovershenstvovannym samokrutochnym sposobom: Dis...kand. tehn. nauk. – Kostroma, 2005.

8. Telicyn A.A., Eliseeva N.A. K voprosu povyshenija prochnosti prjazhi samokruchenoj struktury // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, №5. S. 111...115.

9. Eliseeva N.A., Telicyn A.A., Delektorskaja I.A. Jeksperimental'naja proverka tret'ej gipotezy prochnosti samokruchenoj prjazhi // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №4. S. 72...74.

10. Eliseeva N.A., Telicyn A.A., Delektorskaja I.A. Ocenka tehnologicheskikh vozmozhnostej krutit'nogo ustrojstva samokrutochnoj prjadil'noj mashiny // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №3. S.55...59.

11. Koroleva M.L., Smirnova N.A., Rudovskij P.N., Mininkova I.V. Vlijanie jelastichnyh kombinirovannyh samokrutochnykh nitej na anizotropiju usadki l'nosoderzhashchih tkanej // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2009, №1. S.18.

12. Volgin A.B., Rudovskij P.N. Obrabotka i raspoznavanie cifrovogo izobrazhenija samokruchenykh nitej s cel'ju opredelenija znachenija i napravlenija krutki // Vestnik Kostromskogo gos. технол. un-ta. – 2012, №2(29). S. 37...39.

13. Rudovskij P.N., Volgin A.B., Labok D.V. Obosnovanie novyh pokazatelej dlja ocenki skruченности samokruchenoj prjazhi // Vestnik Kostromskogo gos. технол. un-ta. – 2013, №2. S. 48...51.

14. Kuznecova N.S., Telicyn A.A., Il'in L.S. Oso-
bennosti formirovaniya krutki l'njanoy v'jurkovo-
j prjazhi bez razdeleniya zon kruchenija i namotki // Izv.
vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. –
2013, №1. S. 57...60.

15. Shherbakov V.P., Dmitriev O.Ju., Cyganov
I.B., Skulanova N.S., Popova E.R. Teoreticheskie os-
novy i jeksperimental'noe opredelenie zhestkosti niti
pri kruchenii i izgibe // Izv. vuzov. Tehnologija
tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №1. S. 156...161.

16. Buhvic A.V., Radzhabov I.S. Vlijanie
zhestkosti i poperechnoj usadki polul'njanyh
rastjazhimyh tkanej na fakturu ee poverhnosti // Izv.
vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. –
2012, №4. S. 30...33.

17. Volgin A.B. Opredelenie cvetovogo kontrasta
cifrovogo izobrazhenija niti // Izv. vuzov. Tehnologija
tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №4. S. 33...36.

18. Volgin A.B. Raspoznavanie cifrovogo izobra-
zhenija samokruchenoj niti s cel'ju opredelenija krutki
// Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.
– 2012, №5. S. 159...162.

19. Kuznecova N.S., Il'in L.S. Issledovanie vlija-
nija davlenija vo v'jurkah na prochnost' l'njanoy prjazhi
i krutku v zone mezhdru vytjazhnoj paroj i verhnim
v'jurkom // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj
promyshlennosti. – 2011, №5. S. 50...53.

20. Volgin A.B. Obrabotka cifrovogo
izobrazhenija samokruchenoj niti dlja ego dal'nejshego
raspoznavanija s cel'ju opredelenija znachenija i
napravljenija krutki // Izv. vuzov. Tehnologija
tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, №5. S. 130...133.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и
машин, деталей машин и проектирования техноло-
гических машин. Поступила 10.02.15.

УДК 667.021

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОЛОКНООБМЕНА В ЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЕ

SIMULATION MODELING OF THE FIBRE-EXCHANGING PROCESS IN CARDING MACHINE

Н.М. АШНИН, В.Г. МЕШКОМАЕВ
N.M. ASHNIN, V.G. MESHKOMAEV

(Санкт-Петербургский государственный университет промышленной технологии и дизайна)
(Saint-Petersburg State University of Industrial Technology and Design)

E-mail: info@mon.gov.ru

Математическое моделирование процесса волокнообмена при кардочесании волокнистых смесей является эффективным методом исследования и позволяет изучать такие процессы, которые сложно исследовать на практике. В предлагаемой имитационной модели процесс волокнообмена рассматривается на двух уровнях: на уровне потока волокон и на уровне единичного волокна при использовании различных допущений. Математическая модель процесса волокнообмена спроектирована для исследования многокомпонентных смесей волокон. Посредством компьютерного моделирования представлена возможность наблюдать эффект изменения во времени структур загрузки как главного, так и съёмного барабанов при изменении массы загрузки питания главного барабана.

Mathematical modeling of fibre-exchanging while carding fiber mixtures is an effective researching method which allows us to study the processes too difficult for studying in practice. The proposed simulation model of the process of fibre-exchanging is considering at two levels: at the level of the stream of fibers and at the level of single fiber by using different assumptions. Mathematical model of fibre-exchanging is designed to study multi-component mixtures of fibers. Through computer simulations there is the opportunity to observe the effect of changes over

time of the structure of charge of both main and removable cylinders according to charge of supply charge of the main cylinder.

Ключевые слова: волокнообмен, вероятность перехода волокон, загрузка главного барабана, переходные процессы при волокнообмене.

Keywords: fibre-exchanging, probability of fiber transition, charge of the cylinder, transients while fibre-exchanging.

Изучение способов получения пряжи высокого качества является актуальной задачей. Одним из эффективных методов, направленных на решение данной задачи, является имитационное моделирование процессов прядения и, в частности, чесания волокнистых смесей – одного из процессов, в котором формируются основные характеристики будущего продукта, а оптимальное протекание его является залогом получения высококачественного изделия. Помимо этого, изучение процесса волокнообмена в чесальных машинах становится более информативным и наглядным, если использовать компьютерную модель волокнообмена.

В предлагаемой имитационной модели процесс волокнообмена рассматривается на двух уровнях: на уровне потока волокон (массообмен) и на уровне единичного волокна. Волокнообмен на уровне потока волокон задается коэффициентом распределения, а на уровне единичного волокна – вероятностью перехода. Так как факторы, влияющие на переход волокон в процессе чесания с одной поверхности на другую, весьма многочисленны (длина и линейная плотность волокон, их поверхностные свойства, распрямленность и ориентация волокон, расположение их в гарнитуре, параметры гарнитур, разводка между рабочими органами, их скорость, геометрические размеры и др.), то определить полное влияние даже основных из этих факторов в одной модели крайне трудно, поэтому в данном случае рассматривается модель волокнообмена с учетом обрывности волокон при использовании различных имитационных допущений.

При создании модели были приняты следующие предположения.

1. Пучки волокон в питающей смеси разработаны на отдельные волокна.

2. Переход волокон определяется величиной вероятности перехода, которая зависит только от длины волокна.

3. Не учитывается волокнообмен между главным барабаном и рабочими валиками (шляпками).

4. Вся загрузка главного барабана является рабочей.

5. Взаимодействие волокон между собой отсутствует.

В основу алгоритма модели волокнообмена положено движение волокон в реальной чесальной машине. Контроль значений загрузок рабочих органов чесальной машины, их структуры и массы осуществляется в следующих характерных точках.

1. Загрузка питания главного барабана.

2. Загрузка главного барабана после прохождения зоны питания (рабочая загрузка).

3. Загрузка главного барабана после прохождения зоны взаимодействия со съемным барабаном (остаточная загрузка).

4. Загрузка, снимаемая съемным барабаном.

Математическая модель процесса волокнообмена проектировалась для исследования многокомпонентных смесей, то есть совокупностей групп волокон, имеющих различные физико-механические свойства и соответственно различное поведение в процессе кардочесания, где каждый компонент представлен в модели набором значений, соответствующих массам групп волокон с одинаковыми физико-механическими свойствами, объединенных в одномерный массив α_i : ($i=1, \dots, n$). Величина n определяет количество контролируемых групп волокон в компоненте смеси и характеризует информативность исследования, а каждое i -е значение массива определяет массу группы волокон,

имеющих одинаковое значение показателя, определяющего поведение волокна в процессе кардочесания. Таким показателем в модели принимается вероятность перехода волокон в процессе волокнообмена в чесальной машине (P_{ij}), которая является функцией, зависящей только от длины волокна [1]. Информация о составе многокомпонентной смеси по аналогии с предыдущим содержится в двумерном массиве $\alpha_{ij} : (i=1, \dots, n, j=1, \dots, k)$, где k – количество компонентов в смеси, а n – количество групп волокон. Соответственно характеристика, определяющая поведение отдельных групп волокон, – вероятность перехода волокон – в многокомпонентной смеси представляется также в виде двумерного массива $P_{ij} : (i=1, \dots, n, j=1, \dots, k)$. Загрузки гарнитур в точках контроля обозначены в следующем виде:

$\alpha_{ij}^{\text{пит}}$ $i=1, \dots, n, j=1, \dots, k$ – загрузка питания главного барабана,

$\alpha_{ij}^{\text{гб}}$ $i=1, \dots, n, j=1, \dots, k$ – загрузка главного барабана,

$\alpha_{ij}^{\text{ост}}$ $i=1, \dots, n, j=1, \dots, k$ – остаточная загрузка главного барабана,

$\alpha_{ij}^{\text{сб}}$ $i=1, \dots, n, j=1, \dots, k$ – загрузка, переходящая на съемный барабан.

Численные значения вышеперечисленных массивов формируются следующим образом:

$\alpha_{ij}^{\text{пит}}$, P_{ij} – задаются как исходные данные в процессе моделирования:

$$\alpha_{ij}^{\text{гб}} = \alpha_{ij}^{\text{пит}} + \alpha_{ij}^{\text{ост}},$$

$$\alpha_{ij}^{\text{сб}} = \alpha_{ij}^{\text{гб}} P_{ij},$$

$\alpha_{ij}^{\text{ост}} = \alpha_{ij}^{\text{гб}} (1 - P_{ij})$ – вычисляются для каждого оборота главного барабана.

Программно-математическая модель процесса волокнообмена в чесальной машине реализована в среде VBA [2]. В процессе реализации алгоритма модели волокнообмена на каждом шаге (обороте главного барабана) для анализа процесса волокнообмена сохраняются значения всех загрузок гарнитур чесальной машины в любой момент исследования. Число оборотов главного барабана в минуту равнялось 150.

Рассмотрим работу модели на примере переработки виртуальной однокомпонентной волокнистой смеси, состоящей из оди-

накового количества волокон длиной от 1 до 100 мм. Выбор перерабатываемой смеси с таким распределением по длине позволит показать в упрощенном виде возможности модели и представить более наглядно в графической форме результаты моделирования процесса волокнообмена.

Из практики кардочесания волокнистых смесей известно [3], что волокна большей длины имеют более высокую вероятность перехода с передающей гарнитуры на принимающую. Точный вид этой зависимости из-за большого количества факторов, влияющих на вероятность перехода волокон, определить сложно. В данном виртуальном эксперименте изменение вероятности перехода волокон зададим в виде линейной возрастающей функции со значениями от 0,1 до 0,3 в диапазоне длин волокон от 1 до 100 мм.

Рассмотрим процесс насыщения гарнитур главного и съемного барабанов при пуске чесальной машины. Виртуальный главный барабан чесальной машины начинает "вращаться". На каждом его "обороте" проводится расчет масс загрузок главного и съемного барабанов покомпонентно для всех длин волокон. Для наглядности анализа проходящего процесса волокнообмена отслеживать изменения в загрузках главного и съемного барабанов будем по трем компонентам загрузок: волокнам максимальной, средней и минимальной длины. Процесс формирования загрузки главного и съемного барабанов показаны на рис. 1. Из него видно, что на главном барабане в течение некоторого времени происходит формирование рабочего слоя волокон, структура которого вначале меняется, а по прошествии некоторого времени стабилизируется, и новая структура загрузки главного барабана неидентична структуре загрузки питания. Загрузка съемного барабана по структуре во время переходного процесса также изменяется, но в итоге становится подобной структуре загрузки питания. Данный эффект наблюдается и при экспериментальном исследовании структур загрузок главного и съемного барабанов.

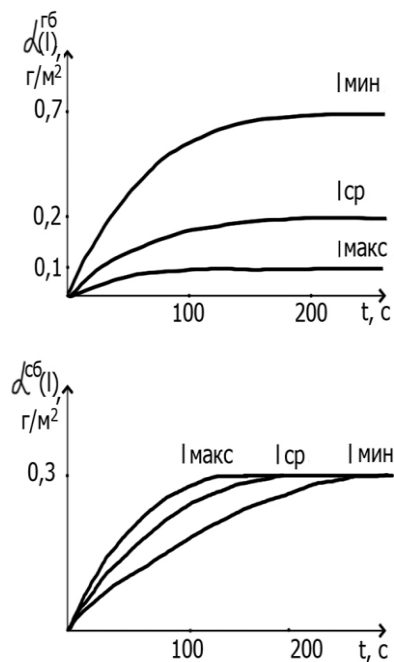


Рис. 1

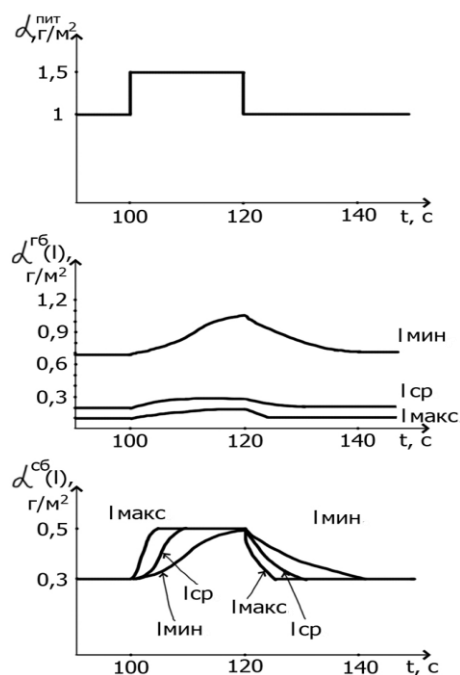


Рис. 2

Рассмотрим изменение структур загрузок главного и съемного барабанов в динамике при скачкообразном изменении массы питающей загрузки. Процесс ее изменения показан на рис. 2. Загрузку изменяем в следующем порядке. При выходе на стационарный режим процесса волокнообмена скачкообразно увеличим загрузку питания по массе на 50% и при окончании переходного процесса в структурах главного и съемного барабанов также скачкообразно вернем ее к первоначальному значению.

Процесс изменения массы волокон различной длины в загрузках главного и съемного барабанов показан на рис. 2, а структур загрузок – на рис. 3.

На рисунках, показывающих изменение концентрации волокон различной длины на главном и съемном барабанах в определенном временном диапазоне процесса волокнообмена, видно, что изменение массы питающей загрузки главного барабана вызывает изменение не только массовых величин загрузок главного и съемного барабанов, но и их структур.

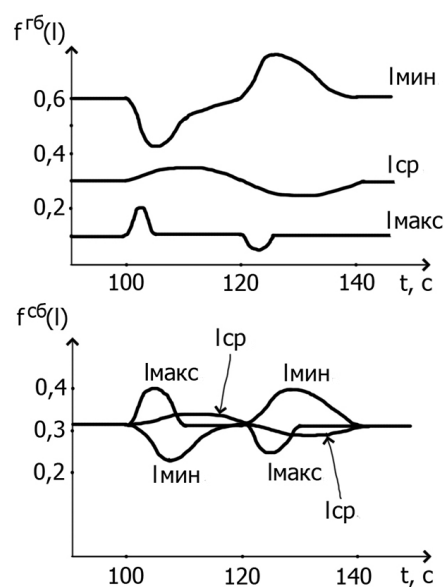


Рис. 3

При скачкообразном увеличении загрузки главного барабана происходит временное изменение ее структуры: количество коротких волокон увеличивается, а длинных – уменьшается. А при скачкообразном уменьшении загрузки главного барабана – наоборот: количество коротких волокон временно уменьшается, а длинных – увеличивается.

ВЫВОДЫ

Компьютерное моделирование позволяет наблюдать эффект изменения во времени структур загрузки как главного, так и съемного барабанов при изменении массы загрузки питания главного барабана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ашнин Н.М., Мешкомаев В.Г. Исследование вероятности перехода волокнистого материала с главного барабана чесальной машины на съемный барабан и рабочие валики // Сб. науч. тр.: Технология прядильного, ткацкого и трикотажного производства. – Л.: ЛТИ, 1977. С. 29...31.

2. Свидетельство № 2006612732 РОСПАТЕНТА об официальной регистрации программ для ЭВМ / Ашнин Н. М., Мешкомаев В. Г., Осман Х. Х. – заявка № 2006611960; зарегистрировано 3.08. 2006; реестр программ для ЭВМ.

3. Ашнин Н.М. Кардочесание волокнистых материалов. – М.: Легпромбытиздат, 1985.

REFERENCES

1. Ashnin N.M., Meshkomaev V.G. Issledovanie verojatnosti perehoda voloknistogo materiala s glavnogo barabana chesal'noj mashiny na s'emnyj baraban i rabochie valiki // Sb. nauch. tr.: Tehnologija prjadil'nogo, tkackogo i trikotazhnogo proizvodstva. – L.: LTI, 1977. S. 29...31

2. Svidetel'stvo № 2006612732 ROSPATENTA ob oficial'noj registracii programm dlja JeVM / Ashnin N.M., Meshkomaev V. G., Osman H. H. – zajavka № 2006611960; zaregistrirvano 3.08. 2006; reestr programm dlja JeVM.

3. Ashnin N.M. Kardochesanie voloknistyh materialov. – M.: Legprombytizdat, 1985.

Рекомендована кафедрой информационных технологий. Поступила 16.03.15.

УДК 677.024.756

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРЯДЕНИЯ НА КОЛЬЦЕВОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЕ НА ОСНОВЕ МЕТОДА И УСТРОЙСТВА НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЫРАБАТЫВАЕМОЙ ПРЯЖИ

THE ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF SPINNING BY RING SPINNING CAR ON THE BASIS OF THE METHOD AND THE DEVICE OF CONTINUOUS MONITORING OF KEY PARAMETERS OF THE DEVELOPED YARN

Д.Н. БЕЛЯЕВ, А.А. СТОЛЯРОВ
D.N. BELYAEV, A.A. STOLYAROV

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

В статье представлены описание работы измерительного комплекса, разработанного на кафедре технологии и проектирования текстильных изделий ИВГПУ, и результаты экспериментального исследования технологического процесса прядения на кольцевой прядильной машине, выполненные с использованием данного прибора.

Применение разработанного комплекса позволило в режиме реального времени с высокой точностью определять физико-механические свойства вырабатываемой пряжи и параметры работы оборудования.

The article presents a description of the operation of the measurement system, developed on chair of technology and projecting of textile products IVGPU, and the results of experimental research of technological process of spinning on a ring spinning machine, is made with the use of this product.

Application of the developed complex allows in real time with high accuracy to determine the physico-mechanical properties of yarn produced and the operating parameters of the equipment.

Ключевые слова: кольцевая прядильная машина, метод и устройство непрерывного мониторинга, крутка пряжи.

Keywords: circular spinning machine, method and device for continuous monitoring, giving of yarn of twisting.

Технологический процесс формирования пряжи на кольцевых прядильных машинах всегда представлял большой интерес для ученых и практиков. Итоги многочисленных теоретических и экспериментальных исследований представлены в большом количестве литературных источников, что является основополагающей базой для дальнейшего совершенствования технологии кольцевого прядения.

Целью научно-исследовательской работы, проводимой на кафедре технологии и проектирования текстильных изделий ИВГПУ в этом направлении, является повышение эффективности работы оборудования, в частности, за счет внедрения автоматизированных систем контроля и регулирования основных параметров процесса прядения, сокращения времени и трудоемкости этапа контроля физико-механических свойств пряжи и, как следствие, повышения качества выпускаемой продукции. Идея заключается в оснащении прядильного оборудования средствами автоматизации для оперативного контроля технологических параметров и нормирования качественных показателей пряжи и нитей.

В ходе научных исследований нами были разработаны метод и устройство непрерывного мониторинга параметров работы кольцевой прядильной машины и основных параметров вырабатываемой пряжи. Достоинством нового измерительного комплекса является его мобильность, компактность, поддержка современного интерфейса USB и высокая точность измерения. Основанием выбора в пользу провод-

ной связи стала возможность контроля момента получения данных, чего очень сложно добиться при использовании беспроводных каналов, а это немаловажно при контроле высокоскоростных процессов в режиме реального времени. Например, при намотке одного патрона комплекс делает несколько тысяч измерений, которых вполне достаточно для исследования и дальнейшего детального анализа. Структурная схема комплекса приведена на рис. 1, где 1, 2 – оптические датчики, 3 – система динамометрического веретена, 4 – тензометрический датчик, 5 – коммутационный узел комплекса.

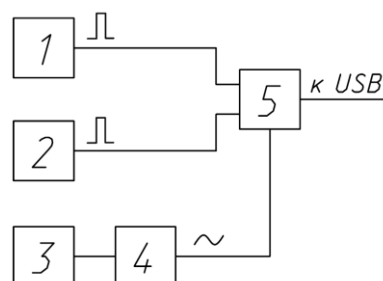


Рис. 1

Благодаря способности функционального расширения и гибкости использования за счет предложенного программного и аппаратного обеспечения устройство можно смело отнести к классу носимых измерительных комплексов, вычислительным ядром которого является переносной компьютер. Такое распределение задач системы "устройство-компьютер" позволяет значительно повысить точность измерений и быстродействие прибора. Необходимое

количество аналоговых и цифровых портов подключения позволяет выполнять разноплановые задачи с минимальными затратами, обеспечивая возможность подключения датчиков и узлов, регистрирующих как процессы, изменяющиеся во времени, так и источники цифровых сигналов.

Одним из основных параметров, определяющих качество пряжи, является крутка, поскольку она оказывает значительное влияние на большинство физико-механических свойств вырабатываемого волокнистого продукта. Программное обеспечение созданного измерительного комплекса основано на математическом аппарате теории кручения волокнистого материала [1]. Согласно этой теории обеспечен контроль показателей работы вытяжного прибора и крутильно-мотального механизма за счет применения оптических датчиков 1 и 2, работающих по принципу диффузионного отражения от объекта с релейной характеристикой. Измерительные датчики монтируются на машину при помощи специальных зажимов и клипс с гибкими стойками, что облегчает подготовку измерительных работ, а также обеспечивает подвод и установку датчиков в удобных для измерения позициях вблизи кольца и выпускного цилиндра, не влияя при этом на технологический процесс прядения. На приборе выведены необходимые элементы индикации, своевременно отображающие правильность и точность установки датчиков относительно объектов наблюдения.

Информация, получаемая от датчиков, поступает на цифровые входы коммутационного узла 5, обрабатывается, а затем отправляется по USB на верхний уровень, где выполняется вычисление всех необходимых параметров. На основании каждого полученного значения комплекс отмечает совершение одного оборота и согласно методике определения коэффициента укрутки – как отношения длины готового продукта, намотанного на патрон, к длине исходного, выпущенного из вытяжного прибора, при известных геометрических характеристиках кольца и выпускного цилиндра определяет коэффициент укрутки и

крутку. Учет коэффициента укрутки при контроле крутки является основным преимуществом комплекса относительно импортных прототипов (большинство аналоговых систем не способны определять важнейшие параметры технологического процесса прядения и свойства пряжи непосредственно на работающей машине).

Одновременное подключение устройства динамометрического веретена 3 [2] с тензометрическим датчиком 4 и оптических датчиков 1 и 2 предоставляет возможность комплексного исследования силы натяжения пряжи в точке наматывания и процесса кручения.

Калибровка тензодатчика 4 осуществляется через комплекс перед процессом измерения благодаря узлу памяти, расположенному непосредственно на самом датчике; определяется коэффициент и составляется таблица зависимости значений напряжения от натяжения нити, после чего программа записывает получившуюся характеристику в память датчика. Возможность автономной калибровки делает датчик унифицированным, снижает трудоемкость выполнения измерительных работ, исключая необходимость дополнительной тарировки, с одновременным повышением точности измерения. Так, предварительно можно подготовить партию откалиброванных датчиков и использовать их сразу, без дополнительной калибровки, что очень удобно, если в процессе измерений датчик вышел из строя.

На рис. 2 (внешний вид интерфейса прикладной программы) показано окно программы верхнего уровня в процессе измерения. Интерфейс достаточно прост и понятен и представляет собой привычное приложение Windows. Окно условно можно разделить на три области: область ввода исходных данных, область вывода текущих результатов измерения и область органов управления. Исходные данные необходимы для вычисления скоростей вращения и длины готового и исходного продукта, а также для формирования условий алгоритма обработки программы. В области вывода результатов измерения показаны только основные параметры вырабатываемого

мой пряжи и параметры работы узлов кольцевой прядильной машины. Показания обновляются раз в секунду. Это сделано исходя из эргономики взаимодействия оператора и системы.

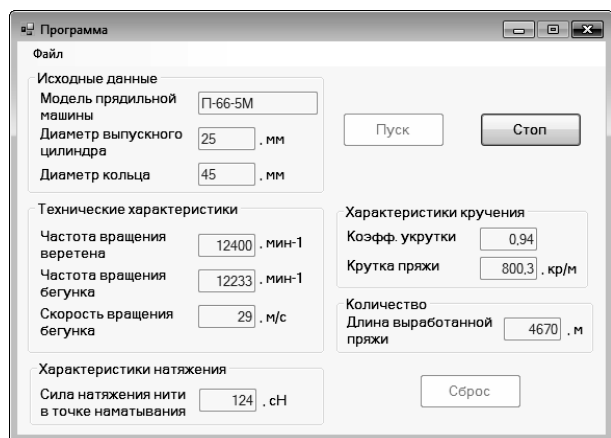


Рис. 2

При нажатии кнопки "Пуск" окна ввода становятся неактивными во избежание случайного ввода, а в окнах вывода начинают индицировать и периодически обновляться результаты. При нажатии кнопки "Стоп" программа прекращает работу, но при возобновлении процесса продолжает сбор данных и вычислительные операции, дополняя уже накопленный массив, что удобно в случаях обрыва пряжи или замены патрона при прежних условиях. Кнопка "Сброс" обнуляет все переменные, предварительно предложив сохранить все полученные результаты в файл под именем "Модель прядильной машины", используя программу Microsoft Office Excel. При отсутствии на компьютере указанного приложения программа позволяет сохранять данные в других форматах, например, файл П-66-5М.html, отображаемый браузером в виде таблицы. В файле также сохраняются данные о характеристиках вытяжного прибора и прядильного кольца крутильно-мотального механизма.

Эффективность разработанной методики и измерительного комплекса была исследована и подтверждена в лаборатории прядения кафедры ТПТИ на кольцевых прядильных машинах П-66-5М6 (хлопчатобумажная пряжа 15,4 текс) и в условиях производства на машинах ПМ-88-Л5

(льняная пряжа 50 текс). Испытания проводили в диапазоне частот вращения веретен от 12000 до 17000 об/мин. Быстродействие системы исследовали на имитационном стенде с частотами вращения веретен более 30000 об/мин. Доказано, что измерительный комплекс способен выполнять измерительные работы на частотах, превышающих 40000 об/мин.

ВЫВОДЫ

Применение разработанного измерительного комплекса позволило в режиме реального времени с высокой точностью определять физико-механические свойства вырабатываемой пряжи и параметры работы оборудования. Экспериментальные исследования технологического процесса прядения, проведенные при помощи данного устройства, позволили оценить степень влияния дуги обтекания мычкой выпускного цилиндра вытяжного прибора на процесс сообщения крутки волокнистому продукту и на физико-механические свойства пряжи. Анализ полученных результатов определил дальнейшие направления совершенствования технологии кольцевого прядения.

В перспективе планируется расширить список контролируемых параметров, а также адаптировать измерительный комплекс к пневмомеханическим и роторным прядильным машинам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов Ю.В., Шапошников А.Б., Плеханов А.Ф., Минофьев А.А., Павлов К.Ю. Теория процессов, технология и оборудование прядения хлопка и химических волокон / Под ред. Ю.В. Павлова. – Иваново: ИГТА, 2000.
2. Патент на изобретение 2485226 Российская Федерация, МПК⁷ D 01 H 13/26. Устройство для измерения натяжения нити между бегунком и паковкой кольцевой прядильной машины / Столяров А.А. – Оpubл. 20.06.2013, Бюл. № 17.

REFERENCES

1. Pavlov Ju.V., Shaposhnikov A.B., Plehanov A.F., Minof'ev A.A., Pavlov K.Ju. Teorija processov, tehnologija i oborudovanie prjadenija hloпка i himicheskikh volokon / Pod red. Ju.V. Pavlova. – Ivanovo: IGTA, 2000.

2. Patent na izobrenie 2485226 Rossijskaja Federacija, MPK⁷ D 01 N 13/26. Ustrojstvo dlja izmerenija natjazhenija niti mezhdu begunkom i pakovkoj kol'cevoj prjadil'noj mashiny / Stoljarov A.A. – Opubl. 20.06.2013, Bjul. № 17.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных изделий. Поступила 30.03.15.

УДК 677.022.3/5

ВЛИЯНИЕ ЖЕСТКИХ ВОЛОКОН КОТОНИНА НА КАЧЕСТВО ПРЯЖИ И СТАБИЛЬНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРЯДЕНИЯ*

INFLUENCE OF RIGID COTTONIN'S FIBRES ON THE QUALITY OF YARN AND SPINNING PROCESS STABILITY

И.Ю. ЛАРИН
I.YU. LARIN

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnic University)
E-mail: nir_igta@mail.ru

Экспериментальным путем установлено наличие в льняном котонизированном волокне небольшого количества жестких, неразработанных волокон, которые дискретно располагаются по длине пряжи и образуют в ней локальные участки повышенной жесткости по отношению к соседним участкам, не содержащим таких волокон. Сообщаемая пряже в процессе формирования крутка распределяется по длине обратно пропорционально ее жесткости. В результате локальные участки пряжи повышенной жесткости остаются недокрученными. Чем выше жесткость локального участка пряжи, тем меньше его крутка и прочность. На участках пряжи, имеющих прочность меньше, чем натяжение, испытываемое ею в процессе формирования и наматывания, произойдет обрыв. Поэтому в процессе производства пряжи наблюдается ее повышенная обрывность. Если прочность участка пряжи выше, чем ее натяжение, то обрыва не произойдет и будет сформирован участок пряжи пониженной прочности, а сама пряжа будет иметь низкую среднюю прочность и высокий коэффициент вариации по прочности.

The small amount of rigid undeveloped fibers experimentally were proved to exist in the cottoned linen, that are discretely located along the length of yarn to form the local areas of high rigidity relative to the neighbouring areas, not containing such fibers.

The applied coils of twist to the yarn during its formation are distributed along its length inversely proportional to its rigidity. As a result of the local areas of high rigidity of yarn are left slightly untwisted. The higher the rigidity of the yarn's local section is the less its twist and strength. The yarn with the strength less than its

* Работа выполнена при финансовом содействии Российского фонда фундаментальных исследований (Проект: №15-48-03021-р_центр_а "Физико-химическая элементаризация и фракционирование льняных волокон для получения волокнистой основы инновационных изделий текстильного, медицинского и технического назначения").

tension in the process of formation and winding will be broken. Therefore, the breakage rate in the yarn production process will increase. If the strength of yarn higher than its tension, the breakage will not happen, it may lead to formation of the piece of yarn with reduced strength and the yarn may have low average strength and high coefficient of strength variation.

Ключевые слова: жесткие неразработанные волокна, локальные участки повышенной жесткости пряжи, прочность пряжи, коэффициент вариации по прочности пряжи, обрывность пряжи.

Keywords: rigid undeveloped fibers, the local pieces of yarn with increased rigidity, yarn strength, coefficient of variation in the yarn strength, breakage of yarn.

Известно, что пряжа, производимая на основе волокон льняного котонина, имеет низкую среднюю прочность и высокий коэффициент вариации по прочности [1...3], в сравнении с хлопчатобумажной и смесовой пряжей. Для выявления причин, приводящих к этим негативным явлениям, был поставлен эксперимент по производству льняного котонина и сортировке его волокон на фракции по степени жесткости. Затем отдельные фракции котонина доводили до пряжи.

Для производства котонина и сортировки его на фракции была выполнена экспериментальная установка из сдвоенного узла приемного барабана малогабаритной чесальной машины ЧММ-14 [4]. Оба барабана машины были обтянуты гарнитурой ПФ-60 80-1,2(2,5) производства ТД "Ивчесмаш" и вращались со скоростью 2050 мин⁻¹. Каждый барабан снабжен узлом аэросъема волокон.

Питающим полуфабрикатом являлась чесальная лента из льняного короткого волокна №3, прошедшая двукратную обработку на грубочесальной машине ЧГ-115ПД и однократную на чесальной машине Ч-600. Приемный барабан экспериментальной установки осуществлял разработку питающей бородки и очистку от костры и жестких одревесневших волокон. Волокна с поверхности приемного барабана передавались на поверхность передающего барабана и далее с помощью узла аэросъема выводились в волокносорборник. Волокна, составляющие остаточный слой, извлекались из межгарнитурного про-

странства приемного барабана с помощью второго узла аэросъема и подавались во второй волокносорборник.

Сепарация волокон на фракции по степени жесткости основана на силовом взаимодействии волокон с зубьями гарнитуры пильчатого барабана. При погружении отделяемых волокон вглубь межгарнитурного пространства они взаимодействуют с зубьями гарнитуры, между ними возникают силы трения. Чем толще и жестче волокна, чем выше степень их одревеснения, тем сильнее они давят на зубья гарнитуры, тем большая сила трения возникает и препятствует погружению волокон в межгарнитурное пространство. В результате волокна разной степени жесткости погружаются в межгарнитурное пространство на разную глубину. Чем тоньше и мягче волокна, тем глубже они погружаются в зубья гарнитуры, и чем толще и жестче волокна, чем выше степень их одревеснения, тем ближе они располагаются к вершине зуба.

Затем осуществляется отдельный сьем волокон по высоте зуба. Сначала с вершины зубьев передающим барабаном снимают жесткие волокна. После этого из межгарнитурного пространства извлекают тонкие и мягкие волокна. Таким образом, исходная смесь волокон будет рассортирована на две фракции по степени их жесткости. Полученные фракции вновь пропускали через эту установку, происходила их дальнейшая очистка и дальнейшая сортировка волокон. Вновь полученные фракции в третий раз пропускали через уста-

новку, и по окончании эксперимента мы имели восемь фракций котонина.

Для исследований от каждой фракции отбирали пробу и разбирали ее на отдельные волокна. Производили измерения длины 3000 волокон и разделяли их на группы по длине через два миллиметра, начиная с 15 мм. По количеству волокон в

каждой группе рассчитывали гистограмму распределения волокон по длине. Затем определяли массу каждой группы волокон, рассчитывали среднюю линейную плотность волокон в каждой группе и средневзвешенные линейные плотности волокон на участке длин от 15 до 45 мм и всей выборки в целом.

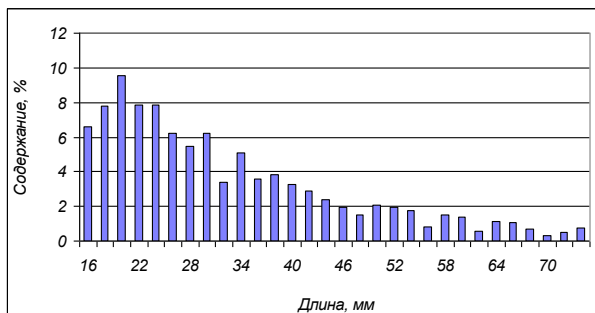


Рис. 1

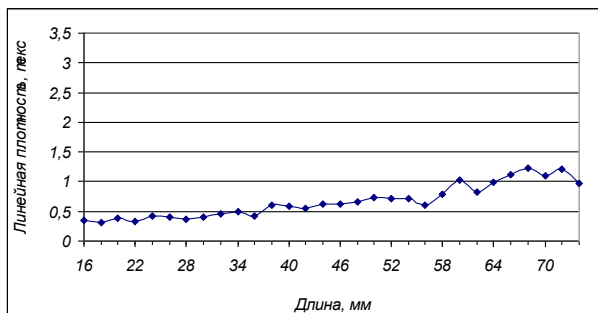


Рис. 2

Из всех фракций котонина для дальнейших исследований отбирали две – те, которые имели близкие средневзвешенные линейные плотности волокон на участке длин от 15 до 45 мм, но разное содержание жестких неразработанных волокон, имеющих длину более 45 мм. На рис. 1 представлена гистограмма распределения волокон котонина самой мягкой фракции по

длине, а на рис. 2 – зависимость средней линейной плотности волокон в группах от их длины также для самой мягкой фракции, имеющей средневзвешенную линейную плотность волокон 0,491 текс. Средневзвешенная линейная плотность волокон на участке длин от 15 до 45 мм этой фракции составляет 424 текс.

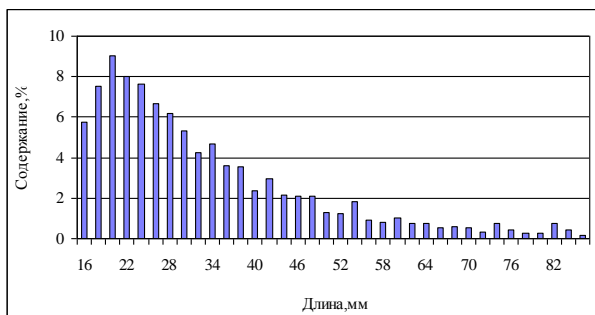


Рис. 3

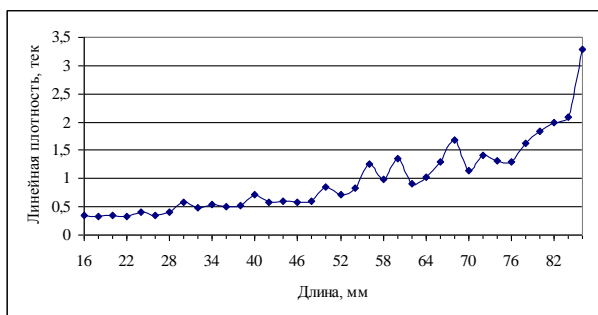


Рис. 4

На рис. 3 и 4 представлены (соответственно) те же характеристики, что и на рис. 1 и 2, другой выбранной фракции волокон с большим содержанием жестких неразработанных волокон на участке длин более 45 мм. Средневзвешенная линейная плотность волокон этой фракции на участке длин от 15 до 45 мм составляет 0,411 текс, а средневзвешенная линейная плотность всей выборки – 0,527 текс. Наличие

жестких неразработанных волокон в этой фракции на участке длин 49 мм и более видно из рис. 4. Средняя линейная плотность волокон этих групп колеблется в пределах от 0,723 до 3,294 текс, а фактическая линейная плотность отдельных самых жестких неразработанных волокон имеет еще большую величину. Следует отметить тот факт, что модифицированные волокна льна большой длины являются длинными

в силу того, что они недостаточно разработаны.

На следующем этапе исследований из модифицированного волокна отобранных фракций производили льняную пряжу линейной плотности 100 текс пневмомехани-

ческого способа прядения в условиях лаборатории кафедры ТПТИ ИВГПУ. В табл. 1 представлены физико-механические свойства произведенной пряжи.

Т а б л и ц а 1

Наименование показателя	Фракция с меньшим содержанием жестких неразработанных волокон	Фракция с большим содержанием жестких неразработанных волокон	Процент улучшения
Фактическая линейная плотность, текс	99,9	100,2	-
Средняя удельная разрывная нагрузка, сН/текс	9,5	7,4	28,4
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	12,3	14,8	16,9
Коэффициент крутки	83,4	84,7	-
Крутка, кр/м	834	846	-

Анализируя полученные результаты, видим, что пряжа, произведенная из фракции с большим содержанием жестких неразработанных волокон имеет меньшую удельную разрывную нагрузку и больший коэффициент вариации по разрывной нагрузке. Для того чтобы понять причины, вызвавшие ухудшение свойств пряжи, обратимся к гистограмме распределения волокон по длине и зависимости средней линейной плотности волокон в группах от их длины (рис. 3 и 4). Как видно из зависимости средней линейной плотности волокон в группах от их длины, жесткие неразработанные волокна в основном имеют длину 49 мм и более. Из гистограммы следует, что содержание волокон в этих группах находится в пределах от 0,1 до 1,8%. А фактическое содержание жестких неразработанных волокон в этих группах будет еще меньше.

Таким образом, основная масса волокон, составляющих котонин, это близкие по линейной плотности, относительно тонкие, мягкие волокна. Среди этих волокон содержится небольшое количество грубых комплексов и неразработанных волокон разной толщины и жесткости. Грубые комплексы и неразработанные волокна ввиду их малого количества дискретно располагаются по длине пряжи и образуют в ней локальные участки повышенной

жесткости по отношению к соседним участкам, не содержащим в своем составе таких волокон. Крутка, сообщаемая пряже в процессе формирования, распределяется по ее длине обратно пропорционально жесткости участков. В результате локальные участки пряжи повышенной жесткости остаются недокрученными. Чем выше жесткость локального участка пряжи, тем меньше его крутка и прочность. На участках пряжи, имеющих прочность меньше, чем натяжение, испытываемое ею в процессе формирования и наматывания, произойдет обрыв. Поэтому в процессе производства пряжи наблюдается ее повышенная обрывность. Если прочность участка пряжи выше, чем ее натяжение, то обрыва не произойдет и будет сформирован участок пряжи пониженной прочности, а сама пряжа будет иметь низкую среднюю прочность и высокий коэффициент вариации по прочности.

В Ы В О Д Ы

1. Для повышения средней прочности льняной пряжи, снижения коэффициента вариации по прочности пряжи и обрывности в прядении необходимо снижать дисперсию по толщине и жесткости волокон котонина.

2. Для производства смесовой пряжи на основе волокон льняного котонина необходимо использовать в качестве компонентов смеси натуральные и химические волокна, близкие по линейной плотности и жесткости к основной массе модифицированных волокон. Использование более тонких и мягких волокон приведет к повышению разницы по жесткости, крутке и прочности участков пряжи, содержащих в своем составе грубые комплексы и неразработанные волокна по отношению к соседним участкам, не содержащим таких волокон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Живетин В.В., Гинзбург Л.Н., Ольшанская О.М. Лен и его комплексное использование. – М.: Информ-Знание, 2002.
2. Разумеев К.Э., Павлов Ю.В. и др. Теоретические основы технологии прядения. – Иваново: ИВГПУ, 2014.
3. Разумеев К.Э., Павлов Ю.В. и др. Процессы, технология и оборудование приготовления кру-

ченой, фасонной пряжи и ниток. – Иваново: ИВГПУ, 2014.

4. Патент РФ № 2348745. Способ обработки льняного волокна и устройство для его реализации / Ларин И.Ю., Капитанов В.В.; опубл. 10.03.09, Бюл.№ 7.

REFERENCES

1. Zhivetin V.V., Ginzburg L.N., Ol'shanskaja O.M. Len i ego kompleksnoe ispol'zovanie. – M.: Inform-Znanie, 2002.
2. Razumeev K.E., Pavlov Ju.V. i dr. Teoreticheskie osnovy tehnologii prjadenija. – Ivanovo, IVGPU, 2014.
3. Razumeev K.E., Pavlov Ju.V. i dr. Processy, tehnologija i oborudovanie prigotovlenija kruchenoj, fasonnoj prjazhi i nitok. – Ivanovo, IVGPU, 2014.
4. Patent RF № 2348745. Sposob obrabotki l'njanogo volokna i ustrojstvo dlja ego realizacii / Larin I.Ju., Kapitanov V.V.; opubl. 10.03.09, Bjul.№ 7.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных изделий. Поступила 03.04.15.

УДК 677.017.32

О ФАКТОРАХ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВОРСИСТОСТЬ ЛЬНЯНОЙ РОВНИЦЫ

THE FACTORS AFFECTING THE HAIRINESS OF FLAX ROVINGS

Г.Ю. МУРАВЬЕВА
G.YU. MURAVJEVA

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: g35533@yandex.ru

В статье изучены факторы, влияющие на ворсистость льняной ровницы, вырабатываемой на рогулечной ровничной машине. Рассмотрено влияние частоты вращения рогульки, направление движения нижней каретки, влажности и крутки ровницы. Даны рекомендации по уменьшению этого влияния.

The article studied the factors affecting the hairiness of flax rovings produced by regulatroy roving machine. The influence of frequency of rotation of the flyer, the direction of movement of the lower carriage, humidity and twist rove. Recommendations to reduce this impact.

Ключевые слова: ровничная машина, ровница, ворсистость, частота вращения рогульки, нижняя каретка, крутка ровницы, влажность ровницы.

Keywords: roving machine, rovings, hairiness, the rotational speed of the flyer, the lower carriage, the twist rove, humidity rove.

Исследование процессов изготовления ровницы и установление влияния на ее качество различных факторов имеет большое практическое значение, так как от этого во многом зависит качество вырабатываемой из нее пряжи.

При наматывании на ровницу действует множество сил – центробежные силы инерции, сила тяжести, сопротивление воздуха, кориолисовы силы инерции, а также силы натяжения по концам баллона. Также к ним добавляется сила трения об элементы крутильно-мотального механизма. Под их действием в ровнице появляется ворсистость. Под ворсистостью понимаются волокна, выступающие над поверхностью ровницы.

При предварительном осмотре ровницы было установлено, что ворсистость в льняной ровнице образуется за счет разных по длине выступающих кончиков, петель и группы спутанных волокон. Большая часть ворсинок в ровнице образуется задними кончиками волокон.

Для качественной оценки ворсистости ровницы, возникающей при получении последней, были проведены исследования. Измерения ворсистости проводили при помощи масштабного планшета с ценой деления 2,5 мм. На него накладывали и прижимали стеклом отрезок ровницы 250 мм. Перед началом исследований были определены контрольные группы: 2,5...5

мм; 5...7,5 мм; 7,5...10 мм; 10...15 мм; 15...20 мм; ...110...115 мм. Всего было определено 24 группы. При проведении замеров определяли количество и длину волокон, попавших в соответствующую группу. Для определения общей ворсистости продукта определяли суммарное число волокон во всех группах. Ворсинками считали волокна, длина которых составляла более 2,5 мм.

Принятые допущения: волокна распрямлены и расположены перпендикулярно оси ровницы. Волокно, расщепленное менее $\frac{3}{4}$ длины, считалось как одно. Для получения достоверных результатов число замеров с одной катушки было принято 60, из них 30 при раскладке витков ровницы снизу вверх и 30 – сверху вниз.

При проведении исследований оценивали влияние на ворсистость ровницы таких факторов, как частота вращения рогульки, направление движения нижней каретки, крутка и влажность продукта.

Для определения влияния на ворсистость ровницы частоты вращения и направления движения каретки на льноперерабатывающих предприятиях г. Костромы были отобраны катушки с ровницей 800 и 717 текс. Установлено, что на величину ворсистости оказывает влияние частота вращения рогульки. Результаты замеров ворсистости ровницы представлены на рис. 1.

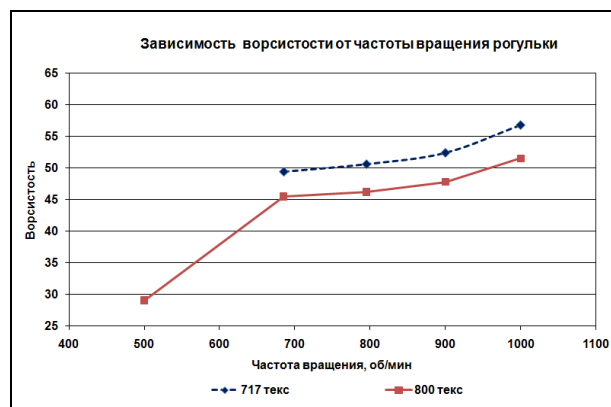


Рис. 1

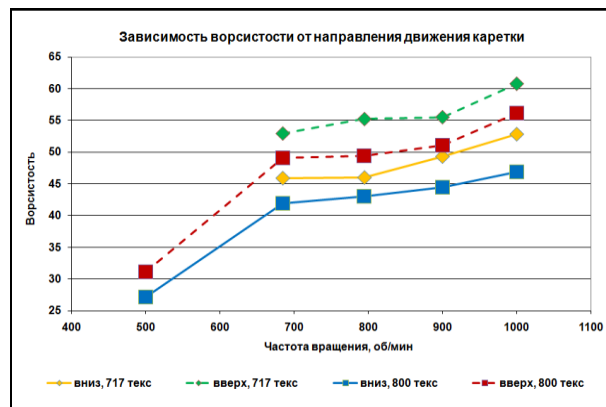


Рис. 2

На рис. 1 видно, что ворсистость увеличивается с повышением частоты вращения. Это объясняется возрастанием действующей на ровницу центробежной силы, увеличением сопротивления воздуха, возрастающим трением продукта о ветвь рогульки.

Раскладка витков ровницы по вертикали происходит за счет движения вверх-вниз нижней каретки ровничной машины. Величина ворсистости льняной ровницы зависит от направления движения каретки. Полученные результаты представлены на рис. 2.

Наблюдения и замеры показали, что при изменении направления движения каретки угол охвата ровницей направляющего глазка рогульки изменяется. При значении угла перегиба более 90° ровница проходит вскользь, минимально касаясь направляющего ее элемента машины. При значении угла перегиба менее 90° поверхность контакта максимальна, ровница испытывает дополнительное воздействие. В этом случае число выступающих волокон увеличивается. Это происходит при раскладке витков сверху вниз. В это время нижняя каретка ровничной машины движется вверх.

Для определения зависимости ворсистости от крутки и влажности ровницы на ООО "Льнообъединение им. И.Д. Зворыкина" были проведены эксперименты. Из отобранных тазов с лентой была выработана ровница с круткой 26,2; 27,8 и 29 кр/м. Затем ленту увлажняли. Для равномерного распределения влаги тазы с лентой на сутки помещали в зону отлежки волокна. После отлежки из ленты повторно выработывалась ровница с различной круткой. Затем ленту снова увлажняли и помещали в зону отлежки. Всего было сделано 3 повторности. Для определения влажности пробы отбирали из каждого таза с лентой и от каждой катушки с ровницей. Результаты экспериментов представлены на рис. 3.

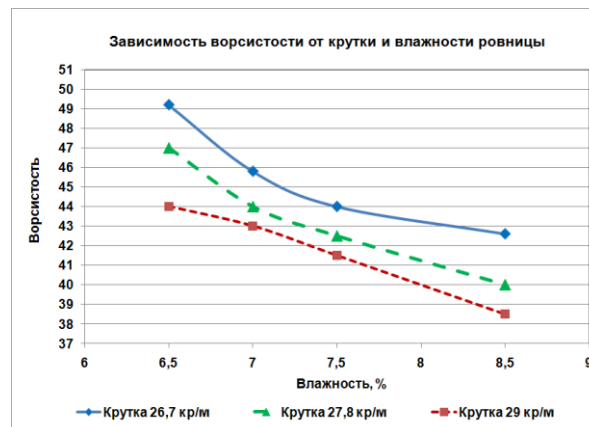


Рис. 3

На рис. 3 видно, что с повышением крутки ворсистость ровницы снижается. Однако увеличивать крутку для снижения ворсистости не всегда целесообразно, так как повышение крутки снижает производительность ровничной машины. Величина крутки ровницы влияет на протекание процесса химической обработки и на вытягивание ровницы на прядильной машине, поэтому ее рекомендуют устанавливать в определенных пределах. Увеличение крутки для снижения ворсистости выше рекомендованных значений нарушит нормальное протекание технологических процессов. На рис. 3 видно, что снижение влажности увеличивает ворсистость ровницы. Льняное волокно гигроскопично, поэтому необходимо строго соблюдать влажностно-тепловой режим, не допуская снижения влажности воздуха в ровничных цехах.

ВЫВОДЫ

1. Ворсистость ровницы возрастает при увеличении частоты вращения рогульки.
2. При подъеме нижней каретки ровничной машины ворсистость ровницы выше, чем при опускании каретки.
3. Ворсистость ровницы снижается при повышении влажности и крутки ровницы.

Рекомендована кафедрой механических технологий волокнистых материалов. Поступила 20.04.15.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОЛОКНОПЕРЕХОДА
МЕЖДУ ПИЛЬЧАТЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ
ВРАЩАЮЩИХСЯ БАРАБАНОВ
НА ОСНОВЕ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ БАЛАНСА МАССЫ***

**MATHEMATICAL MODELING OF THE PROCESS
TRANSITION COTTONIZED FLAX FIBERS
BETWEEN THE SERRATED SURFACES OF THE ROTATING DRAMS BASED
ON THE CONSERVATION LAW OF MASS BALANCE**

И.Ю. ЛАРИН, А.П. МОРЫГАНОВ, Т.Я. КРАСИК, М.А. ТУВИН, Е.Е. САВЕЛЬЕВА
I.YU. LARIN, A.P. MORYGANOV, T.YA. KRASIK, M.A. TUVIN, E.E. SAVELYEVA

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт,
Институт химии растворов им. Г.А.Крестова РАН, г. Иваново)
(Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute,
G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of the RAS, Ivanovo)
E-mail: nir_igta@mail.ru

Рассматривается теория процесса волокноперехода между пильчатыми поверхностями вращающихся барабанов в устройстве фракционирования котонизированных льняных волокон на мягкую и жесткую фракции. На основе закона сохранения баланса массы разработана теория процесса однонаправленного перехода котонизированных льняных волокон с пильчатой поверхности одного вращающегося барабана на пильчатую поверхность другого вращающегося барабана. Выведены зависимость для расчета длины зоны механического съема котонизированных волокон с пильчатой поверхности одного вращающегося барабана на другой в процессе фракционирования и зависимость для расчета загрузок пильчатых вращающихся барабанов.

Considers the theory of the process of fiber transition between the serrated surfaces of rotating drums in the fractionation device of cottonized flax fiber on hard and soft fractions. On the basis of the law of conservation of mass balance developed a theory of the process of unidirectional transfer cottonized flax fibers from serrated surface of one rotating drum on the serrated surface of the other rotating drum. Derived dependence for the calculation length of zone of mechanical removal cottonized fibers in the fractionation process and the dependence for the calculation of downloads of the serrate rotating drums.

Ключевые слова: котонизированный лен, фракционирование волокон, односторонний переход волокон, загрузка барабана.

Keywords: cottonized flax, fiber fractionation, unidirectional transfer of fibers, download of the dram.

В настоящее время в текстильной промышленности назрела острая необходимость перевода производства льняной пряжи на более прогрессивные и рента-

бельные классические системы прядения хлопка и шерсти [1], [2].

В процессе элементаризации льняного волокна [3] одревесневшие волокна для

* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект № 15-48-03021 p_центр_a).

полного разделения требуют более интенсивной обработки. Экономически и технологически более целесообразно давать волокну щадящие нагрузки, использовать последующее фракционирование волокон по степени жесткости [4] и их дальнейшее раздельное использование в прядении [5].

В устройстве фракционирования волокон определяющая технологическая задача решается в зоне волокноперехода. Моделирование процессов в этой зоне является важным инструментом для оптимизации процесса фракционирования.

На рис. 1 представлена общая схема зоны однонаправленного волокноперехода между вращающимися пильчатыми барабанами разного радиуса.

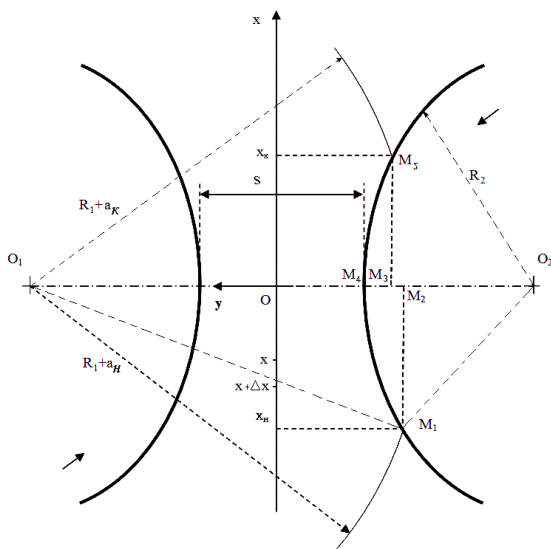


Рис. 1

Вращение барабанов происходит в одном направлении. Радиусы барабанов равны R_1 и R_2 . Рассматриваем случай, когда со второго барабана осуществляется аэродинамический сьем остаточного слоя волокон, тогда загрузка второго барабана волокнами на входе в зону механического съема волокон практически равна нулю, то есть можно считать, что в этой зоне волокна переходят только в одном направлении: с первого барабана на второй. Поэтому далее принимаем, что имеет место только однонаправленный механический сьем волокон с первого барабана на второй.

Обозначим через a_H и a_K – расстояния, на которые выступают кончики волокон из гарнитуры на входе в зону волокноперехода и на выходе из нее соответственно, а через s – разводку между барабанами. Пусть x – координата вдоль зоны механического съема волокон (рис.1). Точки $x=x_H$ и $x=x_K$ определяют начало и конец дуги съема. Нами получена следующая зависимость для расчета зоны волокноперехода:

$$l_n = \sqrt{2 \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} (\sqrt{a_H - s} + \sqrt{a_K - s}). \quad (1)$$

Обозначим загрузку пильчатого барабана через m_i , где i – номер барабана. Полагаем, что при анализе движения волокон на движущихся барабанах и между барабанами линейные плотности волокнистых потоков (то есть величины m_i) таковы, что можно считать непрерывным распределение массы по площади их поперечного сечения, то есть, если обозначить площадь поперечного волокнистого потока через S_i , то средняя плотность волокнистой массы в потоке равна:

$$\rho_i = m_i / S_i. \quad (2)$$

Следовательно, к процессу волокноперехода допустимо выражение закона сохранения баланса массы, применяемое в механике сплошных сред [6], [7]. Обозначим скорость, с которой движется волокнистый поток в точке x , через V_x . Тогда закон сохранения баланса массы применительно к процессу волокноперехода представляется следующим образом:

$$\frac{\partial \rho_{вг}}{\partial t} + \rho_{вг} \frac{\partial V_x}{\partial x} = 0, \quad (3)$$

где $\rho_{вг}$ – объемная плотность массы в волокнистом потоке; t – время.

Пусть a – высота, на которую выступают кончики волокон из гарнитуры на участке $-\ell_{пн} \leq x \leq \ell_{пк}$. Обозначим через h_3 – высоту зуба, а через $b_{ш}$ – длину барабана. Умножая это уравнение на комплекс $[(h_3 + a) b_{ш}]$, получаем, что

$$\frac{\partial m}{\partial t} + m \frac{\partial V_x}{\partial x} = 0. \quad (4)$$

При механическом съеме волокон их скорость изменяется на величину $\Delta V_x = V_1 + V_2$, где V_1 и V_2 – окружные скорости барабанов. Следовательно, на основе закона сохранения баланса массы (3) находим следующее соотношение:

$$\frac{dm}{dt} + m \frac{V_1 + V_2}{\Delta x} = 0. \quad (5)$$

Обозначая $k_x = \Delta x^{-1}$, отметим, что величина k_x обратно пропорциональна среднему значению того участка оси Ox , на котором осуществляется переход комплекса волокон массы Δm . Значение k_x находится экспериментально.

Из (5) получаем, что

$$\frac{dm}{dt} = -k_x m (V_1 + V_2). \quad (6)$$

Так как $dx \approx V_1 dt$, то

$$\frac{dm}{dx} = -k_x \frac{m(V_1 + V_2)}{V_1}. \quad (7)$$

то

$$m(x_k) = m_n \exp\left(-k_x \frac{(V_1 + V_2)(\ell_{n1} + \ell_{n2})}{V_1}\right) = m_n \exp\left(-k_x \frac{(V_1 + V_2)\ell_n}{V_1}\right). \quad (10)$$

Обозначим загрузку первого барабана остаточным слоем $m(x_k)$ через m_{oc} . Тогда

$$m_{oc} = m_n \exp\left(-k_x \frac{(V_1 + V_2)\ell_n}{V_1}\right). \quad (11)$$

Как следует из (7), интенсивность волокноперехода по длине дуги съема пропорциональна нагрузке m , сумме окружных скоростей первого и второго барабанов и обратно пропорциональна окружной скорости первого барабана. Полученное соотношение (7) в отличие от ранее известных моделей волокноперехода, представленных в работах [8], [9], выведено на основе физического закона.

Величина загрузки барабана вдоль дуги съема определяется интегрированием уравнения (7):

$$\int_{m_n}^m \frac{dm}{m} = -k_x \frac{V_1 + V_2}{V_1} \int_{-\ell_{n1}}^x dx, \quad (8)$$

где m_n – загрузка первого барабана в начале дуги съема.

Интегрируя (8), получаем:

$$\ln m(x) - \ln m_n = -k_x \frac{V_1 + V_2}{V_1} (x + \ell_{n1}). \quad (9)$$

Так как отсюда

$$\frac{m(x)}{m_n} = \exp\left(-k_x \frac{V_1 + V_2}{V_1} (x + \ell_{n1})\right),$$

Обозначим через n_1 и n_2 частоту вращения первого и второго барабана соответственно. Находим далее, что

$$m_{oc} = m_n \exp\left[-2k_x \left(1 + \frac{n_2}{n_1}\right) \sqrt{2 \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} (\sqrt{a_n - s} + \sqrt{a_k - s})\right]. \quad (12)$$

Упрощая (12), имеем

$$m_{oc} = m_n \exp \left[-2k_x (1 + n^*) R_r \left(\sqrt{a_n^* - s^*} + \sqrt{a_k^* - s^*} \right) \right], \quad (13)$$

где $n^* = \frac{n_2}{n_1}$.

Как следует из (13), нагрузка первого барабана остаточным слоем убывает при возрастании величины a_n . То есть при увеличении содержания жестких волокон в поступающем в зону механического съема волокнистом потоке имеет место снижение загрузки первого барабана остаточным слоем. Это явление объясняется тем, что

жесткие волокна, выступая из гарнитуры на большее расстояние, чем мягкие волокна, интенсивнее захватываются зубьями гарнитуры следующего барабана и далее удерживаются ими.

Как показывает зависимость (13), значения загрузки приемного барабана остаточным слоем можно определить лишь в том случае, если известен коэффициент k_x .

Из (12) следует, что

$$k_x = - \left\{ 2 \left(1 + \frac{n_2}{n_1} \right) \sqrt{2 \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} \left(\sqrt{a_n - s} + \sqrt{a_k - s} \right) \right\}^{-1} \ln \left(\frac{m_{oc}}{m_n} \right).$$

ВЫВОДЫ

1. На основе закона сохранения баланса массы разработана теория процесса однонаправленного перехода волокон с пильчатой поверхности одного вращающегося барабана на пильчатую поверхность другого вращающегося барабана.

2. Выведена зависимость для расчета зоны механического съема котонизированных волокон с пильчатой поверхности одного вращающегося барабана на другой в процессе фракционирования.

3. Выведена аналитическая зависимость для расчета нагрузок пильчатых вращающихся барабанов в зоне волокноперехода.

/ Ларин И.Ю., Капитанов В.В.; опубл. 10.03.09, Бюл. № 7.

5. Ларин И.Ю. Влияние жестких волокон котонина на качество пряжи и стабильность технологического процесса прядения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 2.

6. Голубева О.В. Курс механики сплошных сред. – М.: Высшая школа, 1972.

7. Красик Т.Я. Совершенствование процессов разрыхления, очистки и смешивания для производства хлопкольнай пряжи: Дис.... канд. техн. наук. – Иваново, 2012.

8. Труевцев Н.И., Свицерский Р.В. Уравнение массообмена волокон и изменение загрузки кардных поверхностей в дуге взаимодействия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1973, №1. С. 44...47.

9. Ашинин Н.М. Кардочесание волокнистых материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность и бытовое обслуживание, 1985.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разумеев К.Э., Павлов Ю.В. и др. Теоретические основы технологии прядения. –Иваново: ИВГПУ, 2014.

2. Разумеев К.Э., Павлов Ю.В. и др. Процессы, технология и оборудование приготовления крученой, фасонной пряжи и ниток. – Иваново, ИВГПУ, 2014.

3. Патент РФ № 2497982. Способ обработки комплексных лубяных волокон и устройство для его реализации / Ларин И. Ю., Савинов Е. Р.; опубл. 10.11.13, Бюл. № 31.

4. Патент РФ № 2348745. Способ обработки льняного волокна и устройство для его реализации

REFERENCES

1. Razumeev K.Je., Pavlov Ju.V. i dr. Teoreticheskie osnovy tehnologii prjadenija. –Ivanovo: IVGPU, 2014.

2. Razumeev K.Je., Pavlov Ju.V. i dr. Processy, tehnologija i oborudovanie prigotovlenija kruchenoj, fasonnoj prjazhi i nitok. – Ivanovo, IVGPU, 2014.

3. Patent RF № 2497982. Sposob obrabotki kompleksnyh lubjanyh volokon i ustrojstvo dlja ego realizacii / Larin I. Ju., Savinov E. R.; opubl. 10.11.13, Bjul. № 31.

4. Patent RF № 2348745. Sposob obrabotki l'njanogo volokna i ustrojstvo dlja ego realizacii / Larin I.Ju., Kapitanov V.V.; opubl. 10.03.09, Bjul. № 7.

5. Larin I.Ju. Vlijanie zhestkih volokon kotonina na kachestvo prjazhi i stabil'nost' tehnologicheskogo processa prjadenija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 2.

6. Golubeva O.V. Kurs mehaniki sploshnyh sred. – M.: Vysshaja shkola, 1972.

7. Krasik T.Ja. Sovershenstvovanie processov razryhlenija, ochistki i smeshivaniya dlja proizvodstva hlopkol'njanoj prjazhi: Dis.... kand. tehn. nauk. – Ivanovo, 2012.

8. Truevcev N.I., Sviderskij R.V. Uravnenie mas-soobmena volokon i izmenenie zagruzki kardnyh

poverhnostej v duge vzaimodejstvija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1973, №1. S. 44...47.

9. Ashnin N.M. Kardochesanie voloknistyh materialov. – M.: Legkaja i pishhevaja promyshlennost' i bytovoe obsluzhivanie, 1985.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных изделий ИВГПУ. Поступила 15.01.16.

УДК 677.024

**ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МЕТОДОВ ПРИБЛИЖЕНИЯ ФУНКЦИЙ
ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ
ПРОЦЕССА ВЫРАБОТКИ ТКАНИ САТИН
НА ТКАЦКОМ СТАНКЕ АТПР-100-2**

**ABOUT EFFICIENCY OF USE
OF METHODS OF APPROACH OF FUNCTIONS
FOR THE MATHEMATICAL DESCRIPTION
OF PROCESS OF PRODUCTION OF SATEEN FABRIC
ON THE ATPR-100-2 WEAVING LOOM**

С.Д. НИКОЛАЕВ, М.В. НАЗАРОВА, В.Ю. РОМАНОВ
S.D. NIKOLAEV, M.V. NAZAROVA, V.YU. ROMANOV

(Московский университет дизайна и технологии,
Камышинский технологический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета)
(Moscow University of Design and Technology,
Kamyshin Technological Institute (branch) Volgograd State Technical University)
E-mail: ttp@kti.ru

Статья посвящена вопросам разработки автоматизированных методов математического моделирования технологических процессов ткачества с использованием интерполяционных полиномов Стирлинга, Лагранжа, Ньютона, Бесселя, реализованных в среде программирования MathCad.

Экспериментальная апробация разработанных на ЭВМ алгоритмов математического моделирования была проведена на ткацком станке АТПР-100-2. Сравнительный анализ использования интерполяционных полиномов для описания технологических процессов ткацкого производства показал эффективность метода по Бесселю, Ньютону и Лагранжу.

The article is devoted to the development of automated methods of mathematical modeling of technological processes of weaving using interpolation polynomials, Stirling, Lagrange, Newton, Bessel, implemented in the programming environment MathCad.

Experimental approbation of the developed computer algorithms mathematical modeling was carried out on the loom of ATPR-100-2. Comparative analysis of the use of interpolation polynomials for the description of technological processes of weaving showed the effectiveness of the method by Bessel, Newton and Lagrange.

Ключевые слова: ткачество, математическое моделирование, полиномы Стирлинга, Лагранжа, Ньютона, Бесселя.

Keywords: weaving, mathematical modeling, polynomials of Stirling, Lagrange, Newton, Bessel.

Методы приближения функций относятся к теоретико-экспериментальным методам и занимают особое место среди методов математического моделирования. В их основе лежит замена одной функции, зачастую представленной в виде таблицы экспериментальных значений, другой функцией, вычисляемые значения которой и принимают за приближенные значения функции.

С появлением современных программ математической обработки данных на ЭВМ положение дел в области приближенных вычислений в значительной степени изменилось, так как появилась возможность быстро и достаточно точно выполнять огромное количество вычислений, что привело к разработке специальных алгоритмов получения приближенных решений сложных уравнений [1], [2]. Применение данных алгоритмов на практике, в частности, для исследования технологических процессов, является эффективным, поскольку позволяет при наличии диаграммы исследуемого процесса прогнозировать его параметры с меньшими затратами времени. Кроме того, использование методов приближения функций не требует проведения многочисленных экспериментов, а следовательно, и больших материальных затрат.

Для решения этой задачи разработаны методы получения математических моделей на основе использования методов приближения функций и даны рекомендации по их эффективному использованию для установления вида математической модели, наиболее адекватной исследуемому процессу [3...6].

В данной работе для получения математических моделей технологического процесса методами приближения функции при выработке ткани сатин на ткацком станке АТПР-100-2 использовали интер-

поляционные полиномы Лагранжа, Ньютона, Бесселя, Стирлинга.

Нами разработан алгоритм моделирования технологических процессов ткацкого производства с использованием интерполяционных полиномов и осуществлена их экспериментальная апробация на ЭВМ в среде программирования MathCad.

Алгоритм выглядит следующим образом:

- в качестве исходных данных для моделирования технологических процессов используется информация, поступающая с тензометрической установки в виде массива данных натяжения нитей, предварительно проанализированных на экране монитора, где осуществлен выбор данных натяжения за один цикл работы оборудования;

- для удобства работы с программой исходные данные формируются в отдельном файле, который является общим для методов моделирования технологических процессов с использованием интерполяционных полиномов, и поэтому появляется возможность выбора не только наиболее эффективной модели по одному методу, но и возможность выбора наиболее эффективного метода для каждого технологического процесса;

- для удобства использования программ и лучшей визуализации промежуточных и окончательных расчетов алгоритм программы предусматривает процедуры построения графиков не только по экспериментальным данным натяжения, но также графиков по каждой математической модели;

- сравнительный анализ экспериментальной и теоретической кривой натяжения осуществляется не только путем определения относительной средней квадратической ошибки для всех значений аргумента, но и путем построения графиков наложения экспериментальной кривой и

кривой, полученной по математической модели;

– в каждой программе предусмотрена процедура автоматического выбора наиболее эффективной модели, полученной в результате варьирования шага интерполяции;

– полученная в результате расчетов наиболее эффективная математическая модель по каждому из методов экспортируется в отдельный файл, где эта модель формируется в удобной для дальнейшего использования форме.

Для получения значений натяжения нитей различного сырьевого состава при переработке их на технологическом оборудовании ткацкого производства использо-

вали тензометрическую установку "ТПП-2008". Базой для исследования являлись лаборатории ткачества и механической технологии текстильных материалов кафедры технологии текстильного производства КТИ (филиала) ВолгГТУ. Объектом исследования служила ткань сатинового переплетения, вырабатываемая на ткацком станке АТПР-100-2.

При исследовании технологического процесса выработки ткани с помощью экспресс-диагностического прибора "ТПП-2008" [1] осуществлялась запись диаграмм натяжения основных нитей в зоне скало – ламели ткацкого станка для первой прокидки уточной нити. После обработки были получены диаграммы натяжения нити (рис. 1).

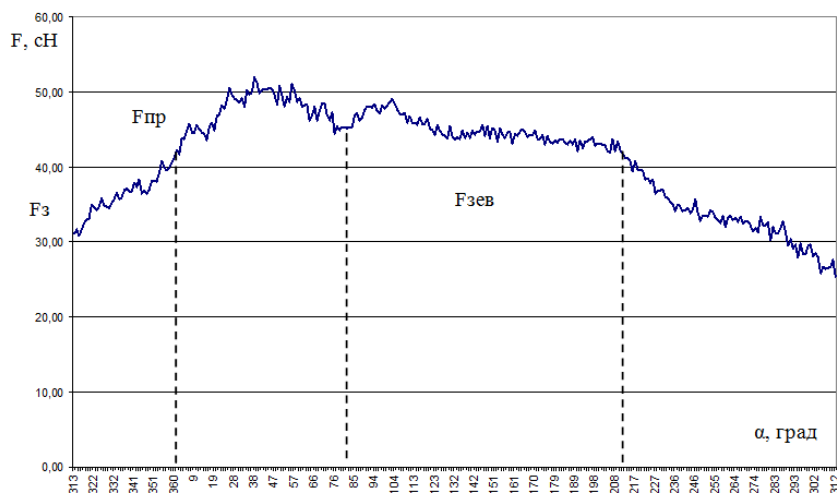


Рис. 1

Полученные значения натяжения нитей вводили в разработанную в среде программирования MathCad программу на ЭВМ и получали математические модели зависимости натяжения нитей за один оборот главного вала станка.

По результатам расчета на ЭВМ математических моделей был проведен сравнительный анализ эффективности использования интерполяционных полиномов для описания технологических процессов ткацкого производства.

В табл. 1 сведена информация по результатам сравнительного анализа эффективности использования интерполяционных полиномов для описания технологи-

ческого процесса выработки ткани сатин на ткацком станке АТПР-100-2.

Таблица 1

Метод приближения функций	Относительная среднеквадратическая ошибка
По Бесселю	3,08321
По Лагранжу	3,08321
По Ньютону	3,08321
По Стирлингу	3,62599

Таким образом, в результате сравнительного анализа эффективности использования интерполяционных полиномов для математического описания технологического процесса выработки ткани сатин на ткацком станке АТПР-100-2 было уста-

новлено, что для описания процесса ткачества лучше всего подходят методы Бесселя, Ньютона и Лагранжа.

ВЫВОДЫ

1. В настоящей работе решена актуальная задача разработки эффективных методов получения математических моделей натяжения нитей на основе использования методов приближения функций и информационных технологий.

2. Технология применения разработанных методов показана при проведении экспериментов на примерах инженерных задач, решаемых в ткацком производстве.

3. Для получения математических моделей процесса ткачества разработаны методы с использованием интерполяционных полиномов Стирлинга, Лагранжа, Ньютона, Бесселя.

4. Для решения задачи разработки автоматизированных методов математического моделирования технологического процесса ткачества с использованием интерполяционных полиномов разработаны алгоритмы получения математических моделей на ЭВМ.

5. На основе использования автоматизированных методов приближения функций и полученных тензограмм натяжения нитей основы на ткацком станке АТПР-100-2 получены математические модели для технологического процесса выработки ткани сатин на ткацком станке.

6. По результатам расчета на ЭВМ математических моделей проведен сравнительный анализ эффективности использования интерполяционных полиномов для описания технологического процесса ткачества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бойко С.Ю., Назарова М.В., Романов В.Ю. Разработка экспресс-метода оценки напряженности работы ткацких станков различных конструкций при выработке хлопчатобумажных тканей [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2011, №6. - URL ://www.science-education.ru/100-5059.

2. Назарова М.В. Разработка автоматизированных методов проектирования технологических процессов изготовления тканей заданного строения: Дис.... докт. техн. наук. – М., 2011.

3. Назарова М.В., Романов В.Ю. Исследование эффективности использования тригонометрических рядов для моделирования напряженно-деформируемого состояния основных нитей на ткацком станке // Современные наукоемкие технологии. – 2008, №10. С. 77...78.

4. Николаев С.Д., Назарова М.В., Романов В.Ю. Оценка напряженности работы мотального оборудования при перематывании пряжи различного волокнистого состава // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 1. С. 49...54.

5. Николаев С.Д., Назарова М.В., Романов В.Ю. Оценка напряженности процесса снования хлопчатобумажной пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №2. С. 46...50.

6. Романов В.Ю. Определение оптимальных параметров изготовления хлопчатобумажной ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №2С. С. 64...66.

REFERENCES

1. Bojko S.Ju., Nazarova M.V., Romanov V.Ju. Razrabotka jekspress-metoda ocenki naprjazhennosti raboty tkackih stankov razlichnyh konstrukcij pri vyrabotke hlochatobumazhnyh tkanej [Elektronnyj resurs] // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2011, №6. - URL ://www.science-education.ru/100-5059.

2. Nazarova M.V. Razrabotka avtomatizirovannyh metodov proektirovanija tehnologicheskijh processov izgotovlenija tkanej zadannogo stroenija: Dis.... dokt. tehn. nauk. – М., 2011.

3. Nazarova M.V., Romanov V.Ju. Issledovanie jeffektivnosti ispol'zovanija trigonometricheskijh rjadov dlja modelirovanija naprjazhenno-deformiruemogo sostojanija osnovnyh nitej na tkackom stanke // Sovremennye naukoemkie tehnologii. – 2008, №10. S.77...78.

4. Nikolaev S.D., Nazarova M.V., Romanov V.Ju. Ocenka naprjazhennosti raboty motal'nogo oborudovanija pri perematyvanii prjazhi razlichnogo voloknistogo sostava // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, № 1. С. 49...54.

5. Nikolaev S.D., Nazarova M.V., Romanov V.Ju. Ocenka naprjazhennosti processa snovanija hlochatobumazhnoj prjazhi // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №2. С. 46...50.

6. Romanov V.Ju. Opredelenie optimal'nyh parametrov izgotovlenija hlochatobumazhnoj tkani // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2008, №2S. S. 64...66.

Рекомендована кафедрой технологии текстильного производства. Поступила 02.12.14.

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СПОСОБОВ ПОСТРОЕНИЯ ВАФЕЛЬНЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ

SYSTEMATIZATION CONSTRUCTION METHODS WAFER WEAVE

Е.Е. ДЕМИДОВА, Г.И. ТОЛУБЕЕВА
E.E. DEMIDOVA, G.I. TOLUBEYEVA

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

Выполнена систематизация способов построения вафельных переплетений по виду рельефного элемента, базового переплетения, числу диагоналей, способу заполнения рельефных элементов, отсутствию или наличию дополнительных элементов четырех разновидностей, разделенных на шесть вариантов их расположения относительно вершин рельефных элементов, без закрепления или с закреплением увеличенных настилов из одноименных перекрытий.

The systematization of wafer weave constructing methods is done. The basic principles of the systematization are the following: the type of relief elements, the type of basic weave, the number of diagonals, the method of relief elements filling, the absence or the presence of additional elements of the four varieties, divided into six variants of their location related to the top relief elements, without fixing or with a fixing of increased.

Ключевые слова: вафельное переплетение, рельефный элемент, способ построения, классификация, саржа главного класса, дополнительный элемент, закрепление настилов.

Keywords: wafer weave, relief element, constructing method, classification, main class twill, additional element, fastening decking.

В настоящее время все большее распространение получают вафельные переплетения, создающие на ткани выразительные рельефные поверхности. Известно множество примеров вафельных переплетений с рельефными элементами в виде ромбов, параллелограммов, прямоугольников [1...7]. Наряду с классическими вафельными переплетениями ряд авторов предлагают построение вафельных переплетений на базе сложных сарж [1, с. 131...132; 2, с. 92; 3, с. 63; 4, с. 56]. При этом получают вафельные переплетения с несколькими диагоналями. В современной технической литературе [7, с. 43...45], [8] вафельные переплетения с несколькими

диагоналями предлагается выстраивать на базе сарж главного класса. Гордеев В.А. говорит о возможности построения вафельных переплетений на базе усиленных сарж [3, с. 64]. Разнообразные способы построения как классических, так и нетрадиционных рельефных переплетений приводит Бавструк Н.Ф. [1, с. 130...135], в том числе методику построения "клетчатых" вафельных переплетений, получаемых комбинированием участков сарж главного класса и полотняного переплетения. В работе [7, с. 70...71] при построении вафельных переплетений предложено получать "увеличенные" ромбы, заполняя их настилами противоположного знака без отступа

от перекрытий главных диагоналей. В источниках [1, с. 133...135], [6] рассматриваются способы построения комбинированных вафельных переплетений.

При создании средств автоматизации построения переплетений необходимо классифицировать виды вафельных переплетений, упорядочить их по отдельным признакам. Шаталовой Е.А. [7, с. 51...53] предложена классификация вафельных переплетений по трем признакам: по способу построения, форме рельефного элемента и количеству рельефных элементов в рапорте. Данная классификация затрудняет формализацию методов построения переплетений, не дает возможность однозначно выбрать метод, так как при таком подходе перечисленные признаки дополняют друг друга. Предлагаем в основу классификации известных способов построения вафельных переплетений положить вид рельефного элемента, разделив их на следующие четыре группы: с рельефными элементами в виде ромба, в виде параллелограмма, с прямоугольными (квадратными) рельефными элементами, и клетчатые.

Такой подход реализован в создаваемом на кафедре технологии и проектирования текстильных изделий пакете прикладных программ по автоматизированному построению вафельных переплетений. Методы построения переплетений в каждой группе делим на три подгруппы: на базе сарж главного класса, на базе усиленных сарж и комбинированные.

Структурная схема для выбора метода построения вафельных переплетений в первой и второй подгруппах на базе главных или усиленных сарж представлена на рис. 1, где номера 1-127 показывают узлы разветвления программного обеспечения. Во всех трех подгруппах в качестве базовых переплетений можно использовать уточные (узел 1) или основные (узел 2) саржи, для первой подгруппы – это саржи главного класса. Далее методы делятся на получение переплетений с одной (узлы 3 и 5) или несколькими (узлы 4 и 6) диагоналями, которые, в свою очередь, подразделяются на две подгруппы по способу заполнения рельефного элемента настилами

одноименных перекрытий: на классическое заполнение (узлы 7, 9, 11 и 13) и заполнение без отступа – получение "увеличенных" ромбов или параллелограммов (узлы 8, 10, 12 и 14).

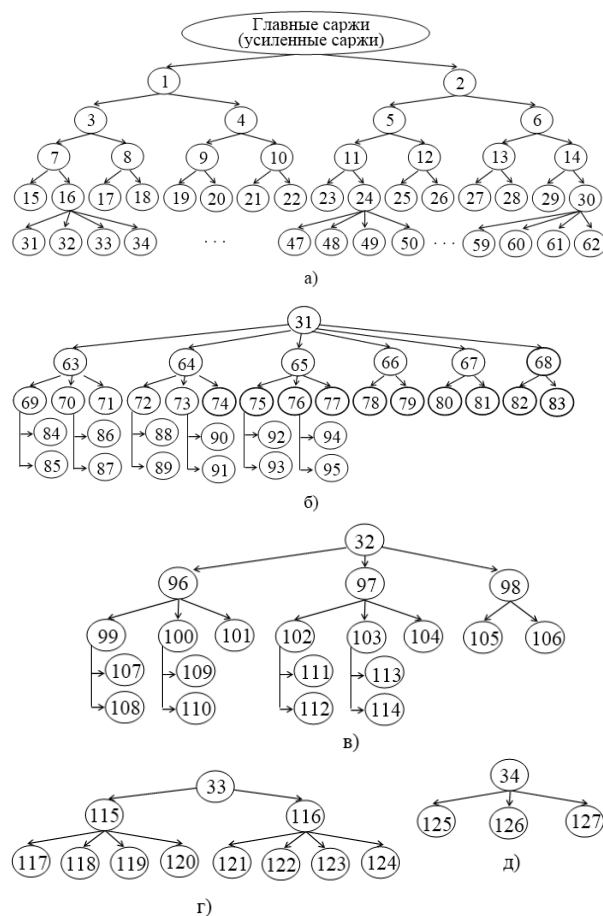


Рис. 1

При любом способе заполнения рельефных элементов в дальнейшем методы построения переплетений делятся на две подгруппы: позволяющие получить переплетения без дополнительных элементов (узлы 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27 и 29) или с дополнительными элементами (узлы 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28 и 30). Способы построения вафельных переплетений с дополнительными элементами по их виду разделены на четыре подгруппы: дополнительные элементы могут быть в виде квадратов (узлы 31, 35, 39, 43, 47, 51, 55, 59), ромбов (узлы 32, 36, 40, 44, 48, 52, 56, 60), квадратов и ромбов (узлы 33, 37, 41, 45, 49, 53, 57, 61) и участков полотняного переплетения (узлы 34, 38, 42, 46, 50, 54, 58, 62). Группировка

методов для переплетений, полученных с дополнительными элементами в виде квадратов (узлы 31, 35, 39, 43, 47, 51, 55, 59), представлена на рис. 1-б на примере узла 31.

В каждой первой из четырех подгрупп методы построения переплетений разделены на шесть подгрупп: дополнительные квадратные элементы могут состоять из основных (узел 63), из уточных (узел 64), из комбинированных (узел 65), из основных и уточных (узел 66), из основных и комбинированных (узел 67) и из уточных и комбинированных (узел 68) настилов.

Методы первой, второй и третьей подгрупп, в свою очередь, делятся на три подгруппы: дополнительные элементы можно расположить в вершинах основных ромбов по горизонтали (узлы 69, 72 и 75), по вертикали (узлы 70, 73 и 76) или по обоим направлениям одновременно (узлы 71, 74 и 77). Каждая из первых двух подгрупп делится еще на две подгруппы: с размещением (узлы 84, 86, 88, 90, 92 и 94) и без размещения (узлы 85, 87, 89, 91, 93 и 95) в оставшихся вершинах участков полотняного переплетения. Оставшиеся четвертый, пятый и шестой методы с дополнительными квадратными элементами двух видов подразделяются на две подгруппы: элементы первого вида помещаются в вершинах основных ромбов по горизонтали, второго вида – по вертикали (узлы 78, 80 и 82) или наоборот (узлы 79, 81 и 83).

Методы построения переплетений с ромбовидными дополнительными элементами (узлы 32, 36, 40, 44, 48, 52, 56, 60) делятся на три подгруппы. Группировка методов для построения переплетений, полученных с дополнительными элементами в виде ромбов, представлена на рис. 1-в. Дополнительные элементы могут быть из основных (узел 96), из уточных (узел 97) или из основных и уточных (узел 98) настилов. Ромбовидные дополнительные элементы первых двух видов можно расположить в вершинах основных ромбов по горизонтали (узлы 99 и 102), по вертикали (узлы 100

и 103) или по обоим направлениям одновременно (узлы 101 и 104), в первых двух случаях – с добавлением (узлы 107, 109, 111 и 113) или без добавления (узлы 108, 110, 112 и 114) участков полотняного переплетения. При одновременном размещении дополнительных ромбовидных элементов обоих знаков первые можно поместить в вершинах основных ромбов по вертикали, вторые – по горизонтали (узел 105) или наоборот (узел 106).

Из рис. 1-г видно, что методы построения переплетений с квадратными и ромбовидными дополнительными элементами (узлы 33, 37, 41, 45, 49, 53, 57, 61) в первую очередь делятся на две подгруппы: квадратные дополнительные элементы помещаются в вершинах основных ромбов по вертикали, ромбовидные дополнительные элементы – по горизонтали (узел 115) или наоборот (узел 116). Каждая из подгрупп делится на четыре подгруппы: дополнительные элементы из основных настилов (узлы 117, 121); из уточных настилов (узлы 118 и 122); квадратные элементы из основных настилов, ромбовидные – из уточных (узлы 119, 123); квадратные элементы из уточных настилов, ромбовидные – из основных (узлы 120 и 124).

Методы построения вафельных переплетений с дополнительными элементами из участков полотняного переплетения (узлы 34, 38, 42, 46, 50, 54, 58, 62) делятся, как видно из рис. 1-д, на три подгруппы: дополнительные элементы помещаются в вершинах основных ромбов по вертикали (узел 125), по горизонтали (узел 126) или во всех вершинах (узел 127).

Далее каждое из перечисленных направлений получения вафельных переплетений делится на две подгруппы: без закрепления настилов одноименных переплетений или с закреплением настилов.

В настоящее время разработано программное обеспечение для построения вафельных переплетений с ромбовидными рельефными элементами.

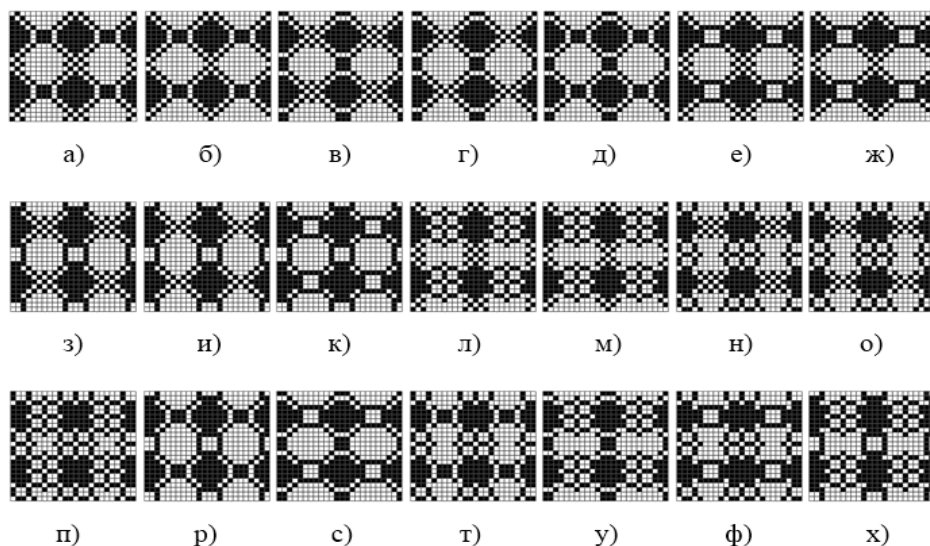


Рис. 2

На рис. 2 приведены примеры вафельных переплетений, полученных на базе точной саржи $1/6$, с одной главной диагональю и классическим заполнением рельефного элемента, без закрепления настилов одноименных перекрытий, с дополнительными элементами в виде квадрата: из основных настилов, расположенных в вершинах основных ромбов по горизонтали с дополнительными участками полотна (рис. 2-а, узел 84), без участков полотна (рис. 2-б, узел 85), в вершинах основных ромбов по вертикали с участками полотна (рис. 2-в, узел 86), без участков полотна (рис. 2-г, узел 87), в вершинах ромбов по обоим направлениям (рис. 2-д, узел 71); из уточных настилов, расположенных в вершинах основных ромбов по горизонтали с участками полотна (рис. 2-е, узел 88), без участков полотна (рис. 2-ж, узел 89), в вершинах основных ромбов по вертикали с участками полотна (рис. 2-з, узел 90), без участков полотна (рис. 2-и, узел 91), в вершинах ромбов по обоим направлениям (рис. 2-к, узел 74); из комбинированных настилов, расположенных в вершинах основных ромбов по горизонтали с участками полотна (рис. 2-л, узел 92), без участков полотна (рис. 2-м, узел 93), в вершинах основных ромбов по вертикали с участками полотна (рис. 2-н, узел 94), без участков полотна (рис. 2-о, узел 95), в вершинах ромбов по обоим направлениям (рис. 2-п, узел 77); из основных и уточных настилов,

причем основные расположены в вершинах основных ромбов по горизонтали (рис. 2-р, узел 78) или по вертикали (рис. 2-с, узел 79); из основных и комбинированных настилов, причем основные расположены в вершинах основных ромбов по горизонтали (рис. 2-т, узел 80), по вертикали (рис. 2-у, узел 81); из уточных и комбинированных настилов, причем уточные расположены в вершинах основных ромбов по горизонтали (рис. 2-ф, узел 82) или по вертикали (рис. 2-х, узел 83). Для построения этих вафельных переплетений интерактивно запрашиваются раппорт базовой саржи, размеры дополнительных элементов и участков полотняного переплетения.

ВЫВОДЫ

Выполнена систематизация вафельных переплетений, имеющих четыре вида рельефных элементов, полученных на базе переплетений двух видов, с разным числом диагоналей, двумя способами заполнения рельефных элементов, без наличия или с наличием дополнительных элементов четырех разновидностей, имеющих шесть вариантов их расположения относительно вершин рельефных элементов, без закрепления или с закреплением увеличенных настилов из одноименных перекрытий, позволяющая однозначно выбрать способ построения вафельного переплетения.

1. *Бавструк Н.Ф.* Курс ткацких переплетений. Строение и патронирование художественно-декоративных тканей. – М.: Искусство, 1951.
2. *Юденич Г.В.* Переплетение и анализ тканей. – М.: Легкая индустрия, 1968.
3. *Гордеев В.А.* Ткацкие переплетения и анализ тканей. – М.: Легкая индустрия, 1969.
4. *Потягалов А.Ф.* Техника построения тканей. – Ярославль: Верхне-Волжское книжное изд-во, 1969.
5. *Малецкая С.В., Женгурова Е.А.* Алгоритм автоматизированного построения рисунка вафельного переплетения ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 1. С. 59...63.
6. *Малецкая С.В., Женгурова Е.А.* Автоматизированный метод построения комбинированного вафельного переплетения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 3. С. 53...55.
7. *Шаталова Е.А.* Разработка автоматизированных методов построения вафельных переплетений: Дис. ... канд. техн. наук. – М.: МГУДТ, 2013.
8. *Демидова Е.Е., Толубеева Г.И.* Анализ способов построения вафельных переплетений с несколькими диагоналями // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – 2015, №34.

1. *Bavstruk N.F.* Kurs tkackih perepletenij. Stroenie i patronirovanie hudozhestvenno-dekorativnyh tkanej. – M.: Iskusstvo, 1951.
2. *Judenich G.V.* Perepletenie i analiz tkanej. – M.: Legkaja industrija, 1968.
3. *Gordeev V.A.* Tkackie perepletenija i analiz tkanej. – M.: Legkaja industrija, 1969.
4. *Potjagalov A.F.* Tehnika postroenija tkanej. – Jaroslavl': Verhne-Volzhsкое knizhное izd-vo, 1969.
5. *Maleckaja S.V., Zhengurova E.A.* Algoritm avtomatizirovannogo postroenija risunka vafel'nogo perepletenija tkani // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, № 1. S. 59...63.
6. *Maleckaja S.V., Zhengurova E.A.* Avtomatizirovannyj metod postroenija kombinirovannogo vafel'nogo perepletenija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, № 3. S. 53...55.
7. *Shatalova E.A.* Razrabotka avtomatizirovannyh metodov postroenija vafel'nyh perepletenij: Dis. ... kand. tehn. nauk. – M.: MGUDT, 2013.
8. *Demidova E.E., Tolubeeva G.I.* Analiz sposobov postroenija vafel'nyh perepletenij s neskol'kimi diagonaljami // Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta. – 2015, №34.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных изделий. Поступила 05.06.15.

УДК 677.074.13

**РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННЫХ
ТЕРМОСТОЙКИХ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ НИТЕЙ
ДЛЯ НОВОГО АССОРТИМЕНТА
РАДИООТРАЖАЮЩИХ ТКАНЕЙ**

**DEVELOPMENT OF COMBINED
HEAT-RESISTANT CONDUCTIVE THREADS
FOR A NEW RANGE OF FABRICS RADIOTRAY**

П.Е. САФОНОВ, Н.М. ЛЕВАКОВА, С.С. ЮХИН
P.E. SAFONOV, N.M. LEVAKOVA, S.S. YUKHIN

(ООО "ТЕКС-ЦЕНТР", Московский государственный университет дизайна и технологии)
("TEKS-CENTRE" Ltd, Moscow State University of Design and Technology)
E-mail: info@teks-centre.ru, office@msta.ac.ru

Представлены результаты разработки новых комбинированных электропроводящих нитей, отличающихся от существующих аналогов высокой термостойкостью и прочностью. Разработанные электропроводящие нити могут быть использованы для изготовления радиотражающих тканей, применяемых в конструкциях трансформируемых космических антенн.

Results of the development of new combined heat-resistant conductive threads that differ from existing analogues by high heat-resistance and strength. Developed conductive threads can be used for the manufacture shielding fabrics used in the construction of transformable space antennas.

Ключевые слова: комбинированные термостойкие электропроводящие нити, высокомодульные параарамидные нити, радиоотражающие ткани.

Keywords: combined heat-resistant conductive threads, high-modulus para-aramid yarn, shielding fabrics.

Актуальность исследования обусловлена активным развитием современного оборудования с применением мощных источников электромагнитного излучения (ЭМИ), а также расширением сфер их применения. Для изготовления тканей технического и специального назначения, в том числе радиоотражающих тканей, используемых в конструкциях космических антенн, нашли применение комбинированные электропроводящие нити [1].

Подобные нити изготавливаются способом оплетения текстильной нити или пряжи металлической микропровоолокой на крутильно-оплеточных, тростильно-крутильных или прядильно-крутильных машинах [2], [3]. Ткани, изготовленные из комбинированных электропроводящих нитей, имеют существенное преимущество по сравнению с металлизированными тканями, поскольку они сохраняют защитные свойства в течение всего срока службы, и могут подвергаться физико-химическим воздействиям, в частности, химическим чисткам и стиркам [4].

К новым радиоотражающим тканям, эксплуатируемым в жестких условиях космического пространства, предъявляются следующие требования:

- стойкость к воздействию температур в широком диапазоне и ионизирующему излучению;
- отсутствие газовой выделений;
- поверхностная плотность не более 170 г/м²;
- ширина не менее 1 м;
- коэффициент отражения электромагнитного излучения не менее 95% на частотах 12,5 и 15 ГГц.

Очевидно, что свойства ткани определяются ее параметрами строения и свой-

ствами используемого сырья. В данном случае для удовлетворения перечисленных требований было необходимо разработать новый ассортимент комбинированных электропроводящих нитей, свойства которых определяются свойствами сердечника и оплетки. Высокая прочность и термостойкость комбинированной нити обеспечиваются за счет использования в ее структуре параарамидных нитей [5]. С другой стороны, высокие экранирующие свойства ткани обеспечиваются за счет использования металлической токопроводящей проволоки, используемой в качестве оплетки, которая должна обладать минимальным электрическим сопротивлением.

Известно, что в конструкциях трансформируемых космических антенн в качестве радиоотражающего материала долгое время использовалась металлизированная ткань арт. 56041 (ТУ 17 РСФСР 62-4504-77), которая изготавливается из мишурных нитей 45,4 текс (ТУ 17 РСФСР 30-4457-78. Нить мишурная посеребренная для шелковых тканей). Сердечник данной мишурной нити выполнен из полиамидной комплексной нити линейной плотности 15,6 текс, а оплетка – из плющеной посеребренной медной проволоки. Недостатком существующей мишурной электропроводящей нити является низкая термо- и радиационная стойкость, высокая линейная плотность.

Для устранения отмеченных недостатков серийных мишурных нитей сотрудниками ООО "ТЕКС-ЦЕНТР" разработаны комбинированные термостойкие электропроводящие нити, которые могут быть изготовлены на крутильно-оплеточных машинах с полыми веретенами способом оплетения полимерной нити-сердечника

металлической микропроволокой (рис. 1 – формирование комбинированной нити с высокомодульным арамидным сердечником на крутильно-оплеточной машине).

В качестве сердечника предложено использовать комплексные параарамидные нити Армалон на базе полипарафенилентерефаламида (ПФТА) или нити

Руслан на основе сополимеров полиамидо-бензимидазола (спПАБИ), или полиимидные нити Аримид, причем линейная плотность сердечника должна быть менее 14 текс. В оплетке предложено использовать медную посеребренную или стальную микропроволоку диаметром не более 0,050 мм.

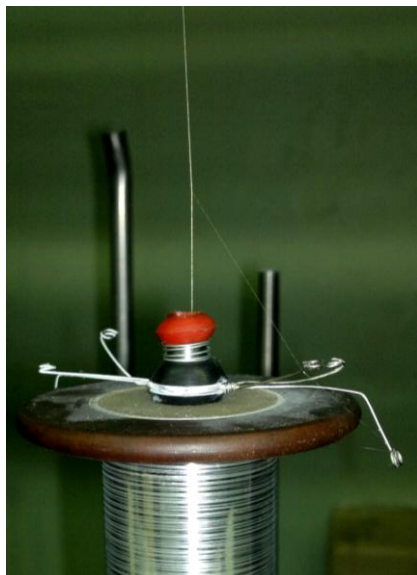


Рис. 1

В табл. 1 представлены значения показателей свойств при растяжении исходных компонентов комбинированных электропроводящих нитей. Из табл. 1 видно, что параарамидные нити Армалон и Руслан значительно превосходят по модулю упру-

гости полиамидные и полиимидные нити, это осложняет процесс их переработки на текстильном оборудовании. Также следует обратить внимание на то, что медная проволока имеет малое удлинение при разрыве, особенно плющенная медная проволока.

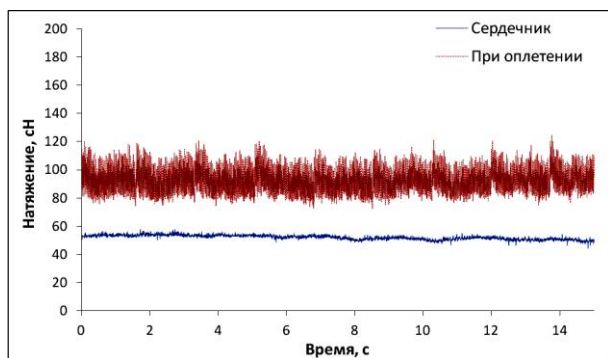
Таблица 1

Наименование показателя свойств	Образцы нитей					
	серийный	опытные				
	1	2	3	4	5	6
Материал нити сердечника	Полиамид 15,6 текс	Арамалон 4,1 текс	Арамалон 6,7 текс	Арамалон 8,0 текс	Руслан 6,3 текс	Аримид 11,1 текс
Модуль упругости сердечника, ГПа	4,5	72,4	70,4	59,6	126,9	12,2
Разрывная нагрузка сердечника, сН	985,19	780,22	1326,74	1650,95	1312,71	627,25
Удлинение сердечника, %	23,94	4,15	4,00	4,40	3,12	11,60
Материал проволоки оплетки	Медь плющенная	Сталь 0,035 мм	Медь 0,050 мм			
Модуль упругости оплетки, ГПа	90,1	198,2	114,2			
Разрывная нагрузка оплетки, сН	64,50	91,10	121,78			
Удлинение оплетки, %	0,31	41,58	1,46			

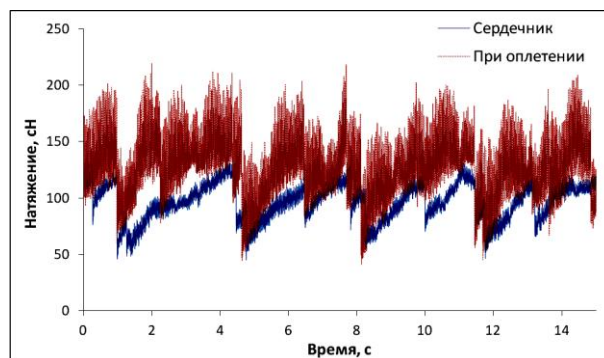
При изготовлении комбинированных электропроводящих нитей было установлено, что малое разрывное удлинение медной проволоки, используемой в оплетке, в сочетании с высоким модулем упругости параарамидного сердечника приводят к повышенной обрывности хрупкой оплетки.

Из экспериментальных кривых натяжения (рис. 2 – натяжение на крутильно-оплеточной машине: а) – сердечник – полиамид, оплетка – медная микропроволока; б) – сердечник – параарамид, оплетка –

медная микропроволока) видно, что при оплетении комплексных полиамидных нитей, имеющих на порядок меньший модуль упругости, чем параарамидные нити, колебания сердечника минимальны и натяжение сердечника остается постоянным. Обратная ситуация наблюдается при оплетении высокомодульного арамидного сердечника, рывки в натяжении которого могут привести к обрывности и неравномерному распределению оплетки по поверхности сердечника.



а)



б)

Рис. 2

Установлено, что средний уровень натяжения высокомодульного арамидного сердечника на крутильно-оплеточной машине может составлять от 6 до 12% от его абсолютной разрывной нагрузки. Удлинение сердечника на крутильно-оплеточной машине не превышает 1% от разрывного. При таком высоком уровне натяжения ось комбинированной нити практически совпадает с осью прямолинейного сердечника, а это значит, что именно хрупкая проволока получает максимальный изгиб, что в совокупности с рывками в натяжении высокомодульного сердечника является причиной ее обрывности.

Одним из решений проблемы высокой обрывности проволоки, используемой в оплетке, может быть замена хрупкой медной проволоки на стальную проволоку, обладающую значительной пластической составляющей деформации. На рис. 3 представлены для сравнения диаграммы

разрыва стальной и медных проволок. Пластическая составляющая деформации медных проволок не более 1%, а для выбранной стальной проволоки она может достигать 40%.

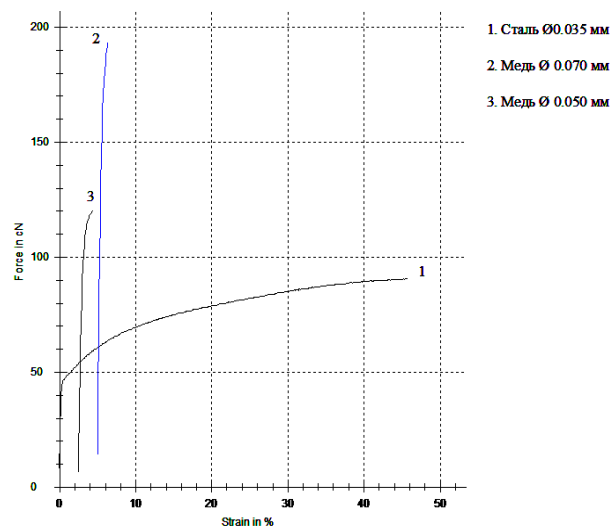


Рис. 3

Однако в контексте данного исследования сталь имеет недостаток перед медью, так как удельное электрическое сопротивление стали ($0,103...0,137 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$) больше, чем у меди ($0,0172...0,018 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$), что может негативно отразиться на экранирующих свойствах ткани.

Таким образом, был сделан вывод о том, что для безобрывного получения комбинированной электропроводящей нити на крутильно-оплеточных машинах необходимо чтобы, по крайней мере, один из ее компонентов обладал заметной пластической составляющей деформации. Напри-

мер, низко модульный полиамидный сердечник может успешно оплетаться хрупкой медной проволокой, а высоко модульная параарамидная нить может безобрывно оплетаться стальной проволокой с пластической составляющей деформации порядка 40%.

В табл. 2 представлены основные показатели свойств разработанных комбинированных термостойких электропроводящих нитей в сравнении с серийной мишурной нитью, а на рис. 4 – фотографии некоторых исследуемых образцов нитей.

Т а б л и ц а 2

Наименование показателя свойств	Образцы нитей					
	серийный	опытные				
		1	2	3	4	5
Материал нити сердечника	Полиамид 15,6 текс	Армалон 4,1 текс	Армалон 6,7 текс	Армалон 8,0 текс	Руслан 6,3 текс	Аримид 11,1 текс
Материал проволоки оплетки	Медь плющенная	Сталь 0,035 мм	Медь 0,050 мм			
Содержание сердечника/оплетки, %	35 / 65	37 / 63	22 / 78	25 / 75	21 / 79	29 / 71
Результирующая линейная плотность нити, текс	44,05	11,13	30,26	32,46	29,78	38,90
Диаметр нити, мм	0,177	0,116	0,155	0,172	0,158	0,260
Разрывная нагрузка, сН	851,61	877,36	1285,08	1474,28	1739,94	534,91
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	5,96	6,88	4,10	9,13	5,31	15,41
Удлинение при разрыве, %	18,53	5,21	11,75	6,47	6,30	9,37
Коэффициент вариации по удлинению, %	17,56	7,18	3,05	5,86	4,03	11,48

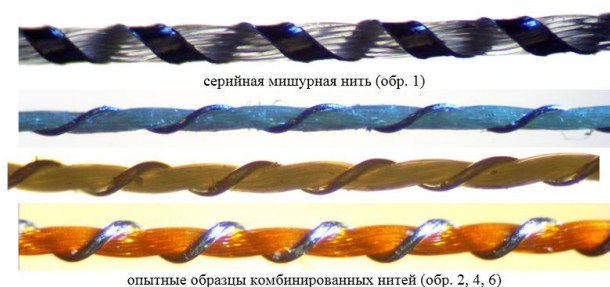


Рис. 4

Установлено, что содержание металлической оплетки в составе комбинированных нитей может находиться в пределах от 60 до 80%, в зависимости от используемого вида металла, диаметра проволоки и линейной плотности полимерной нити-сердечника, а это значит, что, управляя данным показателем, можно управлять радиотехническими характеристиками ткани.

Из данных табл. 2 следует, что разработанные образцы комбинированных электропроводящих нитей отличаются от серийной мишурной нити меньшей линейной плотностью, меньшим удлинением и не уступают серийной нити в разрывной нагрузке (исключение обр. 6), это позволяет изготовить из них новые термостойкие радиоотражающие ткани взамен серийной металлизированной ткани арт. 56041.

В Ы В О Д Ы

1. Предложено для изготовления нового ассортимента комбинированных электропроводящих нитей, в том числе с повышенной термостойкостью и прочностью, способом оплетения сердечника на крутильно-оплеточных машинах с полыми

веретенами использовать в сердечнике параарамидные или полиимидные нити с линейной плотностью менее 14 текс, а в оплетке – медную или стальную микропроволаки диаметром менее 0,050 мм.

2. Установлено, что для безобрывного получения комбинированной оплетенной нити необходимо чтобы, по крайней мере, один из ее компонентов обладал заметной пластической составляющей деформации. Особенно это актуально при оплетении высокомодульных параарамидных нитей хрупкой металлической микропроволакой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левакова Н.М., Сафонов П.Е. Разработка структуры ткани из термостойких электропроводящих нитей для отражающей поверхности антенн // Решетневские чтения: Мат. XIX Междунар. научн.-практ. конф., посвящ 55-летию Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та им. акад. М. Ф. Решетнева (10–14 нояб. 2015, г. Красноярск. – В 2-х ч. / Под общ. ред. Ю.Ю. Логинова. — Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. 2015. Ч. 1. С. 112...114.

2. Замостоцкий Е.Г., Коган А.Г. Комбинированные электропроводящие нити. – Витебск: УО "ВГТУ", 2012.

3. Коган А.Г., Замостоцкий Е.Г., Иванова Т.П. Ткани с комбинированными электропроводящими нитями / Сб. научн. тр. по ткачеству, посвященный 100-летию со дня рождения Федора Маркиановича Розанова. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006. С. 193...196.

4. Немчинов А.И., Левакова Н.М. Экранирующие ткани для специальной одежды // Сб. мат. Межвуз. научн.-технич. конф. аспирантов и студентов: Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (ПОИСК - 2013). Ч. 1. – Иваново: ИВГПУ. Текстильный институт, 2013. С. 62...63.

5. Перепелкин К.Е., Маланьина О.Б., Пакивер Э.А., Макарова Р.А. Сравнительная оценка термических характеристик ароматических нитей (полиоксазольных, полиимидных и полиарамидных) // Химические волокна. – 2004, №5. С. 45...48.

REFERENCES

1. Levakova N.M., Safonov P.E. Razrabotka struktury tkani iz termostojkih jelektroprovodjashhij nitej dlja otrazhajushhej poverhnosti antenn // Reshetnevskie chteniya: Mat. XIX Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf., posvjashh 55-letiju Sib. gos. ajerokosmich. un-ta im. akad. M. F. Reshetneva (10–14 nojab. 2015, g. Krasnojarsk. – V 2-h ch. / Pod obshh. red. Ju. Ju. Loginova. — Krasnojarsk: Sib. gos. ajerokosmich. un-t. 2015. Ch. 1. S. 112...114.

2. Zamostockij E.G., Kogan A.G. Kombinirovannye jelektroprovodjashhie niti. – Vitebsk: UO "VGTU", 2012.

3. Kogan A.G., Zamostockij E.G., Ivanova T.P. Tkani s kombinirovannymi jelektroprovodjashhimi nitjami / Sb. nauchn. tr. po tkachestvu, posvjashhenyj 100-letiju so dnja rozhdenija Fedora Markianovicha Rozanova. – M.: MGTU im. A.N. Kosygina, 2006. S. 193...196.

4. Nemchinov A.I., Levakova N.M. Jekranirujushhie tkani dlja special'noj odezhdy // Sb. mat. Mezhvuz. nauchn.-tehnic. konf. aspirantov i studentov: Molodye uchenye – razvitiju tekstil'noj i legkoj promyshlennosti (POISK - 2013). Ch. 1. – Ivanovo: IVGPU. Tekstil'nyj institut, 2013. S. 62...63.

5. Perepelkin K.E., Malan'ina O.B., Pakshver Je.A., Makarova R.A. Sravnitel'naja ocenka termicheskij harakteristik aromaticheskij nitej (polioksazol'nyh, poliimidnyh i poliaramidnyh) // Himicheskie volokna. – 2004, №5. S. 45...48.

Рекомендована кафедрой проектирования и художественного оформления текстильных изделий. Поступила 28.01.16.

УДК 678.027:330.43

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАГРЕВА
ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
В ПОЛЕ ТОКОВ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ***

**DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODELS
FOR THE ASSESSMENT EFFICIENCY
OF TEXTILE MATERIALS HEATING
IN THE HIGH FREQUENCY FIELD**

О.Г. ЦИРКИНА, А.Л. НИКИФОРОВ
O.G. TSIRKINA, A.L. NIKIFOROV

(Ивановский государственный политехнический университет,
Ивановский государственный химико-технологический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University,
Ivanovo State University of Chemistry and Technology)
E-mail: ogtsirkina@mail.ru; anikiforoff@list.ru

Выработан общий подход к оптимизации технологических режимов высокочастотной обработки текстильных материалов в отделочном производстве. Предложен алгоритм расчета эффективности теплового нагрева текстильного материала в поле токов высокой частоты (ТВЧ). С помощью множественного корреляционного анализа получены и проанализированы математические зависимости диэлектрических показателей тканей от их геометрических характеристик, составов и концентраций компонентов различных технологических растворов.

The calculation algorithm of textile material's thermal heating efficiency in the high frequency field is offered. For optimization of technological processing of textile materials finishing the multiple correlation analysis is used. Mathematical dependences of dielectric indicators of fabrics on their geometrical characteristics, structures and concentration of components of various technological solutions are received and analysed.

Ключевые слова: отделочное производство, поле токов высокой частоты, диэлектрические свойства, текстильный материал, множественный корреляционный анализ.

Keywords: finishing production, high frequency field, dielectric properties, textile material, multiple correlation analysis.

* Работа выполнена на базе НИИ термодинамики и кинетики химических процессов.

В ранее проведенных исследованиях [1...3] изучены и проанализированы диэлектрические свойства целлюлозосодержащих тканей практически на всех технологических переходах отделочного производства.

Представленная работа обобщает полученные данные математического моделирования зависимости величины тангенса угла диэлектрических потерь ($\text{tg}\delta$) от различных внешних факторов и подбору на этой основе оптимальных режимов их обработки в поле ТВЧ в процессах отделоч-

ного производства. Математическая обработка данных проводилась методом множественного корреляционного анализа, предусматривающего построение моделей множественной регрессии [4], [2]. Практический интерес представляет целостный анализ полученного массива данных, пример которого приведен в табл.1, и создание алгоритма, позволяющего определять величину $\text{tg}\delta$ не экспериментальным, а расчетным путем, исходя из рецептуры технологических растворов.

Т а б л и ц а 1

№	$\text{tg}\delta$	Плотность ткани, г/м ²	Толщина ткани, м	Влажность ткани, %	Частота ЭМП f, Гц	Диэл. проницаемость ϵ	Напряженность E, В/м	Конц. соли, г/л	Конц. мочевины, г/л	Конц. соды, г/л	Конц. красителя, г/л	t°C обработки
	y	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁
1	0,018	210	0,00062	70	40680000	38	200000	0	0	0	0	20
...	0,115	260	0,00064	80	27120000	78	200000	0	20	15	10	30
...	0,189	410	0,00075	90	40680000	80	200000	0	100	20	40	40
...	0,120	101	0,00024	90	40680000	50	150000	0	50	25	15	50
...	0,390	410	0,00075	80	40680000	80	200000	50	20	15	10	90
...	0,15	210	0,00062	80	27120000	65	200000	10	50	10	10	20
506	0,125	260	0,00064	90	40680000	62	200000	0	100	15	10	20

На рис.1 приведен алгоритм расчета эффективности теплового нагрева текстильного материала в поле ТВЧ, где C_0 и Q_0 – емкость и добротность контура на данной частоте без измерительной ячейки; C_i и Q_i – емкость и добротность контура с измерительной ячейкой, значения которых необходимы для расчета величин $\text{tg}\delta$.

Поскольку при реализации процессов отделочного производства используются различные по химическому составу растворы и композиции, целесообразно вывести индивидуальные математические зависимости изменения $\text{tg}\delta$ материалов для каждого этапа. Качество полученных уравнений оценивали в соответствии с методом статистического анализа [4], который подтверждает их высокую точность.

Пригодность математических моделей к использованию на практике оценена также экспериментальным путем, исходя из качественных характеристик тканей, полученных при проведении соответствующих процессов отделочного производства.

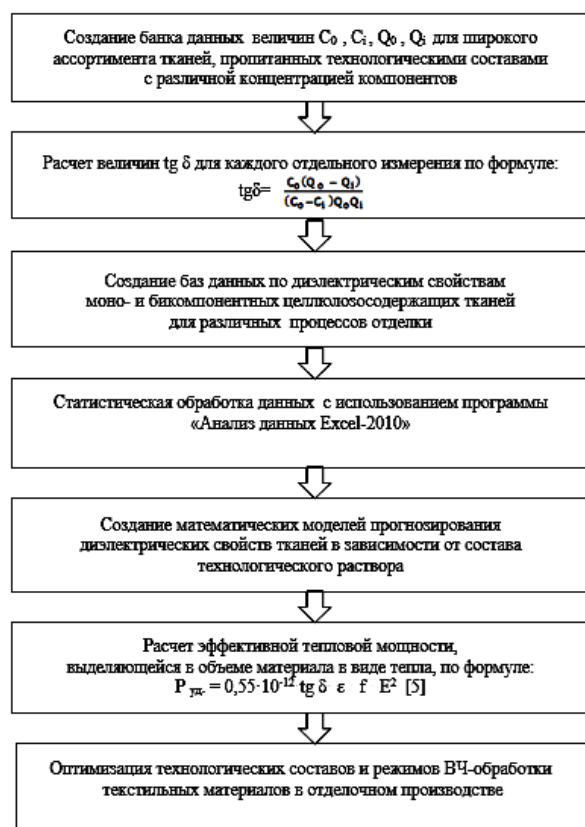


Рис. 1

При этом режимы обработок выбирались с учетом рассчитанных оптимальных значений $\text{tg}\delta$.

В ходе анализа процессов ВЧ-сушки текстильных материалов в качестве основных переменных, влияющих на величину $\text{tg}\delta$, приняты: x_1 – поверхностная плотность ткани, г/м^2 ; x_2 – толщина ткани, м; x_3

$$\text{Уравнение 1: } \text{tg}\delta_1 = \exp(-40,038)x_1^{0,4895} x_3^{0,0091} x_4^{0,2665} x_5^{0,6409} x_6^{2,0486}$$

характеризует "холостые" опыты, когда концентрации основных компонентов технологических растворов имеют нулевые значения, поэтому данную модель целесообразно использовать при подборе энергетически выгодного режима ВЧ-сушки целлюлозосодержащих тканей, обладающих

$$\text{Уравнение 2: } \text{tg}\delta_2 = \exp(-17,509)x_3^{(-0,823)} x_4^{0,359} x_5^{2,51}$$

получено для тканей с высокой поверхностной плотностью и толщиной при нулевых концентрациях компонентов технологических растворов. Данная зависимость лучше всего отражает процессы сушки "тяжелых" тканей, имеющих большую исходную влажность (80...120%).

$$\text{Уравнение 3: } \text{tg}\delta_3 = -0,25 + 1,45 \cdot 10^{-9}x_1 + 1,3 \cdot 10^{-3}x_2 - 2,2 \cdot 10^{-4}x_3 + 516,1x_4$$

можно использовать для оценки величины $\text{tg}\delta$ в процессе мерсеризации на разрешенных к промышленному применению частотах (27,12 и 40, 68 МГц) при концентрациях едкого натра, не превышающих 200 г/л. Оценка сорбционной способности и изменения структуры целлюлозного волокна до и после проведения процесса мерсеризации в различных условиях показала, что при ВЧ-мерсеризации содержание модификации целлюлозы-II в кристаллитных областях соответствует традици-

$$\text{Уравнение 4: } \text{tg}\delta = -0,25 + 8,6 \cdot 10^{-9}x_1 - 0,11x_3 + 3,4 \cdot 10^{-2}x_4 + 3,2 \cdot 10^{-4}x_5 + 217,9x_6.$$

Предложенная зависимость может использоваться при расчете диэлектрических характеристик на промышленно разрешенных частотах для процесса беления.

– влажность ткани, %; x_4 – частота внешнего электромагнитного поля, Гц; x_5 – диэлектрическая проницаемость материала; x_6 – напряженность внешнего электромагнитного поля, В/м.

В результате получены следующие уравнения.

различными геометрическими характеристиками, на любых технологических переходах отделочного производства. Кинетические кривые ВЧ-сушки и взаимосвязь величины $\text{tg}\delta$ с различными параметрами ВЧ-обработки приведены в [1].

Для процесса мерсеризации хлопчатобумажных и хлопкополиэфирных тканей переменными, влияющими на величину диэлектрических потерь, являются: x_1 – частота внешнего электромагнитного поля, Гц; x_2 – концентрация едкого натра, г/л; x_3 – поверхностная плотность ткани, г/м^2 ; x_4 – толщина ткани, м.

онной или на 3...5% превышает аналогичный показатель, полученный по ходовой технологии.

Математическая модель процесса пероксидного беления построена с учетом основных компонентов белящего раствора, где x_1 – частота внешнего электромагнитного поля, Гц; x_2 – концентрация пероксида водорода (100%), г/л; x_3 – концентрация щелочи, г/л; x_4 – концентрация силиката натрия, г/л; x_5 – поверхностная плотность ткани, г/м^2 ; x_6 – толщина ткани, м.

При проверке статистической значимости параметров полученной модели была установлена незначимость коэффициента при переменной x_2 , поэтому соответству-

ющий показатель был исключен из уравнения множественной регрессии. При реализации процесса беления на практике показала, что при концентрации H_2O_2 4...5 г/л и длительности ВЧ-нагрева 12...16 с отбеленные ткани имеют показатель степени белизны, равный 76...81%, в зависимости от вида материала.

В отделочном производстве наиболее сложными и многообразными по составу являются красильные растворы и печатные композиции, в связи с чем наибольшее количество статистических данных было наработано для процессов колорирования текстильных материалов. Поэтому выведение математических зависимостей потребовало несколько иного подхода при систематизации данных. Математическая обработка проводилась последовательно в 2 этапа: кластерный анализ всего массива данных [4] и построение математической модели внутри каждого кластера методом множественного регрессионного анализа [4], [2].

Кластерный анализ позволяет сгруппировать множество факторов в отдельные

группы (кластеры) таким образом, чтобы параметры обработки, входящие в одну группу, были более однородными и сходными по сравнению с величинами, входящими в другие группы. Основными переменными для проводимой в данном случае математической обработки являются: x_1 – поверхностная плотность ткани, г/м²; x_2 – толщина ткани, м; x_3 – влажность ткани, %; x_4 – частота внешнего электромагнитного поля, Гц; x_5 – диэлектрическая проницаемость материала; x_6 – напряженность внешнего электромагнитного поля, В/м; x_7 – концентрация нейтрального электролита, г/л; x_8 – концентрация мочевины в пропи-точном растворе, г/л; x_9 – концентрация щелочного агента (соды), г/л; x_{10} – концентрация красителя в растворе, г/л; x_{11} – температура обрабатываемого материала, °С.

Результатом проведенного математического анализа явилось разбиение массива данных на отдельные кластеры, получение соответствующих математических моделей и рекомендации по их практическому использованию.

$$\text{Уравнение 5: } \text{tg}\delta_5 = \exp(-11,428 - 0,01489x_3 + 0,261x_5 + 0,0208x_7 + 0,0159x_8 + 0,086x_9 + 0,221x_{10})$$

получено для тканей с невысокой поверхностной плотностью и толщиной. Рекомендуется для выбора режима ВЧ-обработки "легких" тканей на частоте 40,68 МГц при реализации процессов колорирования, так как основное влияние на эффективность нагрева материала будет

оказывать состав и концентрация компонентов технологической композиции. При этом данное уравнение может быть использовано для всех классов красителей, составы для колорирования которыми содержат щелочной агент, нейтральный электролит и мочевины.

$$\text{Уравнение 6: } \text{tg}\delta_6 = 0,275 + 0,001x_1 - 1051,73x_2 + 0,043 \ln x_3 + 3,664 \cdot 10^{-9}x_4 - 7,732 \cdot 10^{-6}x_8 - 0,002x_9 + 0,00006x_7$$

содержит наибольшее количество переменных при постоянстве концентрации красителя и температуры, поэтому его наиболее целесообразно применять при

выборе условий колорирования целлюлозосодержащих тканей различной поверхностной плотности и толщины на любых промышленно разрешенных частотах.

$$\text{Уравнение 7: } \text{tg}\delta_7 = - 0,034 + 0,0008x_1 + 80,255x_2 + 0,001x_5 + 0,001x_{11}$$

характеризует отсутствие в растворе нейтрального электролита, наличие мочевины 50 г/л, соды 20 г/л и красителя 25 г/л. Модель пригодна при подборе условий

крашения и сушки тканей различной поверхностной плотности и толщины на промышленно разрешенной частоте 40,68 МГц.

Полученные при ВЧ-колорировании и традиционных способах значения интенсивности окраски гладкокрашенных и напечатанных тканей оценивали по функции k/s . Отмечено, что, при прочих равных условиях, обработка тканей в поле ТВЧ приводит к увеличению указанной характеристики в среднем на 15...20%, по сравнению с фиксацией в паровой среде; и сопоставимы со значениями, полученными при фиксации в среде горячего воздуха. При этом устойчивость окрасок к мокрым обработкам соответствует показателям, свойственным традиционным способам

$$\text{Уравнение 8: } \text{tg}\delta_8 = -0,194 + 3,19 \cdot 10^{-9} x_1 + 7,58 \cdot 10^{-4} x_2 - 8,45 \cdot 10^{-2} x_3 + 8,75 \cdot 10^{-4} x_4 - 3,58 \cdot 10^{-3} x_5 - 2,5 \cdot 10^{-2} x_6 - 2,48 \cdot 10^{-3} x_7$$

учитывает влияние всех обозначенных переменных, поэтому является универсальным при оценке величины $\text{tg}\delta$ в процессах малосминаемой отделки целлюлозосодержащих тканей. Оценка показателей готовой ткани выявила, что обработка в поле ТВЧ приводит к увеличению длины поперечных "сшивков" между макромолекулами целлюлозы и уменьшению их числа. Это обуславливает возможность перераспределения нагрузки между отдельными структурными элементами волокна при разрыве и снижение потерь прочности тканей после прохождения малосминаемой отделки. При этом потеря прочности ткани после ВЧ-обработки составляет ~ 25%, против ~ 30% при конвективном нагреве, а показатель несминаемости в обоих случаях соответствует 205...210°.

Анализ полученных математических и экспериментальных данных показал, что во всех рассмотренных случаях первостепенное влияние на величину $\text{tg}\delta$ оказывают геометрические характеристики обрабатываемого материала, концентрация наиболее сильного электролита, влагосодержание ткани и частота ВЧ-поля. Качественные показатели текстильных материалов, обработанных в поле ТВЧ, доказывают возможность использования предложенных математических уравнений и прогнозирование конечного результата химико-

подвода тепла (для активных красителей: 5/4/4 – к стирке, 5/4 – к мокрому трению).

Множественный регрессионный анализ был также применен при статистической обработке данных, полученных для процессов малосминаемой отделки, где в качестве объясняющих переменных выступали: x_1 – частота внешнего электромагнитного поля, Гц; x_2 – поверхностная плотность ткани, г/м^2 ; x_3 – толщина ткани, м; x_4 – концентрация предконденсата терморезактивной смолы (ПТРС), г/л; x_5 и x_6 – концентрации катализаторов, соответственно MgCl_2 и CH_3COOH (30%), г/л; x_7 – концентрация мягчителя, г/л.

текстильного процесса, исходя из величины фактора диэлектрических потерь материала и энергетических характеристик внешнего электромагнитного поля.

ВЫВОДЫ

1. Выработан общий подход к оптимизации технологических режимов высокочастотной обработки текстильных материалов в отделочном производстве.

2. Предложены математические уравнения, позволяющие расчетным путем определить величину диэлектрических потерь целлюлозосодержащих тканей, и выданы рекомендации по их использованию при выборе наиболее энергетически выгодных условий обработки материалов в поле ТВЧ.

3. Экспериментально доказана пригодность полученных уравнений для прогнозирования эффективности ВЧ-обработки тканей в процессах их отделки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Циркина О.Г., Никифоров А.Л. Комплексная оценка диэлектрических характеристик текстильных материалов с целью определения энергетически выгодного режима их обработки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №6. С. 85...88.

2. Циркина О.Г., Ермолаев М.Б. Прогнозирование воздействия поля ТВЧ на эффективность про-

текания химико-текстильных процессов отделочного производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №8. С. 51...54.

3. Циркина О.Г., Ермолаев М.Б., Никифоров А.Л. Кластерный анализ показателей диэлектрических свойств текстильных материалов при изменении условий их обработки в отделочном производстве // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2013, №11. С. 79...81.

4. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. – В 2-х кн. – М.: Финансы и статистика, 2008.

5. Лыков А.В. Тепло- и массообмен в процессах сушки. – М.: Государственное энергетическое издательство, 1956.

REFERENCES

1. Cirkina O.G., Nikiforov A.L. Kompleksnaja ocenka dijelektricheskih harakteristik tekstil'nyh materialov s cel'ju opredelenija jenergeticheski vygodnogo rezhima ih obrabotki // Izv. vuzov.

Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2008, №6. S. 85...88.

2. Cirkina O.G., Ermolaev M.B. Prognozirovanie vozdeystvija polja TVCh na jeffektivnost' protekanija himiko-tekstil'nyh processov otdelochnogo proizvodstva // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2010, №8. S. 51...54.

3. Cirkina O.G., Ermolaev M.B., Nikiforov A.L. Klasternyj analiz pokazatelej dijelektricheskih svojstv tekstil'nyh materialov pri izmenenii uslovij ih obrabotki v otdelochnom proizvodstve // Izv. vuzov. Himija i himicheskaja tehnologija. – 2013, №11. S. 79...81.

4. Dreyper N., Smit G. Prikladnoj regressionnyj analiz. – V 2-h kn. – М.: Finansy i statistika, 2008.

5. Lykov A.V. Teplo- i massobmen v processah sushki. – М.: Gosudarstvennoe jenergeticheskoe izdatel'stvo, 1956.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов ИГХТУ. Поступила 30.04.15.

УДК 677.027.4+502.35

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ВОДОРАСТВОРИМЫХ КРАСИТЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ВОЛОКНООБРАЗУЮЩИХ ПОЛИМЕРОВ

THE CONDITIONS OF WASTEWATER TREATMENT FROM WATER SOLUBLE DYES WITH FIBER-FORMING POLYMERS

А.Е. ТРЕТЬЯКОВА, Е.А. ЧЕРНОГОРЦЕВ, В.В. САФОНОВ
A.E. TRETYAKOVA, E.A. CHERNOGORTSEV, V.V. SAFONOV

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

Одна из важнейших проблем современного этапа развития производства – необходимость создания надежных заслонов, исключающих проникновение промышленных отходов в гидросферу. Серьезную опасность загрязнения водоемов отходами красильно-отделочного производства представляют в первую очередь синтетические красители. Предлагается использовать способ фильтрации различными волокнообразующими сорбентами, модифицированными комплексообразующими соединениями с целью повышения поглощающей способности по отношению к водорастворимым красителям.

One of the most important problems of the present stage of development of production – need of creation of the reliable barriers excluding penetration of indus-

trial wastes into the hydrosphere. Serious danger of pollution of reservoirs waste of tinctorial and finishing production is constituted first of all by synthetic dyes. It is offered to use a way of a filtration various fibrous sorbents modified by complex connections with the purpose of increase of the absorbing ability in relation to water-soluble dyes.

Ключевые слова: волокнистые сорбенты, полипропилен, катионообменные волокна, катионы металлов, прямой краситель, кислотный краситель, сточные воды.

Keywords: fibrous sorbents, polypropylene, fibers of cation exchange, cations of metals, direct dye, acid dye, sewage.

Сточные воды являются источником загрязнения окружающей природной среды, а также распространения различных заболеваний и эпидемий. Поэтому очень важно все сточные воды целенаправленно отводить, а главное очищать, чтобы устранить все негативные последствия от воздействия сточных вод [1], [2].

Выброс синтетических красителей ведет к образованию загрязненной сточной воды, характерной особенностью которой является интенсивная окраска. Окрашивание воды в водоеме, помимо негативного влияния на его кислородный режим, способствует угнетению процесса самоочищения вследствие изменения светопрозрачности воды и нарушения процессов фотосинтеза. Содержание в сточных водах красителей, окислителей, реагентов, ПАВ приводит к гибели в водоемах организмов, населяющих их, и изменению органолептических свойств. Поэтому применяются различные методы очистки сточных вод, в том числе фильтрование, коагуляция, флокуляция, электрокоагуляция, электрофлотация и электрохимическая деструкция, для снижения содержания в них красителей, применяемых в производстве.

Методы очистки сточных вод можно разделить на механические, химические, физико-химические и биологические. Когда же они применяются вместе, то метод очистки и обезвреживания сточных вод называется комбинированным. Применение того или иного метода в каждом конкретном случае определяется характером загрязнения и степенью вредности примесей. Загрязненные сточные воды очищают

также с помощью ультразвука, озона, ионообменных смол и высокого давления, хорошо зарекомендовала себя очистка путем хлорирования [3].

Метод фильтрации наиболее часто используется во многих технологических схемах очистки сточных промышленных вод для снижения содержания взвешенных дисперсных частиц и извлечения ряда загрязнителей, а эффективность его зависит от типа фильтрующей загрузки. Все применяемые фильтрующие материалы должны удовлетворять следующим требованиям: обладать высокой механической прочностью, химической и термической стойкостью, высокой пористостью, хорошими адгезионными свойствами по отношению к удаляемым загрязнениям. Кроме того, они должны легко регенерироваться и иметь относительно низкую стоимость.

Фильтрующие элементы из волокнообразующих полимеров нашли очень большое распространение в процессах микрофильтрации. Мало того, им отведена особая роль в технологическом процессе, так как именно эти элементы чаще всего служат своеобразной защитой мембранных элементов (микрофильтрационных, ультрафильтрационных, обратноосмотических). Существуют три основных разновидности фильтрующих элементов из волокнообразующих полимеров: навитые (намоточные) фильтры, фильтры из термоскрепленных волокон полимеров, фильтры из химически (или термохимически) связанных волокон полимеров.

В настоящее время наибольшее распространение получили две технологии про-

изводства нетканых фильтрующих материалов и картриджей из них: spunbond – спанбонд (от англ. spun – скрученный и bond – связь) и melt blown – мелтблаун (от англ. melt – плавиться, плавка и blown – выдувной). В качестве сырья при производстве нетканых материалов по технологии спанбонд используются волокнообразующие полимеры с широким молекулярно-массовым распределением, такие как: полипропилен (ПП), полиэтилентерефталат (ПЭТФ), полиамид (ПА) и другие. А для производства фильтров чаще всего используется полипропилен, поскольку он позволяет получать наиболее плотное распределение волокон в слое, обеспечивает высокую выработку волокон в перерасчете на килограмм сырья, обладает хорошей термической и химической стойкостью по отношению к фильтруемым средам [4].

В данной работе использовались три вида наиболее доступных в бытовых условиях фильтров: из полипропиленовых волокон (ПП), катионообменного материала на базе полиамидных волокон (Кат-об) и в качестве сравнения с перечисленными волокнистыми сорбентами – угольный фильтр на основе активированного кокосового угля (АУ).

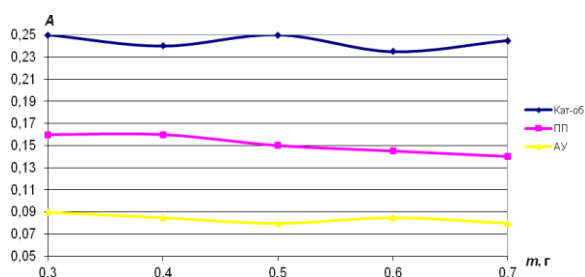


Рис. 1

Видно, что с увеличением массы значительного скачка по очистке раствора от прямого красителя не прослеживается, поэтому, исходя из экономических соображений, предложена эффективная масса сорбента, равная 0,5 г.

Что касается очистки раствора сорбционным методом от кислотного ярко-красного антрахинонового, то можно отметить по вышеизложенной зависимости снижение оптической плотности в точках,

Модельные растворы сточной воды готовили на базе остаточных ванн после крашения шерсти кислотными красителями (на примере кислотного ярко-красного антрахинонового) и после крашения хлопчатобумажной бязи прямыми красителями (на примере прямого ярко-оранжевого). Выбор различных классов красителей обусловлен их особенностью выбираемости окрашиваемым субстратом из красильной ванны: кислотные выбираются до 95...98%, а прямые, напротив, имеют довольно низкий показатель – примерно 30%.

Для определения эффективных условий сорбции сорбентом красителя из водного раствора определялись следующие факторы.

1. Эффективная масса сорбента в пределах интервала 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 г на 50 мл раствора. На рис. 1 (выбор эффективной массы сорбента в процессе удаления из раствора прямого ярко-оранжевого) и рис. 2 (выбор эффективной массы сорбента в процессе удаления из раствора кислотного ярко-красного антрахинонового) представлена зависимость оптической плотности A остаточной ванны красильного раствора от массы сорбента.

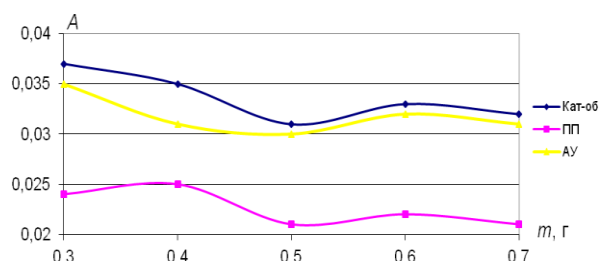


Рис. 2

соответствующих 0,5 и 0,7 г. И в этом случае эффективной массой сорбента так же принята 0,5 г.

2. Время сорбции определялось следующим образом: краситель с выбранной массой сорбента 0,5 г фильтруют на аппарате для встряхивания в течение 10, 15, 30, 40 и 50 мин (рис. 3 – выбор эффективного времени сорбции исследуемыми сорбентами в процессе удаления из раствора прямого ярко-оранжевого и рис. 4 – выбор

эффективного времени сорбции исследуемыми сорбентами в процессе удаления из

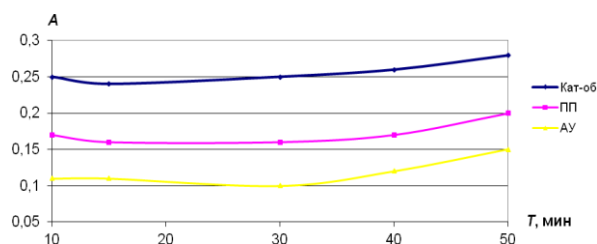


Рис. 3

По данным двух диаграмм принято решение – взять за эффективное время сорбции прямого и кислотного красителей 30 мин, так как при дальнейшей фильтрации показатель оптической плотности модельных растворов начинает повышаться.

3. Эффективное значение рН-среды выбирали в диапазоне 3, 5, 7, 9, 11 и 13 при выбранных массе сорбента и времени

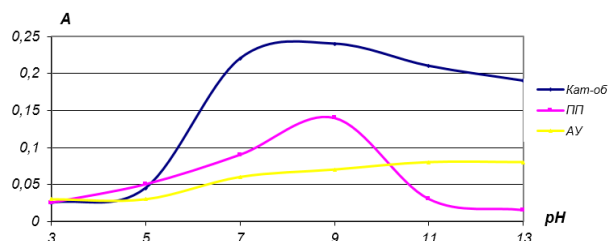


Рис. 5

Полученные зависимости свидетельствуют, что в кислой среде проходит максимально возможное поглощение красителя выбранными сорбентами, поэтому в качестве оптимальной среды рН выбран интервал 3...5.

Следует отметить, что в выбранных условиях эффективность очистки модельных растворов сточной воды волокнообразующими полимерами на базе ПП и Кат-об либо сопоставима (в случае прямого красителя), либо более эффективна (в случае кислотного красителя). По этой причине дальнейшие исследования уже проводили только с волокнообразующими полимерами, являющимися основой для сорбентов.

В целях повышения эффективности полипропиленовых и катионообменных

раствора кислотного ярко-красного антрахинонового).

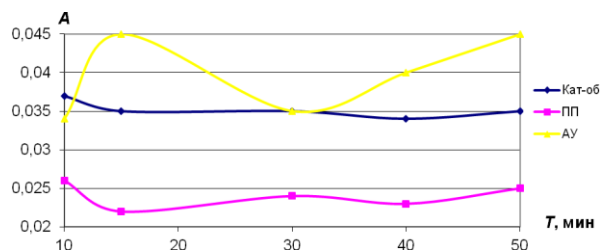


Рис. 4

сорбции (рис. 5 – выбор эффективной среды рН сорбции исследуемыми сорбентами в процессе удаления из раствора прямого ярко-оранжевого и рис. 6 – выбор эффективной среды рН сорбции исследуемыми сорбентами в процессе удаления из раствора кислотного ярко-красного антрахинонового).

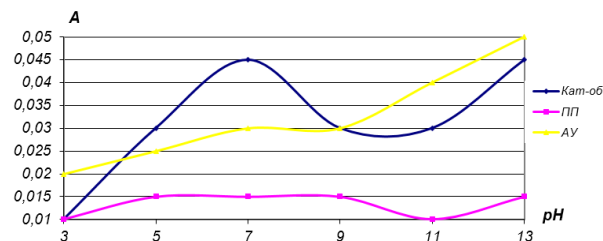


Рис. 6

фильтров предложено модифицировать волокна ионами р- и d- металлов, например Al^{+3} , Cu^{+2} , Mn^{+2} и Fe^{+2} . Известно, что катионы металлов со степенью окисления, равной двум и более, обладают высоким координационным числом 4 и более. Это позволяет образовывать разнообразные комплексы по строению и прочности с лигандами различной природы. В качестве лигандов в данном случае могут выступать волокна за счет взаимодействия с функциональными группами, а также красители, которые могут взаимодействовать с катионом металла. Предполагается также специфическая сорбция катионов металлов в структуру волокнистого сорбента. Таким образом возможно образование достаточно сложной комплексной системы типа

сэндвича: краситель-металл-волокно в исследуемых модифицированных сорбентах из волокнообразующих фильтров.

В целом выдвинуто предположение, что наличие катионов металлов позволит повысить число центров сорбции, а следовательно, позволит и эффективней улавливать краситель из сточных вод за счет образования дополнительных центров сорбции. Добавка соли соответствующего металла берется 0,01; 0,05; 0,1; 0,3; 0,5 % от массы волокна. Далее проводится очистка сточной ванны модифицированными волокнами при ранее выбранных условиях.

Высокая степень очистки ($A=0$ при $C_{Me}=0,3...0,5$ % от массы волокна) достигается при добавлении соли меди в количестве 0,5% от массы волокна как при очистке от прямого, так и от кислотного красителей, при этом большая эффективность прослеживается при использовании ПП сорбента. Полипропиленовый фильтр в данном случае удаляет краситель эффективнее катионообменного.

При очистке от прямого красителя модифицированными марганцем сорбентами ПП становится менее эффективно, чем Кат-об, при этом показатель оптической плотности не достигает нулевого рубежа ($A=0,005...0,01$ при $C_{Me}=0,3...0,5$ % от массы волокна).

Примерно схожая картина наблюдается и при использовании катионов железа

($A=0,005...0,01$ при $C_{Me}=0,05...0,1$ % от массы волокна).

Модифицирование катионами алюминия при очистке модельного раствора от прямого красителя малоэффективно. У полипропиленовых волокон значительно падает степень очистки при увеличении концентрации алюминия ($A=0,015...0,03$ при $C_{Me}=0,01...0,05$ % от массы волокна). При очистке от кислотного красителя фильтры проявляют себя лучше ($A=0,005...0,01$ при $C_{Me}=0,01...0,05$ % от массы волокна).

Для получения общей оценки воздействия катионов металлов на сорбционные способности используемых фильтров (ПП и Кат-об) построены зависимости оптической плотности от радиусов катионов металлов $A=f(r_{Me}^{n+})$ (рис. 7 – очистка модельного стока от прямого ярко-оранжевого волокнообразующими сорбентами, модифицированными катионами металлов, рис. 8 – очистка модельного стока от кислотного ярко-красного антрахинонового волокнообразующими сорбентами, модифицированными катионами металлов). Это позволит определить возможность и эффективность применения катионов металлов в фильтрации сточных вод. Выбраны результаты очистки модельной сточной воды от красителей при содержании катионов металлов на сорбентах 0,3% от массы волокна.

$$\Gamma_{Al^{3+}} = 0,0221 \text{ нм}; \Gamma_{Cu^{2+}} = 0,0324 \text{ нм}; \Gamma_{Fe^{2+}} = 0,0373 \text{ нм}; \Gamma_{Mn^{2+}} = 0,0392 \text{ нм}.$$

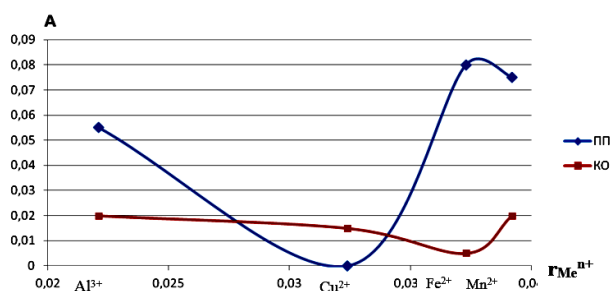


Рис. 7

Видно, что катионы Cu^{2+} , находящиеся в структуре сорбентов, обеспечивают максимальную возможность очистки сточной воды от водорастворимых красителей, что

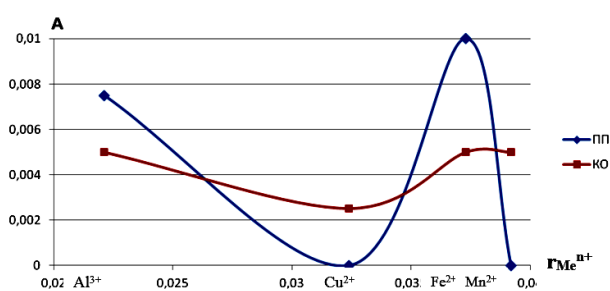


Рис. 8

наиболее ярко выражено в случае ПП. В целом отмечается следующая тенденция по мере уменьшения эффективности:

ПП: $\text{Cu}^{2+} > \text{Al}^{3+} > \text{Mn}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$.

Кат-об: $\text{Fe}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Al}^{3+} = \text{Mn}^{2+}$.

В случае кислотного ярко-красного антрахинонового можно также отметить высокую эффективность очистки от красителя сточной воды сорбентом на основе ПП в присутствии катионов Cu^{2+} и Mn^{2+} . Прслеживается следующая тенденция по мере уменьшения эффективности:

ПП: $\text{Cu}^{2+} = \text{Mn}^{2+} > \text{Al}^{3+} > \text{Fe}^{2+}$.

Кат-об: $\text{Cu}^{2+} > \text{Al}^{3+} > \text{Fe}^{2+} > \text{Mn}^{2+}$.

Таким образом, можно сказать, что в структуру волокнистого сорбента целесообразно вводить катионы поливалентных металлов, поскольку с их помощью можно повысить КОВ (коэффициент очистки сточных вод). В случае ПП такой подход модификации сорбента более действенен, что, по-видимому, связано со строением волокон. На ПП сорбенте введенные катионы выполняют роль дополнительных центров сорбции, захватывающих молекулы красителей, как это происходит в случае ионов Cu^{2+} , Mn^{2+} и Al^{3+} . В случае Кат-об на сорбенте уже находятся функциональные группы, ориентированные на "захват" именно катионов, поэтому получается "мешающий" фон для удерживания молекул красителей, из-за чего КО по эффективности уступает ПП-сорбенту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Очистка природных и сточных вод // Сб. научн. тр. ОАО "НИИ ВОДГЕО" / Науч. ред. В.Н. Швецов // Водоснабжение и санитарная техника. – 2009.
2. Александров В.И., Захарова А.А., Кручинина Н.Е., Бахшиева Л.Т., Салтыкова В.С. Локальная очистка сточных вод от красителей / Дизайн и технологии. – 2014, №40(82). С. 42...46.
3. Домрачева В.А., Шийрав Г. Адсорбционное извлечение ионов тяжелых металлов углеродными сорбентами в статических условиях // Цветные металлы. – 2013, №1. С. 43...48.
4. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты защиты гидросферы. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004.

REFERENCES

1. Ochistka prirodnyh i stochnyh vod // Sb. nauchn. tr. OAO "NII VODGEO" / Nauch. red. V.N. Shvecov // Vodostnabzhenie i sanitarnaja tehnika. – 2009.
2. Aleksandrov V.I., Zaharova A.A., Kruchinina N.E., Bahshieva L.T., Saltykova V.S. Lokal'naja ochistka stochnyh vod ot krasitelej / Dizajn i tehnologii. – 2014, №40(82). S. 42...46.
3. Domracheva V.A., Shijrav G. Adsorbcionnoe izvlechenie ionov tjazhelyh metallov uglerodnymi sorbentami v staticheskikh uslovijah // Cvetnye metally. – 2013, №1. S. 43...48.
4. Vetoshkin A.G. Processy i apparaty zashhity gidrosfery. – Penza: Izd-vo Penz. gos. un-ta, 2004.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 05.12.15.

УДК 677.027.423+677.027.622

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНОГО ВОЛОКНА КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИМИ ПРЕПАРАТАМИ

MODIFICATION OF CELLULOSE FIBRES BY COMPLEXING PREPARATION

A.E. ТРЕТЬЯКОВА, В.В. САФОНОВ, У.В. СИТНИКОВА
A.E. TRETYAKOVA, V.V. SAFONOV, U.V. SITNIKOVA

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

Работа посвящена изучению процессов модифицирования целлюлозного волокна под воздействием экологических, бесформальдегидных препаратов на основе поликарбоновых кислот с комплексобразующими свойствами.

Установлено, что происходит процесс "сшивки" соседних макромолекул целлюлозы с образованием трехмерной структуры. Это сопровождается повышенной прочностью целлюлозного волокна, что является преимуществом перед традиционной обработкой N-метилольными препаратами, снижающими механические показатели прочности волокна.

The work is devoted to the study of the processes of modifying cellulose fibers under the influence of eco-friendly, formaldehyde-free fiberglass blanket of drugs on the basis of polycarboxylic acids with complexing properties. It was established that the process of cross linking of adjacent macromolecules of cellulose with the formation of three-dimensional structures. This is accompanied by a high strength cellulose fibers, which is an advantage over traditional processing N-metrolinie drugs that reduce the mechanical strength of the fiber.

Ключевые слова: модифицирование целлюлозного волокна, поликарбоновые кислоты, "сшивка" соседних макромолекул, трехмерная структура.

Keywords: modification of cellulose fibers, a polycarboxylic acid, a binder adjacent macromolecules, the three-dimensional structure.

В настоящее время одной из основных проблем отделочного производства является использование веществ, которые ухудшают санитарно-гигиенические условия труда на предприятиях и не позволяют получать безопасную продукцию высокого качества. В результате – недостаточная экологичность самого отделочного производства, в том числе и с точки зрения качества готовой продукции. Особенно это выражается в процессах малосминаемой отделки хлопчатобумажных тканей, связанных с использованием формальдегидсодержащих препаратов.

Для малосминаемой отделки повсеместно применяются N-метилольные производные мочевины, меламина, циклических этилен- и пропиленмочевины, дигидроксиэтиленмочевины, триазона, урона, алкилкарбаматов и др. Помимо высокой вероятности выделения формальдегида происходит большая потеря прочности ткани в жестких условиях термообработки с целью полимеризации (поликонденсации) N-метилольных производных термоактивных смол.

Снижения сминаемости природного целлюлозного волокна можно достичь механическим путем с помощью смешивания с химическими волокнами, например, по-

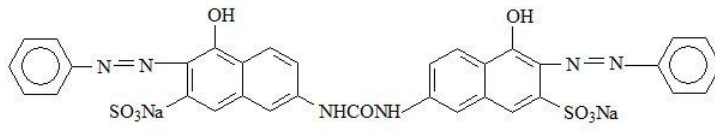
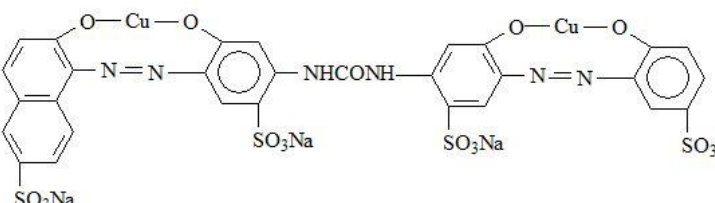
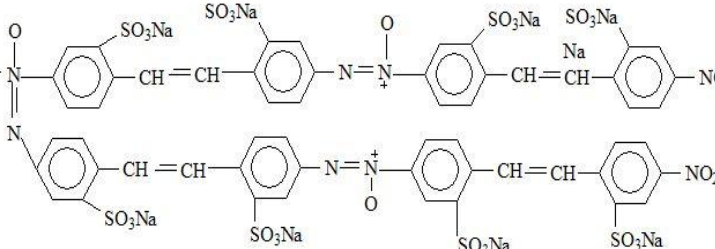
лиэфирным. Однако смесовой ассортимент уступает по гигиеническим показателям, что особенно важно для изделий из природных целлюлозных волокон. Поэтому осуществляется поиск химических препаратов, обеспечивающих устойчивость к смятию и максимально сохраняющие свойства волокнообразующего полимера природного происхождения, а также обеспечивающих относительную экологичность технологии [1], [2].

С этой точки зрения наибольшее внимание в качестве препаратов для малосминаемой отделки хлопчатобумажных тканей уделяется многоосновным карбоновым кислотам, обладающим комплексообразующими свойствами по отношению к волокну, в частности, к целлюлозе. Они не выделяют формальдегид, относительно дешевы и доступны. Предполагается, что малосминаемый эффект достигается за счет образования сложных эфирных "мостиков" между карбоксильной группой кислоты и гидроксильной группой целлюлозы, что приводит к созданию трехмерной сшитой упругой структуры, устойчивой к смятию [3], [4]. В свою очередь, изменение структуры волокна может влиять и на сорбционные, и фиксирующие свойства волокна [5], [6].

Определяющими моментами природы поликарбоновой кислоты при их выборе для проведения серий экспериментов является количество карбоксильных и гидроксильных групп: две -COOH группы у щавелевой кислоты, две -COOH и две -OH группы у виноградной кислоты, три -COOH и одна -OH у лимонной кислоты, четыре -COOH у ЭДТА.

Процесс малосминаемой отделки совмещался с одновременным крашением хлопчатобумажной ткани прямыми красителями. Выбраны красители (табл. 1) с различной молекулярной массой и соответственно с разным количеством азо-групп: прямой желтый К (1755,36 Да), прямой ярко-оранжевый и прямой красно-фиолетовый светопрочный 2КМ (757, 68 и 1067,79 Да соответственно).

Т а б л и ц а 1

Прямой краситель	Структурная формула
Ярко-оранжевый	
Красно-фиолетовый 2КМ светопрочный	
Желтый К	

В ходе проведения экспериментов оценивались такие параметры, как окрашиваемость с помощью функции Гуревича-Кубелки-Мунка, устойчивость к сминаемости по относительному суммарному углу раскрытия складки после снятия нагрузки, жесткость образца ткани консольным способом и разрывная нагрузка ткани.

Полученные концентрационные зависимости выстраивались в виде трендов – полиномиальных кривых второго порядка, представляющих собой среднеквадратичное отклонение от экспериментальных точек. Работа проиллюстрирована рисунками зависимостей наиболее характерных случаев проведенных экспериментов.

Оценка окрашиваемости показала, что введение поликарбоновой кислоты в кра-

сильную ванну прямого красителя способствует увеличению указанного показателя в 1,5...8 раз, в зависимости от строения красителя и свойств используемой поликарбоновой кислоты. Максимальная окрашиваемость наблюдалась в случае прямого желтого К при использовании лимонной (427%) и виноградной (372%) кислот. В процессе крашения прямым красно-фиолетовым светопрочным 2КМ интенсивность окраски поднималась в пределах 40...78%, а при крашении прямым ярко-оранжевым красителем (рис. 1 – влияние поликарбоновых кислот на окрашиваемость хлопчатобумажной ткани прямым ярко-оранжевым, где 1 – щавелевая кислота; 2 – виноградная кислота; 3 – лимонная кислота; 4 – ЭДТА) показатель окрашиваемости достиг пределов 112% при ис-

пользовании лимонной кислоты и 159% – в присутствии ЭДТА.

В области всех используемых концентраций комплексообразующих соединений малосминаемый эффект является положительным: в случае прямого желтого К устойчивость к смятию увеличилась с 5 до 85%, прямого красно-фиолетового свето-

прочного 2КМ – с 2 до 28%, прямого ярко-оранжевого от 10 до 45% (рис. 2 – влияние строения (молекулярной массы) прямых красителей на относительный суммарный угол раскрытия складки хлопчатобумажной ткани: 1 – щавелевая кислота; 2 – виноградная кислота; 3 – лимонная кислота; 4 – ЭДТА).

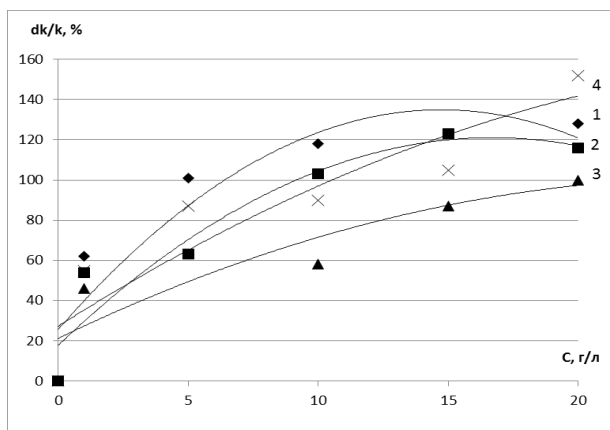


Рис.1

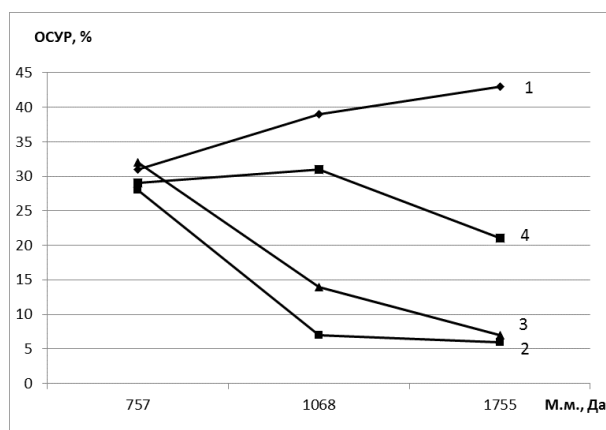


Рис. 2

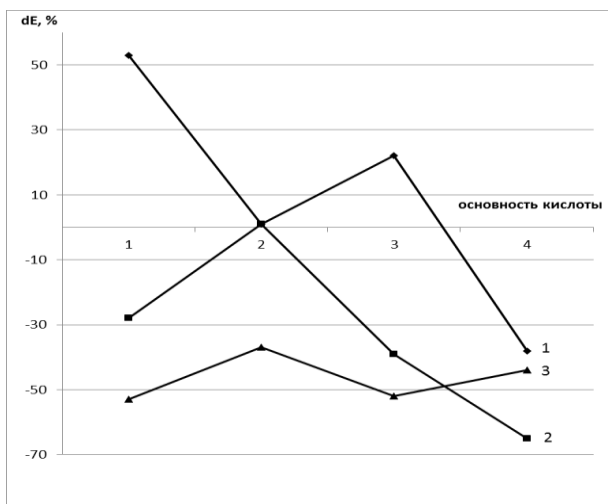


Рис.3

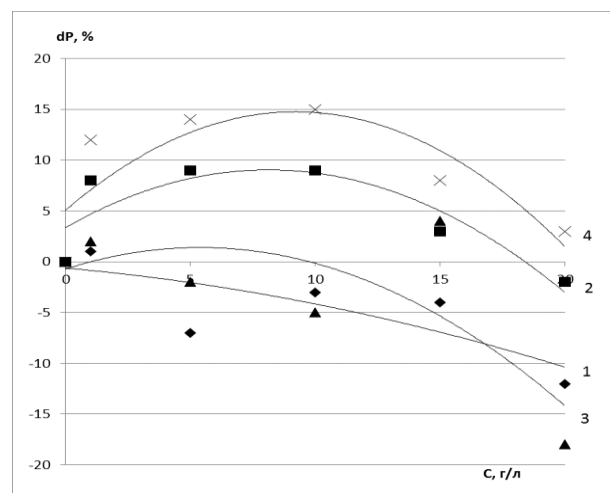


Рис. 4

Обычно в процессе малосминаемой отделки ткань приобретает повышенную жесткость, то есть гриф, и в связи с этим проведена оценка показателя жесткости образцов, который сравнивали с эталоном – образцом, окрашенным по стандартной методике. Оценка тактильных результатов показала, что происходит изменение грифа хлопчатобумажной ткани в зависимости от используемого препарата и красителя,

например, при крашении прямым желтым К жесткость уменьшилась на 60%, а в случае прямого красно-фиолетового светопрочного 2КМ, напротив, увеличилась на 60%. При крашении прямым ярко-оранжевым жесткость повышается на 60% в случае лимонной и виноградной кислот и уменьшается на 50% в присутствии щавелевой и ЭДТА (рис. 3 – влияние строения (основности) поликарбоновых кислот на

показатель жесткости хлопчатобумажной ткани, окрашенной прямыми красителями: 1 – прямой красно-фиолетовый светопрочный 2КМ; 2 – прямой желтый К; 3 – прямой ярко-оранжевый). Таким образом, можно отметить, что в зависимости от природы используемых добавок можно получить разный по наполненности гриф, что расширяет ассортимент выпускаемых тканей.

Изменение грифа хлопчатобумажных тканей, вследствие приобретения малосминаемости, влечет за собой, как правило, снижение механической прочности. В соответствии с этим поставлена задача – определить влияние поликарбоновых кислот на механическую прочность образцов хлопчатобумажной ткани, окрашенной прямыми красителями, которую оценивали по относительной разрывной нагрузке.

На рис. 4 показано влияние поликарбоновых кислот на механическую прочность хлопчатобумажной ткани, окрашенной прямым желтым К, где 1 – щавелевая кислота, 2 – виноградная кислота, 3 – лимонная кислота, 4 – 7ДГА.

Положительный эффект на механическую прочность в пределах 5...15% окрашенных хлопчатобумажных образцов наблюдался при крашении прямым желтым К и в области средних концентраций в случае прямого красно-фиолетового светопрочного 2КМ. В то же время в процессах крашения прямым ярко-оранжевым применение всех поликарбоновых кислот оказало негативный эффект до -20...-30%.

Таким образом, анализ природы используемых поликарбоновых кислот и строения прямых красителей показал, что в совмещенном процессе крашения и малосминаемой отделки можно способствовать увеличению параметров накрашиваемости на 50...430%, повышению устойчивости к смятию хлопчатобумажной ткани на 10...40% с одновременным изменением или варьированием грифа в сторону эластичности и наполненности. При определенном содержании добавок также можно достичь увеличения прочности ткани на 10...14%, при этом необходимо учитывать природу красителя. Оптимальным краси-

телем можно считать краситель с достаточно высокой молекулярной массой и большим числом функциональных групп на примере прямого желтого К. Можно предположить, что "объемная" молекула красителя более активно участвует в процессе комплексообразования с функциональными группами целлюлозного волокна, с одной стороны, и с используемыми поликарбоновыми кислотами с образованием возможной сложной эфирной связи – с другой стороны.

Основное предположение действия поликарбоновых кислот на состояние целлюлозного волокна связано с тем, что происходит этерификация целлюлозы с образованием межмолекулярных эфирных связей. Это влечет за собой создание по аналогии со строением кератина шерсти трехмерной пространственной решетки, упругой по отношению к механическим нагрузкам. Помимо образования новых эфирных групп известно, что целлюлоза подвергается модификации и в ходе предыдущих операций: подготовка, беление, в результате которых появляются такие функциональные группы, как карбоксильные, альдегидные, содержание которых представлялось целесообразным установить. Для нахождения содержания карбоксильных групп выбран метод, основанный на обменной реакции карбоксильных групп целлюлозы с ацетатом кальция и последующем титровании выделившейся уксусной кислоты. Число альдегидных групп определялось путем титрования образцов раствором гипосульфита натрия в присутствии крахмала для расчета йодного числа [7].

В табл. 2 представлено содержание функциональных групп на хлопчатобумажной основе.

Видим, что в процессе крашения происходит последующая модификация целлюлозы, связанная с увеличением числа альдегидных групп в незначительной степени, а карбоксильных групп – в 2,2...2,6 раза по сравнению с подготовленной отбеленной целлюлозой.

Т а б л и ц а 2

Хлопчатобумажная ткань	Содержание альдегидных групп, %	Содержание карбоксильных групп, %
Отбеленная	1,24	0,89
Окрашенная ярко-оранжевым	1,12	2,10
Окрашенная красно-фиолетовым светопрочным 2KM	1,47	1,97
Окрашенная прямым желтым К	1,022	2,35

В табл. 3 показано влияние поликарбоновых кислот на изменение функциональ-

ных групп хлопчатобумажной целлюлозы, окрашенной прямыми красителями.

Т а б л и ц а 3

Система краситель – поликарбоновая кислота	Изменение содержания функциональных групп, %	
	альдегидные группы	карбоксильные группы
Прямой ярко-оранжевый		
Щавелевая кислота	-27	202
Виноградная кислота	-37	201
Лимонная кислота	-48	154
ЭДТА	-59	143
Прямой красно-фиолетовый светопрочный 2KM		
Щавелевая кислота	-34	132
Виноградная кислота	-42	93
Лимонная кислота	-53	154
ЭДТА	-41	108
Прямой желтый К		
Щавелевая кислота	-67	123
Виноградная кислота	-59	112
Лимонная кислота	-12	168
ЭДТА	-56	156

Введение поликарбоновых кислот в красильную ванну значительно снижает содержание альдегидных групп и способствует увеличению числа карбоксильных групп. Очевидно, что предполагаемый процесс "сшивки" сопровождается образованием эфирных мостиков, согласно строению поликарбоновых кислот, содержащих в конечном итоге карбоксильные остатки, а не альдегидные, то есть часть карбоксильных групп этих кислот остается свободной. Кроме того, можно отметить, что гидроксильные группы поликарбоновых кислот в своем большинстве не претерпевают никаких модификаций, например, до альдегидной группы [7].

Основным показателем устойчивости получаемой окраски к условиям эксплуатации является определение устойчивости к стиркам. Проведенные испытания показали, что введение поликарбоновых кислот в красильную ванну в большинстве случа-

ев сопровождается повышением устойчивости окраски к стирке на 1...2 балла.

ВЫВОДЫ

1. Показано, что добавки поликарбоновых кислот способствуют модификации целлюлозных волокон за счет образования сложноэфирных "мостиков" и могут быть эффективной альтернативой использования неэкологичных N-метилольных предконденсатов термореактивных смол для малосминаемой отделки.

2. Установлены оптимальные режимы технологии модификации хлопчатобумажных тканей многоосновными карбоновыми кислотами. Изучено влияние природы кислоты, ее основности и размеров молекулы на показатели модификации целлюлозного волокна.

3. Показано, что добавки поликарбоновых кислот не только обеспечивают малосминаемость хлопчатобумажных тканей

В ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ, но и существенно повышают интенсивность окраски.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шубина Е.В., Никифоров А.Л., Мельников Б.Н. Новая технология малосминаемой отделки текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003. №1. С. 73...76.
2. Шубина В.В., Павутницкий В.В. Применение пены при малосминаемой отделке тканей многоосновными карбоновыми кислотами // Текстильная промышленность. – 2007, №8. С. 30...34.
3. Gillingham E.L., Lewis D.M. // Textile Res. J. – 69(12), 1999, P. 949...955.
4. Патент №2294415. Способ совмещенного крашения х/б тканей с малосминаемой бесформальдегидной отделкой // Сафонов В.В., Третьякова А.Е., Авдеев А.В. Зарегистрирован 27.02.2007.
5. Safonov V.V., Tretyakova A.E. Combined dyeing technology for formaldehyde-free and low-shrinkable finishing of linen and silk fabrics//Textile Industry Technology. – №7(336) 2011. P.92...95.
6. Третьякова А.Е., Сафонов В.В., Молчанова Е.В. Синергетический эффект в процессах малосминаемой отделки льна в присутствии поликарбоновых кислот // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №5. С. 56...60.
7. Сафонов В.В. Облагораживание текстильных материалов. – М.: Легпромбытиздат, 1991.

REFERENCES

1. Shubina E.V., Nikiforov A.L., Mel'nikov B.N. Novaja tehnologija malosminaemoj otdelki tekstil'nyh materialov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2003. №1. S. 73...76.
2. Shubina V.V., Pavutnickij V.V. Primenenie peny pri malosminaemoj otdelke tkanej mnogoosnovnymi karbonovymi kislotami // Tekstil'naja promyshlennost'. – 2007, №8. S. 30...34.
3. Gillingham E.L., Lewis D.M. // Textile Res. J. – 69(12), 1999, P. 949...955.
4. Patent №2294415. Sposob sovmeshhennogo krasheniya h/b tkanej s malosminaemoj besformal'degidnoj otdelkoj // Safonov V.V., Tretyakova A.E., Avdeev A.V. Zaregistrovan 27.02.2007.
5. Safonov V.V., Tretyakova A.E. Combined dyeing technology for formaldehyde-free and low-shrinkable finishing of linen and silk fabrics//Textile Industry Technology. – №7(336) 2011. P.92...95.
6. Tretyakova A.E., Safonov V.V., Molchanova E.V. Sinergeticheskij jeffekt v processah malosminaemoj otdelki l'na v prisutstvii polikarbonovyh kislot // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №5. S. 56...60.
7. Safonov V.V. Oblagorazhivanie tekstil'nyh materialov. – M.: Legprombytizdat, 1991.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 02.09.15.

УДК 687.01:677.075.004.12

**МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
И ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ
ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ
С ЯЧЕЙКАМИ РАЗЛИЧНЫХ РАЗМЕРОВ И КОНФИГУРАЦИЙ
НА БАЗЕ СТРУКТУР ТРИКОТАЖА**

**METHODS OF DESIGN
AND EVALUATION OF BASIC PROPERTIES
OF SURFACES FOR TECHNICAL PURPOSES
WITH CELLS OF DIFFERENT SIZES AND CONFIGURATIONS BASED
ON THE STRUCTURES OF KNITTED FABRICS**

Л.А. КУДРЯВИН, О.Ф. БЕЛЯЕВ, С.И. ПИВКИНА, Н.В. ЗАВАРУЕВ
L.A. KUDRYAVIN, O.F. BELYAEV, S.I. PIVKINA, N.V.ZAVARUEV

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

В работе рассматриваются методы проектирования и оценка основных свойств поверхностей технического назначения.

The paper discusses methods of design and evaluation of basic properties of surfaces for technical purposes.

Ключевые слова: проектирование, раппорт, замощение, отражающая поверхность антенн, диаморф.

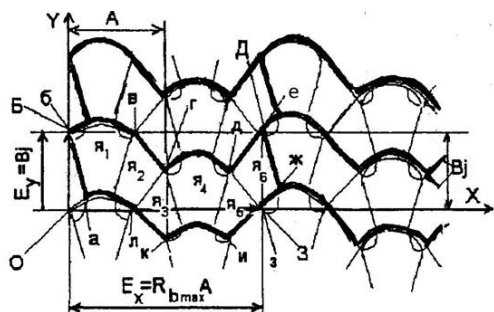
Keywords: planning, rapport, the tiling, the reflective surfaces of antennas, diamorf.

В изделиях технического назначения, например, отражательных вязаных сетчатых поверхностях антенн из золоченых металлических нитей [1], каталитических и других фильтровальных поверхностях из различных моноснитей, пряжи или комплексных нитей, важно проектировать и оценивать морфологические параметры их ячеек, такие как их количество, размер и конфигурация, шаг ячеек с максимальными

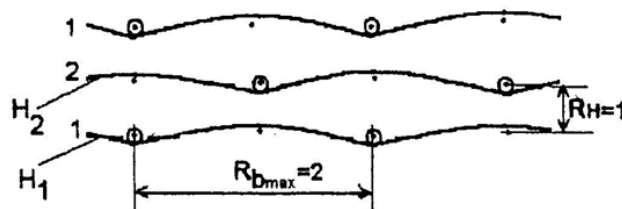
и минимальными их размерами, а также такие свойства проектируемых поверхностей, как степень прозрачности и просвечиваемости, поверхностные и объемные модули их петель, величины "замощения раппорта" по вертикали и горизонтали раппортами ячеек разной формы, величины каркасов, их раппортов и другие.

Проектирование таких вязаных ячеистых поверхностей существенно облегчает-

ся, если наряду с общепринятыми стандартами, качественными и количественными характеристиками структуры [2] трикотажа, используемыми при его проектировании и оценке свойств, ввести понятие "замощения" поверхностей трикотажных полотен



а)



б)

Рис. 1

На рис.1-а приведен вариант структуры переплетения трикотажа, использованного для отражательной поверхности вязаной сетчатой поверхности из стальной золоченой микропроволоки толщиной 20 мкм с раппортом в виде фигуры сложной формы а, б, в, г, д, е, ж, з, и, к, л, м, н, о, внутри которого образованы ячей я1, я2, я3, я4, я5, я6 – различного размера и конфигурации. Поверхность замощена этими раппортами по осям координат x и y и началом O , по векторам $E_x = R_{bmax} A$ (мм) и $E_y = B_j$ (мм), где R_{bmax} – раппорт переплетения по горизонтали, измеряемый для трикотажа числом петельных столбиков, и для данного переплетения, численно равному $R_{bmax} = 2$, A (мм) – петельный шаг трикотажа, B_j (мм) – высота петельного ряда трикотажа.

Отражательная поверхность образована из двух систем нитей H_1 и H_2 , графики прокладывания которых приведены на рис. 1-б.

Нетрудно видеть, что геометрическая фигура сложной формы путем симметричных преобразований в виде приращений и вырезов может быть преобразована в прямоугольник ОБДЗ эквивалентной площади и называемой "каркасом раппорта переплетения", который иногда называют площадью петли или петель в раппорте.

геометрическими фигурами, образованными переплетениями трикотажа [3].

Под раппортом переплетения трикотажа подразумевается геометрическая фигура, повторением которой можно покрыть ("замостить") поверхность трикотажа без просветов и наложений.

Исследованиями установлено, что фигура раппорта любого известного переплетения трикотажа кулирного или основовязаного, одинарного или двойного из любого числа систем нитей может быть преобразована в прямоугольник эквивалентной площади, равной $E_x E_y = R_{bmax} A R_H B_j$, где R_{bmax} и R_H – раппорты переплетений трикотажа по горизонтали и вертикали.

Это положение существенно облегчает вычисление таких косвенных характеристик трикотажа, как поверхностный модуль его петли $\delta_n = E_x E_y / (\ell_i d_y)$, который показывает отношение площади одной петли в трикотаже к площади, занимаемой нитью петли, объемный модуль петли $\delta_0 = 4 E_x E_y M / (\pi d_\phi^2 \ell_i)$, показывающий отношение объема петли к объему, занимаемому нитью в петле, где ℓ_i – длина нити в петле; d_y – условный диаметр нити; M – толщина трикотажа; показатели поверхностного заполнения (прозрачности) (в %) – $E_{пр} = 100 \ell_i d / (E_x E_y)$, где d – средний диаметр нити.

Для оценки основных характеристик трикотажа, используемого преимущественно в отражательных и фильтровальных поверхностях на базе переплетений трикотажа, была разработана программа для компьютерного анализа структуры

трикотажа на базе программного комплекса "Диаморф" [4], [5].

Компьютерный диагностический комплекс "Диаморф" содержит видеокамеру высокой разрешающей способности с возможностью вывода на монитор черно-белого и цветного изображения исследуемой структуры трикотажа. Он позволяет получать и хранить на магнитном диске информацию о параметрах петельной структуры, в том числе в условиях одно- и двухосной деформации.

Компьютерный комплекс обеспечивает:

- включение режима "живого видео" (изображение с видеокамеры поступает прямо на монитор);
- просмотр изображений в стандартном, уменьшенном и увеличенном виде;
- запись цветного или черно-белого изображения на диск в стандартных графических форматах (.bmp; .gif; .jpg; .psx; .tif и многих других);
- чтение изображения с диска;
- запись изображения с комментариями в базу данных;
- поиск изображения по названию и ключевым словам в тексте комментариев;
- печать изображения на стадии ввода в компьютер и просмотр базы данных.

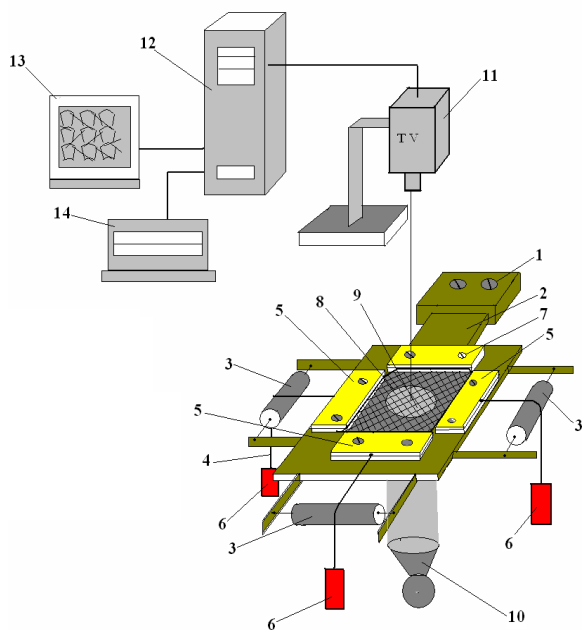


Рис. 2

Для исследования структур трикотажа в нерастянутом, одноосно- и двухосно-растянутом состояниях используется установка, принципиальная схема которой показана на рис. 2.

Установка состоит из платформы 2, закрепленной на столе с помощью зажима 1. На платформе 2 установлены на осях направляющие 3, через которые проходят гибкие связи (нити) 4, соединяющие подвижные зажимы 5 и грузы 6.

В подвижные зажимы 5 и неподвижный зажим 7 закрепляется образец трикотажа 8. В центре платформы 2 имеется отверстие 9 диаметром 65 мм для подсветки образца источником света 10 с регулируемым световым потоком. Над платформой 2 установлена цифровая телекамера 11, закрепленная на оптическом микроскопе, изображение с которой попадает в системный блок 12 и на монитор 13, а обработанная информация выводится на принтер 14. Полученное на экране монитора изображение фиксируется на мониторе в определенном масштабе, калибруется с помощью масштабной линейки, далее выделенный участок в виде раппорта или произвольных размеров сканируется и обрабатывается по программе "Диаморф". Обычно при исследовании ячеистых поверхностей трикотажа из микропроволок и текстильных нитей и пряжи изображение калибруется в микрометрах. Перед обработкой необходимые для исследования ячейки раппорта нумеруются, их можно закрасить в любой цвет.

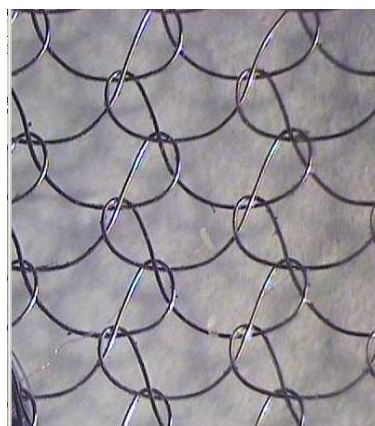


Рис. 3

На рис. 3 приведена структура трикотажа основовязаного переплетения трико из металлической микропроволоки, покрытой платиной и используемой в качестве металлического фильтра.

Обычно для ячеистых поверхностей измеряются следующие морфологические параметры объекта: количество ячеек в раппорте, площадь ячеек, их периметр, диаметр круга ячеек, максимальный и минимальный диаметры ячеек, петельный шаг, высота петельного ряда трикотажа, фактор формы ячеек, размеры проекций ячеек на оси x и y . В этих параметрах под диаметром круга подразумевается диаметр круга, равный по площади измеряемой ячейке; под фактором формы подразумевается отношение $4\pi S/p^2$, где S – площадь ячейки, p – ее периметр. Если ячейка имеет форму круга, то это отношение равно 1, в противном случае оно меньше 1 и чем меньше это отношение, тем ячейка дальше по форме от круга. С использованием изложенных методов были спроектированы, исследованы и успешно применяются на практике трансформируемые отражательные поверхности антенн космических систем связей, выпускаемые предприятием ООО фирма "Триинвест" (г. Москва).

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент №2233920. Российская Федерация, МПК D04B21/00 H01Q15/00. Отражательная вязаная сетчатая поверхность антенны и способ ее выработки / Кудрявин Л.А., Заваруев В.А., Беляев О.Ф.; заявитель и правообладатель Московский государственный университет дизайна и технологии; заявл. 24.07.2003, Оpubл. 10.08.2004 г.

2. Кудрявин Л.А., Шалов И.И. Основы технологии трикотажного производства. – М.: Легпромбытиздат, 1991.

3. Кудрявин Л.А. Автоматизированное проектирование основных параметров трикотажа. – М.: Легпромбытиздат, 1992.

4. Кудрявин Л.А., Заваруев В.А., Беляев О.Ф., Котович О.С. Методические указания по применению программного комплекса "Диаморф" для анализа структуры трикотажа. – М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2009.

5. Программа для работы с базой данных видеоаппаратов. Руководство пользователя. – М.: ЗАО "Диаморф".

REFERENCES

1. Patent №2233920. Rossijskaja Federacija, MPK D04B21/00 H01Q15/00. Otrazhatel'naja vjazanaja setchataja poverhnost' anteny i sposob ee vyrabotki / Kudrjavin L.A., Zavaruev V.A., Beljaev O.F.; zajavitel' i pravoobladatel' Moskovskij gosudarstvennyj universitet dizajna i tehnologii; zajavl. 24.07.2003, Opubl. 10.08.2004 g.

2. Kudrjavin L.A., Shalov I.I. Osnovy tehnologii trikotazhnogo proizvodstva. – M.: Legprombytizdat, 1991.

3. Kudrjavin L.A. Avtomatizirovannoe proektirovanie osnovnyh parametrov trikotazha. – M.: Legprombytizdat, 1992.

4. Kudrjavin L.A., Zavaruev V.A., Beljaev O.F., Kotovich O.S. Metodicheskie ukazanija po primeneniju programmnogo kompleksa "Diamorf" dlja analiza struktury trikotazha. – M.: MGTU im. A.N.Kosygina, 2009.

5. Programma dlja raboty s bazoj dannyh videoapparatov. Rukovodstvo pol'zovatelja. – M.: ZAO "Diamorf".

Рекомендована кафедрой проектирования и художественного оформления текстильных изделий. Поступила 27.02.15.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОПИСАНИЯ ВЯЗАЛЬНОГО СПОСОБА ОБРАЗОВАНИЯ "СПЛИТ-ПЕТЕЛЬ"

MATHEMATICAL MODELS OF THE DESCRIPTION OF THE KNITTING WAY OF FORMATION "SPLIT-STITCH"

С.И. ПИВКИНА, О.П. ФОМИНА, Л.А. КУДРЯВИН
S.I. PIVKINA, O.P. FOMINA, L.A. KUDRYAVIN

(Московский государственный университет дизайна и технологий)
(Moscow State University of Design and Technology)
E-mail: yusmk@mail.ru

Предложено для реализации системы автоматизированного проектирования трикотажа со "сплит-петлями" использовать логический аппарат, позволяющий математически описать способы выработки всей совокупности "сплит-трикотажа". На основе анализа существующих способов получения "сплит-петель" выявлены определяющие процессы их петлеобразования.

Proposed for the implementation of computer-aided design of knitwear with "split-stitches" use a logical system that allows to describe mathematically the ways of formulating the totality of the "split-knit". Based on the analysis of existing methods of obtaining a "split-stitch" identified defining the loop structure.

Ключевые слова: трикотаж, "сплит-петли", автоматизированное проектирование, разработка новых структур трикотажа.

Keywords: knitted fabric, split-stitch, computer-aided design, development of new structures of knitted fabrics.

Для реализации системы автоматизированного проектирования трикотажа со "сплит-петлями" предлагается использовать логический аппарат [1], позволяющий математически описать способы выработки всей совокупности "сплит-трикотажа". При его разработке применяем основные понятия и определения, описанные в работе [1], уточняя их относительно "сплит-трикотажа".

$\{\Phi_c\} = \{\Phi_c\{Y_k, \alpha, \beta, W\}\}$ – множество видов "сплит-трикотажа", представленное в виде некоторой обобщенной функции $\{\Phi_c\}$, отображенной на подмножестве видов элементов $\{Y_k\}$ петлевой структуры "сплит-трикотажа" (рис. 1), полученных в петельных рядах α , петельных столбиках β , из сырья $\{W\}$.

$\{Y_k\} = \{Y_1; Y_2; \dots; Y_k\}$ – подмножество видов элементов петлевой структуры

(ЭПС) "сплит-трикотажа", которые образуют подмножество "сплит-петель" $\{Y_c\}$, получаемых при различных способах петлеобразования и петлепереноса.

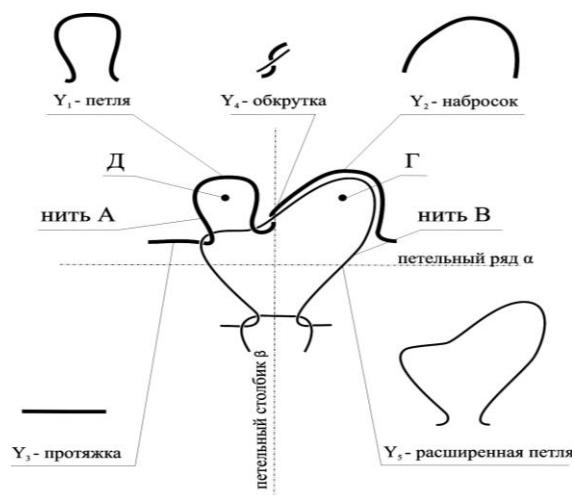


Рис. 1

Анализ структуры "сплит-петель" $\{Y_c\}$ показал, что элементами его структуры являются Y_1 – петля, Y_2 – набросок, Y_3 – протяжка, Y_4 – обкрутка, Y_5 – расширенная петля (рис.1).

$\{W\}=\{A, B, \dots, W\}$ – множество видов нитей и пряжи различных видов. При этом необходимо отметить, что "сплит-петли" образованы из двух разных нитей, например: дополнительная петля Д образована из нити А, а петля грунта Г – из нити В (рис. 1).

$\{P_{pi}\}=\{P_{pi}\{AP_{pi}; BP_{pi}; \dots WP_{pi}\}$ – множество вариантов вязального способа петлеобразования, совершаемых при взаимодействии рабочих органов с подаваемым

$$\begin{aligned} A\{P_{pi}\} &\rightarrow A\{Z_\delta * P_\sigma * K_\lambda\} && \text{– для язычковых игл,} \\ A\{P_{pi}\} &\rightarrow A\{Z_\delta * Z_\epsilon * P_\sigma * Z_\epsilon * K_\lambda\} && \text{– для составных игл.} \end{aligned}$$

Рассмотрим возможные варианты определяющих операций процесса образования "сплит-петель".

Операция заключения. Сущность операции заключения состоит в перемещении уже образованного элемента петлевой структуры [ЭПС] трикотажа по стержню иглы.

$$\{Z_\delta\} \rightarrow \{Z_0; Z_1; Z_2; Z_3\}.$$

$\{Z_\delta\}$ – множество операций заключения, отличающихся друг от друга расположением петли на стержне иглы после выпол-

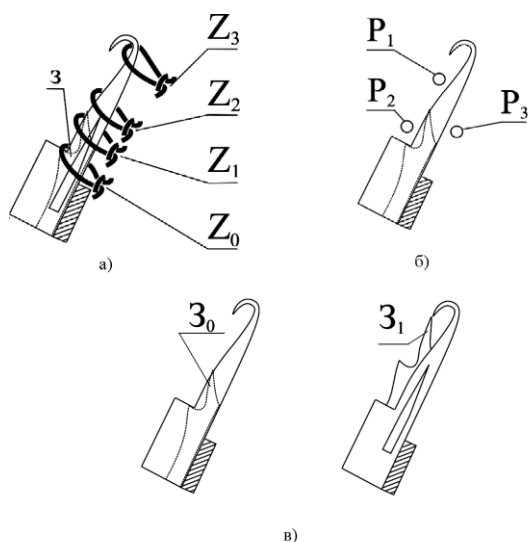


Рис. 2

сырьем $\{W\}$ и образующих элементы структуры "сплит-трикотажа" $\{Y_k\}$.

Каждый вариант вязального способа петлеобразования $\{P_r\}$ "сплит-петель" состоит из множества операций $\{O_p\}$. Определяющими операциями для процесса петлеобразования "сплит-трикотажа" являются: операция заключения $\{Z_\delta\}$, операция прессования $\{Z_\epsilon\}$, операция прокладывания $\{P_\sigma\}$ и операция кулирования $\{K_\lambda\}$. Тогда любой вариант вязального способа образования "сплит-петель" AP_{pi} из нити, например А, можно отобразить как технологическое произведение (*) определяющих операций, то есть

нения данной операции (рис. 2-а). Z_0 – операция заключения для выполнения процесса петлепереноса, Z_1 – полное заключение, Z_2 – неполное заключение, Z_3 – операция заключения не выполняется (отсутствует).

На рис. 2 представлены виды определяющих операций петлеобразования "сплит- трикотажа" для составных игл: а) – возможные варианты операции заключения; б) – операции прокладывания нити; в) – операции прессования.

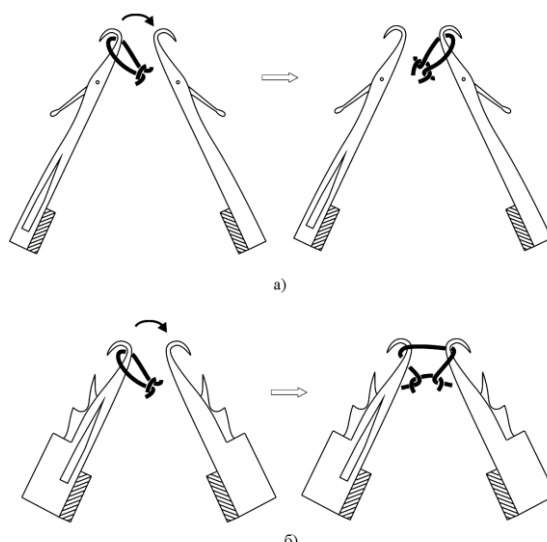


Рис. 3

Операция прокладывания. Суть операции прокладывания нити заключается в подведении нити к стержню иглы.

$$\{P_{\sigma}\} \rightarrow \{P_0; P_1; P_2; P_3\}.$$

$\{P_{\sigma}\}$ – множество операций прокладывания нити, отличающихся друг от друга расположением петли на стержне иглы после выполнения данной операции (рис. 2-б). P_0 – прокладывание нити не выполняется, P_1 – прокладывание нити "под крючок" иглы, P_2 – прокладывание нити на стержень иглы ниже кончика открытого язычка или замыкателя, P_3 – прокладывание нити за спинку иглы.

Операция прессования – закрытие зева крючка язычком или замыкателем.

$$\{Z_{\varepsilon}\} \rightarrow \{Z_0; Z_1\}.$$

$\{Z_{\varepsilon}\}$ – множество операций прессования (рис. 2-в). Z_0 – операция прессования не выполняется, Z_1 – операция прессования выполняется.

$$\begin{aligned} \{P_{ri}\} &\rightarrow \{Z_3 * P_0 * K_1\} && - \text{ для язычковых игл,} \\ \{P_{ri}\} &\rightarrow \{Z_3 * Z_0 * P_0 * Z_1 * K_1\} && - \text{ для составных игл.} \end{aligned}$$

В нестандартном процессе петлепереноса, который выполняется только на составных иглах с замыкателями, ЭПС переносится на противоположную иглу без его съема с петлепереносящей иглы (рис. 3-б).

$$\{P_{ri}\} \rightarrow \{Z_3 * Z_0 * P_0 * Z_0 * K_1\}.$$

Операция кулирования. Сущность операции кулирования состоит в перемещении головки иглы вниз, ниже отбойной линии.

$$\{K_{\lambda}\} \rightarrow \{K_1; K_2\}.$$

$\{K_{\lambda}\}$ – множество операций кулирования. K_1 – операция кулирования выполняется, K_2 – операция кулирования не выполняется (при образовании структурных элементов "сплит-трикотажа", операция кулирования выполняется постоянно).

Процесс петлепереноса. Одноцикловой процесс петлепереноса на плосковязальных машинах заключается в переносе ЭПС с иглы одной игольницы на иглу другой игольницы, при этом возможны два вида петлепереноса, стандартный и нестандартный (рис. 3-а,б).

В процессе стандартного петлепереноса ЭПС переносится на противоположную иглу при его съеме с петлепереносящей иглы (рис. 3-а). Для петлепередающей иглы этот процесс можно записать как:

Множество вариантов вязального способа петлеобразования AP_{ri} для одноциклового способа образования "сплит-петель" из нити А через определяющие операции можно записать в следующем виде:

$$\begin{aligned} &\text{для язычковых игл} \\ \{AP_i\} &= \left\{ \frac{\{AP_{ij}\}}{\{AP_{ij}\}} \Rightarrow \left\{ \frac{\{Z_{\delta} * AP_{\sigma} * K_1\}}{\{Z_{\delta} * AP_{\sigma} * K_1\}} \updownarrow \right\} \right\}, \\ &\text{для составных игл} \\ \{AP_i\} &= \left\{ \frac{\{AP_{ij}\}}{\{AP_{ij}\}} \Rightarrow \left\{ \frac{\{Z_{\delta} * Z_{\varepsilon} * AP_{\sigma} * Z_{\varepsilon} * K_1\}}{\{Z_{\delta} * Z_{\varepsilon} * AP_{\sigma} * Z_{\varepsilon} * K_1\}} \updownarrow \right\} \right\}, \end{aligned}$$

где i – порядковый номер варианта вязального способа петлеобразования; j – порядковый номер иглы.

В этой записи числитель технологического произведения описывает процесс,

проходящий на иглах задней игольницы, знаменатель – на иглах передней игольницы, а стрелки (\updownarrow) указывают направление процесса петлепереноса.

При процессе переноса ЭПС с иглы на иглу одной игольницы необходимо осуществить два цикла петлепереноса, которые можно представить как технологическую сумму нескольких процессов петлепереноса. В первом цикле осуществляется петлеперенос с иглы передней игольницы на иглу задней игольницы, а во втором цикле –

$$\{P_1\} + \{P_2\} = \left\{ \frac{\{P_{14}\}}{\{P_{11}\}} \right\} + \left\{ \frac{\{P_{24}\}}{\{P_{23}\}} \right\} \Rightarrow \left\{ \frac{\{Z_2 * Z_0 * P_0 * Z_1 * K_1\}}{\{Z_0 * Z_0 * P_0 * Z_0 * K_1\}} \uparrow \right\} + \left\{ \frac{\{Z_0 * Z_0 * P_0 * Z_1 * K_1\}}{\{Z_2 * Z_0 * P_0 * Z_1 * K_1\}} \downarrow \right\}.$$

Комбинируя варианты определяющих процессов петлеобразования в математической модели их описания, получаем все возможные структуры "сплит-петель". Такие виды "сплит-петель" могут быть использованы при разработке новых структур трикотажа, в которых в остовы петель грунта вяжутся остовы петель из дополнительных нитей.

ВЫВОДЫ

1. На основе анализа существующих способов получения "сплит-петель" выявлены определяющие процессы их петлеобразования.

2. Для реализации системы автоматизированного проектирования трикотажа со "сплит-петлями" предложено использовать логический аппарат, позволяющий математически описать способы выработки всей совокупности "сплит-трикотажа".

3. Комбинация вариантов определяющих процессов петлеобразования в предложенной математической модели их

с иглы задней игольницы на иглу передней игольницы. В этом случае математическая модель будет представлять собой технологическую сумму процессов петлепереносов и петлеобразования.

Так, для плоской одинарной расширенной петли математическая модель примет вид:

описания позволяет получить все возможные структуры "сплит-петель", которые могут быть использованы при разработке новых структур трикотажа, в которых в остовы петель грунта вяжутся остовы петель из дополнительных нитей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы автоматизированных методов проектирования технологии петлеобразования. – М.: ТОО, "Оргсервис ЛТД", электронный набор МГТУ, 2000.

REFERENCES

1. Osnovy avtomatizirovannyh metodov proektirovaniya tehnologii petleobrazovaniya. – M.: TOO, "Orgservis LTD", jelektronnyj nabor MGTU, 2000.

Рекомендована кафедрой проектирования и художественного оформления текстильных изделий. Поступила 02.03.15.

УДК 687.016.5: 687.12

**АНАЛИЗ АМЕРИКАНСКОЙ ЖЕНСКОЙ ТИПОЛОГИИ
И СРАВНЕНИЕ С РОССИЙСКИМИ ТИПОВЫМИ ФИГУРАМИ**

**ADAPTATION OF THE USA PATTERN BLOCK MAKING MANUAL
TO THE RUSSIAN FEMALE BODIES**

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

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

В работе проведен анализ антропометрической базы данных, действующей в США, и выполнено ее сравнение с российским аналогом. Выявлены отличия в антропометрических базах. Показаны отличия российской женской типовой фигуры от американской.

The USA anthropometrical data base has been analyzed and compared with the russian one. Revealed differences between anthropometrical bases. Shown differences between russian female standard figure and american.

Ключевые слова: американская антропометрическая база, российские типовые фигуры.

Keywords: USA anthropometrical base, russian typical bodies.

Дизайн одежды стал глобальным явлением, объединяющим разработчиков, изготовителей и потребителей одежды в разных странах. Интернациональность рынка одежды требует выхода за национальные рамки при ее проектировании и реализации. Наиболее удачным примером интернационализации готовой одежды является буквенная маркировка размерных вариантов (S, M, L и др.), принятая во многих странах мира и синтезировавшая особенности морфологических типов фигур.

В связи с этим представляет большой интерес анализ американской женской типологии, используемой в системе кроя, представленной в книге Хелен Джозеф-Армстронг [1], что в конечном итоге определяет пригодность зарубежной системы для российских условий конструирования.

На кафедре конструирования швейных изделий ИВГПУ был выполнен анализ американских типовых фигур и сравнение их с российскими по ранее использованной схеме [2], [3].

Общие правила. Размер фигуры в обеих типологиях определяют по обхвату груди третьему (Ог3).

Типовой размерный вариант американской фигуры характеризуют 46 размерными признаками против 64 признаков российской типологии [4], [5].

Маркировка фигур. Каждому типовому варианту американских фигур присвоен условный четный номер, который является его идентификационным признаком. В книге представлены семь размерных вариантов фигур от 6 до 18. Соответствие американской нумерации фигур российской показано в табл. 1.

Таблица 1

Американские фигуры		Ближайший размерный вариант российской фигуры, см
номер размерного варианта	Ог3 для американской фигуры, см	
6	86	84
8	89	88
10	92	92
12	86	96
14	86	100
16	103	104
18	108	108

Межразмерные приращения. Во-первых, в американской типологии приняты переменные величины межразмерных интервалов по ведущим и подчиненным размерным признакам. В российских стандартах межразмерная разность для Ог3 постоянна и равна 4 см, для американских фигур она не является постоянной величиной: в размерах с 6 по 12 она равна 3 см, с 12 – до 16...4 см, с 16 – до 18...5 см. Межразмерная разность по размерному признаку *длина плечевого ската (Шп)* также неодинакова: в российской типологии она постоянна и равна 0,1 см, а в американской изменяется от 0,2 до 0,5 см.

Во-вторых, в американской типологии при переходе от меньшего размера к большему фигура равномерно увеличивается по основным размерным признакам Ог3, Об и От. В российской типологии по размерному признаку От происходит несколько большее межразмерное изменение по сравнению с обхватами Ог3 и Об.

В-третьих, американская фигура любого варианта имеет одинаковые соотношения: Об-Ог3 = 4 см; Ог3- От = 22 см; Об-От = 26 см, поэтому в американской классификации фигуры не разделены по полнотным группам.

Значения размерных признаков. Сопоставление морфологических особенностей проведено для двух пар типовых фигур –

российских (170-92–96 и 170-108–112 [5]) и американских (размеры 10 и 18) с одинаковыми ведущими размерными признаками. Для этих типовых вариантов средствами САПР "Грация" по специально разработанной программе выполнено построение совмещенных абрисов фигур (рис. 1 – совмещенные абрисы российской (170-108-112, сплошная линия) и американской (18 размер, пунктирная линия) фигур).

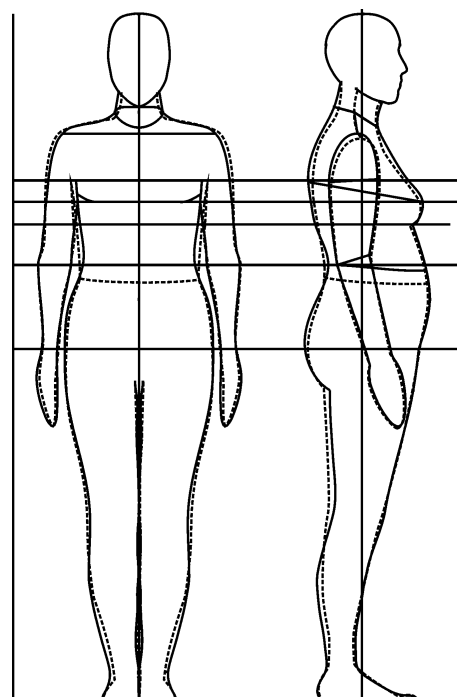


Рис. 1

Американские фигуры имеют следующие отличия от российских:

- плечи шире на 0,2...1 см;
- нижние конечности в области бедра, колена, подъема стопы имеют большие периметры на 1...2 см;
- разности между размерными признаками Впк-Дтс для американских и российских фигур соответственно равны 0,6...2 и 1,5...3 см;
- уровень линии талии расположен ниже на 2...3 см;
- разности между размерными признаками Дтп1-Дтс1 для американских и российских фигур различны и соответственно равны 0,3...0,4 и 0,4...1,3 см.

Приведенные соотношения свидетельствуют о меньшем наклоне плеч и большей рельефности переднего контура у российских фигур, причиной которого являются большие размеры грудных желез.

Схемы измерения размерных признаков. Измерения фигуры в обеих программах проводят, ориентируясь на антропометрические точки, а в американской методике еще и на положения воображаемых конструктивных линий одежды (проймы, бокового шва, вытачек по талии), которые наносят на поверхности тела "на глазок". Использование при обмере таких дополнительных элементов привязывает измерения к конструктивным линиям, но может привести к неточности и субъективизму в результаты, особенно при отсутствии определенного навыка.

Больше половины размерных признаков, используемых в американской системе кроя, измеряют иначе, чем в российских антропометрических программах. 24 размерных признака не имеют аналогов в российской практике конструирования. Примерами таких признаков являются.

"Ширина плеча спереди", измеряемая от плечевой точки до точки, расположенной посередине между ключицами Шп_п (рис. 2 – схемы измерения размерных признаков).

"Длина от точки основания шеи до талии", измеряемая от точки основания шеи до точки, расположенной в пересечении

линий талии и воображаемого бокового шва (рис. 2).

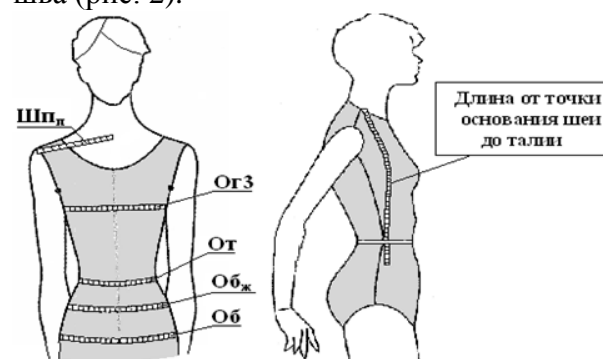


Рис. 2

Полупериметры (ширины), измеренные от средин груди и спины до бокового шва на уровнях выступающей точки груди, талии и бедер.

Обхват бедер через выступающие точки живота Об_ж (рис. 2).

Некоторые одноименные размерные признаки измеряют как спереди, так и со стороны спины, например, ширину плеча (Шп_п и Шп_с), высоту плеча косую (Впк_п и Впк_с).

В программе нет ни одного измерения руки. Это не позволяет выполнить проверку чертежа конструкции рукава до изготовления макета изделия.

ВЫВОДЫ

1. Проведенный анализ позволил выявить различия в российской и американской размерной типологиях и антропометрических программах. Условно близкими можно принять только две пары типовых фигур – российских (170-92-96 и 170-108-112) и американских (размеры 10 и 18) с одинаковыми ведущими размерными признаками. Больше половины размерных признаков, используемых в американской системе, измеряют иначе, чем в российских антропометрических программах.

2. Исходя из выполненного анализа, можно сделать вывод, что использование американской системы кроя невозможно без предварительной ее адаптации к российской методологической базе конструирования.

1. Джозеф-Армстронг Х. Энциклопедия конструирования и моделирования одежды. – М.: ЗАО "ЭДИПРЕСС-КОНЛИГА", 2013.
2. Алдрич У. Английский метод конструирования и моделирования. Женская одежда. – М.: "ЭДИПРЕСС-КОНЛИГА", 2007.
3. Алдрич У. Английский метод конструирования и моделирования. Мужская одежда. – М.: "ЭДИПРЕСС-КОНЛИГА", 2009.
4. Типовые фигуры женщин. Размерные признаки для проектирования одежды. – М.: ЦНИИШП, 2003.
5. ОСТ 17-326–81. Изделия швейные, трикотажные, меховые. Типовые фигуры женщин. Размерные признаки для проектирования одежды.

1. Dzhozef-Armstrong H. Jenciklopedija konstruirvanija i modelirovanija odezhdy. – М.: ЗАО "JeDIPRESS-KONLIGA", 2013.
2. Aldrich U. Anglijskij metod konstruirvanija i modelirovanija. Zhenskaja odezhd. – М.: "JeDIPRESS-KONLIGA", 2007.
3. Aldrich U. Anglijskij metod konstruirvanija i modelirovanija. Muzhskaja odezhd. – М.: "JeDIPRESS-KONLIGA", 2009.
4. Tipovye figury zhenshin. Razmernye priznaki dlja proektirovanija odezhdy. – М.: CNIISHP, 2003.
5. OST 17-326–81. Izdelija shvejnye, trikotazhnye, mehovyje. Tipovye figury zhenshin. Razmernye priznaki dlja proektirovanija odezhdy.

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий. Поступила 10.03.15.

УДК 746.411

ОБРАЗ ЖЕНЩИНЫ-НИГИЛИСТКИ КАК ОТРАЖЕНИЕ СМЕНЫ МОДНЫХ ТЕНДЕНЦИЙ XIX ВЕКА

THE WOMEN NIHILISTS AS A REFLECTION OF THE CHANGING FASHION TRENDS OF THE NINETEENTH CENTURY

А.А. МИХАЙЛОВ, К.Е. РОМАНОВА, А.А. ЧЕРВОВА
A.A. MIKHAYLOV, K.E. ROMANOVA, A.A. CHERVOVA

(Ивановский государственный политехнический университет,
Шуйский филиал Ивановского государственного университета,
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского)
(Ivanovo State Polytechnical University,
Shuya (branch) of Ivanovo State University,
Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod)
E-mail: rom.ke@mail.ru

В статье рассматривается образ женщины-нигилистки как отражение смены ценностной парадигмы в культуре России XIX века. Для женщины свобода в выборе одежды была равнозначна борьбе за право на образование, свободу от принудительных браков и т. д. Семантика внешнего облика нигилистки намеренно подчеркивала ее отрицание устойчивых норм: короткие волосы, очки, свободные небрежные манеры. Одежда нигилисток была реакцией на запреты эпохи.

The article discusses the way women nihilists with as a reflection of changing values paradigm in Russian culture of the XIX century. For women the freedom to choose the service was equivalent to the struggle for the right to education, freedom from forced marriages and so on. The semantics of the external appearance

of nihilists deliberately emphasized its negation sustainable standards: short hair, glasses, free sloppy manners. Clothing nihilistic was a reaction to the prohibitions of the era.

Ключевые слова: образ женщины-нигилистки, модные тенденции XIX века.

Keywords: women nihilists, fashion trends of the nineteenth century.

Нигилизм (от лат. *nihil* – ничто) – мировоззренческая позиция, выражающаяся в отрицании осмысленности человеческого существования, значимости общепринятых нравственных и культурных ценностей, непризнании любых авторитетов. В России термин "нигилизм" вошел в широкое употребление еще в 1860-х г., то есть задолго до того, как он стал популярен на Западе [8].

Одежда нигилисток была реакцией на запреты эпохи, с той лишь разницей что выстроить семантические пары по образцу: цилиндр – широкополая шляпа; форменный мундир установленного цвета – бесформенный и бесцветный балахон; бритое лицо – бородатое лицо и т. д., невозможно. Для женщины свобода в выборе одежды была равнозначна борьбе за право на образование, свободу от принудительных браков и т.д. Для того чтобы женщина могла внешне обозначить свои духовные изыскания, требовалась гораздо большая смелость, нежели для молодых людей той же эпохи – по одной простой причине: большой (практически абсолютной) финансовой и социальной зависимости девушки от семьи (например, женщина никуда не могла поехать без разрешения отца, после замужества – супруга) [1].

Моду по праву можно назвать зеркалом эпохи. А особенностью моды XIX века стало то, что на протяжении столетия существенным изменениям подвергался именно женский костюм.

Силуэт женского платья неоднократно изменялся на протяжении XIX века. В начале столетия платье носили без корсета. Но, начиная с 20-х годов XIX века и до конца столетия, под платье обязательно надевался корсет, форма которого также неоднократно изменялась в зависимости от моды. Неизменными оставались необхо-

димые аксессуары, без которых невозможно было появиться в обществе. Это веер, перчатки и маленькая сумочка. Появиться на балу или на приеме без драгоценностей на шее и в прическе было также недопустимо. На улице была необходима шляпка, а летом – еще и зонтик от солнца.

Под платьем – туго шнурованный корсет. Юбка непомерно широкая, под ней специальный каркас – кринолин. Каркас этот был сделан из конского волоса или даже из металлических обручей. К 60-м годам XIX века он из круглого стал овальным, несколько вытянувшись назад. Обувь на каблучке средней высоты. От бедер юбка подбиралась назад и сзади, чуть ниже талии драпировалась в турнюр.

Во второй половине XIX века в определенных кругах интеллигенции женщину стали рассматривать как личность, имеющую свои интересы, убеждения, не связанные с традиционной ролью жены и матери. Семантика внешнего облика нигилистки намеренно подчеркивала ее отрицание устойчивых норм: короткие волосы, очки, свободные небрежные манеры.

Описание нигилисток в газетах 1860-х годов: "Большинство нигилисток лишены женской грации и не имеют нужды намеренно культивировать дурные манеры, они безвкусно и грязно одеты, редко моют руки и никогда не чистят ногти, часто носят очки, стригут (а иногда и бреют) волосы. Они читают почти исключительно Фейербаха и Бюхнера, презирают искусство, обращаются к молодым людям на "ты", не стесняются в выражениях, живут самостоятельно или в фаланстерах и говорят более всего об эксплуатации труда, абсурдности институции семьи и брака, и об анатомии" [2].

Подобные рассуждения можно найти и у Н. С. Лескова: "Сидеть с вашими стриженными грязношеими барышнями и слушать их бесконечные сказки про белого бычка, да склонять от безделья слово "труд", мне наскучило" (*На ножсах*).

Образ барышни, погруженной в научные изыскания, был известен в русской культуре первой половины XIX века и получил обозначение "синий чулок". Суждения писателей второй половины века были гораздо жестче, нежели легкая ирония А. С. Пушкина:

*Не дай мне Бог сойтись на бале
С семинаристом в желтой шали,
Иль с академиком в чепце.*

Начавшееся в европейских странах движение, поставившее целью освободить женщину от корсета, кринолина, а позднее – турнюра с помощью введения в женский гардероб брюк, не могло найти подражательниц в России уже потому, что женские брюки воспринимались здесь как иновещерская (мусульманская) одежда. Эпизоды, связанные с переодеванием в мужское платье Надежды Дуровой, соотносимы с другими общественными и личными обстоятельствами жизни писательницы – героини войны 1812 года. Экстравагантность Жорж Санд не имела подражательниц в России, хотя нельзя отрицать, что интерес к ее личности, литературному творчеству и частной жизни был, несомненно, велик [6].

Первым признаком нигилистки были стриженные волосы. В истории европейской моды Нового времени такое уже случалось, но при особых обстоятельствах. Французские аристократки на так называемых балах жертв, в память о погибших на гильотине родственниках, коротко остригли волосы на затылке в подражание насильственному бритью, которому подвергались осужденные перед гильотинированием. Кроме того, они украсили шею красными ленточками (как след обезглавливания) и дергали головой в знак согласия на танец. Можно заметить на это, что их мода была крайне реалистична. В России 1802-1807 годов стриженные дамские затылки нашли своих последовательниц,

правда, без дергания головой и красной ленточки на шее. Во всей Европе этот период быстро закончился, и длинные волосы, уложенные в сложную прическу, вновь стали лучшим дамским украшением [7].

Анализируя нововведения в костюме женщин, жаждущих "дела", стоит обратить внимание, что такие женщины руководствовались удобствами, необходимыми для занятий физическим трудом. Надо помнить, что кринолин 1850-1860-х годов требовал участия горничных, помогавших натянуть верхнюю юбку на металлический каркас, посторонняя помощь была необходима и для затягивания корсета (в России был распространен французский покрой, который шнуровался сзади); сложные прически из кос и локонов, обязательные для барышни не только аристократического происхождения, невозможно было сделать самой и т. д. Поэтому длинные, "в пол" юбки, сложные прически и корсеты и стали признаком женской несвободы. Некоторые женщины отрезали волосы, "вооружались" вместо вееров очками, отказывались как от корсетов и кринолинов, так и от механических "пажей" – специального устройства, которое позволяло приподнять юбку на улице, чтобы ее не запачкать [3].

Когда тяжелые, многослойные крахмальные нижние юбки заменили металлическими обручами, ничто не препятствовало увеличению ширины юбки, а это означает, что женщины были обречены на существование в особом пространстве. В кринолине нельзя поместиться в небольшой комнате, сидеть на любом имеющемся стуле. Девушки в кринолинах не могли разместиться за столом на дружеской вечеринке. Легкий металлический каркас делал юбку столь подвижной, что дамы всех возрастов привязывали обручи к коленям надежными шнурками, становясь рабынями своих юбок. Без этой меры предосторожности можно было оказаться в неловком положении. Разного рода смешные происшествия сделали кринолин середины XIX века объектом исследования для изучения моральных норм эпохи. Нельзя отрицать, что кринолин, не позволявший приблизиться к женщине, делал ее более

беззащитной, нежели мода прежней эпохи (это связано с особенностями тогдашнего быта, приспособленного для него белья и т. д.). Современные исследователи костюма утверждают, что кринолин "...функционировал и как рекламная упаковка дамской стыдливости, и как тайная проекция мужских страхов и желаний" [2].

Нельзя забывать и о тех женщинах, которые для достижения признаваемого обществом идеала готовы были идти на любые жертвы – мучиться в тисках корсета, спать в папильотках и из заботы о прическе портить книги.

Первые высшие женские учебные заведения в России появились в конце 60-х годов XIX века. В 1869 году начались занятия на Аларчинских курсах в Петербурге и на Лубянских в Москве. Позднее открылись Высшие медицинские курсы и, наконец, в 1878 году – первый женский университет – Бестужевские курсы. Стремящиеся к образованию девушки были людьми особого склада, и это не могло не отразиться на их внешнем облике: "...рядом с косматыми студентами появились – это уже было совершенною новостью – стриженные девицы в синих очках и коротких платьях темного цвета. Внешняя перемена зависела, в сущности, от внутренней, более значительной и радикальной, наложившей свою печать на Москву. Дух "николаевской эпохи" отжил" [4].

Теперь кажется, что в основу новых нарядов легла форма гимназисток или институток, но это не так. Форменные платья благовоспитанных девушек были синие, зеленые, коричневые или серые, в зависимости от устава учебного заведения, с обязательными фартучком и пелеринкой – белой такая пелеринка была только по праздникам. На женских портретах второй половины XIX века мы часто видим их изображенных в скромных темных платьях, и их единственным украшением являются белоснежные воротники и манжеты. Строго говоря, этой моде следовали только образованные женщины, знакомые с произведениями фламандского художника XVII века Ван Дейка, увлечение которым приходится на период историзма в культуре. В

истории костюма даже появился особый термин – воротник "вандик".

Шляпы из Фландрии оставили заметный след в истории костюма. При Карле II в Испании стали подражать головному убору с широкими полями, который носил капитан фламандских гвардейцев Шомберг (отсюда испанское название такой шляпы "чамберга"). Цилиндр – символ буржуазности – тоже родом из Фландрии. Он перекочевал сначала в Англию, затем, вместе с пуританами, – в Америку, а из Нового Света – в революционную Францию.

Восставшая против иноземного владычества Италия стала источником модных идей для революционно настроенной молодежи в России.

Красная рубашка – гарибальдийка – стала опознавательным знаком женщин передовых взглядов. Любопытно, что "революционные" подробности в описании костюмов и причесок "нигилистов" присутствуют только в тех литературных произведениях, авторы которых так или иначе осуждают это движение (*Взбаламученное море* А.Ф. Писемского или *На ножках* Н.С. Лескова). В литературном наследстве Софьи Ковалевской, одной из немногих женщин того времени, сумевшей реализовать свою мечту, более важным является описание душевных переживаний и духовных исканий героини, нежели нарядов или манеры причесываться (повесть *Нигилистка*).

Сознательный аскетизм в одежде, темные цвета и белые воротнички, которым отдавали предпочтение женщины с передовыми взглядами, однажды войдя в обиход, оставались в российской жизни практически всю первую половину XX века, брошкой у горла и скромными кружевными отделками напоминая актрису Стретову с известного портрета Ярошенко.

Позднее облик таких женщин пластически изменился, однако сам психологический тип, требующий постоянного общения с единомышленниками, новых книг и внимания к себе, несомненно, долго еще сохранялся.

1. *Вознесенская А.П.* Образ женщины-нигилистки как отражение смены ценностной парадигмы в культуре России XIX в. // *Общество. Среда. Развитие.* – 2012, № 2. С. 153...156.
2. *Кирсанова Р.М.* Русский костюм и быт XVII-XIX веков. – М.: СЛОВО, 2002.
3. *Романова К.Е., Покровская Е.П.* Традиционный народный костюм в культурно-историческом пространстве России. // *В мире научных открытий.* – 2011, №11. С. 463...472.
4. *Романова К.Е., Рябова О.Н.* Художественный образ в дизайн-проектировании костюма // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.* – 2014, №2. С. 110...112.
5. *Романова К.Е., Рябова О.Н.* Традиции народного костюма в одежде архангельских поморов // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.* – 2014, №3. С. 75...79.
6. *Стайтс Р.* Женское освободительное движение в России: феминизм, нигилизм и большевизм, 1860–1930 / Пер. с англ. – М.: Российская политическая энциклопедия, 2004.
7. *Тишкин Г.А.* Женский вопрос в России. В 50–60 гг. XIX в. – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1984.
8. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

1. *Voznesenskaja A.P.* *Obraz zhenshhiny-nigilistki kak otrazhenie smeny cennostnoj paradigmy v kul'ture Rossii XIX v.* // *Obshchestvo. Sreda. Razvitie.* – 2012, № 2. S. 153...156.
2. *Kirsanova R.M.* *Russkij kostjum i byt XVII-XIX vekov.* – M.: SLOVO, 2002.
3. *Romanova K.E., Pokrovskaja E.P.* *Tradicionnyj narodnyj kostjum v kul'turno-istoricheskom prostranstve Rossii.* // *V mire nauchnyh otkrytij.* – 2011, №11. S. 463...472.
4. *Romanova K.E., Rjabova O.N.* *Hudozhestvennyj obraz v dizajn-proektirovanii kostjuma* // *Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.* – 2014, №2. S. 110...112.
5. *Romanova K.E., Rjabova O.N.* *Tradicii narodnogo kostjuma v odezhde arhangel'skih pomorov* // *Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.* – 2014, №3. S. 75...79.
6. *Stajts R.* *Zhenskoe osvoboditel'noe dvizhenie v Rossii: feminizm, nigilizm i bol'shevizm, 1860–1930* / *Per. s angl.* – M.: Rossijskaja politicheskaja jenciklopedija, 2004.
7. *Tishkin G.A.* *Zhenskij vopros v Rossii. V 50–60 gg. XIX v.* – L.: *Izd-vo Leningradskogo universiteta*, 1984.
8. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

Рекомендована кафедрой технологии и предпринимательства Шуйского филиала ИвГУ. Поступила 16.03.15.

УДК 7.01.1.2: 7.012.23

НАРОДНЫЙ КОСТЮМ КАК ИСТОЧНИК ТВОРЧЕСТВА

NATIONAL COSTUME AS A SOURCE OF CREATIVITY

Л.В. ЕРШОВА, И.Г. СЕДОВА, А.В. ЧЕРОКОВА
L.V. YERSHOVA, I.G. SEDOVA, A.V. CHEROKOVA

(Шуйский филиал Ивановского государственного университета)
 (Shuya (branch) of Ivanovo State University)
 E-mail: ershova_1@bk.ru; irina__sedova@mail.ru; anna.cherokowa@mail.ru

В статье выявляется потенциал народного костюма как источника идей для современного дизайнера. На примере деятельности студенческого объединения "Традиция" авторы рассматривают подходы (системно-комплексный, художественно-эстетический, этнорегиональный, деятельностный) и направления обращения к этому потенциалу при моделировании современной одежды. Особое внимание в статье уделено разработке коллекций на основе исследования и освоения традиционных технологий и создания коллекций - реконструкций; коллекций, отражающих специфику

региональных особенностей силуэта, структуры, технологий исполнения и декорирования; коллекций на основе импровизаций и трансформаций образов зимней традиционной одежды.

The article reveals the potential of the national costume as a source of ideas for the modern designer. On the example of the student association "Tradition" the authors discuss approaches (system-integrated, artistic, aesthetic, ethno-regional, activity) and the direction of access to this potential in modeling modern clothing. Special attention is paid to the development of collections based on research and development of traditional technologies and the creation of collections - reconstructions; collections, reflecting specific regional features the silhouette, structure, technology, performance and decorating; collections based on improvisation and transformation of the image of winter traditional clothing.

Ключевые слова: дизайн, реконструкция, традиция, потенциал народного костюма, региональное и национальное многообразие.

Keywords: design, reconstruction, tradition, potential national costume, regional and national diversity.

В начале XXI века все актуальней становятся тенденции обращения деятелей культуры к национальным художественным традициям как неиссякаемому источнику творческих идей. Это во многом обусловлено пробуждением национального самосознания народа, ориентацией на самоутверждение и дальнейшее развитие современных этнохудожественных культур многонациональной России. К традиционному народному искусству в целом и, в частности, к национальному костюму все чаще обращается мир моды и дизайна.

Это обусловлено рядом причин, среди которых можно назвать такие, как:

– уникальность традиционного народного костюма как явления, содержание которого не ограничивается лишь утилитарной и эстетической функциями. Народный костюм характеризуется полифункциональностью, синтетичностью, высокой духовностью; воплощая в себе модель мира – он космичен; синкретичностью народного костюма, которая обусловлена безраздельным единством самых разных сфер хозяйственно-хозяйственной, трудовой, социальной, культурной деятельности (включая земледелие и возделывание текстильных культур, соответствующие трудовые процессы по обработке текстиля, религиозная, обрядовая, быто-

вая, обрядово-праздничная, досуговая и другие сферы). Помимо этого художественный образ народного костюма складывается на основе синтеза разных видов декоративно-прикладного искусства (ткачество, вышивка, кружевоплетение, бисероплетение и др.);

– региональное и национальное многообразие, многослойность народного костюма несут в себе потенциал для вариативного прочтения и возможности импровизационной трансформации, в силу этого народный костюм является неиссякаемым источником дизайнерских замыслов;

– простота и выразительность кроя элементов народного костюма, сочетающие удобство и красоту, соответствуют тяготению современной моды к выразительной простоте;

– яркость, мажорность цветового решения традиционного костюма при безусловной колористической гармонии делает его безупречным по вкусу и высоким образцом в дизайнерской колористике.

Цель данной статьи – выявить подходы и принципы, на которые может опираться процесс воплощения идей традиционного костюма в моделировании современной одежды.

В первую очередь, в основе дизайнерских проектов на основе народного опыта

должен лежать *системно-комплексный* подход, предполагающий многосторонний учет всех достоинств традиционного костюма, понимание не только его внешнего совершенства и привлекательности, но и глубинных социально-культурных, нравственно-эстетических, экологических и технологических достоинств. *Диалогический* – подход, учитывающий в каждом новом творческом продукте наличие некоего скрепа из мало меняющегося стержня культуры, и признаков, характерных для актуальной культурной среды. В силу этого в современном костюме обнаруживается (хоть и в разных пропорциях) сочетание этих составных, отчего костюм, невзирая на межэтнические и инокультурные влияния, приобретает, как правило, национальный характер. *Этнорегиональный* подход – это ориентация на восприятие особенностей традиционного костюма конкретного региона, конкретного народа в многосторонних связях с природно-географической и культурно-исторической средой. Такой подход может вывести модельера на создание уникальных коллекций, обладающих особым своеобразием, единством стиля, и способствовать формированию авторского почерка мастера. *Художественно-эстетический*, как один из ведущих подходов, предполагает исследование и учет эстетических параметров традиционного прообраза (пропорциональное соотношение целого и частей, пропорции каждого отдельного элемента, их согласование и соразмерность, красоту и особенности силуэта, цветовую гармонию и специфику декорирования). *Деятельностный* подход позволяет преобразовать поисково-исследовательские материалы и выводы в непосредственный продукт моделирования и конструирования современного костюма на основе учета своеобразия народного прототипа [1].

Известны различные направления использования народных традиций в дизайне костюма: образно-ассоциативное переопределение источника; прямое заимствование принципов конструктивного построения в комплексе с ярко выраженной трансформацией элементов кроя одного

или нескольких образцов; частичное или полное использование различных элементов декора и способов декоративного оформления в современной модели. Рассмотрим ряд *принципов* творческого процесса этнодизайна с позиций регионального аспекта, как одного из продуктивных подходов к традициям.

Студия "Традиция", функционирующая на базе Этнохудожественного центра "Истоки" факультета искусств Шуйского филиала Ивановского государственного университета, в течение ряда лет работает в направлении исторической реконструкции и этнодизайна. Одним из ведущих в деятельности студии является принцип историчности. Занятия в студии прежде всего нацелены на исследовательскую работу студентов по сбору и изучению старинных образцов костюма разных регионов, выявление временных границ их бытования, восстановление условий их социальной принадлежности и т. д. Результатом подобной поисковой деятельности становится появление коллекций из моделей, созданных на основе восстановления и реконструкции народных костюмов разных губерний России, максимально приближенных к реальным. И в этом случае действует принцип аутентичности. Здесь важен каждый, на первый взгляд, незначительный штрих, каждая деталь. Опора на этот принцип дает молодому дизайнеру глубокое понимание сущности целостного образа костюма того или иного региона, специфики силуэта и кроя, обоснованности технологии и способов обработки. Для студентов – это школа постижения традиций многонациональной России, без которых не может быть достойных дизайнерских проектов. Следование данному принципу привело к созданию коллекций "Гуляй, Красота, на всю Ивановскую!", художественная идея которой – отражение давней традиции ярмарок на Ивановской земле, куда съезжались гости из разных мест – "себя показать и других посмотреть". Это костюмное многоцветье из Архангельска, Вологды, Ярославля, Владимира, Нижнего Новгорода, Пензы, Тамбова и других регионов вобрала в себя коллекция из одина-

дцати традиционных костюмных комплексов разных губерний России. Каждый костюм – это кропотливый ручной труд, что само по себе ценно с точки зрения приобретения профессионализма и компетентности будущих художников (рис. 1 – коллекция "Гуляй, Красота, на всю Ивановскую!". Студия "Традиция" Шуйского филиала ИвГУ: диплом II степени в номинации "Лучший славянский костюм" IX Международного конкурса высокой моды национального костюма ЭТНО-ЭРАТО. 2008 г.).



Рис. 1

Особое место в деятельности студии "Традиция" занимает поисково-творческая работа по исследованию и воссозданию традиционного народного костюма Ивановского края на основе изучения особенностей кроя, поисков и освоения народных технологий конструирования и шитья, специфики декорирования деталей костюма. Собирая скудные материалы о костюме Ивановского региона, продолжая этнохудожественные традиции своих предков – художников, набойщиков, ткачей, студенты исследуют особенности крашения тканей, изготовления набойных досок (манер и цветов), осваивают старинные технологии ручной ивановской набойки. Результаты исследований и экспериментов находят отражение в разработке коллекций современных костюмов с этническими мотивами (например, коллекция "Лен-ленок") с использованием традиционных технологий декорирования тканей (ручная набойка), с бережным сочетанием мотивов народного костюма и социокультурных традиций

Ивановского региона (рис. 2 – коллекция "Лен-ленок". Студия "Традиция" Шуйского филиала ИвГУ. 2012: Диплом I степени Фестиваля искусств "Студенческая весна - 2012" Шуйского филиала ИвГУ за коллекцию костюмов "Лен-ленок").



Рис. 2

В этом случае проявляется принцип диалогичности. Диалог культур на примере таких костюмов проявляется во взаимодействии и взаимообогащении удаленных друг от друга явлений во времени и в пространстве. Авторы коллекций стремятся сохранить отдельные специфические особенности традиционного силуэта, кроя используемых тканей (ивановских ситцев и льна), материалов для отделки, привнося в современный костюм новые тенденции, способы обработки, стиль и т.д.

Одной из последних разработок "Традиции" является коллекция моделей "Русская зима". Зимние виды одежды на Руси были добротны, богаты и, конечно, разнообразны, что ценно для дизайнеров. В основе проектирования данного направления лежит принцип импровизации и образности. Переработка традиционного материала, его импровизация на основе использования целого ряда выразительных средств (гипербола и приуменьшение, контрасты и нюансы цвета, масштабы и пропорции, динамика и статика, равновесие и асимметрия и т.д.), интеграция в современный дизайн приводят процесс моделирования к продуктивным результатам.

В данную коллекцию входят шесть моделей, выполненных по мотивам зимней одежды Руси. В ней использованы современные ткани – белая смесовая сорочечная ткань Тиси и креп-атлас, вручную расписанные в технике "холодный батик". При выборе ткани учитывался принцип экологичности: состав ткани Тиси 210 г/м² – входит синтетическая и натуральная основа (35% хлопка / 65% полиэстера), не вызывающая аллергических реакций и имеющая отличные гигиенические свойства, что придает ей высокие потребительские качества. Для росписи были выбраны акриловые краски для ткани Decola. Они дают яркие, чистые цвета, легко смешиваются, быстро высыхают, легко растворяются водой, обладают хорошей укрываемостью, при высыхании образуют эластичную, несмываемую пленку.

Для росписи была выбрана холодно-пастельная, зимняя гамма, навеянная холодными зимними оттенками. Ткань для каждого костюма приобретала в ходе росписи специфическую цветовую гамму (изумрудно-голубая, сиренево-фиолетовая, розово-голубая, сиренево-синяя и т.д.), роспись выполнена орнаментальными мотивами, преимущественно растительно-цветочного характера (вариации орнаментальных росписей стен Царских палат Московского Кремля). Расписанная ткань закреплялась термическим способом. В качестве дополнений и украшений костюмов использован искусственный мех и искусственный жемчуг. Нагрудные украшения выполнены из синтетической тесьмы и искусственного жемчуга в технике макраме. Крой и дополнения к костюмам переработаны в соответствии с требованиями современной моды.

На первом этапе создания коллекции была выполнена подготовительная работа по изучению зимних видов одежды России разных регионов и разных времен. В качестве прототипов для моделирования взяты элементы традиционной верхней одежды: шуба Московской Руси XV-XVII веков, зипун (полукафтан) – верхняя одежда у крестьян, боярский кафтан XVII века, ферьязь (вид кафтана с широким подолом и с

длинными, свисающими до земли рукавами), сокольничий костюм времен царя Алексея Михайловича, польский кафтан Петра Великого, охабень – верхняя женская одежда первой половины XVII в.

На втором этапе в результате моделирования были созданы шесть вариантов шубки, каждый из которых имел некоторые наиболее яркие признаки старинной одежды: расклешенная шубка с большим отложным воротником и укороченными рукавами – реглан; приталенная шубка с отрезным подолом до колена, стоячим меховым воротником и расширенным к низу втачным рукавом (модель создана на основе зипуна); приталенная длинная шубка, отрезная по талии, со стоячим меховым воротником и меховым присборенным рукавом с манжетой; расклешенная шубка с косым срезом по подолу и капюшоном (рукав двойной – втачной, короткий из основного материала, удлиненный мехом); приталенная шубка, отрезная по груди, со стоячим меховым воротником и меховым присборенным двойным рукавом с манжетой; приталенная шубка, отрезная по груди, со стоячим меховым воротником и втачным длинным рукавом с прорезями для продевания рук.

Третий этап работы был направлен на разработку лекал и выкроек в соответствии с эскизами. Создание выкройки для будущей модели – это сложный процесс, и здесь на помощь приходит традиционный крой распашных, удлиненных и объемных форм. Силуэты кроя строились на основе вариаций и импровизации с использованием перечисленных выше средств выразительности.

Четвертый этап работы – это выполнение головных уборов и дополнений к костюму. В русском народном костюме женскому головному убору уделялось особое внимание. По нему можно было узнать не только, из какой местности владелица, но и каков ее возраст, семейное положение и социальная принадлежность. Русский традиционный костюм славится многообразием головных уборов, поэтому и наша коллекция дополнена разнообразными и сложными головными уборами,

ВЫВОДЫ

созданными из искусственного меха с аксессуарами из бус и макраме (рис. 3 – коллекция "Русская зима". Студия "Традиция" Шуйского филиала ИвГУ, 2014 г.). Диплом за 1-е место на XVI Международной выставке-конкурсе современного искусства. Название конкурсной работы: "Русская зима". Конкурс художников театра, кино и телевидения. Номинация: Искусство художника по костюму. Профессиональная категория: Профи. Диплом Лауреата Фестиваля искусств "Студенческая весна - 2014" Шуйского филиала ИвГУ за коллекцию костюмов "Русская зима", Диплом участника в Региональном фестивале молодежных театров моды "Мир молодых", 2014 год, Специальный диплом в номинации "Сценический костюм" VII Всероссийского конкурса "Русский костюм на рубеже эпох" в 2014 году). Коллекции были показаны на различных фестивалях (Москва, Ярославль, Тула, Ростов-на-Дону) и получили достаточно высокую оценку, что свидетельствует о верности выбранного направления в творческой деятельности коллектива студентов и преподавателей – участников студии "Традиция".



Рис. 3

Таким образом, традиционный народный костюм – это не только объект истории и культуры, достойный сохранения и изучения. Народный костюм продолжает жить в условиях новых реалий как источник вдохновения современных дизайнеров.

1. Раскрыт потенциал традиционного народного костюма как источника творческих идей для дизайнеров (полифункциональность, синтетичность, духовность, синкретичность, региональное и национальное многообразие, многослойность, простота и выразительность, яркость, мажорность).

2. Обоснован ряд подходов (системно-комплексный, диалогический, художественно-эстетический, этнорегиональный, деятельностный) и принципов (аутентичности, диалогичности, импровизации, образности, экологичности и др.) к использованию потенциала народного искусства в процессе моделирования современного костюма.

3. Рассмотренный в статье опыт деятельности студенческого объединения-студии "Традиция" Этнохудожественного центра Шуйского филиала ИвГУ свидетельствует, что учет выявленных подходов и принципов к изучению народного костюма с опорой на активное использование региональных текстильных традиций позволяют молодым дизайнерам обнаружить в народном костюме неиссякаемый источник творческих идей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ершова Л.В.* Диалог культур как один из важнейших принципов реализации образовательной функции народного искусства: региональный аспект // *Современные проблемы науки и образования.* – 2013, №5; URL: www.science-education.ru/111-10301 (дата обращения: 04.11.2013).

2. *Черокова А.В., Седова И.Г.* Использование современных функций традиционного народного костюма в этнокультурном пространстве России // *Современные проблемы науки и образования.* – 2013, № 5; URL: <http://www.science-education.ru/111-10339> (дата обращения: 15.10.2013).

REFERENCES

1. *Ershova L.V.* Dialog kul'tur kak odin iz vazhnejshih principov realizacii obrazovatel'noj funkcii narodnogo iskusstva: regional'nyj aspekt // *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija.* – 2013, №5; URL: www.science-education.ru/111-10301 (data obrashhenija: 04.11.2013).

2. Cherokova A.V., Sedova I.G. Ispol'zovanie sovremennyh funkcij tradicionnogo narodnogo kostjuma v jetnokul'turnom prostranstve Rossii // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2013, № 5; URL: [http://www.science-](http://www.science-education.ru/111-10339)

[education.ru/111-10339](http://www.science-education.ru/111-10339) (data obrashhenija: 15.10.2013).

Рекомендована кафедрой изобразительного народного и декоративно-прикладного искусства и методики обучения. Поступила 15.06.15.

УДК 687.1.004.12:677.017.56

ИССЛЕДОВАНИЕ СУММАРНОГО ТЕПЛООВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПЕРО-ПУХОВЫХ ПАКЕТОВ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ В РАЗЛИЧНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ*

A STUDY OF THE TOTAL THERMAL RESISTANCE OF THE PEN-DOWN PACKETS OF GARMENTS IN VARIOUS OPERATING CONDITIONS

М.А. ЧИЖИК, Т.М. ИВАНЦОВА, Д.В. ДОРКИН
M.A. CHIZHIK, T.M. IVANTSOVA, D.V. DORKIN

(Омский государственный институт сервиса)
(Omsk State Institute of Service)

E-mail: margarita-chizhik@rambler.ru, ivancova-tm@mail.ru, supermega007dima@mail.ru

Статья посвящена исследованию теплозащитных свойств пакетов швейных изделий с вложением перо-пухового наполнителя в отсеке. Определено влияние массы утеплителя на суммарное тепловое сопротивление в стандартных условиях и при пониженных температурах. Установлена рациональная масса наполнителя, обеспечивающая комфортные условия при эксплуатации одежды в условиях пониженных температур.

The article is devoted to investigation of thermal properties of packages of garments with attachment a feather-down filler compartment. The influence of mass insulation by the total thermal resistance in standard conditions and at low temperatures. Rational weight of the filler, providing a comfortable environment during the operation of the clothes at low temperatures.

Ключевые слова: теплозащитная одежда, пакет швейного изделия, перо-пуховой наполнитель, суммарное тепловое сопротивление, пониженная температура.

Keywords: thermal clothing, pack clothing, feather filler, the total thermal resistance, low temperature.

Современная теплозащитная одежда относится к ряду сложных и характеризуется множеством деталей и узлов, состоящих из различных материалов и их сочетаний. В процессе ее проектирования и производства возникают задачи, обуслов-

ленные необходимостью формирования многокомпонентных систем материалов. Эффективность создания таких систем определяется рациональным подбором и комплектованием материалов в пакеты.

* Данная работа выполнена в рамках базовой части государственного задания в сфере научной деятельности по заданию № 2014/319, проект № 258 на тему: "Разработка механизмов оптимизации использования многокомпонентных систем материалов на предприятиях легкой промышленности".

Особое внимание следует уделить созданию пакетов швейных изделий с перо-пуховым наполнителем, поскольку их теплозащитные свойства будут определяться не только качеством утеплителя, но и его массой, необходимой для обеспечения комфортных условий в холодное время года. Спрос на пуховую одежду в нашей стране остается стабильно высоким, что обусловлено хорошими гигиеническими, эксплуатационными и эстетическими свойствами при доступной стоимости.

Основной задачей при проектировании одежды для защиты от пониженных температур является выбор рационального пакета, обеспечивающего требуемые теплозащитность и комфорт при эксплуатации [1], [2]. В районах Сибири и Крайнего Севера она остается неизменно актуальной.

Вместе с тем практический опыт показывает, что существующие на сегодняшний день принципы формирования перо-пуховых пакетов строятся на субъективной оценке и ограниченной информации об их свойствах. Подбор материалов для швей-

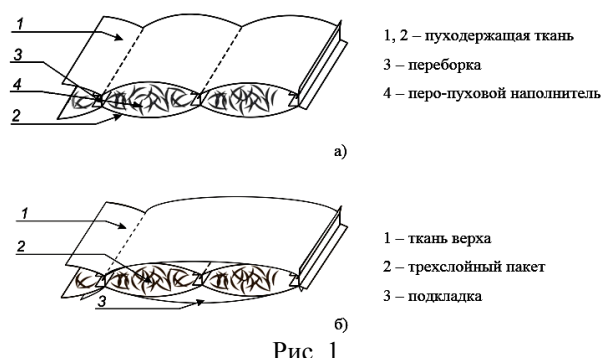
ных изделий зачастую проводится на основе имеющегося опыта и рекомендаций общего характера. Отсутствие конкретных сведений о показателях теплозащитных свойств не позволяет производить их рациональный выбор для одежды, эксплуатируемой в различных климатических условиях.

Теплозащитные свойства зимней одежды зависят от многих факторов и оцениваются чаще всего по суммарному тепловому сопротивлению, которое показывает способность материалов препятствовать прохождению тепла.

Для формирования пакетов были выбраны современные материалы, применяемые при производстве мужской, женской и детской пуховой одежды: основные – курточные ткани; утепляющий слой – гусиный перо-пуховой наполнитель (содержание пера – 15%, пуха – 85%); прокладочный – пуходержащая ткань; подкладочная ткань из полиэфирных нитей (табл.1).

Таблица 1

№ ткани	Наименование материала	Структура и волокистый состав нитей		Плотность (число нитей на 10 см)		Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина, мм	Переплетение
		основы	утка	по основе	по утку			
1	Ткань пуходержащая (Taffeta 290T Cire) – T ₁	НПэф	НПэф	860	560	68	0,08	Полотняное
2	Ткань курточная – T ₂	НПэф	НПэф	310	310	76	0,12	Полотняное
3	Ткань курточная – T ₃	НПэф	НПэф	360	360	100	0,14	Полотняное
4	Ткань курточная – T ₄	НПэф	НПэф	370	370	88	0,13	Полотняное
5	Ткань курточная – T ₅	НПэф	НПэф	370	370	124	0,18	Полотняное
6	Ткань курточная – T ₆	Пр: ВХ, ВПэф	НПэф	200	420	224	0,48	Саржевое
7	Ткань курточная – T ₇	Прх/б	НПэф	400	240	208	0,32	Саржевое
8	Ткань подкладочная – T _п	НПэф	НПэф	320	280	57	0,08	Полотняное



Особенности формирования перо-пуховых пакетов связаны с распределением и закреплением объемного несвязного наполнителя на участках изделия. Традиционно такие пакеты состоят из нескольких слоев материала (оболочки), соединенных ниточной строчкой и образующих отсеки, в которых находится утеплитель. В производстве бытовой одежды чаще всего применяют трехслойную симметричную конструкцию пакета с переборками.

Для проведения исследований были сформированы образцы следующих конструктивных решений (рис. 1).

1. Трехслойный (пакет № 1), включающий два слоя пуходержащей ткани (T_1) и слой перо-пухового наполнителя массой от 2,5 до 20,0 г в отсеке высотой 120 мм (рис. 1-а).

2. Пятислойные (пакеты № 2–7), включающие материал верха, трехслойный

симметричный пакет № 1 с различной массой наполнителя в отсеке и подкладочную ткань (рис. 1-б). При формировании пятислойных пакетов использовались различные ткани верха (T_2 – T_7) и одна и та же подкладочная ткань (T_n).

Характеристика сформированных пакетов одежды представлена в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

№ пакета, условное обозначение	Состав пакета
Пакет № 1 (трехслойный) – Π_1	Трехслойный симметричный пакет из 2-х слоев пуходержащей ткани Taffeta 290T Cire (T_1) и слоя перо-пухового наполнителя с массой от 2,5 до 20,0 г в отсеке (8 образцов с массой утеплителя 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5; 15,0; 17,5; 20,0)
Пакет № 2 (пятислойный) – T_2 - Π_1 - T_n	Ткань курточная № 2 (T_2), трехслойный симметричный пакет № 1 (8 образцов), подкладочная ткань T_n
Пакет № 3 (пятислойный) – T_3 - Π_1 - T_n	Ткань курточная № 3 (T_3), трехслойный симметричный пакет № 1 (8 образцов), подкладочная ткань T_n
Пакет № 4 (пятислойный) – T_4 - Π_1 - T_n	Ткань курточная № 4 (T_4), трехслойный симметричный пакет № 1 (8 образцов), подкладочная ткань T_n
Пакет № 5 (пятислойный) – T_5 - Π_1 - T_n	Ткань курточная № 5 (T_5), трехслойный симметричный пакет № 1 (8 образцов), подкладочная ткань T_n
Пакет № 6 (пятислойный) – T_6 - Π_1 - T_n	Ткань курточная № 6 (T_6), трехслойный симметричный пакет № 1 (8 образцов), подкладочная ткань T_n
Пакет № 7 (пятислойный) – T_7 - Π_1 - T_n	Ткань курточная № 7 (T_7), трехслойный симметричный пакет № 1 (8 образцов), подкладочная ткань T_n

Суммарное тепловое сопротивление определялось по нестандартной методике, разработанной в Омском государственном институте сервиса. Новизна и оригинальность предложенного способа подтверждена патентом на изобретение [3]. Суть методики заключается в измерении времени остывания аккумулятора тепла, помещенного внутрь пакета, в заданном интервале температур и определении суммарного теплового сопротивления. Устройство отличается компактностью, мобильностью и простотой сборки. Значительное преимущество способа заключается в том, что он позволяет проводить испытания в различных климатических условиях.

Исследования сформированных образцов проводили в нормальных условиях ($T=20\pm 2^\circ\text{C}$) и при пониженных (минусовых) температурах, соответствующих осенне-зимнему периоду.

На рис. 2 представлены экспериментальные зависимости суммарного теплового сопротивления пакетов от массы напол-

нителя в стандартных условиях. Полученные результаты показывают, что характер этих зависимостей однотипен. Все пятислойные пакеты при вложении наполнителя от 2,5 г в отсеке имеют $R_{\text{сум}}$ выше $0,5 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$.

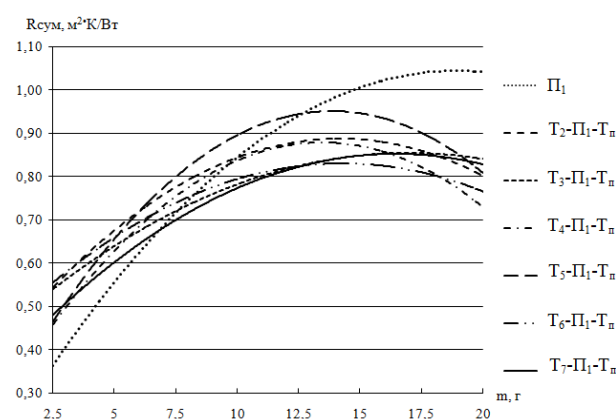


Рис. 2

Установлено, что с вложением наполнителя в отсек до 12,5...15,0 г тепловое сопротивление возрастает, дальнейшее уве-

личение массы приводит к его снижению. Это можно объяснить тем, что с увеличением массы утеплителя (более 15,0 г в отсеке) снижается его пористость и соответственно начинает возрастать составляющая теплопроводности перо-пухового наполнителя и пакета в целом.

Полученные зависимости позволяют определять рациональные пакеты, обеспечивающие необходимый уровень теплозащитных свойств в зависимости от условий эксплуатации и назначения. Согласно ГОСТу 25295–2003 [4] зимняя одежда должна иметь суммарное тепловое сопротивление не менее 0,4 м²·К/Вт при температуре воздуха -5 °С; не менее 0,5 при температуре воздуха -15 °С; не менее 0,6 м²·К/Вт при температуре воздуха -25°С. Таким образом, все сформированные пакеты с массой наполнителя 2,5...5,0 можно эксплуатировать в интервале температур от -5 до -15°С. Вложение утеплителя более 5,0 г в отсеке увеличивает R_{сум} до 0,6...0,7 м²·К/Вт и вы-

ше, что соответствует требованиям, предъявляемым к швейным изделиям при эксплуатации -25°С и ниже.

Как уже было отмечено, разработанный способ определения теплозащитных свойств позволяет проводить испытания в различных условиях, в том числе в условиях пониженных температур. Для исследования были выбраны образцы трех- и пятислойных пакетов, для которых определялось R_{сум} при -5°С, -15°С, -25°С.

В ходе предварительного эксперимента при пониженных температурах было отмечено, что с увеличением массы перо-пухового наполнителя на 2,5 г суммарное тепловое сопротивление пакетов изменяется незначительно, поэтому было принято решение о проведении испытаний образцов с шагом 5,0 г с максимальной массой наполнителя 17,5 г.

В табл. 3 представлены значения R_{сум} для трех- и пятислойных пакетов при различных условиях испытаний.

Таблица 3

Обозначение пакета	Масса утеплителя в отсеке m, г	Суммарное тепловое сопротивление R _{сум} , м ² ·К/Вт			
		нормальные (стандартные) условия (+20 °С)	в условиях пониженных температур		
			-5 °С	-15 °С	-25 °С
П ₁	2,5	0,432	0,360	0,288	0,288
T ₂ -П ₁ -T _п		0,576	0,504	0,432	0,360
T ₃ -П ₁ -T _п		0,576	0,504	0,432	0,432
T ₄ -П ₁ -T _п		0,504	0,504	0,432	0,360
П ₁	7,5	0,720	0,432	0,432	0,360
T ₂ -П ₁ -T _п		0,720	0,576	0,504	0,432
T ₃ -П ₁ -T _п		0,648	0,576	0,504	0,432
T ₄ -П ₁ -T _п		0,720	0,648	0,576	0,504
П ₁	12,5	0,936	0,576	0,504	0,504
T ₂ -П ₁ -T _п		0,936	0,792	0,648	0,504
T ₃ -П ₁ -T _п		0,864	0,648	0,648	0,504
T ₄ -П ₁ -T _п		0,864	0,648	0,648	0,576
П ₁	17,5	1,080	0,792	0,648	0,648
T ₂ -П ₁ -T _п		0,864	0,792	0,720	0,576
T ₃ -П ₁ -T _п		0,864	0,648	0,576	0,576
T ₄ -П ₁ -T _п		0,792	0,720	0,720	0,648

На рис. 3 представлены экспериментальные кривые зависимости суммарного теплового сопротивления трехслойного пакета П₁ от массы наполнителя при пониженных температурах и в стандартных условиях.

Приведенные данные показывают, что при понижении температуры окружающе-

го воздуха значения суммарного теплового сопротивления пакетов снижаются в 1,5...2 раза по сравнению со значениями этого показателя в стандартных условиях. Наибольшее снижение R_{сум} наблюдается при -25°С для всех пакетов. Также установлено, что при температуре от -5 до

-15°C значения данного показателя уменьшаются в пределах от 7 до 20%.

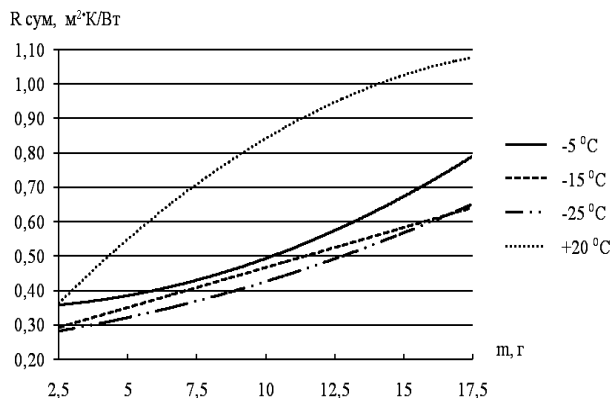


Рис. 3

Анализ представленных результатов позволяет сделать вывод, что по величине суммарного теплового сопротивления все пакеты с перо-пуховым наполнителем удовлетворяют требованиям ГОСТа 25295–2003, предъявляемым к одежде, предназначенной для эксплуатации в условиях пониженных температур. При этом следует отметить, что комфортные условия при эксплуатации одежды от -15°C и ниже будут обеспечиваться теплозащитными системами с массой наполнителя 5,0...15,0 г.

ВЫВОДЫ

1. Исследовано влияние массы перо-пухового наполнителя на теплозащитные свойства пакетов в стандартных условиях и при пониженных температурах. Получены зависимости суммарного теплового сопротивления от массы наполнителя. Установлено, что с увеличением утеплителя в отсеке до 12,5...15,0 г суммарное тепловое сопротивление возрастает, дальнейшее увеличение массы приводит к его снижению. При температурах от -5 до -25°C наблюдается снижение суммарного теплового сопротивления в 1,5...2 раза.

2. Полученные зависимости позволяют формировать рациональные пакеты, обеспечивающие суммарное тепловое сопротивление от 0,504 до 0,936 м²·К/Вт для эксплуатации в осенне-зимний период при различных пониженных температурах. Результаты исследования способствуют ре-

шению ряда практических задач с учетом конкретных экономических, конструктивно-технологических и иных требований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чижик М.А., Иванцова Т.М. Формирование оптимальных пакетов швейных изделий для эксплуатации в условиях пониженных температур // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 3.
2. Чижик М.А., Иванцова Т.М. Особенности формирования пакетов и обеспечение качества одежды с перо-пуховым наполнителем // Мат. Междунар. научн.-практ. конф.: Актуальные проблемы обеспечения качества и конкурентоспособности товаров и услуг в условиях глобализации. – Караганда: КЭУК, 2012. С. 71...74.
3. Патент №2527314. Российская Федерация, МПК G01N 25/18. Способ определения теплозащитных свойств материалов и пакетов одежды / Чижик М.А., Долгова Е.Ю., Иванцова Т.М.; заявитель и патентообладатель Омский гос. ин-т сервиса. – № 2012155407, заявл. 19.12.2012; опубл. 27.08.2014, Бюл. № 24. – 6 с. ил.
4. ГОСТ 25295–2003. Одежда верхняя пальтово-костюмного ассортимента. Общие технические условия. – Взамен ГОСТа 25295–91; Введ. 2006–01–01. – М. : Стандартиформ, 2006.

REFERENCES

1. Chizhik M.A., Ivancova T.M. Formirovanie optimal'nyh paketov shvejnyh izdelij dlja jekspluatacii v uslovijah ponizhennyh temperatur // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 3.
2. Chizhik M.A., Ivancova T.M. Osobennosti formirovanija paketov i obespechenie kachestva odezhdy s peropuhovym napolnitelem // Mat. Mezhhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Aktual'nye problemy obespechenija kachestva i konkurentosposobnosti tovarov i uslug v uslovijah globalizacii. – Karaganda: KJeUK, 2012. S. 71...74.
3. Patent №2527314. Rossijskaja Federacija, MPK G01N 25/18. Sposob opredelenija teplozashhitnyh svojstv materialov i paketov odezhdy / Chizhik M.A., Dolgova E.Ju., Ivancova T.M.; zajavitel' i patentoobladatel' Omskij gos. in-t servisa. – № 2012155407, zajavl. 19.12.2012; opubl. 27.08.2014, Bjul. № 24. – 6 s. il.
4. GOST 25295–2003. Odezhdha verhnjaja pal'tovo-kostjumnogo assortimenta. Obshhie tehicheskie uslovija. – Vzamen GOSTa 25295–91; Vved. 2006–01–01. – M. : Standartinform, 2006.

Рекомендована кафедрой конструирования и технологий изделий легкой промышленности. Поступила 28.10.15.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
КОМПРЕССИОННОГО ДАВЛЕНИЯ
ПОД ЖЕНСКИМИ ПЛАТЬЯМИ СВОБОДНОЙ ФОРМЫ**

**EXPERIMENTAL BASEMENT
OF COMPRESSION PRESSURE PROGNOSIS
UNDER LOOSELY CLOTHES**

В.Е. КУЗЬМИЧЕВ, ЧЖЭ ЧЕН, МЭННА ГО, И.В. ТИСЛЕНКО
V.E. KUZMICHEV, CHGE CHEN, MENNA GO, I.V. TISLENKO

(Ивановский государственный политехнический университет,
Уханьский текстильный университет)
(Ivanovo State Polytechnical University,
Uhan Textile University)
E-mail: kshi@ivgpu.com

Проведены экспериментальные исследования систем "женская фигура-платье" по установлению показателей свойств текстильных материалов, влияющих на возникновение компрессионного давления под одеждой. Показана и доказана целесообразность использования прибора KES-FB-1 для измерения усилия растяжения. Подтверждено существование устойчивых зависимостей между усилиями растяжения, действующими в текстильных оболочках, и возникающим под оболочками компрессионном давлением. Получены математические уравнения для прогнозирования компрессионного давления на мягкие ткани фигур.

The exploration of real systems "women body-dress" have been done to establish the schedule of textile materials properties that are influencing on a compression pressure under clothes. The way of curve "force-tensile" obtaining by KES-FB-1 for the compression prognosis under clothes have been shown and proved. Stable relations are existing between the forces in textile materials tensioned and the pressure compression under the clothes. The equations for the prognosis of compression pressure were obtained.

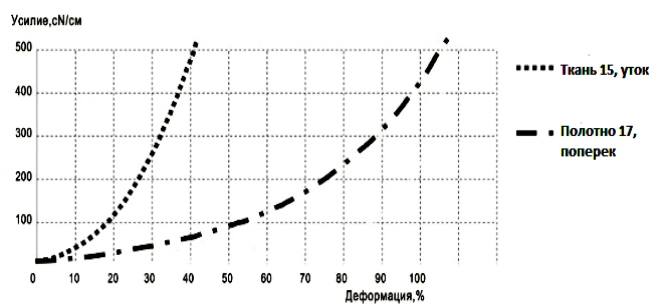
Ключевые слова: одежда, форма, Кавабата, конструктивная прибавка, растяжение, компрессионное давление, прогнозирование.

Keywords: clothes, shape, KES-F, pattern block' ease, tension, compression, prognosis.

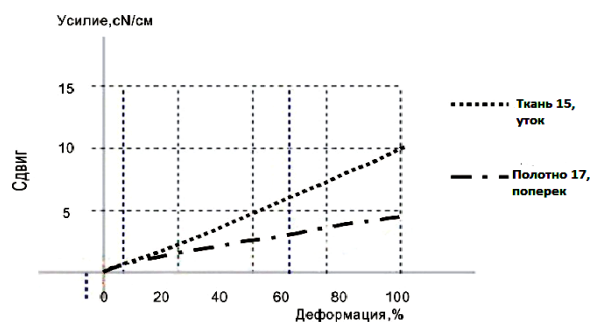
Попытки прогнозирования показателей проектируемой системы "фигура-одежда", в частности, формы одежды или ее способности повторять пластику человеческого тела, предпринимаются давно. Наиболее часто используемыми для прогнозирования формы одежды, даже в последнее время, являются единичные (реже комплексные) показатели свойств текстильных материалов: драпируемость, жест-

кость при изгибе, растяжимость [1], [2]. Для измерения этих показателей предлагают разные методики и приборы, а полученные результаты находят применение в современных САПР для виртуального формообразования одежды [3...5]. Однако несовершенство существующей номенклатуры показателей признано во многих исследованиях.

Наиболее распространенным измерительным комплексом для испытаний тканей и трикотажных полотен является Kawabata Evaluation System for Fabrics (KES-F) (Япония), который с 1983 г. используется для конфекционирования и изучения текстильных материалов, совершенствования технологических процессов с их участием, когда необходимо проследить влияние режимов обработки на изменение показателей механических свойств и состояния поверхности и, самое главное, для прогнозирования поведения реальной одежды [6]. Базовыми для этого комплекса являются одноцикловые характеристики растяжения, сдвига, изгиба, трения и компрессионного сжатия, то есть фундаментальные деформации материалов, достаточные для описания большинства возможных ситуаций в реальной системе "человек – одежда". Показатели механических свойств материалов очень важны с позиций нагрузок, прикладываемых к ним в процессах изготовления и эксплуатации одежды, поскольку видимые изменения являются результатом действия внешних сил гравитации и взаимодействия с фигурой в статическом положении и при выполнении движений. Достоинствами этих показателей являются:



а)



б)

Рис. 1

Как видно из рис.1, кривые "усилие - растяжение" для тканей и трикотажных полотен имеют два линейных участка – в начале и конце, а диаграмма "усилие - сдвиг" является линейной на всей длине. Закономерности возрастания усилий, которые необходимо приложить для удлинения материалов и сдвига элементов его

1) воспроизведение в большинстве тестовых процессов тех условий, которые реально могут возникнуть при эксплуатации одежды и которые можно воспроизвести при ручных манипуляциях [7];

2) возможность построения из единичных показателей систем квалиметрии для конфекционирования материалов по видам одежды [8].

Однако применение результатов KES-F связано с определенными трудностями их использования для моделирования процессов в одежде. Например, из одного и того же материала могут быть изготовлены две модели T-shirt свободной и плотнооблегающей форм (например, с положительными и отрицательными значениями одноименных конструктивных прибавок), которые при эксплуатации могут испытывать разные по величине деформации растяжения и сдвига; однако набор и значения показателей свойств исходных материалов будут одними и теми же. В качестве примера приведены кривые растяжения и сдвига для двух материалов, используемых для изготовления женских платьев (рис. 1 – типичные кривые растяжения (а) и сдвига (б) материалов для женских платьев (ткань 15 и трикотажное полотно17)).

структуры – петельных рядов и столбиков или нитей основы и утка, отражают различия между ними и разные стартовые условия для развития деформационных процессов. Для сравнения напряженного состояния материалов в этих процессах можно принять в качестве критерия величину усилия, необходимого для деформи-

рования проб, например, на 20%: для растяжения необходимы усилия 23...110 сН/см, а для сдвига – на один и даже два порядка меньше 1,9...2,2 сН/см. Поэтому можно предположить о существовании внутри оболочек, покрывающих участки фигур, конкурирующих процессов растяжения и сдвига, на результативность которых будут оказывать влияние величины конструктивных прибавок, пластика и упругость мягких тканей фигуры.

Очевидно, что для моделирования процессов в реальной текстильной оболочке необходимо учитывать малые по величине нагрузки, которые не входят в условия испытаний KES-F. Если условия эксплуатации одежды невоспроизводимы при тестировании материалов на KES-F, то затрудняется объективная оценка вклада стандартизированных показателей в процессы, протекающие внутри системы "фигура-одежда". Поэтому выбор и обоснование номенклатуры показателей, измеряемых на KES-F, до сих пор являются актуальными для совершенствования проектирования одежды и расширения возможностей этих приборов.

Нами предложены дополнительные показатели материалов, измеряемые при растяжении на приборе KES-FB-1, которые соответствуют схемам их деформирования в одежде и позволяют моделировать процессы компрессионного сжатия мягких тканей тела текстильными оболочками. Компрессионное сжатие выбрано в качестве результирующего показателя функционирования систем "фигура-одежда" потому, что оно имеет место практически в любых видах одежды в статике и динамике. Кроме того, для теоретического обоснования и расчета возникающих напряжений, деформаций и компрессионного давления в системе "фигура-одежда", материалы представляют в виде сети конечных элементов. Для обоснования методов и способов расчета давления материала необходимы данные о его деформации, которые к настоящему времени разработаны в [9], [10]. Визуализация физических параметров деформации материала и оказываемого им давления развивается в

трехмерном компьютерном программировании [4], [5], [10]. Вместе с тем остается актуальной экспериментальная проверка теоретических моделей одевания участков фигур текстильными оболочками.

Предложенный нами алгоритм выбора адаптированных показателей и их использования для описания реальных процессов в одежде включает следующие шаги (возможно изменение последовательности шагов и их содержания в зависимости от объема имеющейся информации):

1) экспериментальное исследование систем "фигура-одежда" для установления следующих параметров: условий деформирования текстильной оболочки (например, направления действия и величин усилий, величин растяжения материала L , углов перекоса между основой и утком и др.); компрессионного давления P , оказываемого текстильной оболочкой на мягкие ткани тела при их плотном контакте; эффекта смещения мягких тканей под влиянием оболочки (push-up). Плотный контакт и растяжение материала оболочки являются результатом действия следующих факторов: в одежде свободной формы – после выполнения некоторых движений и динамических изменений длин участков тела, при которых становится невозможным перемещение одежды по поверхности фигуры и вследствие этого возрастает компрессионное давление под одеждой; в малообъемной одежде – из-за запроектированных отрицательных конструктивных прибавок к длинам участков фигуры;

2) экспериментальные исследования текстильных материалов на приборе KES-FB-1 и нахождение по диаграммам "усилие-растяжение" величин усилий F , необходимых для таких растяжений текстильных материалов, которые могут действовать в реальных системах "фигура-одежда" L ;

3) разработка математических моделей для прогнозирования компрессионного давления текстильных оболочек на мягкие ткани тела или эффектов коррекции мягких тканей в виде

$$P = f(F, L), \quad \Delta K = f(F, L), \quad (1)$$

где Р, ЭК – соответственно компрессионное давление текстильной оболочки или эффект коррекции мягких тканей тела в виде их целенаправленного смещения, измеренные в системе "фигура-одежда", кПа или см; F, L – соответственно усилие растяжения и удлинение текстильного материала, измеренные на приборе KES-FB-1, сН/см или %.

Ниже рассмотрено применение алгоритма для прогнозирования компрессионного давления в системах "женская фигура-платье".

В качестве объектов исследований были взяты женские платья, изготовленные из разных материалов и имеющие положительные величины конструктивных прибавок к обхватам груди (1,8...9,8 см), талии (1,8... 5,8 см) и бедер (2,3...10,3 см). При указанных величинах конструктивных прибавок модели платьев имели одинаковую структуру: базовый покрой, одинаковое распределение талиевых вытачек, полуприлегающий силуэт, короткий рукав.

В качестве материалов для платьев выбраны ткани (M15, M16) и трикотажное полотно (M17). Материалы для исследований были выбраны такими, чтобы их основные характеристики структуры и показатели одноосного растяжения представляли возможный диапазон значений, принятый для платьев сезона "весна-лето". Основные характеристики структуры приведены в табл. 1.

Основные характеристики структуры приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

№	Характеристика	Значение для материала		
		M15	M16	M17
1	Вид материала	ткань отбеленная	ткань набивная	трикотажное полотно
2	Поверхностная плотность, г/см ²	88	92	165
3	Переплетение	полотняное	полотняное	ластик
4	Волокнистый состав, %	хлопок 100	хлопок 100	ПЭФ 85, хлопок 15

На первом этапе материалы исследованы на приборе KES-FB-1. Для испытания использовали пробы размером 20×20 см в количестве по 5 штук вдоль основы (вдоль полотна) и утка (вдоль полотна). Испытания проводили при следующих условиях одноциклового растяжения: зажимная ширина 20 см, зажимная длина 5 см, скорость растяжения 0,2 мм/с, максимальное усилие 500 сН/см. Перед испытанием пробы выдерживали в нормальных условиях не менее 24 часов. Все показатели, относящиеся к процессам растяжения и релаксации, рассчитывались автоматически. Определяли базовые стандартизированные показатели (табл.2):

1) относящихся к растяжению пробы:

LT – линейность кривой "усилие-растяжение", равная отношению площади под кривой к общей площади прямоугольного треугольника со сторонами, равными наибольшей нагрузке и наибольшему удлинению;

WT – энергия (работа) растяжения, равная площади диаграммы под кривой растяжения, сН·см/см²;

EMT – относительная деформация удлинения под нагрузкой 500 сН, %.

2) относящихся к релаксации растянутой пробы:

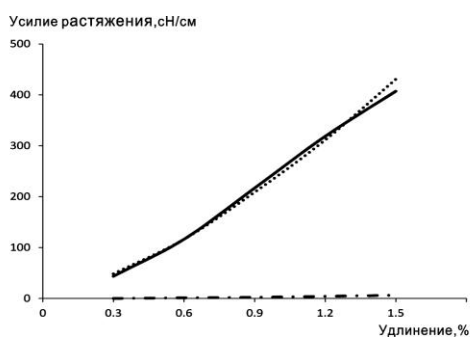
RT – доля упругой деформации, равная отношению площади диаграммы под кривой релаксации к работе растяжения, %.

Для сравнения особенностей растяжения, выбора интервалов удлинения и необходимых для этого усилий были совмещены кривые растяжения всех материалов. Максимальное удлинение материалов было выбрано таким образом, чтобы оно не превышало максимального динамического приращения к размерным признакам женской фигуры (ширинам, обхватам, длинам, дугам) при совершении движений, характерных для повседневной жизни (наклон туловища вперед, сведение рук спереди и сзади и др.).

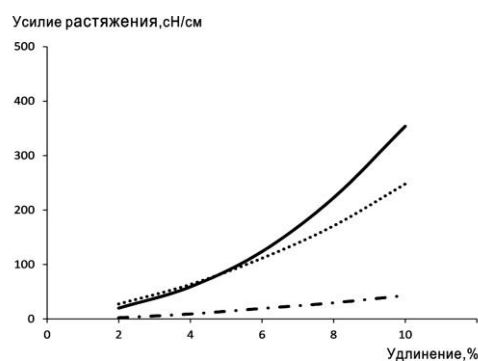
№	Показатель	Основа или вдоль полотна (о)/уток или поперек полотна (у)	Среднее значение показателя для материалов			Коэффициент вариации $C = (\min - \max) / \bar{A}_v$
			ткань М15	ткань М16	трикотажное полотно М17	
1. Базовые показатели						
1	LT	о	0,823	0,82	0,611	0,28
2		у	0,674	0,714	0,567	0,23
3	WT	о	3,7	3,49	24,663	2
4		у	20,3	25,85	43,525	0,78
5	RT	о	57,782	60,3	45,55	0,27
6		у	21,088	22,976	43,858	0,78
7	EMT	о	1,782	1,704	16,148	2,21
8		у	12,062	14,464	30,743	0,98
2. Адаптированные показатели						
Усилие растяжения F(L), сН/см, необходимое для удлинения пробы на величину L						
9	F(0,3)	о	43,5	48,3	0	1,58
10		у	0	2,4	0	1
11	F(0,6)	о	116,2	116,2	1,2	1,48
12		у	2,1	6,5	0	2,26
11	F(0,9)	о	216,8	208,6	2,2	1,24
13		у	4,6	10,8	0	2,11
12	F(1,2)	о	318,5	311,3	4,2	1,49
14		у	8,8	13,5	0,8	1,65
14	F(1,5)	о	407,1	430,7	6,3	2,52
15		у	12,4	19,2	1,3	1,63
16	F(2)	у	19,8	27,2	2	1,54
17	F(4)	у	58,8	63,3	9	43,7
18	F(6)	у	123,6	111,3	19,2	1,23
19	F(8)	у	222,3	170,8	29,5	1,37
20	F(10)	у	353,7	247,7	43	1,45

Полученные общие интервалы по основе (0,3...1,5 % при значениях $EMT_o = 1,704...16,148$ %) и утку (2...10% при значениях $EMT_y = 12,062...30,743$ %) были разбиты на пять участков и на каждом

участке определено усилие растяжения (рис. 2 – совмещенные кривые "усилие растяжения-удлинение" по основе (а) и утку (б) для исследованных материалов).



а)



б)

Рис. 2

Значения усилий растяжения приведены в табл. 2 – как дополнительные адаптированные показатели. Коэффициенты вариации для адаптированных показателей значительно выше, чем для стандартизированных, что свидетельствует о большей изменчивости первых.

На втором этапе было измерено давление под платьями в 13 антропометрических точках фигуры во время выполнения разных движений, сопровождавшихся растяжением материалов и появлением компрессионного давления под ними [11]. Интервал значений давления, измеренного с

помощью датчика FlexiForce, составил 0,12...1,2 кПа. Компрессионное давление измеряли на разных антропометрических и конструктивных уровнях (обхвата груди третьего, обхвата талии, линии сочленения руки с туловищем, низа рукава и др.) параллельно в нескольких антропометрических точках в шести разных позах (наклон

в сторону, наклон вперед, подъем рук, отведение рук назад, выход из автомобиля, подъем по лестнице). Для испытаний были выбраны пять женских фигур с близкими размерными признаками, см: $P = 160$, $O_{г3} = 84$, $O_{т} = 64$, $O_{б} = 90$. Результаты измерения давления приведены в табл. 3 (значения компрессионного давления).

Таблица 3

Антропометрическая точка	Среднее значение давления P, Па, вычисленное в шести позах и для пяти систем "фигура-платье" для разных материалов		
	M15	M16	M17
Передний угол подмышечной впадины	669,4	612,4	427,6
Задний угол подмышечной впадины	898,8	780,2	616,8
Выступающая точка грудных желез	210,8	177,3	120
Точка в подмышечной впадине	1197,7	1033	788,6
Точка ниже лопаточной точки на уровне обхвата груди третьего	851,9	500,8	338
Точка спереди на уровне талии	495,3	450,4	339,1
Точка сбоку на уровне талии	465,7	419,3	276,8
Точка сзади на уровне талии	452,7	406	232,2
Выступающая точка ягодиц	417,8	340,3	205,4
Плечевая точка	548,6	498,4	393,6
Точка по низу рукава спереди	367,2	348,1	287,6
Точка по низу рукава сбоку	596,5	565,1	458,5
Точка по низу рукава сзади	148	132,3	113,2
Среднее арифметическое значение	563,1	481,8	353,6

Примечание. Объем выборки - 25.

На третьем этапе был проведен корреляционный анализ между показателями свойств материалов из табл. 2 и компрессионным давлением, измеренным под платьями из этих же материалов. Коэффици-

енты парной корреляции между показателями растяжения материалов и компрессионным давлением платьев на мягкие ткани приведены в табл. 4.

Таблица 4

Группа показателей	Показатель	Коэффициенты парной корреляции	
		основа (вдоль полотна)	уголок (поперек полотна)
Базовые	LT	0,9198	0,7763
	WT	-0,9113	-0,983
	EMT	-0,913	-0,9561
	RT	0,8387	-0,9424
Адаптированные	F(0,3)	0,8747	0
	F(0,6)	0,9149	0,4169
	F(0,9)	0,928	0,5194
	F(1,2)	0,9228	0,7036
	F(1,5)	0,8938	0,6957
	F(2)	-	0,7574
	F(4)	-	0,8822
	F(6)	-	0,953
	F(8)	-	0,988
	F(10)	-	0,9973

Примечание. Критическое значение коэффициента корреляции составляет 0,950 для доверительной вероятности 95% и $n = 3$.

Видно, что самая тесная связь компрессионного давления существует со следующими показателями, которые по сниже-

$$[F(10)_y - F(8)_y - WT_y - EMT_y - F(6)_y] - [F(0,9)_o - F(1,2)_o - LT_o - F(0,6)_o - EMT_o - WT_o].$$

Тесные связи существуют с адаптированными показателями, измеренными при растяжении на 10%. Меньшие значения усилий растяжения оказывают не столь выраженное влияние на компрессионное давление. Базовые показатели EMT, измеренные под нагрузкой 500 сН, не имеют таких тесных связей с компрессионным давлением, как адаптированные. Модель с наивысшей адекватностью для прогнозирования компрессионного давления платьев на фигуру имеет вид:

$$P = 0,0008 F(10)_y + 0,33, \quad (2)$$

где P – компрессионное давление под напряженной текстильной оболочкой, кПа; $F(10)_y$ – усилие, необходимое для растяжения текстильного материала по утку (поперек полотна) на 10%, сН/см.

Полученная зависимость предназначена для прогнозирования давления в системе "женская фигура – платье полуприлегающего силуэта" на этапе конфекционирования материалов и его симуляции в системах виртуальной примерки.

Таким образом, показана эффективность применения нового показателя – усилия растяжения материалов, равного $214,7 \pm 91,0$ сН/см и необходимого для их удлинения на 8...10% – для прогнозирования компрессионного давления платьев на мягкие ткани тела.

ВЫВОДЫ

1. Показана и доказана возможность измерения малых усилий растяжения текстильных материалов на приборе KES-FB-1.

2. Подтверждено существование устойчивых зависимостей между усилиями растяжения, действующими в текстильных оболочках, и возникающим под оболочками при компрессионном давлении. Получены математические уравнения для про-

гнозирования компрессионного давления одежды свободной формы на мягкие ткани тела. Установлено, что условиями для наиболее точного прогнозирования компрессионного давления являются: усилие растяжения $214,7 \pm 91$ сН/см и растяжение на 8...10%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чагина Л.Л. и др. Разработка методики конструирования льняных трикотажных изделий и ее реализация в системе T-FLEX CAD // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 4.
2. Кочанова Н.М. и др. Разработка математического аппарата для конструктивного моделирования чертежей в соответствии с желаемой формой втачных рукавов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 6.
3. САПР "Гербер" // <http://www.gerber-technology.com>
4. САПР "Оптитекс", <http://www.optitex.com>
5. САПР "Лектра", <http://www.lectra.com>
6. <http://english.keskato.co.jp/products>
7. Niwa M., Kawabata S., Ishizuka K. Recent Developments in Research Correlating Basic Fabric Mechanical Properties and the Appearance of Men's Suits. Objective Evaluation of Apparel Fabrics: edited by R.Postle, S. Kawabata, M. Niwa. – The Textile Machinery Society of Japan, Osaka, 1983. P. 67...82.
8. Harwood R.J., Weedall P.J., Carr C. The use of the Kawabata Evaluation System for product development and quality control // Coloration: The demands of the 90's held at the University of Leeds. 14-16 September 1988.
9. Seo H, Kim SJ, Cordier F, Hong K. Validating a cloth simulator for measuring tight-fit clothing pressure. In: Bruno L, Dinesh M, editors. Proceedings of the 2007 ACM Symposium on Solid and Physical Modeling, Tsinghua University, Beijing, June 04–06, 2007.
10. Analysis of Clothing Pressure on the Human Body. Takaya Kobayashi, Shuya Oi, Masami Sato. 2011 SIMULIA Customer Conference.
11. Guo M. Pressure and comfort perception in the system "female body-dress" // AUTEX Research Journal, 2013, September, vol. 13, №. 3, P. 71...78.

REFERENCES

1. Chagina L.L. i dr. Razrabotka metodiki konstruirovaniya l'njanyh trikotazhnyh izdelij i ee realizaci-

ja v sisteme T-FLEX CAD// Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, № 4.

2. Kochanova N.M. i dr. Razrabotka matematicheskogo apparata dlja konstruktivnogo modelirovanija chertezhej v sootvetstvii s zhelaemoj formoj vtachnyh rukavov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №6.

3. SAPR "Gerber" // <http://www.gerber-technology.com>

4. SAPR "Optiteks", <http://www.optitex.com>

5. SAPR "Lektra", <http://www.lectra.com>

6. <http://english.keskato.co.jp/products>

7. Niwa M., Kawabata S., Ishizuka K. Recent Developments in Research Correlating Basic Fabric Mechanical Properties and the Appearance of Men's Suits. Objective Evaluation of Apparel Fabrics: edited by R.Postle, S. Kawabata, M. Niwa. – The Textile Machinery Society of Japan, Osaka, 1983. P.67...82.

8. Harwood R.J., Weedall P.J., Carr C. The use of the Kawabata Evaluation System for product development and quality control // Coloration: The demands of the 90's held at the University of Leeds. 14-16 September 1988.

9. Seo H, Kim SJ, Cordier F, Hong K. Validating a cloth simulator for measuring tightfit clothing pressure. In: Bruno L, Dinesh M, editors. Proceedings of the 2007 ACM Symposium on Solid and Physical Modeling, Tsinghua University, Beijing, June 04–06, 2007.

10. Analysis of Clothing Pressure on the Human Body. Takaya Kobayashi, Shuya Oi, Masami Sato. 2011 SIMULIA Customer Conference.

11. Guo M. Pressure and comfort perception in the system "female body-dress" // AUTEX Research Journal, 2013, September, vol. 13, №. 3, R. 71...78.

Рекомендована кафедрой конструирования швейной одежды. Поступила 10.06.15.

УДК 621.569.92.041

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДРОССЕЛЕЙ
КОМПРЕССИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН**

**THEORETICAL DETERMINATION OF DIAGNOSTIC PARAMETERS
OF THE TECHNICAL CONDITION
OF THE CHOKE COMPRESSION REFRIGERATING MACHINES**

А.В. КОЖЕМЯЧЕНКО, Ю.Г. ФОМИН, М.А. ЛЕМЕШКО, А.В. НОВИКОВ, Т.П. ТУЦКАЯ
A.V. KOZHEMJACHENKO, YU.G. FOMIN, M.A. LEMESHKO, A.V. NOVIKOV, T.P. TUTSKAYA

(Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)
Донского государственного технического университета, г. Шахты Ростовской области,
Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)
(Institute of the Service Sector and Businesses (branch) Don State Technical University, Shakhty,
Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute)

E-mail: vova1572@rambler.ru; lem-mikhail@ya.ru; corppi@yandex.ru; ameli168@mail.ru

В статье выполнен анализ причин засорения капиллярных трубок в процессе эксплуатации герметичных агрегатов компрессионных холодильных машин и теоретически определены допустимые величины степени их засорения.

This article gives an analysis of the causes clogging of the capillary tubes during operation of hermetic units compression refrigerating machines and theoretically determined the admissible values of the degree of clogging.

Ключевые слова: холодильная машина, эксплуатационные примеси, засорения, предельно-допустимые значения.

Keywords: refrigerating machine, operating impurities, contamination, maximum permissible values.

Целью настоящей работы является теоретическое определение предельно-допустимых значений перепада давления рабочей среды, создаваемого наличием эксплуатационных загрязнений внутри дросселей герметичного агрегата [1], [2],

вызывающих изменение проходимости и температурного уровня его подсистем [3].

Теоретический анализ работы дроссельного элемента (капиллярной трубки) проводили с учетом изменения его проходимости.

На рис. 1 (— — — — жидкое состояние хладона; — — — — парожидкостное состояние хладона; ♦ — ♦ — ♦ — газообразное состояние хладона) показаны процессы изменения состояния хладона в капиллярной трубке в i - $\lg P$ диаграмме [4], [5].

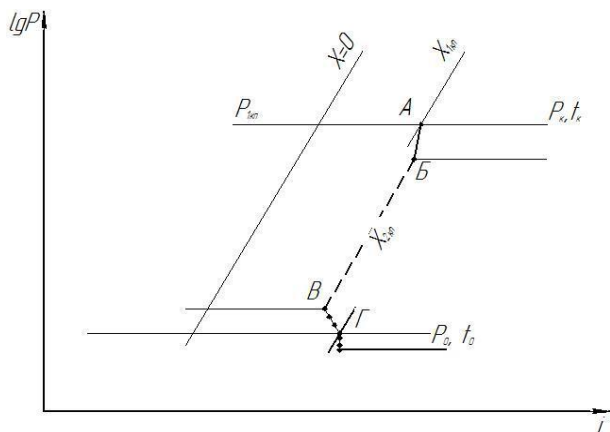


Рис. 1

На участке АБ хладон находится в жидком состоянии, на участке БВ – в парожидкостном состоянии, а на участке ВГ хладон находится в газообразном состоянии.

Фазовое состояние хладона на каждом из трех участков может быть математически представлено следующим образом.

Полагаем, что на участке АБ истечение жидкого хладона соответствует закону сплошного потока жидкости, то есть обычному гидродинамическому потоку. Выделив элементарный участок, составляем уравнение равновесия всех сил, действующих на поток жидкого хладона:

$$F_1 - F_2 - F_3 = 0,$$

где F_1 – сила давления; F_2 – сила тяжести; F_3 – сила инерции жидкого хладона.

Сила давления F_1 потока хладона элементарного участка определяется по следующей формуле:

$$F_1 = PdS = \rho\pi D dL_p, \quad (1)$$

где P – давление жидкости; dS – площадь элементарного участка; D – диаметр капиллярной трубки; dL_p – длина элементарного участка.

Силу тяжести жидкости определим по формуле:

$$F_2 = m_{ж}g = \frac{\rho\pi D^2}{4dL_p}g, \quad (2)$$

где $m_{ж}$ – масса жидкости; g – ускорение свободного падения; ρ – плотность жидкого потока.

Сила инерции жидкого хладона определяется по формуле:

$$F_3 = m_{ж} \frac{dV}{dt}, \quad (3)$$

где $\frac{dV}{dt}$ – ускорение жидкого хладона.

Учитывая формулы (1) ... (3), получаем:

$$\rho\pi D dL_p - \frac{\rho\pi D^2}{4dL_p}g - m_{ж} \frac{dV}{dt} = 0,$$

или

$$\rho\pi D dL_p - \rho \frac{\pi D^2}{4} dL_p g - \rho \frac{\pi D^2}{4} dL_p \frac{dV}{dt} = 0,$$

где $\rho \frac{\pi D^2}{4} \frac{dL_p}{dt}$ – массовый расход жидкого хладона.

Обозначая $\rho \frac{\pi D^2}{4} \frac{dL_p}{dt} = \mu$, получим:

$$\rho\pi D dL_p - \rho \frac{\pi D^2}{4} dL_p g - \mu dV = 0. \quad (4)$$

Интегрируем уравнение (4):

$$\rho\pi D \int dL_p - \rho \frac{\pi D^2}{4} g \int dL_p - \mu \int dV = C.$$

Общим интегралом является выражение:

$$\rho\pi D L_p - \rho \frac{\pi D^2}{4} L_p g - \mu V = C,$$

или

$$L_p \left(\rho\pi D - \rho \frac{\pi D^2}{4} g \right) - \mu V = C. \quad (5)$$

Задаемся начальными условиями $L_p = L_{p0}$; $V = V_0$ и подставляем их в уравнение (5):

$$L_p \left(\rho \pi D - \rho \frac{\pi D^2}{4} g \right) - \mu V = L_{p0} \left(\rho \pi D - \rho \frac{\pi D^2}{4} g \right) - \mu V_0,$$

$$\rho \pi D (L_p - L_{p0}) - \rho \frac{\pi D^2}{4} g (L_p - L_{p0}) - \mu (V - V_0) = 0.$$

Обозначая $L_p - L_{p0} = \Delta L_p$; $V - V_0 = \Delta V$,
имеем:

$$\rho \pi D \Delta L_p - \rho \frac{\pi D^2}{4} g \Delta L_p - \mu \Delta V = 0,$$

или

$$\rho \pi D \Delta L_p = \mu \Delta V + \rho \frac{\pi D^2}{4} g \Delta L_p,$$

откуда:

$$\rho = \frac{1}{\pi D} \left(\frac{\mu \Delta V}{\Delta L_p} + \rho \frac{\pi D^2}{4} g \right).$$

Для участка БВ составляем соотношение падения давления парожидкостной смеси к падению давления жидкого хладагента. При этом принимаем модель течения парожидкостной смеси гомогенной, так как в этом случае двухфазный поток рассматривается как однофазная жидкость.

Тогда имеем:

$$\frac{\Delta P_{см}}{\Delta P_{ж}} = 1 + \frac{\rho' - \rho''}{\rho''} x,$$

где $\Delta P_{см}$ – падение давления парожидкостной смеси на участке БВ; $\Delta P_{ж}$ – падение давления жидкого хладагента на участке АБ; ρ' – плотность пара; ρ'' – плотность жидкости; x – массовый расход паросодержания.

Массовый расход паросодержания вычисляем по формуле:

$$x = \frac{G''}{G_{см}} = \frac{G''}{G'' + G'}, \quad (7)$$

$$L_{p0} \left(\rho \pi D - \rho \frac{\pi D^2}{4} g \right) - \mu V_0 = C. \quad (6)$$

Учитывая уравнения (5) и (6), получим:

где G'' – массовый расход пара; G' – массовый расход жидкости; $G_{см}$ – массовый расход парожидкостной смеси.

Учитывая выражение (7), имеем:

$$\frac{\Delta P_{см}}{\Delta P_{ж}} = 1 + \frac{\rho' - \rho''}{\rho''} \cdot \frac{G''}{G'' + G'}.$$

Отсюда:

$$\Delta P_{см} = \Delta P_{ж} \left(1 + \frac{\rho' - \rho''}{\rho''} \cdot \frac{G''}{G'' + G'} \right).$$

Давление газа на участке ВГ определим по формуле:

$$P_{г} = P_{ж} - \frac{2\tau}{R},$$

где $P_{г}$ – давление газа на участке ВГ; $P_{ж}$ – давление жидкости на участке АБ; R – радиус кривизны капиллярной трубки; τ – удельная энергия поверхности парожидкостной смеси.

Удельную энергию поверхности парожидкостной смеси определяем согласно эмпирической зависимости:

$$\tau = \tau_0 \left(1 - \frac{T}{T_{кр}} \right)^{\frac{11}{9}}, \quad (8)$$

где τ – коэффициент, зависящий от температуры хладагента в жидком состоянии; T – температура хладагента в жидком состоянии; $T_{кр}$ – критическая температура хладагента R12.

Учитывая формулу (8,) получаем:

$$P_r = P_{ж} - \frac{2\tau_0}{R} \left(1 - \frac{T}{T_{кр}}\right)^{\frac{11}{9}}.$$

Температура на отдельных участках капиллярной трубки определяется из выражения:

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - v) = RT,$$

откуда:

$$T = \frac{\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - v)}{R},$$

где P – давление на участках; V – объем хладона; T – температура на отдельном участке; R – газовая постоянная; a и v – постоянные, зависящие от $P_{кр}$ и $V_{кр}$ хладона.

Длина участка АБ определяется из уравнения пленкопередачи через цилиндрическую поверхность:

$$L_{AB} = \frac{\theta \left(\frac{1}{\alpha_1 d_{вн}} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_n}{d_{вн}} + \frac{1}{\alpha_2 d_n} \right)}{\pi(t_{ж} - t_0)},$$

где α_1 – коэффициент теплопередачи от парожидкостной смеси к внутренним поверхностям капиллярной трубки; α_2 – коэффициент теплопередачи от внутренней поверхности всасывающего патрубка к пару; $D_{вн}$ – внутренний диаметр всасывающего патрубка; D_n – наружный диаметр всасывающего патрубка; λ_1, λ_2 – коэффициенты теплопроводности материала капиллярной трубки и всасывающего патрубка; $t_{п.с}$ – температура парожидкостной смеси хладона; $t_{пар}$ – температура пара хладона, проходящего по всасывающему трубопроводу; θ – количество тепла, которое отводится от парожидкостной смеси.

где $t_{ж}$ – температура жидкого хладона; t_0 – температура окружающей среды; d_n – наружный диаметр капиллярной трубки; $d_{вн}$ – внутренний диаметр капиллярной трубки; α_1 – коэффициент теплопередачи от жидкого хладона к внутренней поверхности капиллярной трубки; α_2 – коэффициент теплопередачи от наружной поверхности капиллярной трубки к окружающей среде; λ – коэффициент теплопроводности материала капиллярной трубки; θ – количество тепла, которое отводится от жидкого хладона к окружающей среде.

Температуру внутренней поверхности в °С определяем по формуле:

$$t_{вн} = t_{ж} - \frac{\theta}{\alpha_1 d_{вн} \pi \ell}.$$

Температуру наружной поверхности определяем из выражения:

$$t_n = t_0 - \frac{\theta}{\alpha_2 d_n \pi \ell}.$$

Длина участка БВ определяется по формуле:

$$L_{БВ} = \frac{\theta \left(\frac{1}{\alpha_1 d_{вн}} + \frac{1}{2\lambda_1} \ln \frac{d_n}{d_{вн}} + \frac{1}{2\lambda_2} \ln \frac{D_n}{d_n} + \frac{1}{2\lambda_2} \ln \frac{D_{вн}}{d_n} + \frac{1}{\alpha_2 D_{вн}} \right)}{\pi(t_{п.с} - t_{пар})},$$

Длину участка ВГ определим по формуле:

$$L_{ВГ} = \frac{\theta \left(\frac{1}{\alpha_1 d_n} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_{вн}}{d_n} + \frac{1}{\alpha_2 d_{вн}} \right)}{\pi \Delta t},$$

где Δt – разность температур окружающей среды и газообразного хладона; θ – количества тепла, подводимое извне к поверхности капиллярной трубки.

Холодопроизводительность чистой капиллярной трубки на участках определяется по формуле:

$$Q_k = G_a C_p \Delta T,$$

где G_a – массовый расход хладагента на соответствующих участках; C_p – теплоемкость хладагента на соответствующих участках; ΔT – разность температур хладагента на соответствующих участках.

Составим соотношение холодопроизводительности чистой и засоренной капиллярной трубки:

$$\frac{Q'_k}{Q_k} = \frac{G'_a \Delta T'}{G_a \Delta T} \leq 7\% ,$$

откуда:

$$\Delta T = \frac{G'_a \Delta T'}{0,07 G_a} . \quad (9)$$

ВЫВОДЫ

Выражение дает возможность определять предельно допустимое значение ΔT , при котором герметичный холодильный агрегат считается работоспособным, а также обеспечивает получение диагностического параметра, характеризующего остаточную годность бытовой холодильной машины, находящейся в стадии эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кожмяченко А.В.* Влияние загрязнений на работоспособность герметичных агрегатов бытовых холодильников и повышение их эксплуатационных характеристик при ремонте: Дис....канд. техн. наук. – М., 1988.

2. *Кожмяченко А.В., Лемешко М.А., Рукаевич В.В.* Диагностирование технического состояния бытовых холодильных приборов // Изв. вузов Сев.-Кавказский регион, Технические науки. – 2011, №4. С. 110...115.

3. *Кожмяченко А.В., Болгов И.В.* Факторы, влияющие на долговечность фильтр-осушителей герметичных агрегатов бытовых холодильников // Сб. научн. тр. – Московский технологический институт, вып. 61, 1986. С. 8...12.

4. *Розенфельд Л.М., Ткачев А.Г.* Холодильные машины и аппараты. – М.: Госторгиздат, 1962.

5. *Якобсон В.Б.* Малые холодильные машины. – М.: Пищевая промышленность, 1977.

REFERENCES

1. *Kozhemjachenko A.V.* Vlijanie zagrjaznenij na rabotosposobnost' germetichnyh agregatov bytovyh holodil'nikov i povyshenie ih jekspluatacionnyh harakteristik pri remonte: Dis....kand. tehn. nauk. – M., 1988.

2. *Kozhemjachenko A.V., Lemeshko M.A., Rukasevich V.V.* Diagnostirovanie tehničeskogo sostojanija bytovyh holodil'nyh priborov // Izv. vuzov Sev.-Kavkazskij region, Tehničeskije nauki. – 2011, №4. S. 110...115.

3. *Kozhemjachenko A.V., Bolgov I.V.* Faktory, vlijajushhie na dolgovechnost' fil'trosushitelej germetichnyh agregatov bytovyh holodil'nikov // Sb. nauchn. tr. – Moskovskij tehnologičeskij institut, vyp. 61, 1986. S. 8...12.

4. *Rozenfel'd L.M., Tkachev A.G.* Holodil'nye mashiny i apparaty. – M.: Gostorgizdat, 1962.

5. *Jakobson V.B.* Malye holodil'nye mashiny. – M.: Pishhevaja promyshlennost', 1977.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильного отделочного оборудования ТИ ИВГПУ. Поступила 30.01.15.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ГЛАВНОГО ВАЛА
ТКАЦКОГО СТАНКА СТБ**

**EXPERIMENTAL RESEARCH
OF THE ANGULAR VELOCITY
OF MAIN SHAFT OF LOOM STB**

А.А. ДЖОМАРТОВ
A.A. JOMARTOV

(Институт механики и машиноведения им. У.А. Джолдасбекова, Алматы)
(Institute of Mechanics and Mechanical Engineering named after U.A. Dzholdasbekov, Almaty)
E-mail: legsert@mail.ru

В статье приводятся экспериментальные исследования угловой скорости главного вала ткацкого станка СТБ. Измерения проводятся с помощью точного замера времени, за которое вал поворачивается на один и тот же эталонный угол. Для экспериментального исследования использовали фотодатчики со встроенными усилителями тока, а в качестве регистрирующего прибора – частотомер. Для более точного анализа экспериментальных результатов предлагается строить совмещенный график угловой скорости главного вала с циклограммой механизмов ткацкого станка СТБ.

The paper presents the experimental research of the angular velocity of main shaft of loom STB. Measuring the angular speed of the main shaft of the loom STB conducted using an accurate measurement of time for which the shaft is rotated by one and the standard angle. For the experimental research were applied the photosensors with integrated amplifiers current, and as a recording device cymometer. To improve the analysis of the experimental results, we proposed to build a combined graph of the angular velocity of main shaft with timing diagram of mechanisms loom STB.

Ключевые слова: ткацкий станок СТБ, главный вал, циклограмма, фотодатчик, частотомер.

Keywords: loom STB, main shaft, timing diagram, photosensor, cymometer.

При изучении динамики ткацкого станка СТБ необходимо иметь информацию об изменениях угловой скорости главного вала и влиянии на нее различных факторов. К таким факторам, в первую очередь, относятся: законы изменения приведенных моментов инерции движущихся частей ткацкого станка, изменения сил сопротивления, механическая характеристика двигателя и др. Зная закон изменения угловой скорости главного вала ткацкого станка $\omega = \omega(\alpha)$ или $\omega = \omega(t)$, можно оценить

неравномерность его вращения, найти угловые ускорения, необходимые для анализа динамики отдельных механизмов.

Для более детального анализа влияния отдельных механизмов станка-автомата на характер закона изменения угловой скорости главного вала станка $\omega = \omega(\alpha)$, необходимо строить совмещенные графики с циклограммой наиболее нагруженных механизмов [1]. Совмещенные графики с циклограммой механизмов станка дают возможность: определять изменения угло-

вой скорости на переходных (разбег, выбег) и установившемся режимах движения станка совместно с циклограммой работы механизмов станка-автомата; определять влияние отдельных механизмов (путем их отключения) на колебания угловой скорости главного вала совместно с циклограммой работы механизмов станка-автомата.

Существует много различных методов и устройств для измерения угловой скорости вращающихся звеньев, для которых применяются датчики различных типов [3], [4]. Датчики могут быть контактными и бесконтактными, непрерывного и импульсивного действия. По принципу работы они подразделяются на реохордные, индукционные, фотодатчики, вибродатчики и пр. Каждый из указанных типов датчиков обладает теми или иными достоинствами, в зависимости от устройства датчика. Для них необходимо применять соответствующий комплекс измерительно-регистрирующей аппаратуры и математический аппарат при обработке данных. При выборе типа датчика необходимо в каждом конкретном случае исходить из условий проводимого эксперимента и требований, предъявляемых к точности получаемых результатов.

Рассмотрим метод измерения средней угловой скорости главного вала ткацкого станка СТБ с применением импульсного датчика. Независимо от типа этого датчика средняя скорость определяется по формуле:

$$\omega_j = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t_j}, \quad (1)$$

где $\Delta\alpha$ – заданный угол; Δt_j – измеряемый отрезок времени.

Выражение (1) можно использовать для измерения скоростей, если на выбранном участке угловое перемещение считать изменяющимся по линейному закону. В противном случае возникают трудности, связанные с вычислением погрешности усечения, так как с уменьшением угла погрешность округления возрастает.

$$L_n^{(1)}(x) = f(x_0, x_1) + [(x - x_0) + (x - x_1)]f(x_0, x_1, x_2),$$

Если на главный вал установить реохордный датчик углового перемещения и не учитывать влияние используемого гальванометра, то угловое перемещение равно:

$$K_y y(t) = \alpha(t), \quad (2)$$

где $y(t)$ – осциллограмма записей углового перемещения вала; $\alpha(t)$ – измеряемое перемещение; K_y – масштаб записей.

Пусть выражение (2) рассматривается как первый член продифференцированного интерполяционного многочлена Ньютона в равностоящих точках:

$$\omega_0 = K_y y_0^{(1)} = \frac{K_y}{h} (y_1 - y_0), \quad (3)$$

где h – шаг дифференцирования.

Погрешность $y_0^{(1)}$ представляется как сумма погрешности округления и усечения. Можно показать, что суммарная погрешность минимальна, когда $h = h_{cp}$ и выполняется условие:

$$\frac{h}{2} f^{(2)}(\eta) \approx \frac{1}{2h} \Delta^2 y_0 \approx \frac{\varepsilon_y}{h}, \quad (4)$$

где $\frac{h}{2} f^{(2)}(\eta)$ – погрешность усечения; $\Delta^2 y_0$ – абсолютная величина разности второго порядка; ε_y – абсолютная погрешность округления ординат осциллограммы.

Если выражение (3) записать в ином виде, удобном для определения производной в средней точке, то порядок вычислений поднимается на единицу:

$$\omega_1 = K_y y^{(1)} = K_y \frac{y_2 - y_1}{2h} + O(h^{p+1}). \quad (5)$$

Указанное повышение точности вытекает из формул численного дифференцирования многочлена Ньютона для неравных промежутков:

когда второе слагаемое правой части рассматривается как остаточный член. Если точка x рассмотрена симметрично относительно x_0, x_1 , то она является корнем уравнения $(x - x_0) + (x - x_1) = 0$, а остаточный член (5) обращается в нуль.

При вычислении одной и той же производной формулы с большим числом дают больший порядок точности. Однако они

$$\alpha_2^{(1)} = K_y y_2^{(1)} = \frac{K_y}{h} \left[\left(1 + \frac{1}{r^p + 1}\right)(y_3 - y_1) - \frac{0,5}{r^p - 1}(y_4 - y_2) \right],$$

где r – величина наращивания шага; p – порядок точности вычисления производных.

$$\alpha_2^{(1)} = H_y y_2^{(1)} = \frac{K_y}{2h} [1,33(y_3 - y_1) - 0,166(y_4 - y_0)].$$

Приведем результаты измерения угловой скорости главного вала ткацкого станка СТБ, проведенного с помощью точного замера времени, за которое вал поворачивается на один и тот же эталонный угол. Средняя угловая скорость вращения вала в этом угле определяется как отношение угла поворота ко времени этого поворота. Вследствие малости эталонного угла (менее 5°) считаем угловую скорость внутри указанного участка постоянной.

При исследовании неравномерности вращения главного вала этим способом применялись фотодатчики со встроенными усилителями тока, а в качестве регистрирующего прибора – частотомер ЧЗ-33. На главный вал станка был закреплен диск с радиально расположенными прорезями, с помощью которых формировался сигнал, подаваемый на фотодатчик угловой скорости (рис. 1). Датчик угловой скорости 2 представляет собой фотоэлектронный импульсный преобразователь со встроенным усилителем сигнала. При вращении главного вала равномерно расположенные радиальные прорези диска 1 поочередно открывают путь лучу от лампочки 4 к фотодиоду 3, который преобразует импульсный световой сигнал в электрический, усилива-

громоздки и требуют высоких порядков, и часто не могут быть использованы, так как осциллограммы записей не отличаются высокой точностью. Поэтому для дальнейшего повышения порядка точности можно использовать формулы низкой точности, а затем упростить результат методом Рунге [5] по формуле:

Интервал $[t_0, t_4]$ разбивается на четыре равные части t_0, t_1, t_2, t_3 и проводится расчет при $p=2, r=2$.

емый по току встроенным катодным повторителем. Усиленный сигнал передается на регистрирующую аппаратуру.

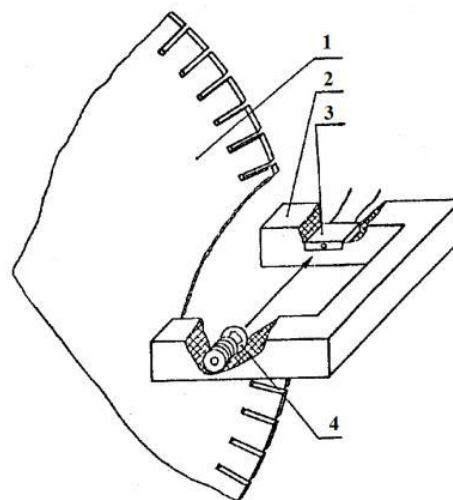


Рис. 1

При измерении угловой скорости главного вала используют два жестко скрепленных друг с другом с помощью винта датчика. В этом случае необходимо строго фиксировать угловое расстояние между фотодиодами датчиков относительно центра вращения главного вала. Прорези диска 1, за исключением одной, заклеиваются.

Так как диск жестко соединен с главным валом станка, то каждой прорези соответствует строго определенное положение главного вала. Открывая щели по порядку и изменяя временной интервал между импульсами двух датчиков, можно найти усредненные значения скорости вращения главного вала, близкие к мгновенным, по формуле

$$\omega = \frac{1}{\Delta t} \arctg \frac{\ell}{r_1}, \quad (6)$$

где ℓ – расстояние между фотодатчиками; r_1 – расстояние от центра вращения до фотодиода; Δt – время отсчета.

Известно, что в системе формирования сигнала точность тем выше, чем больше отношение расстояния между датчиками к ширине щели диска. Ширина щели ограничена размерами световоспринимающего слоя фотодиода. Чем точнее совпадают эти размеры, тем меньше время импульса, которое в нашем случае является абсолютной погрешностью.

С другой стороны, усредненные значения угловой скорости будут тем ближе к мгновенным, чем меньше отношение ℓ к r_1 , что следует из формулы (6).

Величина r_1 ограничивается только конструктивными особенностями исследуемого механизма и должна выбираться максимально большой. Расстояние же между датчиками ℓ , с одной стороны, желательно увеличить, а с другой – уменьшить. Известно, что при формировании сигнала минимально допустимое отношение расстояния между датчиками к ширине щели равно десяти. Из циклограммы работы можно заключить, что усреднение скорости в пределах 5° поворота главного вала не скажется на качественной картине.

Количественная же оценка показала, что погрешность не превысит 10% от значения мгновенной скорости.

Для замера интервала времени между импульсами датчиков угловой скорости использовали электронный частотомер ЧЗ-33, работавший импульсами от одного из датчиков и останавливающийся по при-

ходу импульса от второго датчика. Для каждого из положений главного вала проводили 25 равнозначных независимых измерений.

Проведено экспериментальное определение угловой скорости главного вала ткацкого станка СТБ4-175КН с заправкой: основа №20, х/б; уток №8, х/б.

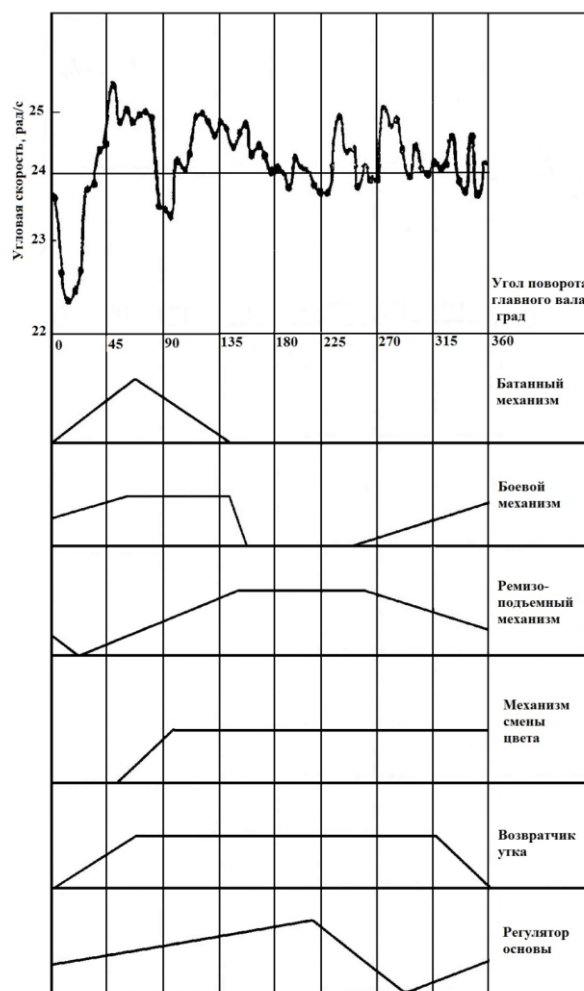


Рис. 2

На рис. 2 показан совмещенный с циклограммой работы отдельных механизмов ткацкого станка СТБ график угловой скорости главного вала $\omega = \omega(\alpha_{\text{гл.в.}})$. Как видно из совмещенного графика $\omega = \omega(\alpha_{\text{гл.в.}})$ (рис. 2), наибольшие колебания угловой скорости главного вала происходят в диапазоне от 0 до 140° по циклограмме работы станка. Именно на этом участке происходит интенсивная работа батанного механизма, боевого механизма,

ремизоподъемного механизма, механизма смены цвета, возвратчика утка, регулятора основы.

ВЫВОДЫ

1. Совмещенный график угловой скорости главного вала с циклограммой работы механизмов ткацкого станка СТБ позволяет выявить наиболее нагруженные механизмы и скорректировать ход экспериментальных исследований согласно циклограмме работы станка СТБ.

2. Для снижения коэффициента неравномерности вращения главного ткацкого станка СТБ предлагается уменьшить люфты между роликами и кулачками в батанной коробке.

3. Для снижения динамических нагрузок в батанном механизме: не закручивать торсионный вал боевого механизма на угол более 30 градусов; не превышать угол раскрытия зева ремизоподъемным механизмом на угол более 22 градусов; уменьшить люфты в шестернях основного регулятора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уалиев Г.У., Джомартов А.А. Динамика механизмов ткацких станков-автоматов СТБ. – Алматы, 2003.
2. Коритыцкий Я.И. и др. Приборы и установки для исследования текстильных машин. – М.: Машгиз, 1958.
3. Джолдасбеков У.А., Уалиев Г.У., Гецевлев В.Г. Методические пособия по экспериментальным методам исследования машин. – Алма-Ата, 1975.
4. Тензометрия в машиностроении: Справочное пособие / Под ред. Р.А. Макарова. – М.: Машиностроение, 1975.
5. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М., 1978.

REFERENCES

1. Ualiev G.U., Dzhomartov A.A. Dinamika mehanizmov tkackih stankov-avtomatov STB. – Almaty, 2003.
2. Koritysskij Ja.I. i dr. Pribory i ustanovki dlja issledovanija tekstil'nyh mashin. – M.: Mashgiz, 1958.
3. Dzholdasbekov U.A., Ualiev G.U., Gecelev V.G. Metodicheskie posobija po jeksperimental'nyh metodam issledovanija mashin. – Alma-Ata, 1975.
4. Tenzometrija v mashinostroenii: Spravochnoe posobie / Pod red. R.A. Makarova. – M.: Mashinostroenie, 1975.
5. Kalitkin N.N. Chislennye metody. – M., 1978.

Рекомендована Ученым советом РГП. Поступила 04.04.15.

УДК 677.023:62-83

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА
МЕХАНИЗМОВ НАМОТКИ СНОВАЛЬНЫХ ВАЛОВ***

**MATHEMATICAL MODELING
OF THE WARPING BEAMS WINDING
MECHANISMS' ELECTRIC DRIVE SYSTEM**

В.Ф. ГЛАЗУНОВ, А.А. РЕПИН, Ю.А. РОДИОНОВ
V.F. GLAZUNOV, A.A. REPIN, JU.A. RODIONOV

(Ивановский государственный энергетический университет)
(Ivanovo State Power University)
E-mail: office@ispu.ru

Приведена структурная схема математической модели системы координированного управления электроприводом укатывающего вала в зависимости от угла поворота сновального вала, а также переходные процессы в системе электропривода.

A block diagram of the pressure beam electric drive control system's mathematical model which coordinated to the warping beam's rotating angle as well as transients in the electric drive system are given.

Ключевые слова: электропривод, сновальный вал, укатывающий вал, математическая модель.

Keywords: electric drive, warping beam, pressure beam, mathematical model.

Увеличение многодвигательности является важным фактором совершенствования технологического оборудования и расширения его технологических возможностей.

Так, в сновальном оборудовании установка электродвигателя на механизм уплотняющего вала позволяет координировать его движение в зависимости от угла поворота сновальной паковки и обеспе-

чить стабилизацию ее технологических параметров [1], [2].

Рассмотрим построение и математическую модель одного из возможных вариантов [3] такой системы электропривода, обеспечивающей координированное движение механизмов сновального и укатывающего валов, принцип действия которой иллюстрируется функциональной схемой, представленной на рис. 1.

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-19-00972).

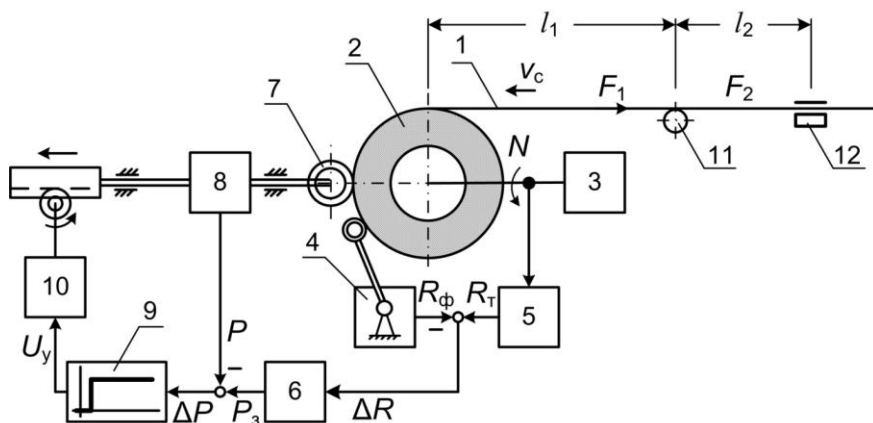


Рис. 1

Здесь в процессе намотки основы 1 на сновальную паковку 2 с помощью электропривода 3 механизма сновального вала наблюдается отклонение фактического радиуса R_ϕ паковки, измеряемого датчиком радиуса 4, от его теоретического значения R_τ , вычисляемого блоком 5 в соответствии с формулой спирали Архимеда [1] на основе информации о толщине основы и числе оборотов N сновального вала и соответствующего равномерной плотности намотки.

Полученная разность $\Delta R = R_\tau - R_\phi$ подается на блок 6 задания давления на паковку 2 укатывающего вала 7, измеряемого датчиком давления 8. Управляющий отводом укатывающего вала сигнал $\Delta P = P_3 - P$, где P_3 и P – сигналы, соответствующие заданному и текущему значениям давления, подается на релейный блок 9, коммутирующий напряжение управления U_y на входе электропривода укатывающего вала 10, соответственно включая его отвод при $P > P_3$.

Для привода механизма сновального вала используется асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором, получающий питание от преобразователя частоты с векторным регулированием координат [4]. Механизм укатывающего вала, работающий в кратковременном режиме, приводится в движение асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором,

скорость которого регулируется преобразователем частоты [5], [6].

С целью упрощения анализа при разработке математической модели системы электропривода сделаем следующие допущения:

- скольжение между основой и поверхностью мерильного вала отсутствует;
- зависимость натяжения основы от скорости ее движения представляется линейной;
- все процессы нагружения основы протекают в области упругих и положительных деформаций;
- распределенные по длине силы трения нитей основы о воздух и направляющие элементы представляются сосредоточенными в точке на расстоянии l_2 от мерильного вала (рис. 1).

На рис. 2 представлена развернутая структурная схема системы координированного управления электроприводами механизмов сновального 1 и укатывающего 2 валов.

С целью анализа системы электропривода и в связи с невозможностью точного описания процесса сжатия слоев наматываемой основы, обусловленного действием ее натяжения и случайных факторов, учтем их косвенно изменением параметра α_ϕ спирали Архимеда (рис. 1), в соответствии с которым формируется фактический радиус $R_\phi = R_0 + \alpha_\phi N$, где R_0 – начальный радиус намотки.

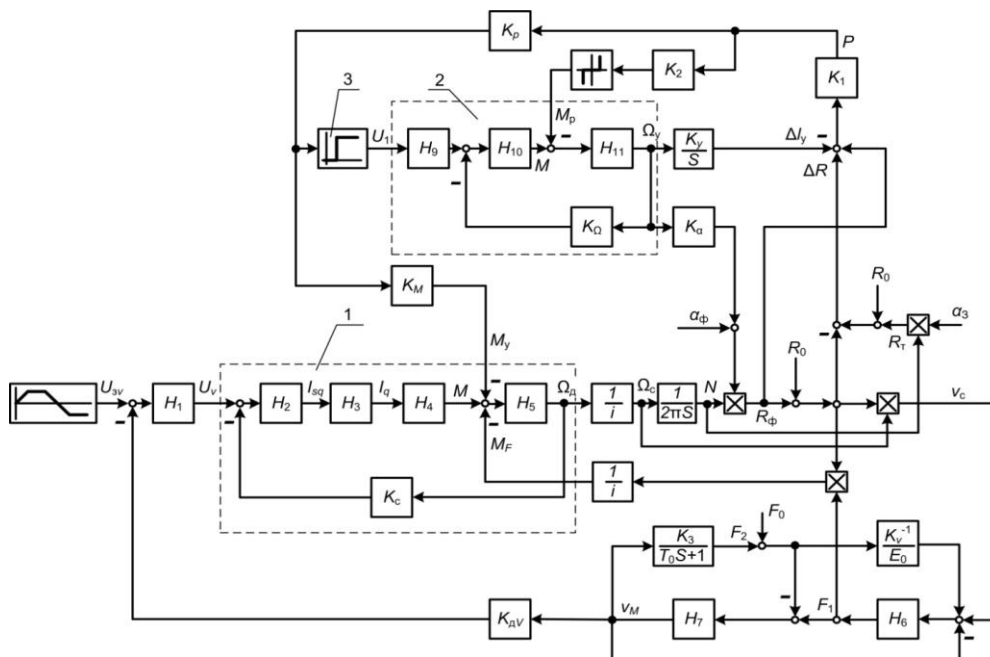


Рис. 2

Теоретический радиус R_T рассчитывается аналогично при заданном значении параметра α_3 . Разность $\Delta R = R_T - R_{\phi}$ является задающим сигналом для системы электропривода укатывающего вала, замкнутой по давлению P в контакте валов. При этом электродвигатель 2 укатывающего вала отводит его от катушки шагами при включении реле 3, поддерживая заданное значение ΔR .

Таким образом, в процессе моделирования имеется возможность выполнить анализ системы электропривода при любых возможных на практике значениях параметров спирали Архимеда α_{ϕ} и α_3 .

С учетом введенных ранее в [2] обозначений передаточные функции регуляторов системы электропривода сновального вала и контура тока статора его электродвигателя представлены в табл. 1.

Таблица 1

№	Наименование	Обозначение	Передаточная функция
1	Регулятор скорости v_c основы	$H_1(s)$	$\frac{U_v(s)}{(U_{3v} - U_1)} = k_{pv} + \frac{1}{T_p s}$
2	Регулятор реактивной составляющей I_{qs} тока статора	$H_2(s)$	$\frac{I_{sq}(s)}{(U_v - k_c \Omega_c)(s)} = k_{p\Omega} + \frac{1}{T_{\Omega} s}$
3	Эквивалентная ПФ контура тока статора	$H_3(s)$	$\frac{I_q(s)}{(I_{q3} - I_q)(s)} = \frac{1/k_{дт}}{2T_{кт} s + 1}$

Здесь k_{pv} , $k_{p\Omega}$, $k_{дт}$ – коэффициенты усиления регуляторов скорости, реактивной составляющей тока статора и обратной связи по току; T_p , T_{Ω} , $T_{кт}$ – постоянные времени регуляторов, с.

Передаточные функции электродвигателей и преобразователей механизмов сновального и укатывающего валов имеют вид:

$$H_4(s) = \frac{M(s)}{I_q(s)} = \frac{3p_{\Pi} L_m \Psi_r}{2L_r},$$

где p_{Π} , L_m , L_r , Ψ_r – соответственно число пар полюсов, взаимная индуктивность обмоток статора и ротора, индуктивность обмотки ротора, Гн; потокосцепления ро-

тора, Вб; электродвигателя сновального вала.

$$H_5(s) = \frac{\Omega_d(s)}{(M - M_F - M_y)(s)} = \frac{1}{J_{пр} s},$$

где $J_{пр}$ – приведенный к валу электродвигателя момент инерции механизма сновального вала, кг·м²; M , M_y , M_F – соответственно момент на валу электродвигателя и моменты, создаваемые уплотняющим валом и натяжением основы, Н·м.

В процессе намотки сновального вала изменяется давление на него укатывающего вала и его момент нагрузки. Определенное в соответствии с методикой силового взаимодействия валковых пар [7] значение момента M_y от параметров сновального вала имеет вид:

$$\Delta M_c = 0,12 \frac{R_c P}{i_p B} \sqrt{\frac{P(1-\mu^2)}{BR_y E_0}},$$

где P – давление укатывающего вала на намотку, Н; R_y , R_c – соответственно радиусы укатывающего и сновального валов, м; B , E_0 – ширина основы, м, и модуль упругости, отнесенный к ее ширине, Н/м; μ – коэффициент Пуассона; i_p – передаточное отношение редуктора.

$$H_6(s) = \frac{F_1(s)}{(v_c - v_m + F_1 k_v^{-1})(s)} = \frac{E_0 k_v}{T_c s + 1},$$

где F_1 , F_2 – соответственно натяжение основы в зоне деформации между мерильным и сновальным валами и на ее входе, Н; E_0 – модуль упругости основы, приведенный к ее ширине, Н/м; v_m – скорость основы на поверхности мерильного вала, м/с; $T_c = \frac{\ell_1}{v_c}$; ℓ_1 – длина основы в зоне деформации, м.

$$H_7(s) = \frac{v_m(s)}{F_1(s) - F_2(s)} = \frac{R_m^2}{J_m s},$$

где J_m – приведенный к валу электродвигателя момент инерции мерильного вала, кг·м²;

$$H_8(s) = \frac{F_2(s)}{v_m(s)} = \frac{k_3}{T'_c s + 1},$$

где $T'_c = \frac{\ell_2}{v_c}$; ℓ_2 – длина основы между мерильным валом 11 и точкой приложения силы трения 12, м (рис. 1).

Передаточные функции электропривода укатывающего вала [6]:

$$H_9(s) = \frac{\omega(s)}{U_y(s)} = k_{пч} \frac{2\pi}{p_n},$$

где $k_{пч}$ – коэффициент усиления преобразователя частоты; U_y – напряжение управления, В; p_n – число пар полюсов обмотки статора двигателя; ω – частота напряжения на выходе преобразователя, рад/с.

$$H_{10}(s) = \frac{M(s)}{(\omega - k_\Omega \Omega_d)(s)} = \frac{2 \frac{M_k}{s_k}}{T_m s + 1},$$

где Ω_d – частота вращения вала электродвигателя, рад/с; k_Ω – коэффициент усиления обратной связи по скорости, В·с/рад; M_k , s_k – соответственно критические момент, Н·м, и скольжение; T_m – электро-механическая постоянная времени электродвигателя, с.

$$H_{11}(s) = \frac{\Omega_y(s)}{(M - M_p)(s)} = \frac{1}{J_y s},$$

где J_y – приведенный к валу электродвигателя суммарный момент инерции укатывающего и сновального валов, кг·м²; M_p – статический момент на валу электродвигателя, создаваемый механизмом укатывающего вала, Н·м.

Разработанная в соответствии со структурной схемой (рис. 2) математическая модель системы электропривода механизмов сновального и укатывающего валов реализована в программном комплексе MATLAB Simulink.

На рис. 3 приведены расчетные кривые переходных процессов при пуске системы электропривода и в процессе намотки, ил-

люстрирующие работу механизмов укатывающего и сновального валов.

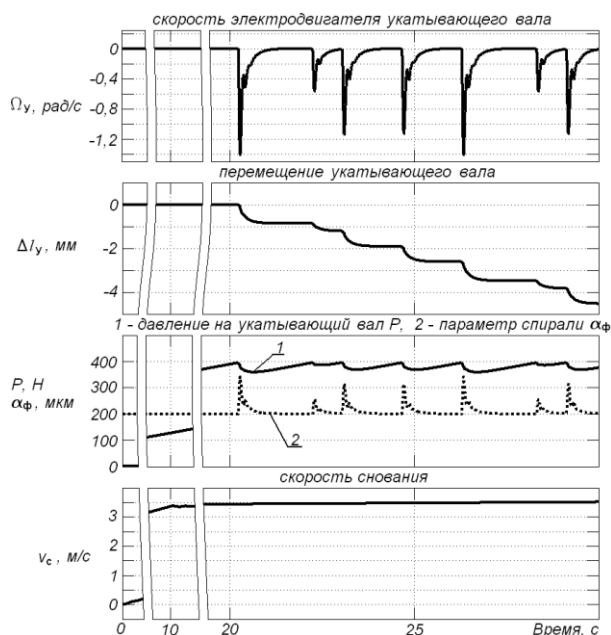


Рис. 3

Основные параметры системы:

Электродвигатель сновального вала 4A132S4Y3, $P_n = 7,5$ кВт; $U_n = 220$ В; $I_n = 15$ А; $\Omega_n = 150$ рад/с. Преобразователь частоты серии ЭПВ.

Электродвигатель укатывающего вала 4H88Y3 $P_n = 0,15$ кВт; $U_n = 220$ В; $\Omega_n = 73$ рад/с; $I_n = 0,65$ А. Преобразователь фирмы Mitsubishi FRD720S-014-EC/220.

Параметры элементов структурной схемы:

$J_M = 0,02$ кг·м²; $R_M = 0,053$ м; $l_1 = 3$ м; $l_2 = 0,56$ м; $R_c = 0,4$ м; $i_p = 1,2$; $E_0 = 6 \cdot 10^3$ Н/м; $F_0 = 80$ Н; $\Delta M_c = 6,57$ Нм; $K_p = 0,01$ В/Н; $K_M = 0,013$ Нм/м; $K_y = 0,038$; $K_3 = 4,85$ Н·с/м; $K_\Omega = 0,06$ В·с/рад; $K_c = 1$ В·с/рад; $K_{dv} = 1$ В·с/м; $T_0 = 0,6$ с.

ВЫВОДЫ

Разработана математическая модель регулируемого асинхронного электропривода механизмов сновального и укатывающего валов, обеспечивающих намотку сновальной паковки под контролем давления на нее укатывающего вала, координи-

рованного с углом поворота сновального вала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кутин А.Ю. Проектирование текстильных паковок рулонного типа и методы их воспроизводства. – Иваново: Научно-производственный центр "Стимул", 2006.
2. Глазунов В.Ф., Виноградов А.Б., Шишков К.С. Асинхронный электропривод механизма формирования сновальных валов // Вестник ИГЭУ. – 2011. Вып. 1, С. 83...87.
3. Патент № 2439218. Российская Федерация. Устройство управления формированием сновальных валов / Глазунов В.Ф. Патентообладатель ИГЭУ. 2010145553/12. Заявл. 09.11.2010. Опубл. 10.01.2012, бюлл. № 1.
4. Виноградов А.Б. Векторное управление электроприводами переменного тока. – Иваново: ИГЭУ, 2008.
5. Автоматизированный электропривод промышленных установок / Под общ. ред. Г.Б. Онищенко. – М.: РАСХН, 2001.
6. Фираго Б.И., Павлячик Л.Б. Теория электропривода. – Минск: ЗАО "Техноперспектива", 2004.
7. Фомин Ю.Г., Ларионов С.В., Ларионова М.Д. Основы теории, конструкция и расчет валковых машин. – Ч. 1. – Изд-во Иваново, 1999.

REFERENCES

1. Kut'in A.Ju. Proektirovanie tekstil'nyh pakovok rulonnogo tipa i metody ih vosproizvodstva. – Ivanovo: Nauchno-proizvodstvennyj centr "Stimul", 2006.
2. Glazunov V.F., Vinogradov A.B., Shishkov K.S. Asinhronnyj jelektroprivod mehanizma formirovanija snoval'nyh valov // Vestnik IGJeU. – 2011. Vyp. 1, S. 83...87.
3. Patent № 2439218. Rossijskaja Federacija. Ustrojstvo upravlenija formirovanijem snoval'nyh valov / Glazunov V.F. Patentoobladatel' IGJeU. 2010145553/12. Zajavl. 09.11.2010. Opubl. 10.01.2012, bjull. № 1.
4. Vinogradov A.B. Vektornoe upravlenie jelektroprivodami peremennogo toka. – Ivanovo: IGJeU, 2008.
5. Avtomatizirovannyj jelektroprivod promyshlennyh ustanovok / Pod obshh. red. G.B. Onishhenko. – M.: RASHN, 2001.
6. Firago B.I., Pavljachik L.B. Teorija jelektroprivoda. – Minsk: ZAO "Tehnoperspektiva", 2004.
7. Fomin Ju.G., Larionov S.V., Larionova M.D. Osnovy teorii, konstrukcija i raschet valkovykh mashin. – Ch. 1. – Izd-vo Ivanovo, 1999.

Рекомендована кафедрой ЭП и АПУ. Поступила 20.01.16.

УДК 338.45

**ВОЗМОЖНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ
В ТЕКСТИЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ**

**THE POSSIBILITY OF INTRODUCTION
OF ECOLOGICAL AND ENERGY SAVING TECHNOLOGY
IN TEXTILE POWER ENGINEERING**

Р.М. АЛОЯН, А.Б. ПЕТРУХИН, В.Н. ФЕДОСЕЕВ
R.M. ALOYAN, A.B. PETRUKHIN, V.N. FEDOSEEV

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: 4932421318@mail.ru

В статье изложены основные положения по использованию возобновляемых источников энергии для кондиционирования воздуха в помещениях производственного и непроизводственного назначения на примере текстильных предприятий. Описан опыт ИВГПУ в разработке, изготовлении и испытании на текстильных предприятиях опытного образца воздушного теплового насоса. Сформулированы основные его преимущества.

In the article the basic conditions for the use of renew-renewable sources of energy for air conditioning in the premises and non-production on the example of the textile enterprises. Describes the experience IVGPU in the development, manufacture-manufacture and testing in the textile enterprises experienced the way Central air heat pump. Formulated their main advantage-society.

Ключевые слова: тепловой насос, кондиционирование воздуха, отопление, вентиляция, экологичность, компактность, автономность, технологичность.

Keywords: heat pump, air conditioning, heating, ventilation, environmental friendliness, compactness, autonomy, adaptability.

Исходя из структуры себестоимости текстильной продукции, доля энергосбережения текстильных предприятий сегодня в рыночных условиях стоит на втором месте после расхода сырья. Инновационные пути совершенствования технологий производ-

ства выпускаемой текстильной продукции не успевают (отстают) за ростом инфляции и тарифов. Учитывая высокое энергопотребление в текстильной промышленности, необходимо обратить внимание на то, что сегодня в энергетике происходит массовое

обновление основных технологий в направлении использования возобновляемых источников энергии.

Следует отметить, что энергетическое хозяйство любого самостоятельного текстильного производства представляет собой комплекс подотраслей, обеспечивающих функционирование инженерной инфраструктуры, достаточно энергоемких, таких как теплоснабжение, энергоснабжение, электроснабжение, водопровод, канализация и т.д. Основными направлениями энергосбережения применительно к условиям текстильной и легкой промышленности является разработка технологических решений и мероприятий, позволяющих снизить потребление различных видов энергии или обеспечить более экономное ее использование [1...4].

Кондиционирование воздуха, применяемое в промышленных помещениях, предназначено для поддержания температуры и влажности воздуха на определенном уровне. Система кондиционирования воздуха должна обеспечивать сложный энергобаланс внутри здания. Если эта система плохо спроектирована или работает неэффективно, то энергобаланс может легко нарушиться, и образующиеся потери энергии окажут значительное влияние на уровень эксплуатационных расходов. Применение кондиционированного воздуха в зданиях производственного и непромышленного назначения зимой обходится очень дорого, использование этой системы для создания комфортных условий летом также приведет к значительным расходам энергии [5].

В настоящее время существуют различные оборудование и достаточно эффективные технологии по использованию всех форм возобновляемых источников энергии.

Термин "возобновляемая энергия" означает все формы энергии, постоянно вырабатываемой возобновляемыми источниками, которые, в частности, включают: геотермальную, солнечную и биоэнергию, энергию ветра, воздуха и т.д. В нашем регионе вполне приемлемой формой использования возобновляемой энергии могут являться: геотермальная, воздушная, частично солнечная и энергия ветра.

Необходимо отметить, что вопрос развития возобновляемых источников энергии в

России сегодня актуален на уровне правительства. Д.Медведев в 2014 году подписал распоряжение о вступлении России в Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (англ. - International Renewable Energy Agency, IRENA). Соответствующие поручения даны Министерству энергетики и Министерству финансов РФ. Доля возобновляемых источников энергии в общем энергобалансе России в настоящее время составляет всего 1...2%.

Россия существенно отстает от большинства стран, которые предметно и не первый год уделяют повышенное внимание к энергии ветра, солнца, воздуха, геотермальным источникам и др. Возможно, именно вступление в IRENA и последующий за этим обмен опытом и технологиями станет той силой, которая подтолкнет развитие возобновляемых источников энергии в России.

В ИВГПУ в 2014 г. на кафедре организации производства и городского хозяйства изготовлен и испытан опытный образец воздушного теплового насоса, работающего в режиме теплонасосного рекуператора, который прошел испытания по теплоснабжению небольших швейных цехов. Созданные теплонасосные рекуператоры полностью экологически чистые системы, так как у них отсутствуют вредные выбросы в атмосферу. Кроме того, они многофункциональны и помимо отопления помещений греют воду для горячего водоснабжения и охлаждают воздух в жаркое время года. Они компактны и практически бесшумны. Энергоэффективность их составляет на 1 кВт затраченной энергии (мощности) производства 3...4 кВт тепловой. Проект ИВГПУ "Воздушный тепловой насос повышенной эффективности" демонстрировался на межрегиональной специализированной выставке "Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство" в апреле 2014 г. в выставочном комплексе Олимпия", г. Иваново; 29-30 сентября в Москве в выставочном центре Гостиный Двор в рамках ежегодной национальной выставки "ВУЗПРОМЭКСПО-2014 "Отечественная наука – основа индустриализации", а также на Всероссийском молодежном инновационном форуме "Селигер-2014".

Планируется в 2016 г. наладить мелко-серийное производство указанных воздушных тепловых насосов на базе малого инновационного предприятия, созданного при ИВГПУ с годовым объемом, который определится по результатам маркетингового исследования в 2015 г. В связи с этим представляется целесообразным подробнее изложить некоторые особенности и преимущества внедрения тепловых насосов в современном производстве.

Тепловые насосы могут устанавливаться как в ходе нового строительства, так и при проведении ремонтных работ. Тепловой насос – это агрегат, который поглощает низкопотенциальную теплоту из окружающей среды и передает ее в систему теплоснабжения в виде нагретой воды или воздуха. Передача тепла производится хладагентом (фреоном). Электроэнергия, потребляемая тепловым насосом, тратится лишь на перемещение фреона по замкнутому контуру, состоящему из медных трубок различного сечения, с помощью компрессора, как это происходит в холодильных машинах. В холодное время года система передает тепло из окружающей среды в помещения, работая либо как котел при отоплении (нагревает воду для радиаторов и теплых полов), либо напрямую, нагревая воздух в помещении (воздушное отопление). В качестве низкопотенциального источника тепловой энергии можно использовать тепло естественного происхождения (наружный воздух; грунт на глубине ниже границы промерзания, тепло грунтовых, артезианских и термальных вод; воды рек, озер, морей и других незамерзающих природных водоемов). Тепловые насосы имеют автоматическую интеллектуальную систему управления, которая поддерживает заданный режим их работы.

Таким образом, тепловой насос не создает тепловую энергию, как например газовый котел, а перекачивает ее из окружающей среды в помещение для отопления и нагрева технической воды или воздуха. Такой процесс идет только с подводом внешней энергии (как правило, электричества).

Тепловые насосы с воздушным источником сходны по своему функциональному принципу с геотермальными тепловыми

насосами, с той лишь разницей, что вместо грунта (где температуру можно считать условно постоянной и плюсовой) теплота извлекается из наружного воздуха. Тепловые насосы с воздушным источником подразделяются на системы типа воздух-воздух и воздух-вода, в зависимости от того, какая среда используется для распространения тепла в здании.

Основным преимуществом воздушных тепловых насосов перед геотермальными является значительно более низкая стоимость установки. Для геотермального теплового насоса необходима прокладка подземных теплообменных элементов (как правило, пластиковые трубы), используемых для извлечения теплоты из почвы. Для сравнения – воздушные тепловые насосы используют непосредственно наружный воздух, из которого можно извлечь теплоту и при -30°C .

Тепловые насосы типа воздух-воздух предназначены для прямого нагрева воздуха внутри помещения. Теплота извлекается из окружающего воздуха посредством испарительного блока наружного размещения и направляется в помещение, где внутренний воздух нагревается при помощи внутреннего теплообменника (конденсатора системы). Он может работать как Универсальная Климатическая Система, поддерживающая комфортную температуру в помещениях производственного и непромышленного назначения круглый год. В холодное время года ТН обеспечивает отопление, а в жаркое время работает как кондиционер, изменив циркуляцию фреона на обратную (испаритель и конденсатор меняются местами). Кроме того, модель воздух-воздух имеет встроенные функции очистки воздуха от пыли, запахов и различных микроорганизмов [6].

ТН типа воздух-вода использует воду как теплопоглощающую среду, передавая ей температуру разогретого фреона. Нагретая вода предназначена для отопления помещений с помощью радиаторов, теплых полов или подготовки технической или бытовой горячей воды. Температура такой воды должна быть от $+40^{\circ}\text{C}$ и выше. Такие тепловые насосы воздух-вода подогревают воду от $+40$ до $+65^{\circ}\text{C}$.

Основными преимуществами воздушных тепловых насосов являются следующие.

1. *Высокая экологичность*, связанная с возможностью использования альтернативного источника энергии для отопления.

2. *Компактность*. Воздушные тепловые насосы не требуют значительного объема строительных работ. Места на стенах или кровле здания в большинстве случаев достаточно для их размещения. Технические помещения для отопительного оборудования либо отсутствуют (для систем воздух-воздух), либо занимают минимум пространства (воздух-вода). Отсутствие необходимости использования больших земельных участков для грунтовых зондов дает решающее преимущество перед грунтовыми тепловыми насосами.

3. *Низкие эксплуатационные расходы*, поскольку стоимость газа и нефтепродуктов растет намного быстрее стоимости электроэнергии.

4. *Полная автономность*. Тепловой насос работает в режиме поддержания заданных параметров, самостоятельно перезапускается в случае сбоя электропитания. Возможность полной автоматизации, легкое и простое управление отопительной установкой, минимум сервисных работ.

5. *Универсальность*. В жаркое время года воздушный тепловой насос может работать как полноценный кондиционер, являясь таким образом Универсальной Климатической Системой.

6. *Пожаробезопасность*, поскольку в конструкции тепловых насосов отсутствуют процессы горения.

7. *Технологичность*. Установка оборудования занимает, как правило, не более одного дня. Возможен вариант комплектации оборудования и пуска его в эксплуатацию участками, что особенно важно при реконструкции зданий. Для установки теплового насоса не требуется получать разрешения каких-либо ведомств.

1. Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Федосеев В.Н. Опыт практической реализации укрепления связей науки ИВГПУ с производством в условиях развития инфраструктурной базы текстильно-промышленного кластера региона // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №1.

2. Петрухин А.Б., Опарина Л.А. Формирование интегрального показателя энергетической эффективности зданий // Изв. вузов. Экономика, финансы и управление производством. – 2011, №03(09). С. 92...95.

3. Петрухин А.Б., Алоян Р.М., Опарина Л.А., Ставрова М.В. Интегральный показатель энергоэффективности как основа организационного механизма строительства и эксплуатации энергоэффективных зданий // Жилищное строительство. – 2012, №3. С. 46...48.

4. Петрухин А.Б., Алоян Р.М., Опарина Л.А., Ставрова М.В. Функциональное моделирование как организационный инструмент проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективных зданий // Жилищное строительство. – 2012, №2. С. 2...5.

5. <http://www.allbest.ru/> дата обращения 19.01.2015.

6. <http://bivalent.ru/vozdushnye-teplovye-nasosy-dlya-otopleniya> дата обращения 20.01.2015.

R E F E R E N C E S

1. Alojan R.M., Petruhin A.B., Fedoseev V.N. Opyt prakticheskoy realizacii ukreplenija svyazej nauki IVGPU s proizvodstvom v uslovijah razvitija infrastrukturnoj bazy tekstil'no-promyshlennogo klastera regiona // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №1.

2. Petruhin A.B., Oparina L.A. Formirovanie integral'nogo pokazatelja jenergeticheskoj jeffektivnosti zdaniy // Izv. vuzov. Jekonomika, finansy i upravlenie proizvodstvom. – 2011, №03(09). S. 92...95.

3. Petruhin A.B., Alojan R.M., Oparina L.A., Stavrova M.V. Integral'nyj pokazatel' jenergojeffektivnosti kak osnova organizacionnogo mehanizma stroitel'stva i jekspluatacii jenergojeffektivnyh zdaniy // Zhilishhnoe stroitel'stvo. – 2012, №3. S.46...48.

4. Petruhin A.B., Alojan R.M., Oparina L.A., Stavrova M.V. Funkcional'noe modelirovanie kak organizacionnyj instrument proektirovanija, stroitel'stva i jekspluatacii jenergojeffektivnyh zdaniy // Zhilishhnoe stroitel'stvo. – 2012, №2. S. 2...5.

5. <http://www.allbest.ru/> data obrashhenija 19.01.2015.

6. <http://bivalent.ru/vozdushnye-teplovye-nasosy-dlya-otopleniya> data obrashhenija 20.01.2015.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства. Поступила 25.02.15.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ
НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПЕРЕРАБОТКИ
ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ, СОДЕРЖАЩИХ ТЕКСТИЛЬ,
ТЕРМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

**THE INFLUENCE OF THE THERMO PHYSICAL PROPERTIES
OF SOLID HOUSEHOLD WASTES WITH TEXTILE COMPONENTS
ON THE TEMPERATURE REGIME OF THE THERMAL DECOMPOSITION**

*О.Б. КОЛИБАБА, В.А. ГОРБУНОВ, О.И. ГОРИНОВ, О.В. САМЫШИНА, Р.Н. ГАБИТОВ
O.B. KOLIBABA, V.A. GORBUNOV, O.I. GORINOV, O.V. SAMYSHINA, R.N. GABITOV*

**(Ивановский государственный энергетический университет)
(Ivanovo State Power University)**

E-mail: gorinov@tvp.ru; tevp@tvp.ispu.ru

Представлены результаты исследования влияния влажности и массовой доли неорганической части ТБО на температурный режим термической переработки, при которых не требуется предварительная подготовка ТБО и привлечение дополнительного источника энергии для их термического разложения. Определен диапазон влажности, при котором возможно термическое уничтожение ТБО.

The influence of humidity and mass fraction of the inorganic component of solid household wastes where preliminary preparation and additional energy source for thermal decomposition is not required was investigated. The range of humidity of possible thermal decomposition was determined.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, термическая переработка, температурный режим, влажность.

Keywords: solid household wastes, thermal decomposition, temperature regime, humidity.

Важной задачей настоящего времени является решение проблемы утилизации твердых отходов, особенно бытовых. Это позволит уменьшить нагрузку на биосферу, получить дополнительный источник полезной продукции и энергии. Во многих странах мира твердые бытовые отходы (ТБО) являются неотъемлемой составляющей приходной части топливно-энергетического баланса.

ТБО – это отходы сферы потребления, образующиеся в результате бытовой деятельности населения. К ТБО относят не только муниципальные отходы, но и отходы торговых предприятий, ресторанов, учреждений, муниципальных служб и т.п.

ТБО представляют собой гетерогенную смесь сложного морфологического состава, включающую в себя: пищевые и растительные отходы, макулатуросодержащие и текстильные компоненты, пластмассы, кожу, резину, дерево, черные и цветные металлы, стекломой, камни, кости (табл. 1) [1]. При этом негорючую составляющую не всегда возможно выделить.

Процентные соотношения морфологического состава ТБО весьма условны, так как на соотношение составляющих оказывают влияние степень благоустройства жилого фонда, сезонность, климатические условия и др.

Таблица 1

Компонент	Климатическая зона		
	средняя	южная	северная
Металл	3,5...5,5	2,5...4,5	3,5...5,5
Бумага	32...35	22...30	26...35
Древесина	1...2	1...2	2...5
Текстиль	3...5	3...5	4...6
Пластмасса	3...4	3...6	3...4
Резина, кожа	0,5...1	1	2...3
Пищевые отходы	35...45	40...49	32...39
Стекло	2...3	2...3	4...6
Керамика, камни	0,5...1	1	1...3
Кости	1...2	1...2	1...2
Прочее	1...2	3...4	1...2

Исследовательскими лабораториями НИИСтромкомпозит [2] были проведены многолетние наблюдения за количественной и качественной динамикой формирования ТБО в городах и населенных пунктах. При изучении морфологического состава отходов сотрудниками института было выделено более 1000 различных ингредиентов. На первом месте по количеству видов являются отходы текстиля – до 200 ингредиентов. Отходы бумаги и пищевые отходы вместе добавляют до 150 ингредиентов. При этом доля того или иного вида отходного материала в общей массе ТБО не связана с количеством ингредиентов в группе. В морфологическом составе ТБО текстиль в процентном отношении занимает четвертое место после пищевых отходов, бумаги и пластмассы.

Любые ТБО состоят из трех компонентов: органической и неорганической составляющих и воды. Вода обуславливает такое важное свойство ТБО, как влажность. Органическая составляющая (горючая масса) является нетрадиционным возобновляемым источником энергии, поэтому ее исследование представляет особый интерес.

Известны методы хранения и переработки ТБО, которые можно разделить на две группы: механико-биологические и термические.

К *механико-биологическим методам* относятся: компостирование отходов после предварительной сортировки; механизированная сортировка, сушка и уплотнение отходов для экологически безопасного захоронения на специальных полигонах (депонирование); сортировка отходов, произво-

димая населением, и распределение по предприятиям переработки вторичного сырья (текстильные отходы).

Сортировку текстильных отходов проводят (в основном бытового потребления) – для удаления нетекстильных элементов изделий (застежек, кнопок, молний и других элементов фурнитуры). Обычно сортировку осуществляют вручную, с применением малой механизации: сортировочных столов, оборудованных дисковыми и ленточными ножами. Обязательная при переработке текстильных отходов трудоемкая стадия ручной сортировки и ручного удаления текстильной фурнитуры из первоначальной массы отходов, по-видимому, является основной причиной отсутствия в мировой практике налаженной системы переработки текстильных бытовых отходов. Лишь в некоторых странах практикуется сбор у населения отходов по сортам (макулатура, тряпье, стеклотара и др.), чем предотвращается попадание в ТБО ценных текстильных компонентов, которые могут быть переработаны и использованы повторно.

Многочисленные эксперименты по селективному сбору компонентов ТБО у населения показали нерентабельность сортировки всех ТБО на месте их образования в бытовых условиях (слабая активность населения, большие трудозатраты, невозможность повсеместного внедрения) и невозможность решения этим методом проблемы ТБО, общее количество которых увеличивается на 3...4% ежегодно. Из-за возрастающего количества ТБО проблема не может быть решена непромышленными методами.

Термические методы включают: сжигание, пиролиз, плазмолиз, газификацию и комбинированные методы.

При выборе метода и технологии обезвреживания ТБО необходимо иметь полную

информацию о морфологическом составе (табл. 1) и теплотехнических свойствах среднестатистических ТБО (табл. 2) [3].

Т а б л и ц а 2

Вид отходов	Элементарный состав, массовая плотность, %				Удельная теплота сгорания на сухую основу Q, кДж/кг
	влажность, W	плотность ρ , кг/м ³	доля летучих веществ V, %	зола А	
Ткань нейлоновая	1,7	102	100	0,13	30700
Ткань шерстяная	1,59	171	81	11,4	25700
Хлопок	6,6	504	90,3	4,8	18000
Полиэтилентерефталат (лавсан)	0,3	1330	89	1,18	44600
Пищевые отходы	39,0	-	17	1,9	29900
Пластмасса(ПВХ)	0,9	146	85	9,1	36000
Бумага	6,0	-	80	1,5	19700

Наиболее эффективными являются термические методы. Они позволяют почти в 10 раз снизить объем отходов, вывозимых на свалки, причем несгоревший остаток не содержит органических веществ, вызывающих гниение, самопроизвольное возгорание и опасность эпидемий.

Особое внимание привлекает концепция "энергетического баланса", предложенная рабочей группой Всемирного энергетического совета: полученная энергия должна покрывать энергетические затраты на саму переработку мусора. Поэтому выбор технологии чаще всего определяется балансом производимой и потребляемой энергии.

Для достижения требуемой санитарно-гигиенической полноты обезвреживания отходов необходимо, как правило, расчетно-экспериментальное определение оптимальной температуры и продолжительности процесса. При этом большую роль играет влажность ТБО и массовая доля неорганической части.

Целью данного исследования является определение диапазона влажности и массовой доли неорганической части ТБО, при которых не требуется предварительная подготовка (сортировка и сушка) и привлечение дополнительного источника энергии для термической переработки.

Из табл. 2 видно, что влажность различных компонентов ТБО лежит в пределах 1...40%. Поэтому преобладание компонен-

тов с большей или меньшей влажностью будет способствовать либо интенсификации, либо замедлению процессов термической переработки.

Расчетные зависимости калориметрической температуры горения от влажности для текстильных компонентов ТБО приведены на рис. 1 (зависимость температуры от влажности для текстильных компонентов ТБО: 1 – хлопок; 2 – шерсть; 3 – лавсан; 4 – нейлон; 5 – температура воспламенения), а для органической части ТБО в целом – на рис. 2 (зависимость температуры от влажности для органической части ТБО среднего морфологического состава: 1 – кривая для органической части ТБО; 2 – кривая для органической части ТБО с пирометрическим коэффициентом 0,85; 3 – кривая для органической части ТБО с пирометрическим коэффициентом 0,6; 4 – температура воспламенения). На рис. 3 (зависимость температуры от влажности для ТБО среднего морфологического состава с учетом неорганики: 1 – общая кривая ТБО; 2 – общая кривая для ТБО с пирометрическим коэффициентом 0,85; 3 – общая кривая для ТБО с пирометрическим коэффициентом 0,6; 4 – температура воспламенения) представлена зависимость температуры от влажности для "идеально" перемешанного ТБО среднего морфологического состава с учетом неорганической части.

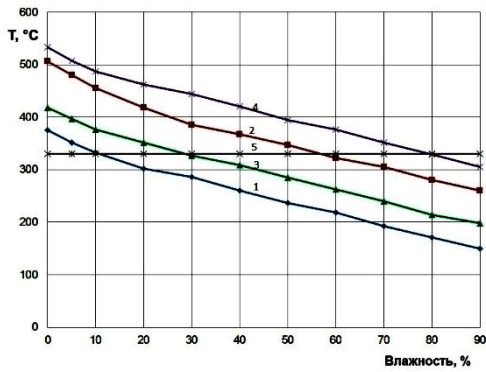


Рис. 1

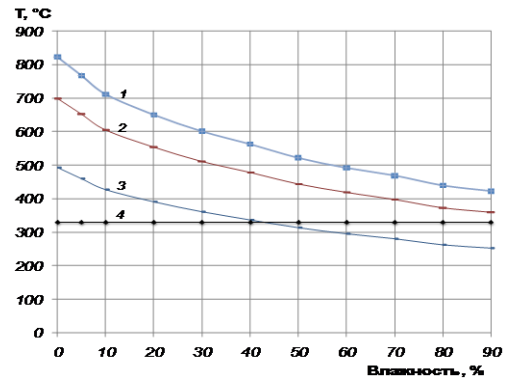


Рис. 2

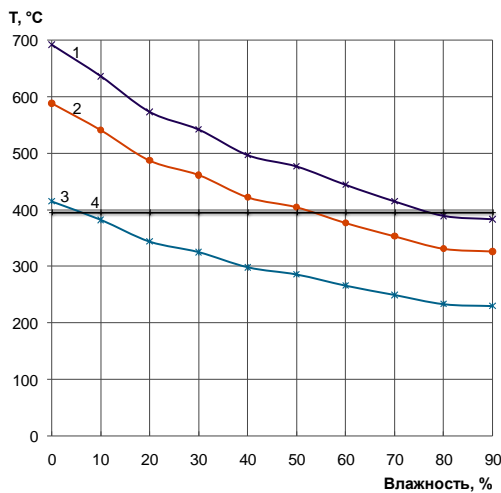


Рис. 3

Если действительная температура горения ТБО меньше температуры воспламенения, то полное термическое уничтожение ТБО должно протекать с подводом энергии извне.

Величину действительной температуры горения можно найти, исходя из калориметрической температуры горения, по формуле:

$$t_d = \eta t_k,$$

где η – пирометрический коэффициент, полученный на основе экспериментальных данных [4].

Пирометрический коэффициент зависит от температурного режима и конструкции установки, величины тепловых потерь в окружающую среду, теплотехнических свойств наружных ограждений, от организации процесса горения и его интенсивности. Численные значения пирометрического

коэффициента рекомендуется выбирать в диапазоне от 0,6 до 0,85 для менее и более теплотехнически совершенной установки соответственно.

Из рис. 3 видно, что при средней температуре $t_{\text{восп}} = 360^\circ\text{C}$ с учетом доли неорганической части первичная влажность ТБО не должна превышать: 5% – для менее теплотехнически совершенной установки и 50% – для более теплотехнически совершенной установки.

При удалении из ТБО неорганической части их первичная влажность может быть повышена до 40% в первом случае и до 90% – во втором.

ВЫВОДЫ

1. Для среднего состава ТБО при учете органической и неорганической части первоначальная влажность ТБО должна быть не более 5% в установках термической переработки ТБО без привлечения энергии извне.

2. В установках термической переработки ТБО, где используется предварительная подготовка по выделению из ТБО негорючей части, первоначальная влажность сырья может быть повышена до 40%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голубев Д.В., Пряхин В.Н. Использование ТБО в рамках системы обеспечения безопасности объектов АПК // Мат. Междунар. научн.-практ. конф. – М., 2006.
2. Термическая утилизация твердых бытовых отходов. Концепция НИИСтромкомпозит. – Красноярск, 2006.

3. Рекомендации по проектированию пунктов уничтожения твердых бытовых отходов в аэропортах. – М., 1984.

4. Стаскевич Н. Л., Северинец Г.Н., Вигдорчик Д.Я. Справочник по газоснабжению и использованию газа. – Л.: Недра, 1990.

REFERENCES

1. Golubev D.V., Prjahnin V.N. Ispol'zovanie TBO v ramkah sistemy obespechenija bezopasnosti ob"ektov APK // Mat. Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. – М., 2006.

2. Termicheskaia utilizacija tverdyh bytovyh othodov. Konceptsiya NIISTromkompozit. – Krasnojarsk, 2006.

3. Rekomendacii po proektirovaniju punktov unichtozhenija tverdyh bytovyh othodov v ajeroportah. – М., 1984.

4. Staskevich N. L., Severinec G.N., Vigdorchik D.Ja. Spravochnik po gazosnabzheniju i ispol'zovaniju gaza. – L.: Nedra, 1990.

Рекомендована кафедрой энергетики теплотехнологий и газоснабжения. Поступила 12.05.15.

УДК 677.057:677.021

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ПРЯДЕНИЯ ПРЯЖИ*

POWER INDICATORS OF VARIOUS WAYS OF SPINNING

А.А. ГЕРАЩЕНКО, В.М. КАРАВАЙКОВ
A.A. GERASHCHENKO, V.M. KARAVAYKOV

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State Technological University)

E-mail: kvml@ya.ru; alger@ro.ru

В статье проведен анализ энергетических показателей для кольцепрядильных систем и систем роторного пневмопрядения в процессе производства различных номеров пряжи. Продемонстрирован теоретический подход для прогнозирования удельного потребления энергии для определенного типа пряжи.

In article the analysis of power indicators for spinning by a ring systems and systems a rotor pneumospinning in the course of manufacture of various yarn counts is carried out. The theoretical approach for forecasting of specific consumption of energy in certain type of a yarn is shown.

Ключевые слова: прядение пряжи, энергозатраты, удельное потребление энергии.

Keywords: yarn spinning, power inputs, specific consumption of energy.

* Работа выполняется при поддержке гранта ФЦП по контракту № 14.740.11.1373.

Для того чтобы получить необходимую информацию о структуре потребления энергии, была выбрана типовая прядильная фабрика [1], которая способна прясть каждый вид штапельного волокна (то есть хлопок, лен, полиэстер и вискозу) в широком диапазоне номеров пряжи с использованием как кольцепрядения, так и роторного пневмопрядения. Эта прядильная фабрика включает в себя не только оборудование, используемое для производства (трепальный отдел, кардочесание, гребнечесание, вытягивание, ровница, прядение,

обмотка), а также включены 5 систем кондиционирования воздуха, 2 компрессора и 2555 ламп для освещения.

Прядильная фабрика работает в 3 смены, по 8 часов 25 дней в месяц. Учитывая ежемесячные время работы и количество машин, было рассчитано ежемесячное (май) потребление энергии (данные представлены в табл. 1). Проведенные энергетические обследования работы оборудования прядильного производства позволили определить основные направления использования энергии на прядильном производстве.

Т а б л и ц а 1

Тип оборудования	Энергопотребление, кВт·ч		
	за час	за день	за месяц
Вертикальный разрыхлитель	30	720,0	18000
Трепальный отдел (автоматический)	42	1008,0	25200
Трепальный отдел (ручной 1)	48	1152,0	28800
Трепальный отдел (ручной 2)	12	288,0	7200
Трепальный отдел (полиэстер/вискоза)	43	1032,0	25800
Трепальный отдел (cot-linen line)	22	528,0	13200
Предварительный итог	197	4728,0	118200
Кардочесальная машина (Sacolowell)	16,5	396,0	9900
Кардочесальная машина (C10)	68	1632,0	40800
Кардочесальная машина (Rieter)	145	3480,0	87000
Предварительный итог	229,5	5508,0	137700
Машины вытягивания	105	2520,0	63000
Гребнечесальные машины + притирочный станок	33	792,0	19800
Ровничные машины	136,8	3283,2	82080
Кольцепрядильные машины + роботы	703	16872,0	421800
Пневмомеханические прядильные машины	367,5	8820,0	220500
Намоточные машины	135	3240,0	81000
Предварительный итог по машинам	1906,8	45763,2	1144080
Системы кондиционирования воздуха	390	9360,0	234000
Освещение	72	1728,0	43200
Компрессоры	64	1536,0	38400
Итого:	2432,8	58387,2	1459680

Наибольшее потребление энергии производится технологическим оборудованием – 78% – в процессе производства. Структура конечного потребления электроэнергии оборудованием при производстве пряжи представлена на рис. 1.

Из этой диаграммы видно, что наибольшее количество энергии потребляется кольцепрядильными машинами – 37%, а следующим потребителем идут роторные пневмопрядильные машины – 20%. Рассчитаем индивидуальную норму удельного потребления электроэнергии кольцепрядильными машинами как основного потребителя электроэнергии для прядения по методу [2].

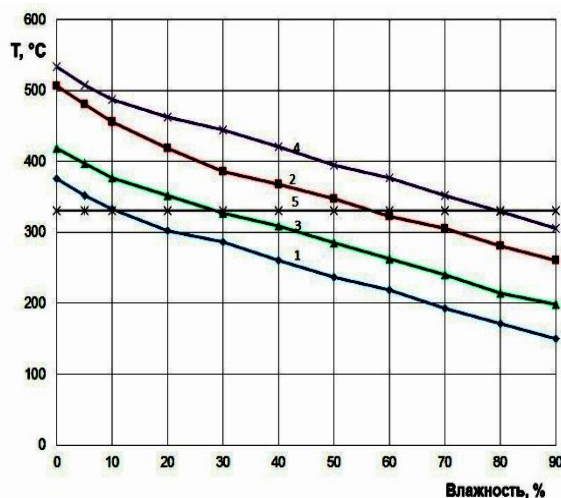


Рис. 1

Количество сырья R_1 , кг, которое будет обработано в первой машине (вертикальный разрыхлитель), может быть найдено с помощью удельного коэффициента потерь W_{Tot} , %, и удельной массы пряжи M , кг, в следующем уравнении:

$$R_1 = M (1 + W_{Tot}). \quad (1)$$

Время работы на первой машине t_1 , ч, может быть определено следующим образом:

$$t_1 = \frac{R_1}{L_1 \eta_1 n_1}, \quad (2)$$

где L_1 – производительность машины, кг/ч; n_1 – количество машин и η_1 – механический к.п.д. машины, %. С данными параметрами количество электроэнергии E_1 , кВт·ч, используемой первой машиной, может быть получено из уравнения:

$$E_1 = t_1 N_1 \eta_{E1} n_1. \quad (3)$$

Здесь N_1 – установленная мощность первой машины, кВт; η_{E1} – рассматриваемая энергоэффективность, %. После расчета потребления энергии на каждом этапе общее потребление энергии для приведения в действие машин E_M , кВт·ч, можно рассчитать по следующему уравнению:

$$E_M = \sum_{i=1}^n E_i + E_{Ca} + E_D + E_{Co} + E_R + E_S + E_w, \quad (4)$$

где E_i – потребление энергии трепальным отделом (E_1 – энергия для вертикального разрыхлителя, E_2 – энергия для очистителя, E_3 – энергия для смесителя и т.д.); E_{Ca} – потребление энергии кардочесанием; E_D – потребление энергии при вытягивании; E_{Co} – потребление энергии при гребнечесании; E_R – потребление энергии при выравнивании; E_S – потребление энергии при кольцепрядении; E_w – потребление энергии намоткой, где i – представляет собой соответствующие отдельные машины, и n – общее количество машин в трепальном отделе.

Потребление энергии компрессорами для первой машины E_{A1} находится с помощью следующего уравнения:

$$E_{A1} = t_1 N_1 C_1 n_1, \quad (5)$$

где C_1 – сжатый воздух, необходимый в час, м³/ч; N_A – удельная мощность компрессоров, кВт·ч/м³, которые могут быть определены путем деления установленной мощности компрессора на объем сжатого воздуха. Общее потребление энергии для обеспечения сжатым воздухом в целом E_{TA} , кВт·ч, можно найти с помощью уравнения:

$$E_{TA} = \sum_{j=1}^m E_{Aj}. \quad (6)$$

Здесь j представляет соответствующую машину; m – общее количество машин, которые нуждаются в сжатом воздухе в производственной линии конкретной пряжи.

Энергия, используемая для кондиционирования воздуха при производстве пряжи:

$$E_c = \frac{E'_c M}{G}, \quad (7)$$

где E'_c выражает общее энергопотребление системы кондиционирования воздуха в течение одного месяца; G – ежемесячное производство пряжи, кг.

Потребление энергии на освещение E_{il} можно установить по формуле:

$$E_{il} = \frac{E'_{il} M}{G}. \quad (8)$$

Здесь E'_{il} – общее ежемесячное энергопотребление ламп, необходимое для освещения.

Следовательно, общее потребление энергии для любой конкретной пряжи может быть рассчитано путем суммирования соответствующих уравнений энергопотребления, приведенных выше, по следующей формуле:

$$E_{Tot} = E_M + E_{TA} + E_c + E_{il}. \quad (9)$$

Чтобы определить удельное потребление энергии на единицу массы пряжи, ежемесячное потребление энергии исследуемого производства делим на количество произведенной пряжи за исходный месяц.

Для проведения расчетов были исполь-

зованы как исходные параметры производства (тип и количество машин, фактическая производительность, фактическая установленная мощность и т.д.), так и расчетные данные (время работы, использование энергии для работы машин и сжатие воздуха).

Для прядильной фабрики была исследована удельная потребность в энергии для компрессоров, чтобы получить удельное сжатие воздуха N_A , определенное как

$0,12 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$. Поскольку машины в трепальном отделе взаимосвязаны, необходимый сжатый воздух был вычислен кумулятивно, принимая рабочее время 6,6 часов.

Расчеты проводили для 3000 кг гребенной кольцепрядильной пряжи 20 текс с коэффициентом кручения пряжи $\alpha_{\text{tex}} = 3828$ и частотой оборотов прядильного оборудования $n = 17500$ об/мин. Результаты приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Потребитель	Энергопотребление, кВт·ч	Доля, %
Машины	7121,5	71,3
Компрессоры	769,5	7,7
Освещение	322,7	3,5
Кондиционирование	1748,0	17,5
Итого:	9961,7	100,0

Удельный расход электроэнергии для выбранной пряжи можно найти с помощью следующего уравнения:

$$k_R = \frac{E_{\text{Tot}}}{G} = \frac{9961,7}{3000} = 3,32 \text{ [кВт}\cdot\text{ч/кг]}. \quad (10)$$

С целью определения удельного энергопотребления единицей массы пряжи ежемесячное потребление энергии для других месяцев на исследуемой фабрике было разделено на ежемесячные объемы производства и полученные количества удельного потребления энергии изменялись между 3,23 и 3,76 кВт·ч/кг для различных месяцев. Это средние значения, которые изменяются в зависимости от свойств пряжи.

Далее применяем эту же методику с целью расчета удельного потребления энергии для пряжи пневмомеханического роторного способа прядения, производимой на той же прядильной фабрике. За основу брали те же исходные данные, что и в первом случае (табл. 1).

Здесь для расчета возьмем следующие исходные данные: кардная роторная пневмомеханическая пряжа 20 текс массой 3000 кг с коэффициентом кручения пряжи $\alpha_{\text{tex}} = 3828$ и частотой оборотов прядильного оборудования $n = 107000$ об/мин. Из-за разности технологических процессов машин рабочее время приняли 5,5 часов. Результаты расчетов приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Потребитель	Энергопотребление, кВт·ч	Доля, %
Машины	6491,3	73,2
Компрессоры	312,8	3,5
Освещение	322,7	3,6
Кондиционирование воздуха	1748,0	19,7
Итого:	8874,8	100

Удельный расход электроэнергии для выбранной пряжи можно найти с помощью следующего уравнения:

$$k_{OE} = \frac{E_{\text{Tot}}}{G} = \frac{8874,8}{3000} = 2,95 \text{ [кВт}\cdot\text{ч / кг]}. \quad (11)$$

Для сравнительного анализа удельного потребления различных типов пряжи сравним полученные расчетные значения с данными, указанными в [3]. Потребление энергии и затраты на энергию для гребенной кольцепрядильной пряжи 20 текс и для кардной роторной пневмопрядильной

пряжи 20 текс для выбранных стран (2006 г. [3]) приведены в табл. 4. Как видно из таблицы, количество энергии, необходимое для изготовления единицы массы кольцепрядильной пряжи изменяется в ин-

тервале 2,23...4,16 кВт·ч/кг, в то время как энергия, необходимая для роторной пневмопрядильной пряжи, изменяется в интервале 2,44...2,59 кВт·ч/кг для рассматриваемых стран.

Т а б л и ц а 4

Страны	Цены на электроэнергию \$/ кВт·ч	Кольцевая пряжа		Пневмомеханическая пряжа	
		потребление энергии, кВт·ч / кг	стоимость пряжи, \$/ кг	потребление энергии, кВт·ч / кг	стоимость пряжи, \$/ кг
Китай	0,066	3,37	0,22	2,58	0,17
Россия	0,084	3,36	0,28	2,50	0,21
Турция	0,070	2,23	0,16	2,57	0,18
Бразилия	0,031	3,40	0,11	2,58	0,08
Южная Корея	0,047	2,70	0,13	2,55	0,12
США	0,045	3,33	0,15	2,44	0,11
Италия	0,095	4,16	0,39	2,59	0,25

Так как цены на электрическую энергию различны в выбранных странах, конечная себестоимость пряжи отличается весьма значительно. Разница между значениями удельного потребления происходит от изменений в производственных параметрах машин, таких как тип, потери, нагрузка, скорость и эффективность использования энергии.

При производстве пряжи ее свойства и структура меняются не только в зависимости от производственных операций, но и от используемой прядильной системы. Система, используемая для изготовления пряжи, зависит от таких факторов, как используемые волокна, свойства пряжи и экономические показатели.

Потребление энергии на этапе прядения в пневмомеханическом роторном прядении является более высоким по сравнению с кольцепрядением, но отсутствие некоторых подготовительных этапов (прочесывание гребнем и ровницы) и постпрядильных процессов (намотки) ведет к снижению потребления энергии для полного цикла прядения, по сравнению с кольцепрядением для грубой пряжи. Энергия потребляется в основном во время разделения волокон, скручивания и намотки в пневмомеханическом оборудовании. Приблизительно 60% или более от полного потребления энергии используется роторами в пневмомеханическом прядении по сравнению с 85...90%-ным потреблением элек-

троэнергии веретенным вращением в кольцепрядении [4]. Аналогичными исследованиями [5] было установлено, что в диапазоне грубой пряжи (текс > 60) для роторного пневмопрядения необходимо меньше энергии на кг пряжи, чем для кольцепрядильной для основной пряжи, в то время как для более тонкой пряжи (текс < 30) роторное пневмопрядильное оборудование потребовало больше энергии на кг пряжи, чем кольцепрядильное. Таким образом, очевидно, что номер пряжи имеет преобладающее значение в удельном потреблении энергии.

ВЫВОДЫ

1. Предложена методика расчета удельного потребления энергии как для кольцепрядения, так и для роторного пневмопрядения. Вычисленные значения сопоставимы с данными, приведенными в литературе.

3. Представленный в настоящей работе подход является универсальным и может быть использован для вычисления общего и удельного потребления энергии для любого типа пряжи.

4. Были определены области наиболее эффективного применения оборудования. При этом номер пряжи имеет преобладающее значение в удельном потреблении энергии.

5. Отслеживание и нормирование потребления энергоресурсов является основой для точной адекватной оценки энергобалансов, планирования, прогнозирования и стимулирования производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Koc E., Kaplan E.* An Investigation on Energy Consumption in Yarn Production, with Special Reference to Ring Spinning: Fibres & Textiles in Eastern Europe. – Volume 15, № 4 (63), 2007. P. 18...24.
2. *Kaplan E.* The Cost Factor in Textile Industry and General Utilization of Energy Cost, MsC Thesis, Cukurova University: Institute of Natural and Applied Science, Textile Engineering Department. – Adana, 2004.
3. Международная Федерация Текстильных Производителей (МФТП), Международное сравнение производственных затрат, Прядение/Ткачество/Вязание. – Швеция, 2006.
4. *Oxtoby E.* Spun Yarn Technology. – London: Butterworth & Co Publishers; 1987.
5. *Krause H. W., Soliman H. A.* Energy Consumption of Rotor Type OE-Spinning Machines as Compared to Ring Spinning Frame // International Textile Bulletin; Third Quarter. – 1982. P. 285...303.

REFERENCES

1. *Koc E., Kaplan E.* An Investigation on Energy Consumption in Yarn Production, with Special Reference to Ring Spinning: Fibres & Textiles in Eastern Europe. – Volume 15, № 4 (63), 2007. P. 18...24.
2. *Kaplan E.* The Cost Factor in Textile Industry and General Utilization of Energy Cost, MsC Thesis, Cukurova University: Institute of Natural and Applied Science, Textile Engineering Department. – Adana, 2004.
3. Mezhdunarodnaja Federacija Tekstil'nyh Proizvoditelej (MFTP), Mezhdunarodnoe sravnenie proizvodstvennyh zatrat, Prjadenie/Tkachestvo/ Vjazanie. – Shvecija, 2006.
4. *Oxtoby E.* Spun Yarn Technology. – London: Butterworth & Co Publishers; 1987.
5. *Krause H. W., Soliman H. A.* Energy Consumption of Rotor Type OE-Spinning Machines as Compared to Ring Spinning Frame // International Textile Bulletin; Third Quarter. – 1982. P. 285...303.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 30.10.15.

УДК 539.62: 621.82; 541.1

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ И ОГРАНИЧЕНИЯ
МЕТОДОВ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ
ДЛЯ ОПИСАНИЯ МЕЖФАЗНОЙ ГРАНИЦЫ
В ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМАХ – ОБЪЕКТАХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ***

**THE FUTURE APPLICATION PROSPECTS AND LIMITATIONS
OF MOLECULAR-DYNAMICS METHODS
FOR DESCRIPTION OF INTERPHASE BORDER
IN DISPERSE SYSTEMS AS OBJECTS OF TEXTILE TECHNOLOGIES**

О.В. БЛИНОВ, В.А. ГОДЛЕВСКИЙ, Е.Н. КАЛИНИН, С.А. СТУЛОВ
O.V. BLINOV, V.A. GODLEVSKIY, E.N. KALININ, S.A. STULOV

(Ивановский государственный политехнический университет,
Ивановский государственный университет)
(Ivanovo State Politechnical University,
Ivanovo State University)

E-mail: oleg_blinov@ro.ru; godl@yandex.ru; enka@igta.ru; stulov1993@bk.ru

Рассмотрены возможности применения компьютерных методов молекулярной динамики для описания межфазных процессов в коллоидных системах типа тонких жидких пленок или внутри капилляров. Примерами таких систем могут служить, например, граничные жидкие слои или текстильные волокна. Оценивать степень надмолекулярной самоорганизации в таких системах можно с помощью ориентационного коэффициента.

The possibilities of molecular dynamics calculating methods for the description of interphase processes in some colloid systems like thin liquid films or capillaries are considered. As examples of such systems, the boundary lubrication layers or textile fibers can serve, for example. To estimate the degree of supramolecular self-organizing in such systems it is possible with the help of orientation coefficient.

Ключевые слова: математическое и компьютерное моделирование, адсорбция, трение, надмолекулярная самоорганизация.

Keywords: mathematical and computer modeling, boundary lubrication, supramolecular self-organizing.

* Работа поддержана Министерством образования РФ в рамках Госзадания в сфере научной деятельности (грант № 9.700.2014/К).

Межфазный переход типа жидкость – твердое тело является весьма распространенным в различных технических системах, и его моделирование методами молекулярной динамики является актуальным и находится на переходном этапе от формулирования базовых принципов моделирования к созданию программных продуктов для практического применения [1...6]. Текстильные технологии, имеющие дело главным образом с дисперсными системами капиллярного, нитевого и пленочного типов, требуют исследований в этом направлении. Исходя из практических задач, на наш взгляд, было бы полезно с помощью методов молекулярной динамики в первую очередь рассматривать два типа таких границ.

– В объектах пленочного типа (каковыми, например, являются функциональные поверхностные слои тканых и нетканых материалов, смазочные слои на границе текстильного материала с твердыми поверхностями трения).

– В волокнистых системах, где протяженная дисперсная фаза типа волокна взаимодействует с жидкой внешней средой (это может отражать, например, ряд технологических процессов в текстильной промышленности – пропитку, крашение и прочее).

В упомянутых, казалось бы, далеких друг от друга технических сферах (с одной стороны, трение износ и смазка, с другой – технология волокнистых материалов) назрела необходимость уйти от преимущественно эмпирических методов по исследованию режимов процессов и оптимизации состава технологических растворов и смазочных агентов с помощью новых возможностей, которые предоставляют молекулярные модели. Оба указанных выше типа дисперсных систем обладают сходством и отличиями друг от друга, которые следует обсудить.

И в первом, и во втором случаях объектом моделирования должен быть участок твердой поверхности, контактирующий с жидкой фазой. При этом жидкая фаза может содержать поверхностно-активные компоненты (ПАВ), обладающие адсорб-

ционной активностью. Присутствие таких молекул в поверхностном слое приводит к конкуренции между двумя компонентами раствора – адсорбатом и растворителем – и формированию в результате надмолекулярной упорядоченной поверхностной структуры. Помимо дальнедействующих межмолекулярных сил, на процесс молекулярного упорядочения и в том, и в другом случае влияют температура (как фактор, провоцирующий десорбцию) и сдвиговые процессы в поверхностном слое.

Различия рассматриваемых дисперсных систем, по-видимому, более существенны и разнообразны, чем их сходства. В приконтактных поверхностных слоях сдвиг вызван тангенциальным относительным перемещением поверхностей трения, а жидкая фаза в волокнистых системах в растворах часто подвергается принудительному массопереносу в таких, например, процессах, как промывка и отжим.

Природа твердых поверхностей для компактного твердого тела и волокнистого различна. У волокон поверхность более развита, и она не может быть представлена плоскостью, для модели волокна более пригоден в первом приближении протяженный цилиндр. К тому же реальные волокна способны не только к адсорбции на их внешней поверхности, но и к объемному поглощению компонентов раствора (абсорбции). В таком случае примитивная геометрическая модель адсорбента должна быть еще более усложнена: например, до формы полого цилиндра, и тогда взаимодействие адсорбата с внутренней поверхностью будет осложнено массопереносом вдоль волокна, что потребует учета не только адсорбции, но также еще диффузии и, возможно, поверхностной молекулярной миграции.

Несмотря на столь существенные различия в подходах к формированию начальных модельных представлений для описания пленочных и волокнистых дисперсных систем, при разработке для них моделей молекулярной динамики могут быть созданы общие подходы. Таким образом, результатом моделирования состояния приповерхностного ориентированно-

го слоя должна быть оценка некоторых количественных параметров, отражающих супрамолекулярную организацию на межфазных границах.

Исследование влияния процесса трения на надмолекулярную структуру граничного межповерхностного слоя в настоящее время является нерешаемой экспериментальной задачей ввиду невозможности "прямого" наблюдения за смазочным материалом. Таким образом, оценить структурную организацию такой молекулярной системы можно только по косвенным параметрам. Это приводит к появлению достаточно ограниченных моделей надмолекулярной организации граничного смазочного слоя, описывающих его лишь с одной стороны и в существенной степени произвольно.

Новый подход к исследованию молекулярных структур предоставляют рассматриваемые нами методы компьютерного молекулярного моделирования. Данные методы описывают молекулярные структуры, основываясь на геометрической структуре межфазного слоя и силовом взаимодействии молекул и их атомов между собой. Таким образом, результаты подобного моделирования соответствуют действительности в большей степени, чем предположительные структурные схемы, предложенные еще И. Лэнгмюром.

Вычислительные методы позволяют проводить виртуальные исследования приповерхностной структуры жидкой фазы, аналогичной реальной системе, и таким образом, используя современные физические модели, учитывающие особенности атомно-молекулярного строения веществ, прогнозировать свойства и механические характеристики данной реальной системы.

Дополнительная сложность задачи моделирования контактного процесса в случае режима граничного трения заключается в том, что процесс молекулярной самоорганизации смазочного материала проходит в условиях неоднородности, вызванной силовым градиентом твердой поверхности. В связи с этим помимо объемного взаимодействия нужно сначала моделиро-

вать межфазную границу в статике с учетом адсорбционных сил, а затем произвести виртуальный сдвиг с последующим расчетом силовых и ориентационных параметров. Были выполнены первые попытки создания цельного программного комплекса, выполняющего такой тип задач [2]. В общем случае программный комплекс для решения задачи описания молекулярной динамики межфазной границы должен, по нашему мнению, содержать программное ядро, назначение которого "оптимизировать" молекулярную группировку, и ряд вспомогательных программ, решающих сопутствующие задачи, например, построения твердой поверхности, описания граничных условий, управляющие циклическими процессами.

В большинство имеющихся на рынке программных продуктов моделирования молекулярных систем не входят инструменты для полного цикла описания межфазной границы, поэтому при проектировании программного комплекса следует использовать принципы блочного построения вычислений, и этому помогает наличие у некоторых пакетов молекулярной динамики собственного языка программирования, служащего для возможного расширения моделирующих функций пакета.

Далее считаем полезным перечислить те ограничения и допущения, которые сопутствуют применению методов молекулярной динамики для описания межфазных границ в условиях сдвиговой деформации.

А. Моделирование твердых поверхностей.

1. Степень совершенства кристаллической решетки (моделирование дефектов структуры поверхностей), "глубина" модели твердой поверхности.

2. Моделирование неметаллических поверхностей, состоящих из сложных молекул (полимер, эластомер, текстильное волокно, композит и т. д.).

3. Моделирование молекулярной шероховатости поверхностей.

Б. Моделирование жидкого разделяющего слоя.

1. Размеры молекулы компонента.

2. Количество частиц в модельном кластере материала адсорбата (объем рабочего пространства).

3. Учет молекулярных конформаций сложных молекул.

4. Наличие растворителя, концентрация трибоактивного компонента.

В. Программное обеспечение, расчетные алгоритмы.

1. Выбор метода оптимизации и его программная реализация. Возможности "параллелизации" вычислений.

2. Введение эффективных радиусов взаимодействия.

3. Величина шага дискретизации сдвигового процесса.

4. Учет температуры.

5. Учет скорости процесса.

6. Выбор расчетного параметра для количественной оценки упорядоченности системы.

Г. Характеристики применяемой компьютерной техники.

1. Одно-или многопроцессорные компьютеры.

2. Тактовая частота процессора.

Поскольку достаточно гибкие возможности по разработке условий молекулярной динамики представлены в HyperChem [5], то авторы решили взять этот программный продукт за основу. Было разработано приложение, позволяющее оценивать параметр порядка молекулярной группировки (кластера) материала, адсорбированного на твердой поверхности, и подвергающейся ориентирующему сдвиговому процессу. В качестве количественной оценки ориентационной упорядоченности кластера был использован так называемый ориентационный коэффициент, значение которого при совершенной одноосной ориентации принимается за единицу, тогда как полная разупорядоченность придает ему нулевое значение [6]. В данной программе процедуру расчета ориентационного коэффициента можно разделить на 3 фазы:

– вычисление направления вектора директора единичной молекулы;

– определение преимущественного направления ориентации молекул в кластере;

– на основе вычисленных углов между

направлением сдвига и осью каждой молекулы вычисляется ориентационный коэффициент.

В разработанной программе вектор директора молекулы может вычисляться двумя методами – методом наименьших квадратов (МНК) и более простым эмпирическим методом. Трехмерный МНК – это наиболее точный метод, который может применяться для любых молекул, однако он требует большого вычислительного ресурса, и для большого числа частиц кластера сильно замедляет вычисления.

Упрощенный метод заключается в том, что для вычисления нормали молекулы берутся крайние два атома с одной стороны молекулы и еще один, максимально удаленный от первых двух. Данное упрощение исходит из предположения, что молекулы, ориентационный коэффициент которых вычисляется, не деформируются в процессе оптимизации/выполнения молекулярной динамики, либо деформацией этих молекул можно пренебречь.

Это более быстрый метод, но соответственно он может применяться только для молекул, которые не деформируются либо ввиду своего размера, либо геометрической структуры. Таким образом, найдя одним из описанных выше способов трехмерное уравнение прямой, мы находим преобладающее направление, вдоль которого расположено наибольшее количество молекул, и выбираем его за основное. Углы наклона директора к координатным осям используются для вычисления ориентационного коэффициента в кластере смазочного вещества.

Для молекулярной оптимизации веществ был применен алгоритм MM2 [5]. В качестве модельного смазочного материала принимали бензол, в качестве материала твердой поверхности – карбид вольфрама. Этот материал выбирали из соображения, что соединения вольфрама обладают выраженной способностью влиять на процессы гетерогенного катализа, а значит и на ориентационные процессы в сопряженном материале.

Согласно описанным выше принципам был смоделирован кластер твердой по-

верхности. Для упрощения системы молекулярная система поверхности принята строго фиксированной (межатомные расстояния строго заданы). При оптимизации смазочного слоя поверхность играет роль источника поля, влияющего на ориентацию частиц адсорбата.

Далее моделировали слой вещества, потенциально готовый к сближению с поверхностью под действием адсорбционных сил. Сближение моделировалось включением оптимизационной процедуры до достижения состояния адсорбционного равновесия. Происходило объединение кластера поверхности и адсорбирующегося вещества, выполнялась их оптимизация, вычислялась полная энергия системы, энергия адсорбции к поверхности и ориентационный коэффициент.

ВЫВОДЫ

В настоящей работе обсуждены особенности применения методов молекулярной динамики для описания процессов на границе твердой и жидкой фаз, предложен метод вычисления молекулярного ориентационного коэффициента граничного жидкого слоя. Показано, что рассчитанные значения ориентационного коэффициента позволяют оценивать ориентирующее влияние твердых поверхностей на частицы прилегающего жидкого слоя.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Годлевский В.А., Березина Е.В., Кузнецов С.А.* О возможности моделирования граничного смазочного слоя методами молекулярной динамики // Сб. докл. Региональной научн.-техн. конф.: Материаловедение и надежность триботехнических систем – Иваново. 10 Апреля 2009. С.117...118.
2. *Березина Е.В., Годлевский В.А., Кузнецов С.А. Богомолов М.В.* Программный комплекс для компьютерного молекулярного моделирования граничных смазочных слоев // Трение и износ. – 2012. Т. 33. № 1. С. 585...592.
3. *Обжерин И.А., Ясинский Ф.Н., Соцкий В.В.* Применение методов Монте-Карло в рас-

параллельных вычислениях молекулярных структур методом Хартри-Фока // Жидкие кристаллы и их практическое использование. – 2014, № 4. С. 91..96.

4. *Королев П.В., Калинин Е.Н., Шилов М.А.* Визуализация процесса взаимодействия компонентов нанокompозита методами молекулярного моделирования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 2. С.148...151.

5. *HyperChem® Computational Chemistry: Part 1 Practical Guide / Part 2 Theory and Methods // Hypercube inc. – 2002. P. 373.*

6. *Блинов О.В., Годлевский В.А.* Программа для расчета ориентационного коэффициента молекулярной структуры. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2015616637 от 17 июня 2015.

REFERENCES

1. *Godlevskij V.A., Berezina E.V., Kuznecov S.A.* O vozmozhnosti modelirovaniya granichnogo smazochnogo sloja metodami molekulyarnoj dinamiki // Sb. dokl. Regional'noj nauchn.-tehn. konf.: Materialovedenie i nadezhnost' tribotekhnicheskikh sistem – Ivanovo. 10 Aprilja 2009. S.117...118.
2. *Berezina E.V., Godlevskij V.A., Kuznecov S.A. Bogomolov M.V.* Programnyj kompleks dlja komp'yuternogo molekulyarnogo modelirovaniya granichnyh smazochnyh sloev // Trenie i iznos. – 2012. T.33. № 1. S. 585...592.
3. *Obzherin I.A., Jasinskij F.N., Sockij V.V.* Primenenie metodov Monte-Karlo v rasparallelnykh vychislenijah molekulyarnykh struktur metodom Hartri-Foka // Zhidkie kristally i ih prakticheskoe ispol'zovanie. – 2014, № 4. S. 91..96.
4. *Korolev P.V., Kalinin E.N., Shilov M.A.* Vizualizacija processa vzaimodejstvija komponentov nanokompозita metodami molekulyarnogo modelirovaniya // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 2. S. 148...151.
5. *HyperChem® Computational Chemistry: Part 1 Practical Guide / Part 2 Theory and Methods // Hypercube inc. – 2002. P. 373.*
6. *Blinov O.V., Godlevskij V.A.* Programma dlja rascheta orientacionnogo koefefficienta molekulyarnoj struktury. Svidetel'stvo o gos. registracii programmy dlja JeVM № 2015616637 ot 17 ijunja 2015.

Рекомендована кафедрой наземных транспортных средств и технологических машин ИВГПУ. Поступила 02.02.16.

УДК [677.025.071.252.: 677.53]: 677.071.4

ОРИЕНТАЦИЯ ПЕТЕЛЬ В ТРИКОТАЖЕ

ORIENTATION OF LOOPS OF JERSEY

В.П. ЩЕРБАКОВ, О.А. ГОНЧАРОВА, Т.И. ПОЛЯКОВА
V.P. SCHERBAKOV, O.A. GONCHAROVA, T.I. POLYAKOVA

(Московский государственный университет дизайна и технологии)
(Moscow State University of Design and Technology)
E-mail: victor.scherbackov2012@yandex.ru

Дано решение вопроса о величине жесткостных характеристик, значениях крутящего и изгибающего моментов в нити, образующей петлю кулирного трикотажа равновесной структуры. Анализ устойчивости сводится к определению соотношений между натяжением нити в петле, жесткостью нити при кручении, жесткостью нити при изгибе, длиной участка нити, соединяющего игольную и платинную дуги, круткой нити.

The article answers a question about values of stiffness properties, torque and flexion moment in a yarn that forms a loop in equilibrium structured filling-knit. Stability analysis is narrowed down to relating the yarn tension in loop, yarn rigidity under torque, yarn rigidity under bending, length of a yarn section connecting a needle bridge and a sinker bridge, and yarn twist.

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

Keywords: string, loop, stability, twisting, rigidity, tension, torque.

В классическом учебнике по технологии трикотажа А.С. Далидовича [1], в других книгах и статьях указывается на перекос петельных столбиков в трикотаже, выработанном из пряжи, как отмечают авторы, неуравновешенной крутки. Причиной перекоса, который трудно устраним, является повышенная крутка пряжи или нити. Здесь же показано, что для вязания следует применять пряжу (нить) с незначительной круткой. Величина этой незначительности,

граница крутки для трикотажной пряжи на теоретическом уровне до сих пор не определены. Конечно, в условиях производства требования к пряже для вязания давно сформулированы и хорошо известны как прядильщикам, так и трикотажникам.

Здесь дано решение вопроса о величине жесткостных характеристик, значениях крутящего и изгибающего моментов в нити, образующей петлю кулирного трикотажа равновесной структуры. Из работ в

области трикотажного производства известно, что основные характеристики полотна определяются преимущественно длиной нити в петле. Наиболее распространенным в нашей стране является геометрический метод, разработанный А.С. Далидовичем. Взаимосвязь между длиной нити в петле $\ell_{\text{петли}}$, петельным шагом A , высотой петельного ряда B и диаметром нити d дана им в виде

$$\ell_{\text{петли}} = \frac{\pi}{2} A + 2B + \pi d.$$

И.И. Шалов [1] отметил, что при всех допущениях и условностях подход А.С. Далидовича является наиболее универсальным. Для времени, когда разрабатывался этот метод (1933 – 1948 гг.), это, может быть, и было верным. В последние годы появились геометрические модели, основанные на описании формы кривой различными функциями: нормальная кривая распределения (Е.Ю. Шустов), различные плоские кривые, приведенные в известной книге А.А. Савелова (Г.И. Чистобородов и др.). Эти модели вообще лишены какого-то ни было физического смысла. Сейчас задачи, описывающие механизм явлений в текстильных полотнах методами нелинейной механики, могут быть решены на ЭВМ без особых затруднений. Нами [2] на основе теории упругих нитей определена форма трикотажной петли, выраженная в эллиптических функциях, и разработан метод расчета ее параметров (рис. 1).

Показано, что стремление деформированной при вязании упругой нити восстановить естественную форму приводит к возникновению усилий, действующих в области контакта смежных петель. Результирующей распределенных здесь сил является сила P , которая так же, как и сила трения между нитями контактирующих петель, есть результат взаимодействия двух соприкасающихся петель. В ходе решения вычисляются значения силы P , угла γ между P и направлением петельного ряда, длины ℓ нити между игольной и платинной дугами (этот участок петли обычно называют палочкой, хотя его форма не

прямолинейная, а, как уже отмечалось, выражается в эллиптических функциях). Величина P определяет натяжение нити длиной ℓ в петле. Только эта или подобные ей модели петли могут быть одной из основ решения вопроса о перекосе петельных столбиков.

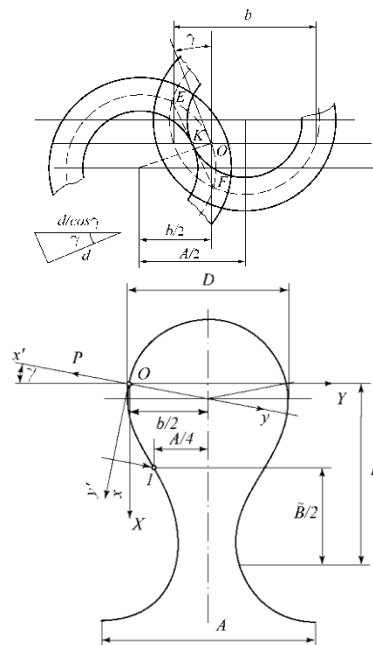


Рис. 1

Для ясности изложения рассмотрим форму и силовые факторы в трикотажной петле на примере двух видов трикотажа:

- 1) одинарный трикотаж из шерстяной пряжи 31 текс;
- 2) биоактивный трикотаж комбинированной структуры на базе двуластика и производной глади из полиэфирных нитей 11 текс (f 128).

Направление, определяемое углом γ , и величина силы P неизвестны. В силу симметрии петли длина нити в ней [2]:

$$L = 4 \left[\frac{\ell}{2} + \left(\frac{\pi}{2} - \gamma \right) \frac{D}{2} \right]. \quad (1)$$

Здесь $\ell/2$ – длина упругой линии $O1$, D – диаметр окружности, являющейся формой игольной и платинной дуг. Величины ℓ , γ , D неизвестны и подлежат определению. Для вычисления пяти неизвестных P , ℓ , k , α_0 , γ запишем пять уравнений [2]:

$$k \sin \alpha_0 = 0,707, F(k) - F(\alpha_0) = \omega,$$

$$\frac{\frac{B}{2} + \frac{H \sin \gamma}{2k\sqrt{PH} \cos \alpha_0}}{\ell} = \frac{2}{\omega} k \cos \alpha_0 \cos \gamma + \left[1 - \frac{2}{\omega} (E(k) - E(\alpha_0)) \right] \sin \gamma,$$

$$\frac{d}{2\ell \cos \gamma} = \left[1 - \frac{2}{\omega} (E(k) - E(\alpha_0)) \right] \cos \gamma - \frac{2}{\omega} k \cos \alpha_0 \sin \gamma,$$

$$A = 2 \left(\frac{H \cos \gamma}{k\sqrt{PH} \cos \alpha_0} - \frac{d}{\cos \gamma} \right). \quad (2)$$

Здесь через $F(\alpha)$ обозначен эллиптический интеграл первого рода:

$$F(\alpha) = \int_0^\alpha \frac{d\alpha}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \alpha}},$$

через $E(\alpha)$ – эллиптический интеграл второго рода:

$$E(\alpha) = \int_0^\alpha \sqrt{1 - k^2 \sin^2 \alpha} d\alpha.$$

Решение системы (2) с учетом пространственной формы петли трикотажа из шерстяной пряжи дает: сила контактного взаимодействия петель $P = 1,977$ сН, длина упругой линии $O1 = \ell/2 = 1,5$ мм, угол $\gamma = 0,1$.

В ходе решения вычислена длина участка петли (на рис. 1 – это двойная длина упругой линии $O1$), на концах которого приложены натяжение нити T и крутящие моменты $M_{кр}$ (рис. 2).

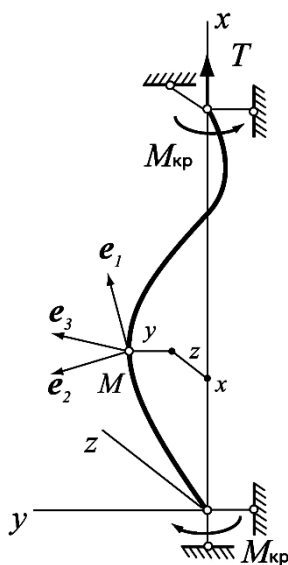


Рис. 2

Натяжение нити между игольной и платинной дугами определяется упругими свойствами нити, геометрией петли и находится с помощью полученного решения системы (2):

$$T = P \sin \gamma. \quad (3)$$

Внутренний крутящий момент определяется круткой пряжи K и жесткостью при кручении B . Относительный угол закручивания, то есть угол взаимного поворота двух сечений, отнесенный к расстоянию между ними, равен $\theta = 2\pi K$. Крутящий момент в пряже $M_y = B\theta$. Определение жесткости нити при кручении проведено методом крутильного динамометра. Идея метода основана на сравнении крутящего момента эталонного элемента с равновесным моментом исследуемой нити.

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

$$\frac{M_{кр}^2}{4H^2} + \frac{P}{H} = \frac{\pi^2}{\ell^2},$$

где P – сжимающая сила; M – крутящий момент; H – жесткость стержня при изгибе. В зарубежной и отечественной литературе до сих пор для оценки устойчивости упругой нити используется условие, полученное

этим известным автором. Е.Л. Николаи [3] получил уточненное решение задачи об устойчивости прямолинейной формы равновесия сжатого и скрученного стержня. Хотя в этой работе рассмотрен сжатый стержень, исходные дифференциальные уравнения в форме уравнений Кирхгофа и полученное решение распространены и на растянутый стержень. Показано [2], [4], что решения по точной и приближенной теориям, то есть обычным линейным уравнениям сопротивления материалов, пригодны для изучения устойчивости нити при кручении. Для критического крутящего момента получено выражение:

$$M_{\text{крит}} = 2\sqrt{TH + \frac{\pi^2 H^2}{\ell^2}}. \quad (4)$$

Сравнивая величины внутреннего крутящего момента в пряже M_y и критического крутящего момента $M_{\text{крит}}$, получаем

$$M_{\text{крит}} = 2\sqrt{TH + \frac{\pi^2 H^2}{\ell^2}} = 2\sqrt{0,199 \cdot 0,2 + \frac{\pi^2 \cdot 0,2^2}{(2 \cdot 1,5)^2}} = 0,579 \text{ сН} \cdot \text{мм}.$$

Верхней границей крутки, обеспечивающей равновесную структуру трикотажа, является

$$K_{\text{крит}} = \frac{M_{\text{крит}}}{2\pi B}. \quad (6)$$

В данном случае $K_{\text{кр}} = 961 \text{ кр/м}$.

Что же касается биоактивного трикотажа из полиэфирных нитей 11 текс, то в области малых круток химических нитей прямолинейная форма равновесия всегда устойчива.

Здесь имеем:

$$M_{\text{крит}} = 0,727 \text{ сН} \cdot \text{мм} \text{ при } M_y = 0,012.$$

Особенностью текстильных нитей является увеличение их жесткостных характеристик, особенно жесткости при кручении, по мере увеличения крутки.

условие прямолинейной формы равновесия:

$$\sqrt{TH + \frac{\pi^2 H^2}{\ell^2}} \leq \pi BK. \quad (5)$$

Таким образом, анализ устойчивости сводится к определению таких соотношений между натяжением T нити в петле, жесткостью нити при кручении B , жесткостью нити при изгибе H , длиной участка нити ℓ , соединяющего игольную и платинную дуги, круткой K нити, при которых выполняется условие (5).

В случае шерстяной пряжи с круткой $K = 560$ кручений на метр опытное значение крутящего момента равно $M_y = 0,565 \text{ сН} \cdot \text{мм}$. При натяжении растянутого и скрученного участка петли длиной $\ell = 1,5 \text{ мм}$ величина критического крутящего момента составляет:

Нами [5] для аппроксимации кривой принята экспоненциальная функция:

$$B(K) = b_0 e^{bK}. \quad (7)$$

С учетом изменения жесткости B по мере изменения крутки все критические характеристики устойчивости нити должны быть скорректированы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шалов И.И., Далидович А.С., Кудрявин Л.А. Технология трикотажного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
2. Щербаков В.П. Прикладная и структурная механика волокнистых материалов. – М.: «Тисо Принт», 2013.
3. Николаи Е.Л. Труды по механике. – М.: Изд-во технико-теоретической литературы, 1955.
4. Феодосьев В.И. Избранные задачи и вопросы по сопротивлению материалов. – М.: Наука, 1996.

5. Щербаков В.П., Заваруев Н.В., Полякова Т.И., Панин А.И., Гончарова О.А. Теория и критерии устойчивости нити при вязании // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №3. С. 63...69.

REFERENCES

1. Shalov I.I., Dalidovich A.S., Kudrjavin L.A. Tehnologija trikotazhnogo proizvodstva. – М.: Legkaja i pishhevaja promyshlennost', 1984.

2. Shherbakov V.P. Prikladnaja i strukturnaja mehanika voloknistyh materialov. – М.: «Tiso Print», 2013.

3. Nikolai E.L. Trudy po mehanike. – М.: Izd-vo tehniko-teoreticheskoj literatury, 1955.

4. Feodos'ev V.I. Izbrannye zadachi i voprosy po soprotivleniju materialov. – М.: Nauka, 1996.

5. Shherbakov V.P., Zavaruev N.V., Poljakova T.I., Panin A.I., Goncharova O.A. Teorija i kriterii ustojchivosti niti pri vjazanii // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №3. С. 63...69.

Рекомендована кафедрой текстильных технологий. Поступила 31.03.15.

УДК 338.012

**ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ
КУВАЕВСКОЙ СИТЦЕНАБИВНОЙ МАНУФАКТУРЫ**

**THE HISTORY OF CREATION
OF KUVAEV PRINTED COTTONS MANUFACTURE**

Н.В. РОДИОНОВА
N.V. RODIONOVA

(Владимирский государственный университет
им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых)
(Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich and Nikolay Grigoryevich Stoletovs)
E-mail: rodionova777@yandex.ru

Текстильная отрасль являлась главной артерией экономики Российской империи. Российские ткани славились высоким качеством в мире и занимали достойное место на международном рынке. Нам представляется, что менеджерам современных текстильных предприятий будет интересно и полезно узнать подробности истории наиболее успешных текстильных фабрик того времени. Более века успешно развивалась и процветала Куваевская ситценабивная мануфактура, расположенная в Иваново-Вознесенске. Материалы Владимирского архива сохранили ценную информацию о ней, из которой можно извлечь уроки, полезные для современных текстильных магнатов. В статье приводятся поучительные факты из исторического портфолио предприятия.

The textile industry is the main artery of the economy of Russian Empire. Russian fabric famous for high quality in the world and occupies a worthy place in the international market. We believe that the managers of modern textile enterprises will be interesting and useful to know the details of the history of the most successful textile mills of the time. More than a century to successfully develop and prosper Kuvaev's the Print Manufactory, located in Ivanovo-Voznesensk. Materials Vladimir archive preserved valuable information about her, from which we can draw lessons useful to the modern textile magnates. The article provides instructive historical facts of the portfolio company.

Ключевые слова: духовность, честность, ответственность, профессионализм, трудолюбие, репутация, служение, деловой патриотизм, благотворительность фабрикантов.

Keywords: spirituality, honesty, responsibility, professionalism, industriousness, reputation, service, business patriotism, charity manufacturers.

Куваевская ситценабивная мануфактура была основана в 1784 г. крестьянином графа Шереметева Яковом Якимовым Куваевым в селе Иваново на графской земле. На мануфактуре производили ситцевые ткани [1:1865, с. 323]. Деятельность ее развивалась весьма успешно, и в 1818 г. на основе этой мануфактуры и уже на собственной земле Куваевых была основана ситцевая фабрика [2:1878]. Ее унаследовали два сына Якова Якимовича – Афанасий и Иван Куваевы. Оба – Шуйские купцы второй гильдии. Известно, что в 1838 г. у каждого было в собственности по ситцевой фабрике одинаковой мощностью 8000...10000 кусков ткани в год с численностью 84 и 86 рабочих [3:1838].

Фабрика Ивана Яковлевича Куваева была передана по наследству сыну Харлампию Ивановичу Куваеву, купцу второй гильдии. При нем она стала процветающей. Если до 1847 г. ситцы набивались только вручную, то в 1849-1851 гг. "приготовление ситцев производится посредством трех-колярной цилиндровой машины, выписанной из Пруссии, и четырех-колярного перротина, выписанного из Англии. При фабрике имеется галандерная машина, действующая конным приводом". Применение в производстве этих машин позво-

ляло получать "изделия отличного достоинства". В год производилось до 14 тыс. кусков ткани на сумму 166,75 тыс. руб. серебром. Ткани продавали при фабрике, в селе Иваново, Москве, на Нижегородской, Ростовской, Симбирской, Холуйской, Пармской и Шартомской ярмарках [1:1865, с. 323].

Известно, что на мануфактуре работали 88 рабочих, в том числе: 4 мещанина, 1 нежинский грек, 2 вольноотпущенных, 17 казенных крестьян, 18 удельных крестьян и 46 помещичьих крестьян. Из них 29 человек проживали в селе Иваново, другие мигрировали из Шуйского (21 человек), Владимирского (6), Суздальского (16), Гороховского (2) и Ковровского (3) уездов, Московской (4) и Ярославской (6) губерний и города Нежино (1). Сохранилось штатное расписание работников мануфактуры (табл. 1 – состав работников Куваевской ситценабивной мануфактуры и величина их заработка по состоянию на 1849 г., руб. серебром) [1:1865, с. 323]. Заметим, что заработная плата приказчика (по-современному, менеджера) была в 4...6 раз больше, чем у чернорабочего. Этот коэффициент фондов свидетельствует о справедливой дифференциации оплаты труда.

Т а б л и ц а 1

Профессия	Численность	Зарботок в год
Приказчик	3	от 300 до 400
Колярист	1	500
Рисовальщик	1	500
Кубовщик	1	
Заварщик	1	140
Набойщик	21	от 90 до 150
Штрифовальщик	15	от 10 до 15
Резчик	3	от 100 до 150
Мытильщик	15	от 70 до 100
Чернорабочий	26	от 50 до 90

С 1871 г., после смерти Харлампия Ивановича (1867 г.), Ситцевая и отбельная фабрика Куваевского товарищества перешла в собственность его жене Екатерине Осиповне Куваевой, тогда уже почетной

гражданке г. Иваново-Вознесенска. Управлением делами занималась сама владелица [2:1878]. С 1874 г. ей помогал в этом зять Николай Геннадьевич Бурьин, купец первой гильдии. (Из биографии Н.Г. Бурь-

лина. Родился он в 1851 г., имел купеческое происхождение. В ревизской сказке начала XVIII в. Шуйского уезда Владимирской губернии крестьян графа Шереметева просматривается генеалогическое древо Бурылиных: Бурылин Иван Матвеев имел сына Андрея, который имел сына Федора (№ 221). Вероятно, Федор был дедушкой Николая. С 1872 г. Николай Григорьевич занимался делами ситцевой фабрики своего отца Геннадия Федоровича Бурылина, купца Вознесенского посада. С 1872 по 1874 гг. служил приказчиком у Иваново-Вознесенского купца Захария Леонтьевича Кокушкина. В 1874 г. женился на Надежде Харлампиевне Куваевой и принял бразды правления Куваевским товариществом). К 1877 г.

годовой объем производства на фабрике составлял 100 тыс. кусков ситца разного ассортимента на сумму 225 тыс. руб. серебром. Было занято 196 работников, в том числе 180 рабочих [2:1878].

С 16.01.1881 г. фабричное хозяйство перешло в наследство дочерям Куваевых – Надежде и Ольге. В это время годовой объем производства составлял 300 тыс. кусков ткани на сумму 700 тыс. руб. Было занято 563 чел., в том числе 550 рабочих [4:1881]. Фактически делами правления занимался муж Надежды Харлампиевны – Николай Геннадьевич Бурылин. При нем предприятие бурно развивалось (табл. 2 – динамика социально-экономического развития Куваевской ситцевой мануфактуры с 1838 по 1910 гг.).

Т а б л и ц а 2

Показатель	1838	1849	1877	1881	1889	1895	1910
Объем производства:							
в тыс. кусков	9,9	14	100	300	-	1073,4	1957,2
в тыс. руб.	307,3	166,75	225	700	-	6470	16231,4
Занято рабочих, чел.	86	88	180	550	1023	1715	2231
Годовое содержание рабочих, руб.	-	90	122	136	117	-	-
Темпы роста продуктивности труда в натуре кус./чел., %	-	100	714	300	-	358	182
Темпы роста продуктивности труда по стоимости руб./чел., %	-	100	135	311	-	924	251
Темпы роста годового содержания рабочих, %	-	100	136	111	86	-	-

Была построена новая фабрика стоимостью 1312,8 тыс. руб. План строительства ее отбельного корпуса был получен из Англии, от заводчиков гг. Матера и Плата. Предприятие оснащалось самым прогрессивным по тем временам оборудованием, которое выписывалось из Англии, Франции, Германии и русских заводов Пономарева, Гоппера, Бромлея и др. Более 100 разных машин, аппаратов и приспособлений были собраны в собственной фабричной мастерской [6:1876].

С 09.01.1887 г. Ситцевая и отбельная фабрика была преобразована в Куваевское ситценабивное мануфактурное товарищество, а молодой хозяин – Н.Г. Бурылин стал его учредителем, председателем правления и директором-распорядителем товарищества. В состав правления входили

жена Бурылина и опытные и достойные люди, имевшие многолетний стаж работы на фабрике: иваново-вознесенский купец В.Г. Мыльников, фабричный директор-колорист, австрийский подданный И.А. Брюминг и механик М.В. Шумарин. Правление фабрики активизировало политику модернизации предприятия.

За 10 лет предприятие в разы улучшило экономические результаты [7...14]. К 1895 г. средняя численность работников составляла 1715 человек. За период с Пасхи 1884 г. по Пасху 1895 г. годовой оборот продукции в стоимостном выражении возрос с 846576 руб. 51 коп. до 6470039 руб. 94 коп., или в 7,6 раза, а в натуральном – с 407968 до 1073393 кусков ткани, или в 2,6 раза. В 1895 г. выпустили ситцев 897361 кус., льняных тканей – 86860 кус., бумазеи – 89172 кус. (В 1910 г.

объем годового производства составил 1957226 кусков ткани на 16231424 рублей [9:1910, с. 33]). Продукция фабрики имела мировое признание. В 1876 г. она была отмечена бронзовой медалью на Филадельфийской выставке в Америке, а затем – золотыми медалями в 1882 г. на Московской Всероссийской выставке, в 1885 г. на Луизвилльской выставке в Америке, в 1889 г. на Парижской Всемирной выставке во Франции, в 1893 г. на Чикагской Всемирной выставке в Америке [8:1895].

ВЫВОДЫ

Успех деятельности текстильных фабрик в XVII – XIX вв. был обусловлен тем, что опытные, умелые и образованные управленцы имели высокое сословное достоинство и общественную репутацию. Профессиональный опыт накапливался и сохранялся благодаря семейным традициям и распространению наследственных династий в предпринимательстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фабрика Вознесенского посада 2-ой гильдии купца Харлампия Ивановича Куваева // Губернские ведомости // Владимирский архив. Материалы для статистики и этнографии. – Владимир, 1865. – Дело № 51648. С. 323.
2. Дело об оценке имущества почетной гражданки Екатерины Осиповны Куваевой, состоящего из ситце-печатной фабрики в г. Иваново-Вознесенске (с 23.01.1877 г. по 05.07 1878 г.) // Владимирский архив. – Фонд № 379. – Описание 107. – Дело № 1766.
3. Ведомости о ситцевой фабрике, принадлежащей Шуйскому купцу второй гильдии Афанасию Яковлевичу Куваеву за 1838 г. №1 и №2. Ведомость о ситцевой фабрике, принадлежащей Шуйскому купцу второй гильдии Ивану Яковлевичу Куваеву за 1838 г. №1 и №2 // Владимирский архив. – Фонд № 14. – Описание 6. – Дело № 190.
4. Оценка ситцевой фабрики наследниц почетной гражданки Е.О. Куваевой // Владимирский архив. – Фонд № 379. – Описание 107. – Дело № 1764.
5. *Свирский В.Ф.* Фабрики, заводы и прочие промышленные заведения Владимирской губернии // Губернские ведомости // Владимирский архив. Материалы для статистики и этнографии. – Владимир. С. 22.
6. Дело по прошению поверенного почетной гражданки Е.О. Куваевой Иваново-Вознесенского

купца Н.Г. Бурьлина о разрешении постройки ситценабивной фабрики в г. Иваново-Вознесенске. 23.03.1876 // Владимирский архив. – Фонд № 4. – Описание 1. – Дело № 17720.

7. Дело канцелярии Владимирского губернатора. О введении в действие на Иваново-Вознесенской фабрике Товарищества Куваевской ситценабивной мануфактуры привилегированного усовершенствования Эмиля Реми. 23.07.1893 г. // Владимирский архив. – Фонд № 14. – Описание 8. – Дело № 243.

8. Дело о представлении к награде учредителя товарищества Куваевской мануфактуры, Председателя правления и директора-распорядителя Николая Геннадиевича Бурьлина. 11.08.1895 – 03.11.1895 г. // Владимирский архив. – Фонд № 226. – Описание 1. – Дело № 112.

9. Список фабрик и заводов России 1910 года // Владимирский архив. – Дело № 788. С. 33.

10. По дополнительному обложению Правления товарищества Куваевской ситценабивной мануфактуры в г. Иваново-Вознесенске (23.08.1900 - 13.07.1901 гг.) // Владимирский архив. – Фонд № 301. – Описание 6. – Дело № 6050.

11. Дело об учреждении при фабрике Товарищества Куваевской мануфактуры в г. Иваново-Вознесенске 4-х должностей городских. 21.02.1907 г. // Владимирский архив. – Фонд № 40. – Описание 1. – Дело № 20492.

12. О волнениях среди рабочих на фабриках Товарищества Иваново-Вознесенской мануфактуры от 06.10.1895 – 23.12.1895 г. // Владимирский архив. – Фонд № 266. – Описание 1. – Дело № 95.

13. Отчет за 1885 г. фабричного инспектора Владимирского округа Пескова. – г. Санкт-Петербург, 1886. С. 55.

14. Переписка с правлением Куваевской ситценабивной мануфактуры в г. Иваново-Вознесенске о ночной работе, увеличении расценок, прибавках к жалованию рабочих с 28.12.1888 г. по 01.11.1894 г. // Владимирский архив. – Фонд № 266. – Описание 1. – Дело № 1.

REFERENCES

1. Fabrika Voznesenskogo posada 2-oj gil'dii kupca Harlampija Ivanovicha Kuvaeva // Gubernskie vedomosti // Vladimirskij arhiv. Materialy dlja statistiki i jetnografii. – Vladimir, 1865. – Delo № 51648. S. 323.
2. Delo ob ocenke imushhestva pochetnoj grazhdanki Ekateriny Osipovny Kuvaevoj, sostojashhego iz sitcepechatnoj fabriki v g. Ivanovo-Voznesenske (s 23.01.1877 g. po 05.07 1878 g.) // Vladimirskij arhiv. – Fond № 379. – Opis' 107. – Delo № 1766.
3. Vedomosti o sitcevoj fabrike, prinadlezhashhej Shujskomu kupcu vtoroj gil'dii Afanasiju Jakovlevichu Kuvaevu za 1838 g. №1 i №2. Vedomost' o sitcevoj fabrike, prinadlezhashhej Shujskomu kupcu vtoroj gil'dii Ivanu Jakovlevichu Kuvaevu za 1838 g. №1 i

№2 // Владимирский архив. – Фонд № 14. – Opis' 6. – Delo № 190.

4. Ocenka sitcevoj fabriki naslednic pochetnoj grazhdanki E.O. Kuvaevoj // Владимирский архив. – Фонд № 379. – Opis' 107. – Delo № 1764.

5. Svirskij V.F. Fabriki, zavody i prochie promyshlennye zavedeniya Vladimirskoj gubernii // Gubernskie vedomosti // Владимирский архив. Materialy dlja statistiki i jetnografii. – Vladimir. S. 22.

6. Delo po prosheniju poverennogo pochetnoj grazhdanki E.O. Kuvaevoj Ivanovo-Voznesenskogo kupca N.G. Burylina o razreshenii postrojki sitcenabivnoj fabriki v g. Ivanovo-Voznesenske. 23.03.1876 // Владимирский архив. – Фонд № 4. – Opis' 1. – Delo № 17720.

7. Delo kanceljarii Vladimirskogo gubernatora. O vvedenie v dejstvie na Ivanovo-Voznesenskoj fabrike Tovarishhestva Kuvaevskoj sitcenabivnoj manufakturny privilegirovannogo sovershenstvovaniya Jemilja Remi. 23.07.1893 g. // Владимирский архив. – Фонд № 14. – Opis' 8. – Delo № 243.

8. Delo o predstavlenii k nagrade uchreditelja tovarishhestva Kuvaevskoj manufakturny, Predsedatelja pravlenija i direktora-rasporjaditelja Nikolaja Gennadievicha Burylina. 11.08.1895 – 03.11.1895 g. // Владимирский архив. – Фонд № 226. – Opis' 1. – Delo № 112.

9. Spisok fabrik i zavodov Rossii 1910 goda // Владимирский архив. – Delo № 788. S. 33.

10. Po dopolnitel'nomu oblozheniju Pravlenija tovarishhestva Kuvaevskoj sitcenabivnoj manufakturny v g. Ivanovo-Voznesenske (23.08.1900 - 13.07.1901 gg.) // Владимирский архив. – Фонд № 301. – Opis' 6. – Delo № 6050.

11. Delo ob uchrezhdenii pri fabrike Tovarishhestva Kuvaevskoj manufakturny v g. Ivanovo-Voznesenske 4-h dolzhnostej gorodovyh. 21.02.1907 g. // Владимирский архив. – Фонд № 40. – Opis' 1. – Delo № 20492.

12. O volnenijah sredi rabochih na fabrikah Tovarishhestva Ivanovo-Voznesenskoj manufakturny ot 06.10.1895 – 23.12.1895 g. // Владимирский архив. – Фонд № 266. – Opis' 1. – Delo № 95.

13. Otchet za 1885 g. fabrichnogo inspektora Vladimirskogo okruga Peskova. – g. Sankt-Peterburg, 1886. S. 55.

14. Perepiska s pravleniem Kuvaevskoj sitcenabivnoj manufakturny v g. Ivanovo-Voznesenske o nochnoj rabote, uvelichenii rascenkov, pribavkah k zhalovaniju rabochih s 28.12.1888 g. po 01.11.1894 g. // Владимирский архив. – Фонд № 266. – Opis' 1. – Delo № 1.

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга. Поступила 24.03.15.

УДК 376

РОЛЬ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ИНКЛЮЗИВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ВУЗЕ

THE ROLE OF THE TEACHER IN THE IMPLEMENTATION OF INCLUSIVE EDUCATION IN HIGH SCHOOL

A.V. ДЕМИДОВ, Н.М. АШНИН, А.Н. ГРЕБЕНКИН, Н.Р. ТУРКИНА, В.Г. МЕШКОМАЕВ
A.V. DEMIDOV, N.M. ASHNIN, A.N. GREBENKIN, N.R. TURKINA, V.G. MESHKOMAEV

(Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна)
(Saint-Petersburg State University of Industrial Technology and Design)

E-mail: info@mon.gov.ru.

Основой процесса внедрения инклюзивного образования в вузе является переподготовка преподавателей, закупка и освоение специализированной техники, адаптация учебных планов и методических пособий. В данной работе предлагается универсальный алгоритм процесса переподготовки профессорско-преподавательского состава вуза и подробно рассматривается роль преподавателя при внедрении инклюзивного образования на различных этапах. Описаны роли профессорско-преподавательского состава и руководства вуза в организации процесса обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

The basis of the process of implementation of inclusive education in high school is retraining of teachers, purchasing and development of specialized equipment,

adaptation of curriculum and teaching aids. This paper proposes a universal algorithm of training of the teaching staff of the university, and details the role of the teacher in the implementation of inclusive education at different stages. Describes the role of the faculty and the university management in the organization of the learning process of disabled persons and persons with disabilities.

Ключевые слова: внедрение инклюзивного образования в вузе, универсальный алгоритм процесса переподготовки, программы повышения квалификации, обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Keywords: inclusive education at the university, universal algorithm of training, training programs, training of disabled persons and persons with disabilities.

В методических рекомендациях по организации и оснащённости образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) в образовательных организациях высшего образования (утв. Минобрнауки России 08.04.2014 N АК-44/05вн) [1] приведен перечень необходимых для этого действий. В методических рекомендациях отмечается, что основная нагрузка при внедрении и функционировании в вузе инклюзивного образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ложится на профессорско-преподавательский состав (ППС). При этом сказано, что "...использование в образовательном процессе современных технических и программных средств обучения требует наличия в штате соответствующих специалистов, помогающих использовать эти средства педагогам и обучаемым, содействующих в обеспечении студентов-инвалидов дополнительными способами передачи, освоения и воспроизводства учебной информации, занимающихся разработкой и внедрением специальных методик, информационных технологий и дистанционных методов обучения".

Также требуется "...дополнительная подготовка преподавателей с целью изучения психофизиологических особенностей инвалидов, специфики приема-передачи учебной информации, применения специальных технических средств обучения с учетом разных нозологий".

Кроме того, "...педагогические кадры должны быть ознакомлены с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и учитывать их при организации образовательного процесса. С этой целью необходимо включение блока дисциплин по осуществлению инклюзивного образовательного процесса в программы повышения квалификации и переподготовки педагогических кадров".

Небольшой объем информации, отведенной роли переподготовки ППС в методических рекомендациях Министерства образования РФ, видимо, предполагает самостоятельное решение этой проблемы каждым вузом.

Рассмотрим подробнее роль преподавателя в процессе внедрения в вузе инклюзивного образования.

В общем случае роль преподавателя при внедрении инклюзивного образования сводится к следующим этапам:

- 1) прохождение курсов обучения/переподготовки преподавателей;
- 2) участие в формировании заявок на закупку и освоении специализированной техники;
- 3) адаптация учебных планов и методических пособий, библиотек;
- 4) опытная эксплуатация;
- 5) анализ результатов внедрения.

Процесс переподготовки профессорско-преподавательского состава вуза является основой процесса внедрения инклюзивного образования.

В данной работе мы предлагаем к рассмотрению универсальный алгоритм процесса переподготовки профессорско-преподавательского состава вуза при внедрении инклюзивного образования (рис. 1).



Рис. 1

Рассмотрим подробнее роль преподавателя при внедрении инклюзивного образования на различных этапах предложенного алгоритма.

На курсах повышения квалификации/переподготовки по основам инклюзивного образования преподаватели получают знания о специфике обучения инвалидов с нарушениями слуха, зрения и опорно-двигательного аппарата, специфике приема-передачи учебной информации (сопровождение лекций сурдопереводом, зачитывание материалов, представляемых на доске/экране и т. д.), применения специальных технических средств обучения с учетом разных ограничений возможностей здоровья, а также о психологических аспектах обучения студентов с ограниченными возможностями здоровья. Также преподавателя знакомят с системой реабили-

литационных, социально-психологических услуг, сопровождающих студента с инвалидностью и ОВЗ на всем пути обучения, и психологического сопровождения всех субъектов инклюзивного образовательного процесса. По прохождении курсов повышения квалификации/переподготовки преподаватели сдают экзамен/зачет на владение основами инклюзивного образования.

При закупке образовательным учреждением специализированной техники для инклюзивного обучения преподаватели осваивают ее уже с точки зрения конкретной специфики закупленного оборудования. В процессе освоения преподаватели анализируют возможности и могут давать рекомендации для закупки необходимого оборудования для преподавания своих дисциплин.

При освоении оборудования для инклюзивного обучения преподаватели начинают адаптировать учебные планы и методические материалы под специфику конкретного закупленного оборудования. В процессе адаптации могут возникнуть проблемы отсутствия необходимого оборудования для проведения инклюзивного обучения в полном объеме. По результатам принятого руководством вуза решения либо закупается необходимое оборудование (проходит этап 2 по дополнительному оборудованию), либо производится корректировка адаптации учебных планов и методических материалов с переводом на частичное дистанционное обучение. Параллельно с этим происходит адаптация библиотечных материалов, необходимых в учебном процессе. Подготавливаются и оснащаются аудитории, причем как лекционные, так и для лабораторных и практических занятий. Формируется расписание с учетом использования этих аудиторий. Производится выбор мест прохождения практик для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом требований их доступности для данных обучающихся.

После утверждения учебных планов и методических материалов происходит набор абитуриентов с ограниченными возможностями здоровья, под которых адап-

тировались учебные планы и методические материалы. Начинается работа с семьями абитуриентов-инвалидов и студентов-инвалидов по организации учебного процесса, позволяющего добиться наибольшей результативности.

ВЫВОДЫ

В статье предложен универсальный алгоритм процесса переподготовки профессорско-преподавательского состава вуза при внедрении инклюзивного образования.

В рамках предложенного алгоритма описаны роли профессорско-преподавательского состава и руководства вуза в организации процесса обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утв. Минобрнауки России 08.04.2014 № АК-44/05вн). – М., 2014.

REFERENCES

1. Metodicheskie rekomendacii po organizacii obrazovatel'nogo processa dlja obuchenija invalidov i lic s ogranichennymi vozmozhnostjami zdorov'ja v obrazovatel'nyh organizacijah vysshego obrazovanija, v tom chisle osnashhenosti obrazovatel'nogo processa (utv. Minobrnauki Rossii 08.04.2014 № АК-44/05vn). – М., 2014.

Рекомендована кафедрой информационных технологий. Поступила 10.12.15.

УДК 691+677

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ПЫЛЕВИДНЫХ ОТХОДОВ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

EDUCATION RESEARCH INTENSITY OF DUST WASTE TEXTILE COMPANIES USED FOR THE PRODUCTION OF LIGNOCELLULOSIC CONSTRUCTION COMPOSITE MATERIALS

I.V. SUSOEVA, T.N. VAHNINA, A.M. IBRAGIMOV
I.V. SUSOEVA, T.N. VAHNINA, A.M. IBRAGIMOV

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

В статье выполнено экспериментальное исследование интенсивности образования пылевидных отходов на текстильных предприятиях. По виду гистограмм можно прогнозировать, что пылеосаждение не подчиняется закону нормального распределения. Наименьшее значение интенсивности пылеосаждения по среднему классу сырья имеет производитель хлопкового волокна – Казахстан.

This article gives an experimental study of the intensity of the formation of dust waste textile enterprises. By the form of histograms it is possible to predict that pilocarpine does not obey the normal distribution law. The lowest value of the inten-

sity of dust on the middle class of raw materials is the manufacturer of cotton fiber Kazakhstan.

Ключевые слова: интенсивность пылеосаждения, отходы текстильных предприятий, композиционные материалы.

Keywords: intensity of dust, waste textile manufacturers, composite materials.

Важной проблемой строительного материаловедения является получение строительных композиционных материалов на основе местного сырья и отходов промышленности, к которым можно отнести отходы текстильных предприятий. Использование лигноцеллюлозных отходов позволяет значительно расширять сырьевую базу материалов и снижать себестоимость получаемой продукции в результате существенного уменьшения расходов на производство наполнителя.

В соответствии с [1] к отходам переработки хлопкового волокна и изготовления хлопчатобумажной пряжи относятся следующие: отходы пуха хлопчатобумажной пряжи [1, № 3 02 112 10 00 0]: пух подвальный [1, № 3 02 112 11 23 5]; пух трепальный [1, № 3 02 112 12 23 5]; пух чесальный [1, № 3 02 112 13 23 5]; отходы орешка хлопчатобумажной пряжи [1, № 3 02 112 20 00 0]: орешек трепальный [1, № 3 02 112 21 23 5]; орешек чесальный [1, № 3 02 112 22 23 5]; отходы очеса хлопчатобумажной пряжи [1, № 3 02 112 30 00 0]: очес кардный [1, № 3 02 112 31 23 5]; очес гребенной [1, № 3 02 112 32 23 5]. Данные хлопковые отходы прядильного и ткацкого производств пользуются большим спросом для вторичной переработки (нетканого холстопрощивного полотна, матрасов).

К невозвратным отходам текстильных производств [2] относятся также отходы производства, которые непригодны для производства текстильной продукции, такие как подметь и пух из пыльных камер и т.п.

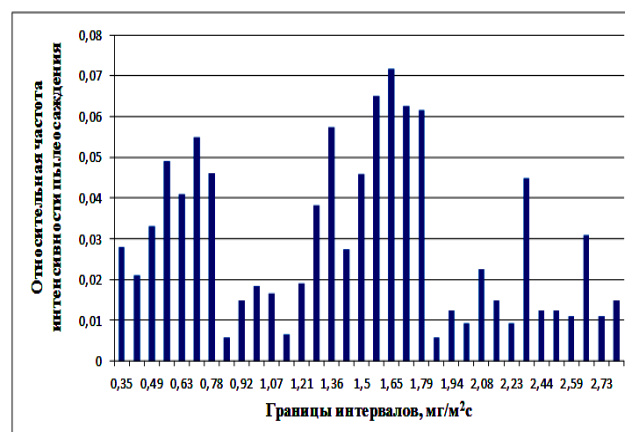
Возможна утилизация данных пылевых отходов путем переработки в строительные плитные теплоизоляционные материалы.

Объем пылевых отходов будет влиять на годовой выпуск композиционных теплоизоляционных плитных материалов. Равномерность поступления пылевых от-

ходов, используемых в качестве сырья, важна для производства композиционных плит, поскольку процесс получения плит является непрерывным, плитное предприятие работает с определенным ритмом [3]. Перебои в поставке сырья будут служить причиной неритмичности производства. Поэтому задача прогнозирования невозвратных объемов отходов, которые могут быть использованы для производства строительных теплоизоляционных материалов, является актуальной для регионов страны, в которых существуют значительные объемы переработки волокна.

На прядильных фабриках г. Костромы технологические операции процесса прядения лигноцеллюлозных волокон сопровождаются образованием значительных объемов пылевидных отходов. Поскольку данные отходы утилизируются путем вывоза на свалку, предприятия учитывают их объемы только укрупненно.

Для количественной оценки объемов пылевидных отходов было выполнено экспериментальное исследование определения интенсивности пылеосаждения. Интенсивность пылеосаждения определялась путем отбора и взвешивания проб осевшей пыли за определенное время [4].



На рис. 1 представлена гистограмма распределения интенсивности пылеосаждения.

Для проверки влияния объема выборки на нормальность распределения результатов выполнена обработка по выборке объемом 1200 замеров, взятой случайным образом по 10 значений 120 раз за год. Проверка нормальности распределения по выборке показала, что значения критерия Пирсона имеют следующие значения:

$$\chi_p^2 = 157,432; \chi_T^2 = 45; \chi_p^2 > \chi_T^2,$$

следовательно, выборка не подчиняется закону нормального распределения.

Причиной отклонения от нормальности распределения интенсивности пылеосаждения может быть влияние дестабилизирующих факторов, выбивающих процесс образования отходов из статистически устойчивого состояния [5], [6]. Выдвинуто предположение, что к таким факторам может относиться вид производителя хлопкового сырья.

Производители сырья и структура сортов сырья различных производителей для прядильного цеха хлопкопрядильной фабрики ООО СП "Кохлома" г. Костромы представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Сорт хлопкового волокна	Тип хлопкового волокна	Класс хлопкового волокна	Страна-производитель
5	1	средний	Казахстан
5	1	средний	Туркменистан
5	1	средний	Киргизия
5	1	хороший	Киргизия
5	1	хороший	Туркменистан
5	2	хороший	Таджикистан
5	1	средний	Таджикистан
5	1	хороший	Казахстан
5	1	хороший	Таджикистан
5	2	обычный	Узбекистан
5	2	обычный	Киргизия
5	2	хороший	Казахстан

Результаты статистической обработки экспериментальных данных методом од-

нофакторного дисперсионного анализа [7] представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Класс хлопкового волокна (тип хлопкового волокна)	Дисперсия		Значения критерия Фишера		Значимость влияния фактора
	фактора А S_A^2	остаточная S_n^2	расчетное F_p	табличное F_T	
Средний (1)	4,564	0,0277	164,765	2,90	неоднородны
Хороший (1)	5,107	0,0393	129,949	2,90	неоднородны
Хороший (2)	5,202	0,0175	297,25	4,41	неоднородны
Обычный (2)	5,94	0,0142	418,31	4,41	неоднородны

Результаты обработки экспериментальных данных показали, что вид производителя хлопкового волокна значимо влияет на выходную величину – интенсивность пылеосаждения.

В Ы В О Д Ы

1. Наименьшее значение интенсивности пылеосаждения по среднему классу сырья

имеет производитель хлопкового волокна – Казахстан.

2. Проверка различий в интенсивности пылеосаждения показала, что значимость различий для разных производителей зависит от сорта сырья.

3. Для сглаживания влияния вида производителя и сорта сырья на равномерность поступления пылевых отходов необходимо предусмотреть технологические

мероприятия, позволяющие усреднять объемы поступающего сырья. Для этого может быть использовано оборудование для хранения межоперационных запасов пылевидных отходов, обеспечивающее равномерную выдачу сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 18 июля 2014 г. № 445 "Об утверждении федерального классификационного каталога отходов" http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_175358/ © Консультант Плюс, 1992-2015.

2. *Сусоева И.В., Букалов Г.К.* Оценка соответствия терминов "текстильные отходы" и "пожаро-взрывоопасные пыли" // Сб. тр. IV Междунар. научн. эколог. конф.: Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. – Краснодар: КубГАУ, 2015. С. 559.

3. *Федотов А.А.* Исследование прочностных характеристик древесно-стружечных плит с добавкой отходов столярного производства // Сб. тр. IV Междунар. научн. эколог. конф.: Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. – Краснодар: КубГАУ, 2015. С. 363.

4. *Сусоева И.В.* Новый способ измерения интенсивности пылеосаждения на текстильном предприятии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №5. С. 134.

5. *Титунин А.А., Вахнина Т.Н.* Исследование эксплуатационных показателей древесных композиционных материалов с использованием вторичного древесного сырья // Вестник МГСУ. – 2011, №7. С. 641...645.

6. *Вахнина Т.Н., Носкова А.В.* Анализ статистической устойчивости процесса производства древесно-стружечных плит // Сб. научн. тр. Междунар. научн.-техн. конф.: Актуальные проблемы лесного комплекса. – Брянск: БГИТА, 2007. Вып. 18. С. 84...85.

7. *Шеффе Г.* Дисперсионный анализ. – М.: Наука, 1980.

REFERENCES

1. Prikaz Ministerstva prirodnyh resursov i jekologii RF ot 18 ijulja 2014 g. № 445 "Ob utverzhenii federal'nogo klassifikacionnogo kataloga othodov" http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_175358/ © Konsul'tant Pljus, 1992-2015.

2. *Susoeva I.V., Bukalov G.K.* Ocenka sootvetstvija terminov "tekstil'nye othody" i "pozharovzryvoopasnye pyli" // Sb. tr. IV Mezhdunar. nauchn. jekolog. konf.: Problemy rekul'tivacii othodov byta, promyshlennogo i sel'skohozjajstvennogo proizvodstva. – Krasnodar: KubGAU, 2015. S. 559.

3. *Fedotov A.A.* Issledovanie prochnostnyh harakteristik drevesno-struzhechnykh plit s dobavkoj othodov stoljarnogo proizvodstva // Sb. tr. IV Mezhdunar. nauchn. jekolog. konf.: Problemy rekul'tivacii othodov byta, promyshlennogo i sel'skohozjajstvennogo proizvodstva. – Krasnodar: KubGAU, 2015. S. 363.

4. *Susoeva I.V.* Novyj sposob izmerenija intensivnosti pyleosazhdenija na tekstil'nom predprijatii // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №5. S. 134.

5. *Titunin A.A., Vahnina T.N.* Issledovanie jekspluatacionnyh pokazatelej drevesnyh kompozicionnyh materialov s ispol'zovaniem vtorichnogo drevesnogo syr'ja // Vestnik MGSU. – 2011, №7. S. 641...645.

6. *Vahnina T.N., Noskova A.V.* Analiz statisticheskoy ustojchivosti processa proizvodstva drevesno-struzhechnykh plit // Sb. nauchn. tr. Mezhdunar. nauchn.-tehn. konf.: Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa. – Brjansk: BGITA, 2007. Vyp. 18. S.84...85.

7. *Sheffe G.* Dispersionnyj analiz. – М.: Nauka, 1980.

Рекомендована кафедрой техносферной безопасности. Поступила 26.01.16.

КОНВЕРГЕНЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО И ЕСТЕСТВЕННОГО В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

CONVERGENCE OF ARTIFICIAL AND NATURAL IN INFORMATIONAL TECHNOLOGIES

Д.М. САДЫКОВА
D.M. SADYKOVA

(Московский государственный университет технологий
и управления имени К.Г. Разумовского)
(Moscow State University of Technology and Management named K.G. Razumovsky)
E-mail: sdelia@yandex.ru

В работе рассматриваются коммуникативные системы, самоорганизующиеся технологии: технологии интернета-вещей, а также семиотическая конвергенция искусственных и естественных систем в коммуникациях и использование ее в высшем образовании и профессиональной деятельности.

Bothe considered communication systems, self-organizing technology: Internet of things technology, and semiotic convergence of natural and artificial systems in communications and its use in higher education and professional activity.

Ключевые слова: высшее образование, информация, коммуникативная среда, самоорганизующиеся технологии, технологии интернета-вещей.

Keywords: the higher education, information, the communicative environment, the self-organized technologies, technologies of the internet of things.

Настоящее время, характеризующееся возрастающим количеством информации, сопровождается большим ее обменом. Процесс передачи и обмена информацией включается в понятие информации, а среда, в которой происходит взаимодействие субъектов, – коммуникативное пространство. Быстро возрастающее количество передаваемой информации приводит к трансформации коммуникативного пространства [1].

Системы, которые обеспечивают разные виды коммуникации, называют коммуникативными системами. Одни из них (естественные) с широким диапазоном (до полумиллиона лексических единиц) являются многоязычными и используются во всех сферах общения. Другие (искусственные системы), преодолевая многоязычность естественных и применяя в качестве средств буквенные, звуковые, цифровые, световые символы, используются опреде-

ленными социальными группами для решения специальных задач. При внедрении новых информационных технологий особое значение приобретают процессы, связанные с коммуникативными системами, используемыми в процессе общения, в том числе и при получении высшего образования.

В структуре информационно-коммуникативных технологий, обеспечивающих доступ к различным информационным источникам, особое значение приобретают появляющиеся самоорганизующиеся технологии, в частности технологии интернета-вещей, объединяющие виртуальные сети и материальные объекты. Под вещью в интернете-вещей понимается все, что связано с цифровым миром посредством коммуникаций, что может быть идентифицировано во времени и пространстве. Она может быть реальной или виртуальной, в частности информация.

В коммуникациях интернета-вещей (Internet of Things) намечается установление закономерностей в конвергенции искусственных и естественных коммуникативных систем как процесса сближения сущностей посредством взаимопроникновения.

Если рассматривать часть нашей реальности не с позиции существует или не существует, а с позиции: как существует, интерес может представлять анализ семиотической (связанной с хранением, передачей и переработкой информации) конвергенции искусственных и естественных систем коммуникаций. Можно ставить вопрос о способах существования знаков (материальных объектов, которым в определенных условиях соответствует новое значение) в коммуникациях, в их перманентности и изменчивости.

Таким образом, представляет интерес рассмотрение вопроса об анализе процессов в коммуникативных системах и знаках, определяющих семиотические процессы, которые определяют функционирование вещей и их закономерностей как семиотических сущностей в интернете-вещей. В этом случае каждый процесс дифференцируется на части, и желательно установить связи между этими частями. Разложение процессов на части дает возможность формирования модели на конкретном уровне. Принимая во внимание сверхвысокие скорости существующих в настоящее время коммуникационных средств, а также очень высокую плотность сети коммуникаций, можно говорить о возникновении нового качества объектов интернета-вещей. Благодаря возникновению нового качества интернета-вещей, объединяющих виртуальные сети и материальные объекты, понятные и при сохранении традиционных способов общения коммуникативные средства создают новые стили, привычные объекты начинают функционировать в новых условиях общения, что способствует усложнению коммуникативной ситуации. Усложнение обусловлено необходимостью обеспечения темпа, синхронности и тотальности информационных воздействий. Все это приводит к измене-

нию характера функционирования процессов в коммуникативных системах.

В интернете-вещей выводятся с большой чувствительностью реагирующие на достижения научно-технического прогресса семиотические процессы в коммуникативных системах и знаках, используемых в процессах общения. Это обусловлено тем, что они являются важным компонентом процессов коммуникации, имеющих в образовании и других социокультурных системах.

Интернет-вещей имеет также и другое название: интернет-объектов, коммуницирующих между собой. В серверах, связующих сетях смешиваются цифровой и физический миры, создаются вещи. В интернете-вещей у каждой вещи реального физического мира есть ее виртуальное воплощение, так называемый семиотический клон. Из вещей реального мира и их виртуальных воплощений складывается среда, в которой заложенный в приложения интеллект учитывает накопленные ранее сведения и опыт, а также оценивает происходящее в физическом мире. На основании всего этого принимается решение, которое отображается в знаках, понятных пользователям разного уровня. Это представляет собой семиотическую конвергенцию естественного и искусственного коммуникативных систем. Такая конвергенция может осуществляться в иной среде, среде, где создаются условия для образования, охраны здоровья, профессиональной деятельности, в частности для бизнеса, и так далее, качественно отличающиеся от существующих в настоящее время.

Когда речь идет об интернете-вещей, то имеется в виду встраивание интеллекта в вещи, которые станут умнее и смогут делать больше по сравнению с тем, что они могли делать ранее.

ВЫВОДЫ

Информационные технологии – понятие широкое, которое включает в себя как технологии передачи информации, так и методы, приемы, средства, которые связаны с распространением информации. Кро-

ме этого, в это понятие включается их воздействие на разрушение старых ценностей, формирование новых ценностей и норм поведения человека в обществе, а также новых ценностей при получении высшего образования и осуществлении профессиональной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Назаров М.М.* Массовая коммуникация в современном мире: методология анализа и практика исследований. – М., 2002.

REFERENCES

1. *Nazarov M.M.* Massovaja komunikacija v sovremennom mire: metodologija analiza i praktika issledovanij. – M., 2002.

Рекомендована кафедрой химических технологий и нетканых материалов. Поступила 05.05.15.

СОДЕРЖАНИЕ

Экономика и организация производства

<i>Зернова Л.Е., Ильина С.И.</i> Методический подход к реализации проектов технического перевооружения с учетом экономической безопасности инвестиций и специфических особенностей нетканых производств, имеющих мобильный ассортимент.....	5
<i>Овчинников А.А., Грузинцева Н.А., Петрухин М.А.</i> Учет рисков при управлении производством в условиях неопределенности	9
<i>Балыхин М.Г., Кожитов Л.В., Лиев Р.А., Емельянов С.Г., Бебенин В.Г.</i> Инновационные аспекты становления и развития предпринимательских университетов: опыт и современные тенденции	14
<i>Мизамбекова С.К., Таипов Т.А.</i> Необходимость радикальных перемен в хлопководстве Казахстана как основа предупреждения и снижения рисков	24
<i>Халезова К.А.</i> Налоговый комплаенс как способ обеспечения налоговой безопасности предприятия	29

Материаловедение

<i>Денисов А.Р., Уткин Д.В.</i> Построение портативной испытательной системы для исследования деформации нити при одноосном растяжении	35
<i>Власова Е.Н.</i> Выявление показателей качества и определение конкурентоспособности тканей для изделий домашнего текстиля	38
<i>Максименко Р.В., Кирсанова Е.А.</i> Исследования коэффициента упругости костюмных чистошерстяных тканей	42
<i>Смирнова Н.А., Добрынина Н.Н.</i> Оценка формуемости льняных тканей по характеристикам сдвига нитей	44
<i>Мальшева О.В., Гусев Б.Н.</i> Совершенствование нормативной оценки качества трикотажных бельевых изделий	48
<i>Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Опарина Л.А.</i> Расчет основных параметров конструкций дорожной одежды с применением геотекстильных синтетических защитно-дренирующих материалов	51
<i>Гойс Т.О., Баженов С.М., Матрохин А.Ю.</i> Разработка алгоритма распознавания степени повреждаемости геотекстильных полотен на основе анализа цифровых изображений	55
<i>Хамматова В.В.</i> Изготовление экспериментальных образцов наномодифицированных текстильных материалов, влияющих на прочность одежды специального назначения	59

Первичная обработка. Сырье

<i>Енин М.С., Пашин Е.Л.</i> Влияние вылета тыльных кромок трепальных барабанов на ускорение элементов пряди вблизи зажима	66
<i>Новиков Э.В., Королева Е.Н., Безбабченко А.В., Ущатовский И.В.</i> Анализ эффективности первичной переработки льносырья в Российской Федерации	71
<i>Газиева С.А., Нуров М.Э., Иброгимов Х.И., Рудовский П.Н.</i> Анализ движения летучки хлопка-сырца по лопасти барабанной сушилки	75
<i>Пашин Е.Л., Орлов А.В., Степанкова Т.А.</i> Обоснование условий формирования цифровых изображений пробы волокон льна для оценки их расщепленности	79

Прядение

<i>Телицын А.А.</i> Аэродинамическое самокруточное прядение. Обзор новых разработок	83
<i>Ашин Н.М., Мешкомаев В.Г.</i> Имитационное моделирование процесса волокнообмена в чесальной машине	88
<i>Беляев Д.Н., Столяров А.А.</i> Анализ технологического процесса прядения на кольцевой прядильной машине на основе метода и устройства непрерывного мониторинга основных параметров вырабатываемой пряжи	92
<i>Ларин И.Ю.</i> Влияние жестких волокон котонина на качество пряжи и стабильность технологического процесса прядения	96

<i>Муравьева Г.Ю.</i> О факторах, влияющих на ворсистость льняной ровницы	100
<i>Ларин И.Ю., Морыганов А.П., Красик Т.Я., Тувин М.А., Савельева Е.Е.</i> Математическое моделирование процесса волоконперехода между пильчататыми поверхностями вращающихся барабанов на основе закона сохранения баланса массы	103

Ткачество

<i>Николаев С.Д., Назарова М.В., Романов В.Ю.</i> Об эффективности использования методов приближения функций для математического описания процесса выработки ткани сатин на ткацком станке АТПР-100-2	108
<i>Демидова Е.Е., Толубеева Г.И.</i> Систематизация способов построения вафельных переплетений	112
<i>Сафонов П.Е., Левакова Н.М., Юхин С.С.</i> Разработка комбинированных термостойких электропроводящих нитей для нового ассортимента радиоотражающих тканей	116

Отделка

<i>Циркина О.Г., Никифоров А.Л.</i> Разработка математических моделей для оценки эффективности нагрева текстильных материалов в поле токов высокой частоты	122
<i>Третьякова А.Е., Черногорцев Е.А., Сафонов В.В.</i> Исследование условий очистки сточных вод от водорастворимых красителей с помощью волокнообразующих полимеров	127
<i>Третьякова А.Е., Сафонов В.В., Ситникова У.В.</i> Модифицирование целлюлозного волокна комплексообразующими препаратами	132

Трикотажное производство

<i>Кудрявин Л.А., Беляев О.Ф., Пивкина С.И., Заваруев Н.В.</i> Методы проектирования и оценка основных свойств поверхностей технического назначения с ячейками различных размеров и конфигураций на базе структур трикотажа	139
<i>Пивкина С.И., Фомина О.П., Кудрявин Л.А.</i> Математические модели описания вязального способа образования "сплит-петель"	143

Швейное производство и дизайн

<i>Сурикова О.В., [Сурикова Г.И.], Кузьмичев В.Е.</i> Анализ американской женской типологии и сравнение с российскими типовыми фигурами	147
<i>Михайлов А.А., Романова К.Е., Червова А.А.</i> Образ женщины-нигилистки как отражение смены модных тенденций XIX века	150
<i>Ершова Л.В., Седова И.Г., Черокова А.В.</i> Народный костюм как источник творчества	154
<i>Чижик М.А., Иванцова Т.М., Доркин Д.В.</i> Исследование суммарного теплового сопротивления перо-пуховых пакетов швейных изделий в различных эксплуатационных условиях	160
<i>Кузьмичев В.Е., Чжэ Чен, Го Мэнна, Тисленко И.В.</i> Экспериментальное обоснование прогнозирования компрессионного давления под женскими платьями свободной формы	165

Текстильные машины и агрегаты

<i>Кожмяченко А.В., Фомин Ю.Г., Лемешко М.А., Новиков А.В., Туцкая Т.П.</i> Теоретическое определение диагностических параметров технического состояния дросселей компрессионных холодильных машин	173
<i>Джомартов А.А.</i> Экспериментальные исследования угловой скорости главного вала ткацкого станка СТБ	178

Автоматизация технологических процессов

<i>Глазунов В.Ф., Репин А.А., Родионов Ю.А.</i> Математическое моделирование системы электропривода механизмов намотки сновальных валов	183
---	-----

Экологическая и производственная безопасность. Промтеплоэнергетика

<i>Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Федосеев В.Н.</i> Возможность внедрения экологической и энергосберегающей технологии в текстильной энергетике	188
---	-----

<i>Колибаба О.Б., Горбунов В.А., Горинов О.И., Самышина О.В., Габитов Р.Н.</i> Исследование влияния влажности на температурный режим переработки твердых бытовых отходов, содержащих текстиль, термическими методами	192
<i>Геращенко А.А., Каравайков В.М.</i> Энергетические показатели различных способов прядения пряжи	196

Информационные технологии

<i>Блинов О.В., Годлевский В.А., Калинин Е.Н., Стулов С.А.</i> Перспективы применения и ограничения методов молекулярной динамики для описания межфазной границы в дисперсных системах – объектах текстильных технологий	202
--	-----

Механика нити и полотен

<i>Щербаков В.П., Гончарова О.А., Полякова Т.И.</i> Ориентация петель в трикотаже	207
---	-----

Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

<i>Родионова Н.В.</i> История создания Куваевской ситценабивной мануфактуры	212
<i>Демидов А.В., Ашин Н.М., Гребенкин А.Н., Туркина Н.Р., Мешкомаев В.Г.</i> Роль преподавателя при внедрении инклюзивного образования в вузе	216
<i>Сусоева И.В., Вахнина Т.Н., Ибрагимов А.М.</i> Исследование интенсивности образования пылевидных отходов текстильных предприятий, используемых для производства строительных лигноцеллюлозных композиционных материалов	219
<i>Садыкова Д.М.</i> Конвергенция искусственного и естественного в информационных технологиях ...	223

CONTENTS

Economics and Production Planning

<i>Zernova L.E., Ilina S.I.</i> Methodical Approach to Implementation of Projects of Modernization Taking Into Account Economic Security of Investments and Specific Features of the Nonwoven Productions Having the Mobile Range	5
<i>Ovchinnikov A.A., Gruzintseva N.A., Petrukhin M.A.</i> The Account Is Risk at Production Management in the Conditions of Uncertainty	9
<i>Balykhin M.G., Kozhitov L.V., Liev R.A., Emelyanov S.G., Bebenin V.G.</i> Innovative Aspects of Formation and Development of Enterprise Universities: Experience and Current Trends	14
<i>Mizambekova S.K., Taipov T.A.</i> The Need for Radical Changes in Cotton Production of Kazakhstan as the Basis for Risk Prevention and Reduction	24
<i>Khalezova K.A.</i> Tax Compliance as a Method of Providing of Tax Security of a Company	29

Materials

<i>Denisov A.R., Utkin D.V.</i> Creation of the Portable Test System for Research Strain Thread under Uniaxial Tension	35
<i>Vlasova E.N.</i> Identification Quality Indicators and Definition of Competitiveness of Fabrics for Home Textiles	38
<i>Maksimenko R.V., Kirsanova E.A.</i> Research of Elasticity Coefficient of Wool Suiting Fabrics	42
<i>Smirnova N.A., Dobrynina N.N.</i> The Estimation of the Moulding of Linen Cloth According to Characteristics of the Shear of Threads	44
<i>Malysheva O.V., Gusev B.N.</i> Improving the Regulatory Assessment of the Quality of Knitted Underwear Products	48
<i>Aloyan R.M., Petrukhin A.B., Oparina L.A.</i> The Calculation of Basic Parameters of Pavement Structures With Application of Synthetic Geotextile Protective-Draining Materials	51
<i>Gojs T.O., Bazhenov S.M., Matrokhin A.Yu.</i> Development of Algorithm of Recognition the Extent of Damage to Geotextile Cloths Based on the Analysis Digital Images	55
<i>Khammatova V.V.</i> Manufacture of Experimental Samples of Nanomodified Textile Materials Affect the Strength of Special-Purpose Clothing	59

Preliminary Treatment. Raw Materials

<i>Enin M.S., Pashin E.L.</i> Influence of the Back Edges in Scuthingdrums Displacement on Acceleration of Strand Elements Near the Clip	66
<i>Novikov E.V., Koroleva E.N., Bezbabchenko A.V., Ushchapovsky I.V.</i> Analysis of Efficiency of Primary Processing of the Linen Raw in Russian Federation	71
<i>Gazieva S.A., Nurov M.E., Ibrogimov Kh.I., Rudovsky P.N.</i> Motion Analysis the Feather of the Raw Cotton over the Blades of the Drum Tion of the Dryer	75
<i>Pashin E.L., Orlov A.V., Stepankova T.A.</i> Justification of Conditions for Creating Digital Images of Flax Fiber Samples in Relation to Determining Fiber Split Level of the Sample	79

Spinning

<i>Telitsyn A.A.</i> Aerodynamical Self-Twist Spinning. Review of the New Developments	83
<i>Ashnin N.M., Meshkomaev V.G.</i> Simulation Modeling of the Fibre-Exchanging Process in Carding Machine	88
<i>Belyaev D.N., [Stolyarov A.A.]</i> The Analysis of Technological Process of Spinning by Ring Spinning Car on the Basis of the Method and the Device of Continuous Monitoring of Key Parameters of the Developed Yarn	92
<i>Larin I.Yu.</i> Influence of Rigid Cottonin's Fibres on the Quality of Yarn and Spinning Process Stability ...	96
<i>Muravjeva G.Yu.</i> The Factors Affecting the Hairiness of Flax Rovings	100
<i>Larin I.Yu., Moryganov A.P., Krasik T.Ya., Tuvin M.A., Savelyeva E.E.</i> Mathematical Modeling of the Process Transition Cottonized Flax Fibers Between the Serrated Surfaces of the Rotating Drams Based on the Conservation Law of Mass Balance	103

Weaving

<i>Nikolaev S.D., Nazarova M.V., Romanov V.Yu.</i> About Efficiency of Use of Methods of Approach of Functions for the Mathematical Description of Process of Production of Sateen Fabric on the ATPR-100-2 Weaving Loom	108
<i>Demidova E.E., Tolubeyeva G.I.</i> Systemization Construction Methods Wafer Weave	112
<i>Safonov P.E., Levakova N.M., Yukhin S.S.</i> Development of Combined Heat-Resistant Conductive Threads for a New Range of Fabrics Radiotray	116

Finishing

<i>Tsirkina O.G., Nikiforov A.L.</i> Development of Mathematical Models for the Assessment Efficiency of Textile Materials Heating in the High Frequency Field	122
<i>Tretyakova A.E., Chernogortsev E.A., Safonov V.V.</i> The Conditions of Wastewater Treatment From Water Soluble Dyes with Fiber-Forming Polymers	127
<i>Tretyakova A.E., Safonov V.V., Sitnikova U.V.</i> Modification of Cellulose Fibres by Complexing Preparation	132

Knitting

<i>Kudryavin L.A., Belyaev O.F., Pivkina S.I., Zavaruev N.V.</i> Methods of Design and Evaluation of Basic Properties of Surfaces for Technical Purposes With Cells of Different Sizes and Configurations Based on the Structures of Knitted Fabrics	139
<i>Pivkina S.I., Fomina O.P., Kudryavin L.A.</i> Mathematical Models of the Description of the Knitting Way of Formation "Split-Stitch"	143

Sewing and Design

<i>Surikova O.V., [Surikova G.I.], Kuzmichev V.E.</i> Adaptation of the USA Pattern Block Making Manual to the Russian Female Bodies	147
<i>Mikhaylov A.A., Romanova K.E., Chervova A.A.</i> The Women Nihilists as a Reflection of the Changing Fashion Trends of the Nineteenth Century	150
<i>Yershova L.V., Sedova I.G., Cherokova A.V.</i> National Costume as a Source of Creativity	154
<i>Chizhik M.A., Ivantsova T.M., Dorkin D.V.</i> A Study of the Total Thermal Resistance the Pen-Down Packets of Garments in Various Operating Conditions	160
<i>Kuzmichev V.E., Chge Chen, Go Menna, Tislenko I.V.</i> Experimental Basement of Compression Pressure Prognosis under Loosely Clothes	165

Textile Machines and Aggregates

<i>Kozhemjachenko A.V., Fomin Yu.G., Lemeshko M.A., Novikov A.V., Tutskaya T.P.</i> Theoretical Determination of Diagnostic Parameters of the Technical Condition of the Choke Compression Refrigerating Machines	173
<i>Jomartov A.A.</i> Experimental Research of the Angular Velocity of Main Shaft of Loom STB	178

Automation of Technological Processes

<i>Glazunov V.F., Repin A.A., Rodionov Ju.A.</i> Mathematical Modeling of the Warping Beams Winding Mechanisms' Electric Drive System	183
---	-----

Ecological and Industrial Safety. Heat Engineering

<i>Aloyan R.M., Petrukhin A.B., Fedoseev V.N.</i> The Possibility of Introduction of Ecological and Energy Saving Technology in Textile Power Engineering	188
<i>Kolibaba O.B., Gorbunov V.A., Gorinov O.I., Samyshina O.V., Gabitov R.N.</i> The Influence of the Thermo Physical Properties of Solid Household Wastes With Textile Components on the Temperature Regime of the Thermal Decomposition	192
<i>Gerashchenko A.A., Karavaykov V.M.</i> Power Indicators of Various Ways of Spinning	196

Information Technologies

<i>Blinov O.V., Godlevskiy V.A., Kalinin E.N., Stulov S.A.</i> The Future Application Prospects and Limitations of Molecular-Dynamics Methods for Description of Interphase Border in Disperse Systems as Objects of Textile Technologies	202
---	-----

Mechanics of Threads and Fabrics

<i>Shcherbakov V.P., Goncharova O.A., Polyakova T.I.</i> Orientation of Loops of Jersey	207
---	-----

Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items

<i>Rodionova N.V.</i> The History of Creation of Kuvaev Printed Cottons Manufacture	212
<i>Demidov A.V., Ashnin N.M., Grebenkin A.N., Turkina N.R., Meshkomaev V.G.</i> The Role of the Teacher in the Implementation of Inclusive Education in High School	216
<i>Susoeva I.V., Vahnina T.N., Ibragimov A.M.</i> Education Research Intensity of Dust Waste Textile Companies Used for the Production of Lignocellulosic Construction Composite Materials	219
<i>Sadykova D.M.</i> Convergence of Artificial and Natural in Informational Technologies	223

Вниманию авторов!

Редакция принимает статьи и сопроводительные документы к ним, направленные только обычными письмами в адрес редакции журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности": 153000, г. Иваново, Шереметевский просп., 21, к. Г.352. Редакция журнала, ответственному секретарю.

Статьи и документы к ним должны быть оформлены согласно Правилам для авторов, которые публикуются в конце номера журнала.

Корреспонденция, направленная заказными письмами, не рассматривается.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Редакция просит авторов, направляющих статьи в журнал "Технология текстильной промышленности" серии "Известия вузов", руководствоваться следующими правилами.

1. Редакция принимает только статьи, содержащие оригинальный материал, соответствующий профилю журнала, нигде не опубликованные и не переданные в редакции других изданий. В статье должно быть представлено четкое изложение полученных автором результатов без повторения данных в тексте статьи, таблицах и рисунках.

2. Статьи, написанные от руки, оформленные небрежно и не имеющие необходимых сопроводительных документов (см. п. 7), не рассматриваются.

Вопрос об опубликовании статьи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала и ее решение является окончательным.

3. В редакцию представляются два экземпляра статьи. Объем статей с учетом таблиц не должен превышать 6 страниц текста, который располагается на одной стороне листа писчей бумаги белого цвета формата А4 (210×297 мм). Размер шрифта основного текста 12. Поля могут быть произвольными, но не менее 15 мм. Текст необходимо печатать через два интервала. К бумажному варианту статьи должен быть приложен идентичный вариант на электронном носителе. Текстовый редактор Word (формат *.doc, *.rtf), редактор формул Microsoft Equation, графический редактор Adobe Photoshop (формат *.psx, *.bmp, *.jpg).

4. Получить информацию по оформлению статей и списка литературы к ним можно на сайте журнала.

5. Чертежи, графики, структурные формулы выполнять по правилам ГОСТа "Единая система конструкторской документации" чисто и четко в двух экземплярах (формата не более 13х18 см с учетом последующего полиграфического уменьшения в 2...2,5 раза), надписи и обозначения должны быть четкими и понятными. На обороте рисунка указывать его номер и название; "верх" и "низ" рисунка. Название рисунка и все обозначения должны вноситься в текст статьи. Фотографии (тоновые рисунки) принимаются только на глянцевой бумаге (без глянцевого) формата не менее 9х12 см (с учетом последующего уменьшения). Не принимаются рисунки, выполненные от руки, небрежно, карандашом или шариковой ручкой.

Все рисунки помещать в конце статьи на отдельных листах (не вставляя их в текст) и сопровождать описью с указанием их номеров и названий. Количество рисунков в статье не должно превышать четырех.

6. В начале статьи (над ее названием) проставлять индекс Универсальной десятичной классификации (УДК). Под заголовком указать инициалы, фамилии авторов и полное название института (организации), в котором работают авторы, адрес электронной почты (E-mail). Далее следует расположить аннотацию на русском языке, отражающую основное содержание статьи, не более 10 строк, а после нее – основной текст статьи. Если в статье есть таблицы, то их заголовки следует вносить в текст. Статья должна заканчиваться конкретными выводами.

7. К статье прилагать следующие документы:

а) сопроводительное письмо с перечнем всех документов, направляемых в редакцию, с указанием организации, где проведена описываемая работа, а также места работы, должности, ученой степени и ученого звания, фамилии, имени и отчества автора (авторов), точного домашнего адреса и адреса для переписки, номеров служебного и домашнего телефонов, E-mail;

б) заверенную выписку из протокола заседания кафедры, рассмотревшего направляемую статью. В выписке должны содержаться рекомендации кафедры к публикации в журнале, а также полное (без сокращений) наименование кафедры. К статье должны быть приложены документы, подтверждающие возможность ее открытого опубликования;

в) аннотации статей на русском и английском языках; ключевые слова к статье;

г) пристатейный библиографический список литературы, который должен быть оформлен: 1) на русском языке, 2) русскоязычный список в романском алфавите (латинице), 3) на английском языке;

д) название статьи, фамилию и инициалы автора (авторов), место работы и должность на английском языке.

8. Плата с аспирантов дневной формы обучения, выступающих единым автором работы, за публикацию статьи не взимается.

9. С целью ускорения публикаций статей переписку, связанную с исправлениями материалов, желательно осуществлять по электронной почте: E-mail: ttp@ivgpru.com.

* * *

Редакция обращает внимание авторов на необходимость соблюдения изложенных правил, что ускоряет прохождение статьи в производстве, сокращает время ее напечатания и способствует уменьшению ошибок и опечаток.

Статьи, отклоненные от публикации, не возвращаются.

Авторский гонорар не выплачивается.

РЕДАКЦИЯ