

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 (344)  
2013**

Издание Ивановского государственного политехнического университета.  
Текстильный институт

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор *Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ*.

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

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

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ*.

Статьи печатаются в редакции авторов.

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

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

*E-mail: ttp@igta.ru*

*http://www.igta.ru*

---

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 05.05.2013. Подписано в печать 20.05.2013. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 20,92; Усл. кр.-отг. 21,17. Заказ

Тираж 400 экз.

---

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

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

E-mail: info@igta.ru; ttp@igta.ru

Издательско-полиграфический комплекс "ПресСто"

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

Тел. (4932) 30-42-91, 30-43-07

E-mail: pressto@mail.ru

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

**PROCEEDINGS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS**

**TEXTILE  
INDUSTRY  
TECHNOLOGY**

SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

**ESTABLISHED IN DECEMBER OF 1957, 6 ISSUES PER YEAR**

**№ 2 (344)  
2013**

Published by Ivanovo State Polytechnic University  
Textile Institute

EDITORIAL BOARD

Chief editor *G.I. CHISTOBORODOV*.

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

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

Executive secretary *S.L. KHALEZOV*.

The articles are published in authors' editions.

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

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

*E-mail: ttp@igta.ru*

*http://www.igta.ru*

---

Registered with the Ministry of Printing of Russian Federation. Registration no. 796. Passed for typesetting on 05.05.2013. Signed for printing on 20.05.2013. Format 60×84 1/8. Book/journal paper. Offset printing. 20.92 conventional sheets. 21.17 conventional. Order

Circulation of 400.

---

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

Published by Ivanovo State Polytechnic University

Textile Institute

153000, Ivanovo, Sheremetev av., 21.

E-mail: info@igta.ru; ttp@igta.ru

Publishing-printing complex "PresSto"

153025, Ivanovo, Dzerdzinskogo, 39, of. 307

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

E-mail: pressto@mail.ru

УДК 338.45

**ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО  
ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**THE FACTORS DEFINING STRATEGIC PARTNERSHIP  
OF TEXTILE ENTERPRISES**

*И.М. ГАВРИЛОВА*  
*I.M. GAVRILOVA*

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

*Предложены факторы, определяющие эффективность стратегического партнерства текстильных предприятий. Проведен расчет коэффициентов причинного влияния изучаемых факторов на основе причинно-следственной теории информации, который позволил устранить эффекты сопутствия, идентифицировать изучаемые факторы, определить факторы, в наибольшей степени влияющие на эффективность стратегического партнерства на текстильных предприятиях. Составлена программа расчета на ЭВМ.*

*The factors defining the efficiency of strategic partnership of textile enterprises are offered. Calculation of the coefficients of casual influence of the studied factors on the basis of the cause and effect information theory has been carried out, it allows to eliminate concomitance effects, to identify the studied factors, to define the factors influencing the efficiency of strategic partnership in textile enterprises to a great extent. The computer calculation program has been made.*

**Ключевые слова:** стратегическое партнерство, энтропия, информация, причинно-следственные связи.

**Keywords:** strategic partnership, entropy, information, causal effect.

В настоящее время, в экономической науке происходят существенные перемены теоретических подходов, связанных с изменением системы хозяйствования и переходом на новую ступень развития общества – информационно-инновационную экономику. Осуществление такого перехода

предполагает активное внедрение инноваций, создающих основу для применения новых технологий и производств. Действуя в инновационной среде, предприятие вынуждено модернизировать не только внутренние процессы и взаимосвязи, но и

формировать особые механизмы взаимодействия со своим внешним окружением.

Сегодня в сфере межфирменных связей происходят кардинальные изменения, способствующие расширению взаимоотношений между организациями. Партнерство становится новой стратегией современного развития предприятий, ориентированных на инновационную деятельность. Предприятия, целью которых является устойчивое развитие, разрабатывают и реализуют стратегические подходы, опирающиеся на интеграцию совместного бизнеса с партнерами.

В настоящее время важным фактором устойчивого функционирования современного предприятия является готовность к сотрудничеству и постоянный поиск наиболее эффективных партнерских связей. В ходе такого поиска осуществляется переориентация деятельности в соответствии с требованиями рынка, то есть партнерские отношения позволяют предприятию сохранить и повысить свои конкурентные преимущества.

Маркетинг партнерских отношений (МПО) – это непрерывный процесс определения и создания новых ценностей вместе с индивидуальными покупателями, а затем совместного получения и распределения дохода от взаимодействия между участниками. Он включает такие элементы исследования, как понимание, фокусирование внимания, а также управление текущей совместной деятельностью поставщиков и выбранных покупателей. Эти процессы реализуются с целью взаимного создания и совместного использования ценностей посредством взаимозависимости в ведении бизнеса и организации адаптивного управления в условиях нестабильной внешней среды.

Согласно мнению автора, маркетинг партнерских отношений исходит из принципов традиционного маркетинга, однако он значительно от него отличается. Маркетинг можно определить как процесс определения и удовлетворения предприятием потребностей покупателей лучше, чем это делают его конкуренты, достигая при этом поставленных целей. МПО основывается

на такой стратегии, однако обладает еще шестью параметрами, которые по существу расходятся с классическим определением маркетинга.

Рассматриваемые вместе, эти различия могут изменить позицию компании на маркетинг, деятельность предприятия, технологии производства, изготавливаемую продукцию и на структуру, с помощью которой предприятие достигает поставленных стратегических целей.

Эти и многие другие изменения требуют иного подхода к формированию процессов принятия управленческих решений. Менеджмент предприятия будет ориентироваться на долгосрочные и взаимовыгодные отношения двух и более партнеров. При этом нужно принимать во внимание ряд специфических факторов, а именно: признание общих целей и ценностей, готовность к совместным действиям, выделение ресурсов в интересах партнера, необходимость определения компетенций в управлении бизнесом.

В этой связи, очевидно, что возрастающая роль указанных процессов для предприятия, их новизна, сложность и разнообразие создают реальную основу для их агрегирования на уровне уникального вида деятельности. Это означает формирование инновационных бизнес-процессов, ориентированных на создание ценностей для постоянных партнеров и оказание им эксклюзивных услуг на взаимовыгодных условиях.

В статье рассмотрены некоторые факторы, определяющие эффективность стратегического партнерства текстильных предприятий. Для установления причинно-следственных связей между факторами используется бинарная причинно-следственная теория информации, основанная на предпосылках Шеннона. Задачи исследования обусловлены использованием метода, который бы позволял: идентифицировать исследуемые факторы; устранять эффекты сопутствия; автоматизировать трудоемкий метод расчета.

Формулы и методика расчета коэффициентов, определяющих тесноту причин-

но-следственных связей, приведены в работе [3].

В работе на основе опроса специалистов исследовались следующие факторы:

X1 – совпадение стратегических интересов по развитию текстильного производства;

X2 – взаимное участие текстильных фирм в капиталах;

X3 – расширение рынков сбыта;

X4 – выход на новые рынки;

X5 – координация деятельности текстильных фирм;

X6 – эффективность стратегического партнерства.

Были определены значения энтропии для исследуемых факторов и установлены причинно-следственные связи. Далее решена частная задача установления причинно-следственных связей между 6 факторами.

При помощи специально разработанной программы на ЭВМ были рассчитаны величины энтропии, информации, коэффициенты причинного влияния.

Причинно-следственная связь устанавливалась по значениям энтропии:  $H_1=0,726$ ;  $H_2=0,724$ ;  $H_3=0,704$ ;  $H_4=0,672$ ;  $H_5=0,651$ ;  $H_6=0,157$ .

Ориентированный граф причинно-следственных связей при 6 факторах представлен на рис. 1.

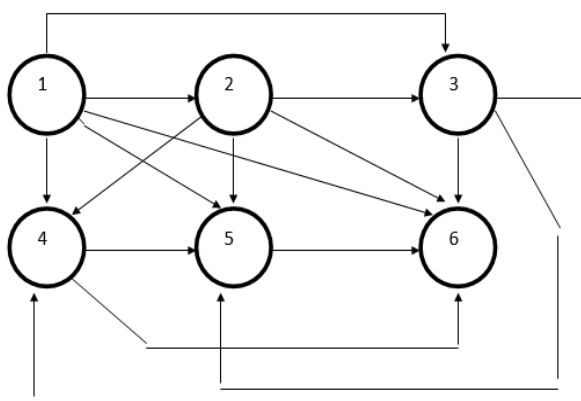


Рис. 1

Для нахождения коэффициентов  $g_{ij}$  необходимо составить систему из 15 нелинейных относительно  $g_{ij}$  уравнений и решить ее:

$$\begin{aligned} \Gamma_{12} &= g_{12}, \\ \Gamma_{13} &= g_{13} + g_{12} * g_{23}, \\ \Gamma_{14} &= g_{14} + g_{12} * g_{24} + g_{13} * g_{34}, \\ \Gamma_{15} &= g_{15} + g_{12} * g_{25} + g_{13} * g_{35} + g_{14} * g_{45}, \\ \Gamma_{16} &= g_{16} + g_{12} * g_{26} + g_{13} * g_{36} + g_{14} * g_{46} + \\ &+ g_{15} * g_{56}, \\ \Gamma_{23} &= g_{23}, \\ \Gamma_{24} &= g_{24} + g_{23} * g_{34}, \\ \Gamma_{25} &= g_{25} + g_{23} * g_{35} + g_{24} * g_{45}, \\ \Gamma_{26} &= g_{26} + g_{23} * g_{36} + g_{24} * g_{46} + g_{25} * g_{56}, \\ \Gamma_{34} &= g_{34}, \\ \Gamma_{35} &= g_{35} + g_{34} * g_{45}, \\ \Gamma_{36} &= g_{36} + g_{34} * g_{46} + g_{35} * g_{56}, \\ \Gamma_{45} &= g_{45}, \\ \Gamma_{46} &= g_{46} + g_{45} * g_{56}, \\ \Gamma_{56} &= g_{56}. \end{aligned}$$

Решение системы уравнений проводилось в среде Маткад.

Результаты расчетов частных коэффициентов  $\Gamma_{ij}$  и  $g_{ij}$  причинного влияния представлены в табл. 1.

Таблица 1

Направление связи	$\Gamma_{ij}$	$g_{ij}$	$\Gamma_{ij} - g_{ij}$
1→2	0,327	0,327	0
1→3	0,185	0,104	0,081
1→4	0,217	0,126	0,091
1→5	0,252	0,165	0,087
1→6	0,138	0,108	0,030
2→3	0,249	0,249	0
2→4	0,261	0,194	0,067
2→5	0,214	0,133	0,081
2→6	0,059	0,022	0,037
3→4	0,269	0,269	0
3→5	0,215	0,156	0,059
3→6	0,104	0,083	0,021
4→5	0,219	0,219	0
4→6	0,064	0,055	0,009
5→6	0,043	0,043	0

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

– совпадение стратегических интересов по развитию производства является причиной взаимного участия текстильных фирм в капитальных вложениях –  $H_1=0,726$ ;  $H_2=0,724$ ;

– взаимное участие текстильных фирм в капитальных вложениях является причиной расширения рынков сбыта текстильной продукции –  $H_2=0,724$ ;  $H_3=0,704$ ;

– расширение существующих рынков сбыта текстильной продукции ведет к выходу на новые рынки сбыта продукции –  $H_3=0,704$ ;  $H_4=0,672$ ;

– выход на новые рынки сбыта продукции требует координации работы предприятий по развитию стратегического партнерства  $H_4=0,672$ ;  $H_5=0,651$ ;

– координация работы предприятий приведет к повышению эффективности стратегического партнерства –  $H_5=0,651$ ;  $H_6=0,157$ ;

– самая большая взаимосвязь существует между следующими факторами:  $X_1$  и  $X_2$  (частный коэффициент причинного влияния  $g_{12}=0,327$ ),  $X_2$  и  $X_3$  ( $g_{23}=0,249$ ),  $X_2$  и  $X_4$  ( $g_{24}=0,194$ ),  $X_3$  и  $X_4$  ( $g_{34}=0,269$ ),  $X_1$  и  $X_5$  ( $g_{15}=0,165$ ),  $X_4$  и  $X_5$  ( $g_{45}=0,219$ );

– самые большие эффекты сопутствия существуют между следующими факторами:

$X_1$  и  $X_3$  (разница между коэффициентом причинного влияния и частным коэффициентом причинного влияния  $\Gamma_{13} - g_{13}=0,081$ )  $X_1$  и  $X_4$  ( $\Gamma_{14} - g_{14} = 0,091$ ),  $X_1$  и  $X_5$  ( $\Gamma_{15} - g_{15} = 0,087$ ),  $X_2$  и  $X_5$  ( $\Gamma_{25} - g_{25} = 0,081$ ),  $X_2$  и  $X_4$  ( $\Gamma_{24} - g_{24} = 0,067$ ),  $X_3$  и  $X_5$  ( $\Gamma_{35} - g_{35} = 0,051$ );

– наибольшее влияние на эффективность стратегического партнерства оказывают:

совпадение стратегических интересов текстильных фирм по развитию производства (коэффициент равен  $0,108$ );

расширение рынков сбыта и возникновение новых рынков (коэффициенты равны  $0,083$  и  $0,055$ ).

## ВЫВОДЫ

1. Предложен алгоритм установления основных факторов, влияющих на эффективность стратегического партнерства на текстильных предприятиях на основе бинарной причинно-следственной теории информации.

2. Выход на новые рынки сбыта продукции требует координации работы предприятий по развитию стратегического партнерства. Наибольшее влияние на эффективность стратегического партнерства оказывают: совпадение стратегических интересов текстильных фирм по развитию производства и расширение рынков сбыта и возникновение новых рынков.

## ЛИТЕРАТУРА

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

2. Николаев С.Д., Мартынова А.А., Юхин С.С., Власова Н.А. Методы и средства исследования технологического процесса ткачества. Монография. – М., 2003.

3. Гаврилова И.М. Качество текстильных материалов определяет эффективность текстильного производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №6.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 17.01.13.



**ПРОБЛЕМЫ РЕНОВАЦИИ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ  
ИВАНОВСКОГО ТЕКСТИЛЬНО-ШВЕЙНОГО КОМПЛЕКСА\***

**RENOVATION PROBLEMS OF IVANOVO TEXTILE  
AND SEWING COMPLEX MANPOWER**

*Е.Ю. СТАШКОВА*  
*E.YU. STASHKOVA*

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

*В работе определены проблемы разобщенности рынка образовательных услуг и труда в сфере ИвТШК. Предложены пути урегулирования данных проблем, в частности, методом внедрения механизма единого интеграционного управления компетентностями выпускников и работников.*

*The problems of dissociation of educational services and labor markets in the sphere of ITSC have been defined in the paper. The ways of regulation of such problems have been offered, the method of introduction of the mechanism of unified integration management of the competences of graduates and workers.*

**Ключевые слова:** реновация трудовых ресурсов, компетентностная траектория, профиль компетентностной траектории, интеграционное управление компетентностями выпускников и работников.

**Keywords:** manpower renovation, a competence-based trajectory, the profile of a competence-based trajectory, integration management of graduates and workers competences.

Эффективное функционирование промышленного комплекса предполагает долговременное развитие трудовых ресурсов. В последние годы все внимание было направлено на механизм регулирования рыночной экономики, при этом часто забывали о самом главном – на какой трудовой потенциал будет опираться новая экономика.

Не секрет, что существующая сегодня система подготовки кадров для предприятий не отвечает современным требованиям. Образовательная политика России, отражая общенациональные интересы в сфере образования и предъявляя их мировому сообществу, должна учитывать вместе с тем общие тенденции мирового развития, обуславливающие необходимость существенных изменений в системе образования

[1]. На сегодняшний день высшее образование, по крайней мере, высшее инженерное образование, от которого напрямую зависит уровень развития Ивановского текстильно-швейного комплекса (ИвТШК), не соответствует требуемому уровню. В новых условиях возрастающих взаимосвязей и взаимозависимостей системы образования с экономикой, необходимостью обеспечения многофункциональности, многоуровневости и гибкости учреждений образования на передний план выдвигаются проблемы перехода к открытой системе образования, обеспечения опережающего развития профессионального образования на всех его уровнях, развития социального партнерства образовательных учреждений и промышленных

\* Работа выполнена под руководством проф., докт. эконом. наук С.М. Степановой.

комплексов. Основным противоречием на современном этапе развития профессионального образования является противоречие, обусловленное традиционной ведомственной разобщенностью образовательных учреждений рассматриваемой системы в приоритетных аспектах их деятельности: целевом, содержательном, научно-методическом, организационном и кадровом.

В целях урегулирования требований работодателей и качества подготовки будущих специалистов нами была предложена модель компетенций для выпускников профессиональных учебных заведений, готовящих специалистов для Ивановского текстильно-швейного комплекса (ИвТШК), которая включает в себя два сектора: социально-активные компетенции и трудоактивные компетенции. Сектор "социально-активные компетенции" состоит, в свою очередь, из двух групп компетенций: личностных (ЛК) и общекультурных (ОКК). Сектор "трудоактивные компетенции" представлен группами компетенций: организационными (ОК), профессиональными (ПК) и академическими (АК) [2]. Данная модель, на наш взгляд, может стать основ-

ным инструментом урегулирования требований субъектов интеграционного управления к профессионально-отраслевой подготовке выпускников.

Каждая компетенция разработанной модели предполагает разную степень ее сформированности, которая должна соответствовать уровню профессионального образования (НПО, СПО, бакалавриат магистратура и выше), что позволяет выстроить компетентностную траекторию выпускника соответствующего уровня. Учет значимости каждой компетенции позволяет представить профиль компетентностной траектории (ПКТ) специалиста для ИвТШК.

Степень значимости и уровень реализации предложенных компетенций у сегодняшних выпускников текстильной академии мы оценили на основании мнения экспертов, в качестве которых выступили преподаватели вуза и руководители текстильных предприятий. По результатам экспертных оценок была построена матрица компетенций "значимость – реализация", где определена соответствующая позиция каждой из пяти групп компетенций (рис. 1).

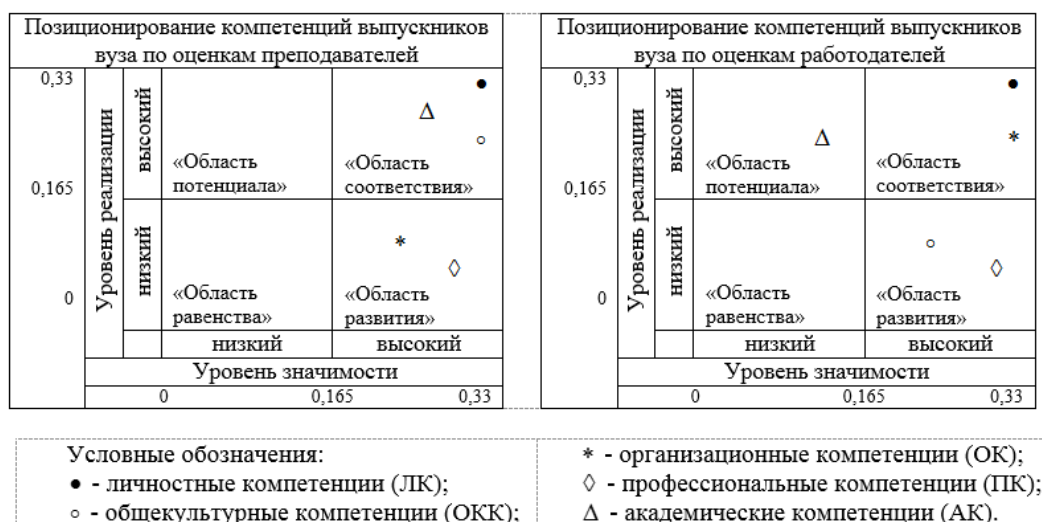


Рис. 1

В результате проведенного исследования выявлено: мнения преподавателей и работодателей в отношении значимости компетенций, таких как организационные, общекультурные и академические, не сов-

падают, что еще раз доказывает разобщенность между требованиями ИвТШК и профессиональным образованием; часть компетенций: профессиональные, организационные и общекультурные, попадают в

сегмент развития, то есть являются значимыми для профессиональной деятельности, но слабо сформированы; требуют внимания академические компетенции, попавшие в сегмент потенциала (по мнению работодателей), поскольку эти компетенции достаточно сформированы, но не считающиеся значимыми. Это тревожная ситуация, поскольку если компетенции не будут использоваться в профессиональной деятельности, то со временем их уровень реализации может снижаться.

Стратегическим направлением в преодолении указанных противоречий и недостатков и, как следствие, повышения эффективности реновации трудовых ресурсов является создание интеграционного управления компетентным развитием выпускников профессиональных образова-

тельных учреждений, субъектами которого должны стать органы местного самоуправления, представители предпринимательской и рыночной среды (текстильно-швейного комплекса) и профессиональные учебные заведения. Одним из основных процессов интеграционного управления должно стать формирование и функционирование информационного обеспечения, которое позволит разрабатывать программы подготовки специалистов в соответствии с требованиями предприятий ИвТШК. Структурно-логическая схема формирования и функционирования информационного обеспечения системы интеграционного управления компетентностями выпускников и работников ИвТШК представлена на рис. 2.

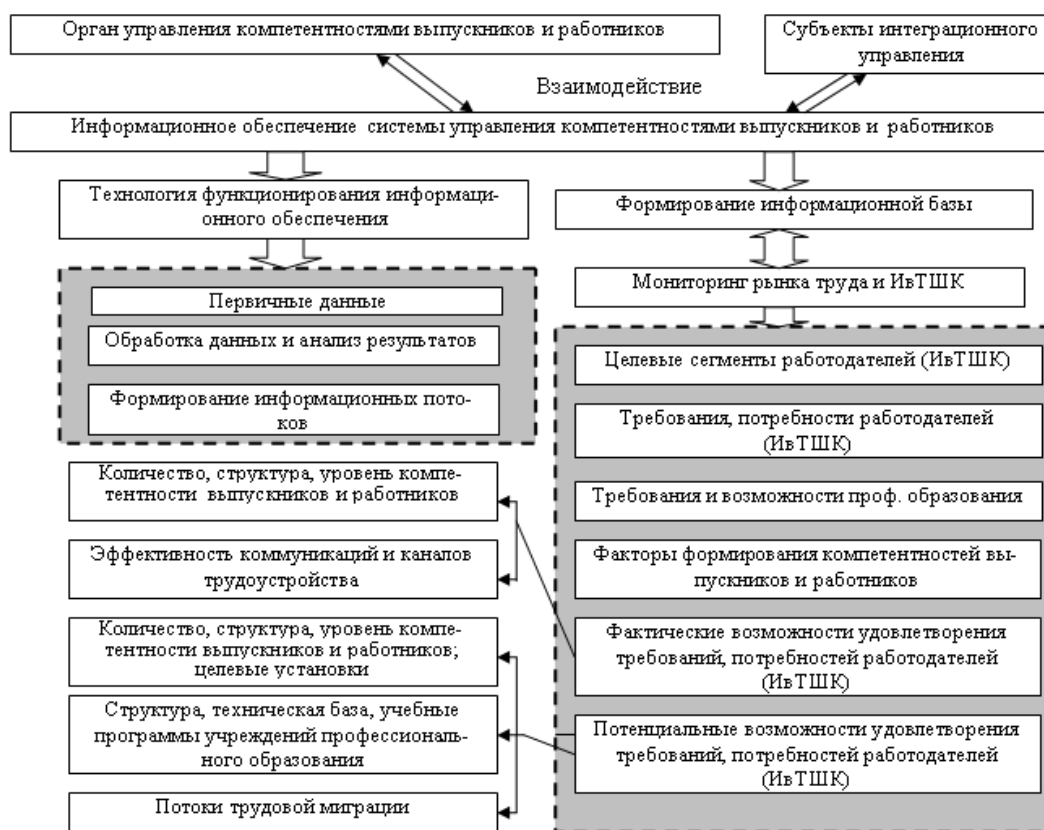


Рис. 2

На сегодняшний день интеграция промышленности в образовательный комплекс единственно возможный путь целевой подготовки теоретически и практически грамотных кадров, востребованных для работы на предприятиях ИвТШК, по-

этому урегулирование взаимных требований между субъектами интеграционного управления должно стать эффективным механизмом повышения квалификационного уровня будущих специалистов, в том

числе и для текстильной и легкой промышленности.

На наш взгляд, обучение по программам, согласованным с представителями ИвТШК позволит: корректировать план приема слушателей на дефицитные специальности и профессии в соответствии со стратегическими целями ИвТШК; формировать образовательные программы в соответствии с компетенциями, наиболее востребованными в условиях развивающегося промышленного комплекса; корректировать образовательные программы с учетом инновационных разработок, востребованных на предприятиях ИвТШК; обеспечить слушателям базу практики, необходимую при подготовке выпускной квалификационной работы; гарантирует дальнейшее трудоустройство выпускников образовательного комплекса на предприятия ИвТШК; снизить адаптационный период благодаря целевой подготовке в про-

цессе обучения; руководителям ИвТШК осуществлять целевую подготовку будущих работников в соответствии со стратегией развития; планомерно формировать кадровый резерв, что значительно повысит эффективность реновации трудовых ресурсов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Степанова С.М., Горинова С.В. Интеграционное управление как необходимое условие развития промышленного регионального текстильного комплекса // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №8. С.7...11.
2. Сташкова Е.Ю. Управление компетентным развитием выпускника / Сб. ст. X Междунар. научн.-практ. конф.: – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2012. С. 64...66.

Рекомендована кафедрой менеджмента. Поступила 29.03.13.

УДК 005.216

### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

### ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF MANAGEMENT PROCESSES OF A TEXTILE ENTERPRISE

*T.S. КОЧЕТКОВА*  
*T.S. KOCHETKOVA*

(Ивановская государственная текстильная академия)  
(Ivanovo State Textile Academy)

E-mail: rummyantsevat@rambler.ru, opl@igta.ru

*Автором разработана методика оценки эффективности управленческих процессов, ориентированная на применение технологии управления по отклонениям. В основе методики лежит система показателей, отражающая параметры процесса управления (скорость, стоимость, качество, структура) по критериям эффективности.*

*The author has developed a methodology of evaluation of efficiency of management processes, oriented on application of the technology of management by deviations. The system of indicators reflecting the parameters of the control process (speed, cost, quality, structure) by the efficiency criteria is in the basis of the methodology.*

**Ключевые слова:** процесс управления, мониторинг, оценка эффективности, методика.

**Keywords:** a management process, monitoring, effectiveness evaluation, methodology.

Анализ существующих методических разработок показал отсутствие единой системы показателей, применяемой для оценки эффективности управленческого процесса и позволяющей всесторонне его охарактеризовать.

Оценке эффективности управленческой деятельности посвящено достаточное количество работ. Эта проблема, ввиду высокой значимости, была в центре внимания многих ученых-экономистов, таких как О.С. Виханский, Э.М. Попов, И. Ансофф, Э. Деминг, П. Друкер, Т. Давенпорт и др. Но, как правило, существующие методики оценки эффективности управления ограничиваются лишь анализом деятельности руководителей и вверенных им подразделений, что, на наш взгляд, не позволяет получить полного представления о реальной ситуации в управленческой сфере предприятия.

Нами была предпринята попытка разработать интегрированную систему показателей, отражающую параметры процесса управления по четырем критериям эффективности.

В качестве параметров оценки эффективности управленческого процесса выделены скоростные, стоимостные, качественные и структурные показатели. В качестве критериев эффективности управленческого процесса нами были выбраны: организованность управленческого труда, использование ресурсов управления, развитие управленческой среды объекта и результативность управляемого процесса. Выбор указанных параметров оценки был обусловлен необходимостью получения всесторонней характеристики процесса [1], [2]. Выделение приведенных критериев эффективности было продиктовано применением процессного подхода к управлению [3]. Как известно, "входом" управленческого процесса являются ресурсы управления, поэтому оценка "входа" будет про-

водиться по критерию использования привлекаемых ресурсов [4]. Оценка "выполнения" процесса предполагает непосредственный анализ деятельности руководителя и вверенного ему подразделения по критерию организованности управленческого труда. Оценка "выхода" процесса управления означает анализ эффективности принимаемых управленческих решений, который нами предлагается проводить по критерию результативности управляемого процесса. Кроме того, для оценки динамичности процесса нами предлагается ввести группу показателей, отражающих развитие управленческой среды объекта. Отметим также, что система показателей содержит как ранее известные [5], [6], так и авторские показатели.

Применение интегрированной системы оценки управленческих процессов предполагается для следующих случаев:

- при оценке результатов внедрения процессного подхода;
- при проведении реструктуризации процессов предприятия / процесса управления;
- при реинжиниринге процессов предприятия / процесса управления;
- при разработке стратегии (тактики) предприятия, выработке стратегических решений;
- для начальной оценки управленческого процесса;
- по окончании календарного периода, в течение которого были выявлены существенные отклонения в деятельности органов управления по результатам текущей проверки управленческого процесса.

Алгоритм такой оценки, по сути, ориентированный на применение технологии управления по отклонениям, может быть представлен последовательным выполнением четырех этапов:

- 1) формализация существующего процесса управления;

2) разработка системы оценки процесса управления;

3) оценка состояния процесса управления;

4) проведение корректирующих мероприятий.

Апробация разработанной методики осуществлялась на одном из текстильных предприятий Ивановской области, включающих прядильное, ткацкое и красильно-отделочное производство.

На первом этапе были сформулированы цель и задачи исследования. В качестве цели проведения исследования была выбрана оценка состояния управленческого процесса, выявление его "слабых" сторон.

Затем на основании собранной информации была определена структура управления на предприятии. Отметим, что на предприятии отсутствует информационная система, отвечающая за обеспечение руководства данными о состоянии управленческого процесса. По этой причине сбор информации для расчета системы показателей оказался достаточно трудоемким.

Применение методики основано на использовании программы Microsoft Office InfoPath, которая изначально ориентирована на работу с динамическими электронными формами [7]. Эта программа существенно упрощает процесс сбора данных и предоставляет возможность многократного их использования на предприятии. С целью получения своевременной информации о состоянии процесса управления на предприятии нами были разработаны электронные формы получения данных от управленческого персонала.

Собранные таким образом данные в InfoPath должны быть экспортированы в Microsoft Office Excel для обработки. На основании проведенного анализа данных сформирована система электронных отчетов, с помощью которой обеспечивается контроль за управленческим процессом.

Автоматизация сбора информации позволит не только упорядочить систему оценки, но и при дальнейшем применении повысит своевременность получения необходимых сведений о состоянии управленческого процесса, будет способство-

вать экономии времени и совершенствованию всей системы управления предприятием.

На втором этапе осуществлялся непосредственный расчет показателей по разработанной системе показателей. Все показатели были подразделены на нормируемые и не нормируемые. Для нормируемых показателей были определены границы приемлемых (допустимых) значений в зависимости от специфики деятельности, накопленного опыта работы предприятия.

На третьем этапе с учетом весовых коэффициентов показателей рассчитываются интегральные показатели по каждому критерию эффективности и параметру процесса. Так, например, на обследуемом предприятии были получены следующие данные по оценке организованности управленческого труда (рис. 1 – диаграмма организованности управленческого труда на предприятии).

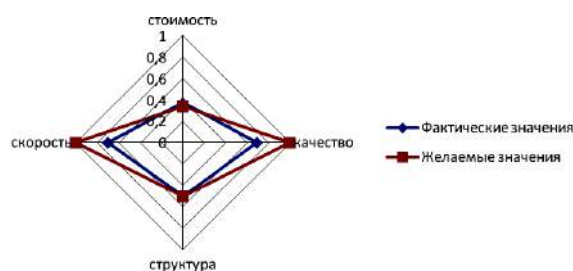


Рис. 1

В том случае, если фактические значения хуже желаемых, то осуществляется четвертый этап методики, который предполагает определение причины несоответствий и проведение корректирующих мероприятий. Так, на исследуемом предприятии в результате оценки организованности управленческого труда были выявлены отклонения от желаемых значений скоростных и качественных показателей. Прежде всего были выявлены проблемы в процессе принятия решений: невысокая доля эффективных и своевременно принимаемых решений. Кроме того, был проведен анкетный опрос различных категорий управленческого персонала (руководителей высшего, среднего и низового звеньев управления, специалистов). Результаты

опроса свидетельствуют о необходимости сокращения времени разработки и принятия управленческих решений, о чрезмерной загруженности управленческого персонала, нерациональном распределении функциональных обязанностей, невысоком уровне освоения информационных технологий и др.

На основании анализа выявленных несоответствий были разработаны и реализованы обоснованные корректирующие мероприятия, в числе которых регламентация управленческого труда, применение автоматизированной системы сбора данных о состоянии управленческого процесса, повышение компьютерной грамотности управленческого персонала и др.

В результате апробации методики на исследуемом предприятии была произведена оценка текущего состояния управленческого процесса, выявлены "узкие места" в организации управленческого труда и использовании ресурсов управления.

Предлагаемая нами система показателей для оценки эффективности процесса управления позволила конкретизировать место возникновения проблем, что, в свою очередь, способствовало принятию своевременных мер по их устранению.

УДК 338.242.2

## **ФИНАНСОВЫЕ МОТИВАЦИИ УЧАСТНИКОВ КЛАСТЕРА И СПОСОБЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЛОКАЛЬНЫХ КОМПРОМИССОВ**

### **FINANTIAL MOTIVATION OF THE CLUSTER MEMBERS AND DECISION-MAKING METHODS BASED ON LOCAL TRADEOFFS**

*М.А. БУШУЕВА, Д.И. КОРОВИН, Н.Н. МАСЮК  
M.A. BUSHUEVA, D.I. KOROVIN, N.N. MASYUK*

(Российский государственный торгово-экономический университет (Ивановский филиал),  
Ивановский государственный энергетический университет,  
Владивостокский государственный университет экономики и сервиса)  
(Russian State University of Trade and Economics (Ivanovo Branch);  
Ivanovo State Power University;  
Vladivostok State University of Economics and Service)  
E-mail: bushuev@dsn.ru; dmitriykorovin@list.ru; masyukn@yahoo.com

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

2. Юхина Е.А., Юхин А.С. Ассортиментная гибкость и эффективность текстильного производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 6. С. 5...7.

3. ГОСТ Р ИСО 9000–2001. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – М.: Изд-во стандартов, 2001.

4. Горина С.В., Андриянова Н.В. Проектирование управленческих бизнес-процессов на предприятиях текстильной промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 4. С. 6...9.

5. Елиферов В.Г., Ретин В.В. Бизнес-процесс: Регламентация и управление: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2005.

6. Козлов А.С. Проектирование и исследование бизнес-процессов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Флинта: МПСИ, 2006.

7. Колесов А. Microsoft Office InfoPath: работа с динамическими электронными формами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bytemag.ru/articles/detail.php?ID=8988> (дата обращения 04.02.2013).

Рекомендована кафедрой организации производства и логистики. Поступила 30.03.13.

*В статье рассматриваются финансовые мотивы участников кластера и особенности построения их финансовых отношений, среди которых стратегия финансового целеполагания, подходы к управлению финансовыми потоками, разрешение конфликтов на основе уступок и др.*

*The article deals with financial motives of cluster members and peculiarities of their financial relations structure, including a financial goal-setting strategy, approaches to the management of financial flows, conflicts resolution on the basis of concessions, etc.*

**Ключевые слова:** кластер, финансовые отношения в кластере, финансовая мотивация, конфликты и уступки, согласование интересов.

**Keywords:** a cluster, financial relations in a cluster, financial motivation, conflicts and concessions, reconciliation of interests.

Во всех существующих подходах к определению кластера существует один общий аспект – все они связывают кластер с присутствием некоторого взаимодействия хозяйствующих субъектов. Рассмотрим это обстоятельство с позиций финансового менеджмента.

Кластерный способ экономического развития требует использования специфических или даже новых, уникальных элементов, методов, приемов и рычагов финансового менеджмента. Классической целью корпоративного управления финансами в трактовке американских и западноевропейских ученых-традиционалистов являются максимизация курса акций, максимизация чистой прибыли компании и максимизация прибыли на акцию [1]. В отличие от зарубежных концепций, российские традиции финансового менеджмента еще не развиты должным образом и больше ориентированы на учет инфляционной составляющей в финансовой деятельности и объективно обусловленное, даже вынужденное, краткосрочное финансовое управление, маскируемое под адаптивность бизнеса.

И поскольку механизм управления финансами в кластере даже в зарубежной теории и практике не является законченной, устоявшейся конструкцией, имеет в различных существующих кластерах свои особенности, обусловленные экономическими условиями и деловыми традициями разных стран, и окончательно еще не определен, то он тем более не может быть быст-

ро и успешно адаптирован под российские реалии кластерных начинаний. В настоящей статье авторами рассматриваются некоторые уникальные аспекты финансовых отношений между участниками кластера, понимание которых закладывается в основу построения системы финансового менеджмента в кластерных структурах.

Так, например, стратегия финансового целеполагания предприятия – участника кластера не может быть идентичной финансовой стратегии одиночного предприятия или корпорации, поскольку такие цели, как максимизация прибыли, оптимальное соотношение риска и доходности, скорейший рост рыночной стоимости предприятия, в чистом виде участникам кластера недоступны как противоречащие сути этого экономического феномена. Данное положение представляется вполне обоснованным, поскольку одним из наиболее явных побуждений предприятия к нахождению в кластере является компенсация отсутствующих или неразвитых активов либо компетенций, причем доступ к скрытым знаниям, опытным работникам, источникам проектирования и инноваций, возможностям объединения в сеть, творческое сотрудничество и иные подобные преимущества стали едва ли не более важной причиной формирования кластеров, чем материальные факторы, ассоциируемые с близостью поставщиков и клиентов [2].

Одним из важнейших элементов управления финансами является ориентирован-



ность предприятия на заданный финансовый результат, что, в свою очередь, предполагает активную деятельность финансовых менеджеров в сфере разработки стратегии ценообразования. И если некоторые структурные элементы цены формируются по одним и тем же принципам как для участников кластера, так и для любых других предприятий (некоторые виды затрат, входящие в себестоимость, НДС, акцизы), то другие составляющие цены для кластерующих предприятий будут формироваться совсем на других условиях (маркетинговые затраты, НИОКР, закупочные цены на товары, полуфабрикаты, услуги и др., которые поставляются другими участниками данного кластера). Для предприятий в составе кластера особым образом будут определяться и регулироваться изменения уровня спроса на товар, выбор метода ценообразования, учет фактора конкуренции, факторы финансовых результатов (например, зависимость объема выручки от увеличения объемов производства и продаж с учетом изменения затрат на маркетинг) и т.д.

Другой особенностью кластерных финансовых отношений является иной способ управления финансовыми потоками предприятия. Причем, во-первых, объем финансовых ресурсов (как собственных, так и потенциально доступных) для предприятий, формирующих кластер, обычно жестко ограничен. Во-вторых, отличительной чертой внутрикластерных отношений будет являться если не полная внутренняя замкнутость финансовых потоков (что теоретически достижимо при совпадении комплекса условий, но на практике крайне маловероятно), то, во всяком случае, их максимальная сосредоточенность в контуре кластера. Поскольку одним из неперемных условий наличия кластера является интенсивность деловых связей и объем хозяйственных операций между субъектами кластера, то есть интеграция хозяйствующих субъектов, проявляющаяся в увеличении количества и тесноты связей между элементами экономической системы, в дальнейшем объединяющая их в целостную кластерную

структуру [3], то закономерным следствием интенсификации хозяйственных операций является и интенсификация финансовых потоков. Условно говоря, исходящие финансовые потоки одного участника кластера будут являться входящими финансовыми потоками другого участника (участников), следовательно, большая часть финансовых ресурсов будет совершать кругооборот, не выходя за рамки кластера. Или, точнее сказать, финансовые потоки извне будут поступать в кластер только через тех его участников, которые производят конечный продукт, реализуемый за пределами кластера, то есть внешним покупателям. Поставщики сырья, полуфабрикатов, комплектующих, предприятия инфраструктуры и смежных отраслей будут потреблять и индуцировать финансовые потоки только внутри кластера. Соответственно оценка эффективности управления финансовыми потоками предприятия, находящегося в кластере, не будет носить полностью объективного характера, а ее результаты можно будет сравнить лишь с результатами оценки прочих участников кластера. По этой причине традиционный опыт принятия корпоративных финансовых решений для участников кластера без адаптации будет неприменим.

Согласно классическому подходу в теории финансового управления любое взаимодействие субъектов бизнеса, обладающих хозяйственными связями, основывается на антагонистическом конфликте. Действительно, покупка ресурсов, товаров, услуг одного субъекта у другого реализуется по цене, определяемой в результате уступок продавца и покупателя. При этом всякая уступка приводит к уменьшению финансовой эффективности деятельности хозяйствующего субъекта: продавец продает товар по более низкой цене, снижает выручку, что влечет снижение прибыли, покупатель покупает по более высокой цене, увеличивает издержки, что также влечет снижение прибыли. Таким образом, справедливая цена в теориях Маршалла, Кейнса или Вальраса есть результат разрешения конфликта.

Один из способов решения подобного рода конфликтной ситуации состоит в создании условий, в которых продавец (или покупатель) вынужден будет создавать условия для увеличения уступки контрагента под воздействием иных факторов, нежели те, которые описываются в классической теории финансового менеджмента, и достижения локального компромисса.

Первый подход в создании таких условий основан на монополизации рынка, что возможно лишь при наличии крупных финансово-промышленных структур, очевидно, высокодоходных, в противном случае финансовые активы не концентрируются в таких структурах (рис. 1).

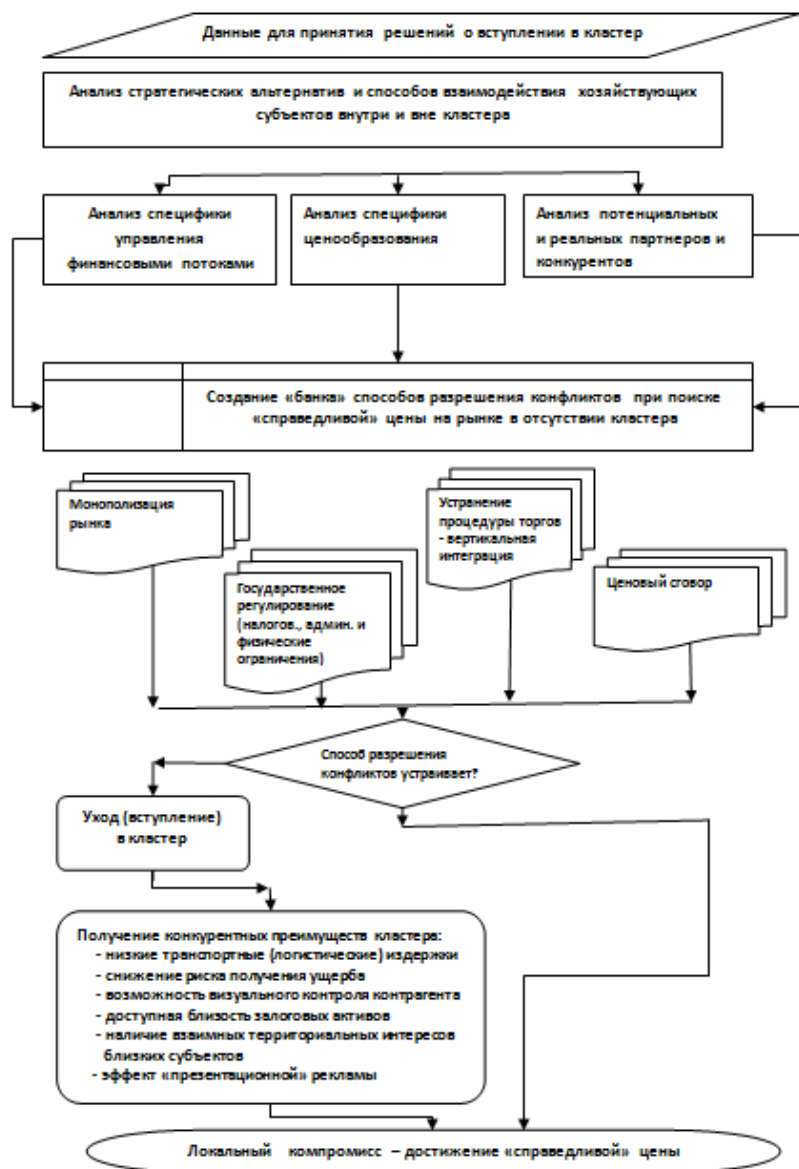


Рис. 1

Второй подход – получение административных, налоговых и физических ограничений, не позволяющих превышать указанный уровень цен. Подход, который, с одной стороны, используется в сферах энергообеспечения, социальных услуг, транспорта на условиях федеральных за-

конов, с другой стороны, реализуется криминальным образом, путем подкупа должностных лиц, угрозы, шантажа, обмана лиц, принимающих решения (ЛПР).

Третий подход связан с устранением самой процедуры торгов. Если наши уступки высоки, то устранить такие издерж-

ки (в широком понимании слова) можно в случае приобретения прав собственности на субъект, вынуждающий нас эти уступки осуществлять. Таким образом, перераспределяя прибавочную стоимость, мы приходим к созданию вертикально интегрированной корпорации. Очевидна необходимость высокой концентрации капитала и высокой доходности товарного производства.

Четвертый подход – создание ценового сговора. Для создания такого рода условий отсутствует необходимость концентрации финансовых средств, создания устойчивых связей с административными структурами. Для этого достаточно договоренности между субъектами (либо покупателями, либо продавцами). Недостаток такого подхода состоит в том, что сговор будет реализовываться до тех пор, пока условия, на которых он заключался, выгодны всем его участникам. Как только хотя бы один из участников будет понимать, что, нарушив его условия, он получит конкурентные преимущества – сговор разрушается, и ситуация может привести к более неблагоприятным последствиям для его остальных участников, чем отсутствие этого сговора. Очевидно, что создание легитимных условий, не позволяющих нарушить условия сговора, невозможно, так как в силу российского законодательства сам сговор незаконен.

Ни один из вышеуказанных подходов не объясняет финансовые преимущества кластеризации (кроме, может быть, четвертого, который нами не может рассматриваться как обоснование государством признанной кластерной политики в силу противоречий с законодательством).

Рассмотрим следующую модель, которая описывает мотивацию участников кластера, проявляющуюся в финансовой сфере, основанную на способах достижения локальных компромиссов. Предполагая, что понятие "кластер" подразумевает объединение хозяйствующих субъектов, географически расположенных в достаточно близком соседстве, можно заключить, что возможные кластерные преимущества возникают ввиду отсутствия издержек, так

или иначе связанных с преодолением товарами и ресурсами значительных расстояний.

В качестве первого достоинства "близких" хозяйственных связей можно считать низкие транспортные (логистические) издержки. Это проявляется в более низкой транспортной составляющей себестоимости продукции, передаваемой в вертикальной цепочке производства товара.

Во-вторых, географическая близость ЛПР и субъекта-контрагента снижает риск возможности уклонения контрагента/конкурента от ответственности за нанесение ущерба. Функционирование контрагента/конкурента на территории, на которой работают известные и доступные для контактов судебные и правоохранительные структуры, предполагает большую уверенность в том, что нарушения контрагента не останутся без наказания. Это, как и позиционирование субъектов в одной и той же социальной бизнес-среде, предопределяют более предсказуемое поведение ЛПР во взаимоотношениях.

Дополнительно можно указать на возможность визуального контроля за деятельностью контрагента/конкурента и доступную близость залоговых активов контрагента, что также снижает риски недобросовестного поведения последнего, хотя полностью их не исключает.

В-третьих, на принятие финансовых и коммуникационных решений, затрагивающих конфликтные вопросы, влияет наличие взаимных территориальных интересов близких субъектов (инфраструктура, социальная политика, местное налогообложение), требующих консолидации при лоббировании своих общих интересов в администрации.

Четвертым фактором можно признать эффект "презентационной" рекламы. Длительная производственная деятельность, распространенная на локальной территории, предполагает создание в сознании людей рекламных ориентиров. Таким образом, для участников кластера отпадает необходимость производить существенные затраты на рекламу своей товарной продукции. Более того, использование спе-

циализированных центров, реализующих товарную продукцию, характеризующую кластер, снижает издержки маркетинговой деятельности.

Следующим значимым моментом является естественное создание внутри исторически сложившихся кластеров научных школ, обеспечивающих техническое и технологическое развитие. Во многих регионах локально функционируют специализированные учебные заведения с развитой практической базой, образовательным опытом и методическими наработками. Создание собственных элементов такой инфраструктуры достаточно затратно и доступно только крупным корпорациям. Кластер позволяет ассоциировано использовать такого рода ресурс путем предоставления грантов, заключения хозяйственных договоров, кооперирования предприятий с учебно-научными центрами, создания элементов торговой, научной инфраструктуры, разделения затрат.

Однако возникают и некоторые функциональные ограничения для участников кластера.

Во-первых, участие в кластере будет предполагать отказ от вертикальной диверсификации деятельности, что предопределено недостатком средств.

Во-вторых, как показывают исследования психологов по управлению, участники кластера отдают предпочтение в деловых контактах территориально близким предприятиям. Это определяет снижение рисков, которое, с учетом невысокой эффективности, предполагает в соответствии с оптимальностью по Парето длительное пребывание в таких условиях.

В-третьих, внутри кластера должен отсутствовать явный организатор ассоциированных мероприятий. С нашей точки зрения, возможен один из четырех вариантов организационного управления кластером.

1) Присутствует лидер кластера – предприятие, обладающее, по-видимому, каким-то видом актива или рыночной позицией, которые позволили его руководству (собственникам) определять стратегию развития локального рынка. Однако, очевидно, что, ввиду существующего ограни-

чения доступных финансовых ресурсов, рано или поздно интересы представителей этого предприятия не совпадут с интересами иных участников кластера. Тогда реализуется ситуация неустойчивости, и кластер разрушится: участники не будут ограничивать себя в поисках новых партнеров, контакты с которыми будут обеспечивать им достижение прежних показателей доходности их бизнеса. Поэтому такая форма организации управления кластером является неустойчивой, временной.

2) Для организации ассоциированных мероприятий необходимо создавать специальный орган, которому предприятия делегируют часть своих прав по распоряжению активами. Деятельность сотрудников такого органа сложно мотивировать, поскольку синергетический эффект, возникающий в кластере, в том числе и от организационных мероприятий, сложно оценить и еще сложнее измерить, так как этот эффект может иметь отложенный характер.

Невозможность установить эффективную экспертизу качества работы такого органа, который, тем не менее, требует материальных затрат, указывает на то, что деятельность предприятий под эгидой такой администрации с четко не определяемыми правами и обязанностями длительно не просуществует.

3) Кластерные отношения, как наиболее защищающие местных производителей, навязываются администрацией субъекта Федерации или иного государственного или муниципального образования, понимающего необходимость экономического развития региона. При этом администрация создает свой центр руководства, который, с одной стороны, принимает на себя обеспечение консультативной поддержкой, организацию мероприятий, необходимых всем участникам (торговля, НИОКР, подготовка кадров и т.д.), с другой стороны, может лоббировать интересы участников этого кластера. Казалось бы, удобная форма для предприятий, которые по причинам недостаточности финансовых средств не в состоянии влиять на принятие необходимых им административных решений. Однако такая система админист-

рирования приведет к конфликту интересов администрации как представителя потребителей (населения) так и координатора производителей, получающего от их деятельности доход.

4) Инициаторы кластера возникают спонтанно. Интересы отдельных субъектов требуют согласованных инвестиций, действий по организации торговли и т.д. Возникновение лидерских отношений в этом случае может привести к кратковременному союзу, так как "подчиненные" предприятия будут участвовать в кластере до тех пор, пока это дает им некоторую выгоду. Лидеры, не использующие свое господствующее положение, выглядят нерациональными субъектами, поэтому их поведение должно анализироваться либо собственниками активов, либо правоохранными структурами в случае, если этот факт ничем не мотивирован или мотивирован нелегальными причинами. Ситуация, возникшая в результате "несправедливого" распределения выгод между лидерами и не лидерами, приведет к развалу кластера.

Таким образом, можно предположить, что организация кластера возможна лишь в случае отсутствия явного лидера, способного привести участников кластера к потере прав собственности на свои активы.

В-четвертых, механизмы финансового менеджмента внутри кластера видоизменены.

Одной из существенных особенностей предприятий, объединяющихся в кластеры, можно считать ограниченные объемы основных средств. Действительно, такое ограничение не позволяет создать высокие залоговые обязательства для получения кредитных заимствований, которые являются необходимым условием финансовой деятельности в современном мире. Использование только собственных средств предопределяет возможность длительного функционирования лишь на локальных рынках с существенно ограниченной конкуренцией. Появление на рынке игроков с более обширными финансовыми возможностями делает деятельность некредитуемых предприятий менее эффективной.

Существенные оборотные средства, которые, как уже было указано, могут появиться у крупных предприятий (например, большого объема ликвидных основных средств), позволяют реализовывать более финансовоемкие проекты, доходность которых является более высокой ввиду отсутствия в этом сегменте большого числа конкурентов. Ограничение оборотных средств влечет средний уровень издержек и, как правило, средний уровень прибыльности. Это определяет мотивацию объединения: консолидация финансовых активов (даже не столь полноценная, как в корпорациях) позволяет реализовать возможность если не увеличения прибыли, то хотя бы получения конкурентных преимуществ перед некластеризованными предприятиями.

В рамках кластера затраты на НИОКР, маркетинговые мероприятия могут быть перераспределены между участниками. Это не только снижает удельные издержки на эти цели, но и позволяет организовать некоторое разделение труда между субъектами кластера. Недостаточность средств не позволяет использовать собственнику конкурентные преимущества, получаемые в результате реализации таких мероприятий единолично, но при этом он получает то, что не смог бы получить некластеризованный субъект с аналогичным уровнем финансовых средств.

Таким образом, авторы разделяют классически определяемые кластеры на два вида – на кластеры, финансовые взаимоотношения в которых основаны на финансовых уступках, производимых для создания более длительных хозяйственных связей, и на группы предприятий, имеющих схожие идентификационные признаки (территориальные, отраслевые и т.д.).

Если изучение особенностей первого типа может привести к дополнительным возможностям ввиду оптимизации финансовых процессов, не описываемых классическим финансовым менеджментом, то интерес ко второму типу групп является чисто прикладным, так как сводится к рассмотрению взаимоотношений конкретных предприятий одного территориального

субъекта (на это указывает анализ последних диссертационных исследований, каждое из которых, на наш взгляд, вынуждено привязано к конкретному образованию, определяемому в данных исследованиях как кластер).

## ВЫВОДЫ

Наиболее важным фактом, определяющим наличие кластера, авторы признают следующее. Идентификационным признаком принадлежности предприятия кластеру будем считать такую систему финансового управления, которая, в нарушение основных принципов ценообразования, выстраивает взаимоотношения с другими участниками так, чтобы, производя финансовые уступки предприятиям – участникам кластера, добиться более длительных во времени хозяйственных отношений и деловых связей. Это позволит снизить маркетинговые и логистические риски, а по-

лучение выгод будет возрастать лишь за счет более длительных во времени производственных действий. Факт наличия кластера определяется именно наличием такого идентификационного признака.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Брейли Р., Майерс С.* Принципы корпоративных финансов. – 2-е рус. изд. (пер. с 7-го междунар. изд.). – М.: ЗАО "Олимп-Бизнес", 2008.

2. *Масюк Н.Н., Бушуева М.А.* Инновационное развитие региона на основе кластеризации как формы виртуальной интеграции компаний // Территория новых возможностей. Вестник ВГУЭС. – Владивосток, 2012, № 3. С.102...107.

3. *Бушуева М.А.* Экономические интересы и внутрикластерное взаимодействие участников кластеров // Сб. матер. научн. конф. РАЕН: Социально-экономические и научно-технические проблемы развития современной России. – Иваново, 2010. С.11...13.

Рекомендована кафедрой финансов ИГТА. Поступила 08.02.13.

УДК 687.017:56.21

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
УСТОЙЧИВОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
К ВОЗДЕЙСТВИЮ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА**

**DEVELOPMENT OF THE METHODS OF DEFINITION  
OF COMPOSITE MATERIALS RESISTANCE  
TO THE THERMAL FLOW INFLUENCE**

*В.И. БЕСШАПОШНИКОВА, Т.В. АЛЕКСАНДРОВА, М.В. ЗАГОРУЙКО, К.И. ПУЛИНА  
V.I. BESSHAPOSHNIKOVA, T.V. ALEKSANDROVA, M.V. ZAGORUJKO, K.I. PULINA*

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

*Разработана методика определения устойчивости текстильных материалов к воздействию теплового потока разной плотности от 3 до 80 кВт/м<sup>2</sup>, которая позволяет оценить время безопасного пребывания человека в условиях воздействия высокотемпературного потока. Установлена высокая устойчивость композиционных текстильных материалов КТМ-6-ОП и БКМ-10 к воздействию теплового потока высокой плотности.*

*The methods of definition of textile materials resistance to the influence of a thermal flow of different density from 3 to 80 kVt/m<sup>2</sup> has been developed, that allows to evaluate the time of safe person being in the conditions of high temperature flow influence. High resistance of composite materials КТМ-6-ОП and ВКМ-10 to the influence of a high-density thermal flow has been established.*

**Ключевые слова:** метод испытания, тепловой поток, свойства, текстильные материалы, спецодежда.

**Keywords:** a test method, thermal flow, properties, textile materials, overalls.

Исследования проводили на разработанной установке ОПГТМ (определение показателей горючести текстильных мате-

риалов), которая обеспечивает воздействие на текстильные материалы теплового потока разной плотности от 5 до 80 кВт/м<sup>2</sup> и

выше. Испытание образцов материалов проводят следующим образом. Подготовленные шесть проб размером 250×250 мм (для того, чтобы можно было в дальнейшем 3 пробы испытывать в направлении основных нитей и 3 – уточных) после кондиционирования устанавливают в пробоприемник. На поверхности пробы с лицевой и изнаночной стороны фиксируют датчики температуры и теплового потока и помещают в установку ОПГТМ на самом удаленном от пламени расстоянии.

Включают газовую горелку, и в течение 1...2 мин установка прогревается до равномерного подъема температуры в камере, о чем свидетельствуют показания датчиков температуры, расположенных в корпусе вдоль боковой стенки.

По истечении заданного времени испытания подачу газа прекращают. Включают вытяжку и охлаждают установку и пробу до комнатной температуры. Пробу извлекают.

В протокол испытания регистрируют: массу пробы до и после испытания, г; размеры пробы до и после испытания, мм; показания расходомера газа, м<sup>3</sup>/ч; плотность теплового потока с лицевой и изнаночной стороны пробы, кВт/м<sup>2</sup>; температура на поверхности образца с лицевой и изнаночной стороны, °С.

Оценивают изменения внешнего вида и физико-механических свойств, каждого слоя материалов пакета одежды. Измеряют размеры повреждений. Вырезают пробы и испытывают образцы материалов на физико-механические свойства по стандартным методикам [1].

По разработанному методу устойчивость к воздействию теплового потока разной плотности оценивали на огнезащитных композиционных текстильных материалах КТМ-6-ОП (верхний слой – ткань арт. 49702 СН и нижний слой – фланель арт. 1630, огнезащищенная 22% АРР-201, соединенные сополиамидом Н005РА) и БКМ-10 (верхний слой – базальтовая ткань арт. БТ-10 и нижний – "Поларфлис" арт. DTY-240 огнезащищенный 16% АРР-201, соединенные сополиамидом Н005РА).

Изменение разрывной нагрузки ткани арт. 06123-ОП от продолжительности воздействия теплового потока плотности, кВт/м<sup>2</sup>: 1 – 12; 2 – 28; 3 – 37; 4 – 45 и 5 – 75 представлено на рис. 1 (данные по основе, по утку аналогичная закономерность) (коэффициент вариации ~ 4,3%).

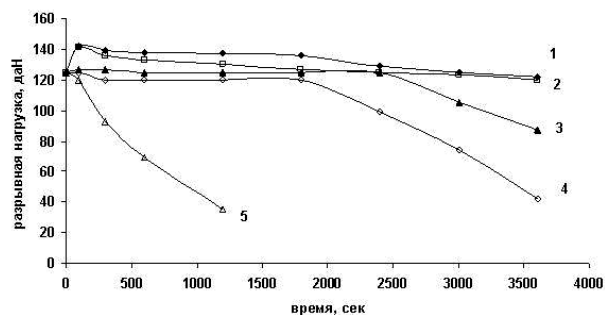


Рис. 1

Из полученных результатов видно (рис. 1), что при воздействии плотности теплового потока до 28 кВт/м<sup>2</sup> в течение 100 с прочность ткани при растяжении незначительно возрастает, а удлинение снижается, по-видимому, за счет уплотнения ткани, в результате испарения влаги и ее усадки. После чего структура стабилизируется, и прочностные свойства практически не изменяются. С увеличением плотности теплового потока до 37...45 кВт/м<sup>2</sup> интенсивное снижение прочности ткани наблюдается после 2400 с воздействия теплового излучения на материал.

Ткань не устойчива к воздействию теплового потока плотностью 75 кВт/м<sup>2</sup>. После 600 с под воздействием пламени прочность и удлинение ткани снижается более чем на 50%. Снижение удлинения приводит к уменьшению эластичности и повышению жесткости ткани.

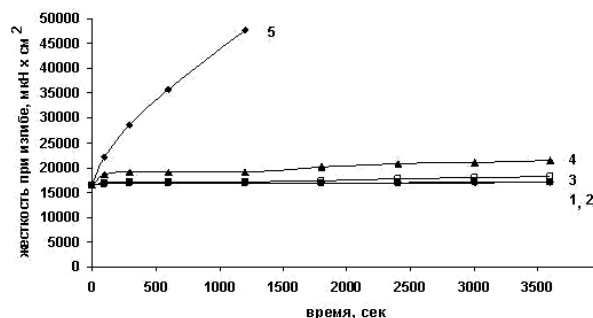


Рис. 2



Отмечено (рис. 2) изменение жесткости при изгибе ткани арт. 06123-ОП под воздействием теплового потока плотности, кВт/м<sup>2</sup>: 1 – 12; 2 – 28; 3 – 37; 4 – 45 и 5 – 75 (данные по основе, по утку аналогичная закономерность), чем больше плотность теплового потока, тем больше жесткость при изгибе. Все это свидетельствует о структурных изменениях ткани.

Устойчивость текстильных материалов к воздействию теплового потока разной плотности можно оценивать по изменению не только показателей разрывной нагрузки и жесткости при изгибе, как представлено в данной работе, но и другим показателям: изменению массы, размеров, устойчивости к истиранию, воздухопроницаемости и т.п.

## ВЫВОДЫ

Разработана методика определения устойчивости текстильных материалов к воздействию теплового потока разной интенсивности плотности от 5 до 80 кВт/м<sup>2</sup> и

выше, которая позволяет оценить время безопасного пребывания человека в условия воздействия высокотемпературного поля. Установлена высокая устойчивость композиционных материалов КТМ-6-ОП и БКМ-10 к воздействию теплового потока высокой плотности. После 3600 с воздействия теплового потока плотности 75 кВт/м<sup>2</sup> снижение прочности ткани КТМ-6-ОП не превышает 25% от первоначальной разрывной нагрузки, а базальтового материала БКМ-10 не более 20%.

## ЛИТЕРАТУРА

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

Рекомендована кафедрой технологии и конструирования швейных изделий. Поступила 01.04.13.

УДК 677.494.742.3:66.085.3

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕСТРУКЦИИ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ НИТЕЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

### RESEARCH OF DESTRUCTION OF POLYPROPYLENE THREADS UNDER THE INFLUENCE OF UV-RADIATION

*А.А. КУЗНЕЦОВ, И.В. ВОРОТИЛИНА*  
*A.A. KUZNETSOV, I.V. VOROTILINA*

(Витебский государственный технологический университет)  
(Vitebsk State Technological University)  
E-mail: irchen87@gmail.com

*В статье представлены основные результаты исследования деструкции полипропиленовых нитей под влиянием ультрафиолетового излучения. Разработан методологический подход к оценке степени деструкции полипропиленовых нитей, протекающей при ультрафиолетовом излучении.*

*The article presents the basic results of destruction of polypropylene threads under the influence of UV- radiation. The methodological approach to estimation of the degree of polypropylene threads destruction, proceeding under UV- radiation, has been developed.*

**Ключевые слова:** полипропиленовые нити, ультрафиолетовое излучение, деструкция, прочностные характеристики, светостабилизаторы.

**Keywords:** polypropylene threads, UV-radiation, destruction, strength characteristics, light stabilizers.

Целью исследований, представленных в данной работе, является проведение сравнительного анализа ПП нитей, выпускаемых различными производителями, по степени влияния ультрафиолетового излучения на их прочностные свойства, а также уточнение условий проведения соответствующего испытания.

При проведении комплекса экспериментальных исследований в качестве объектов использовались нити четырех различных производителей, предназначенные для переработки в качестве ворсовой основы ковровых покрытий, выпускаемых ОАО "Витебские ковры".

Испытания проводились в аккредитованной лаборатории Светлогорского ПО "Химволокно" с использованием климатической камеры (аппарата искусственной погоды, везерометр) QUV компании Q-Lab Corporation (США), оснащенной 8 УФ-лампами типа UVA-340 с удельной мощностью излучения  $0,68 \text{ Вт/м}^2 \text{ с}$  и длиной волны (295...365 нм).

Испытания проводились циклически: 4 ч облучения при температуре нагрева образцов  $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$  и 4 ч – без облучения при температуре нагрева образцов  $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ . До облучения и периодически в процессе облучения (с периодичностью 50 часов испытания) проводилась оценка показателей прочностных свойств ПП нитей с использованием разрывной машины Favigraph фирмы Textechno Herbert Stein GmbH & Co. KG (Германия). В качестве исследуемых показателей использовались: разрывная нагрузка элементарных волокон  $P_0$  (сН), удлинение при разрыве элементарных волокон  $\varepsilon_p$  (%), удельная разрыв-

ная нагрузка  $P_y$  (сН/текс), линейная плотность элементарных волокон  $T_\phi$  (дтекс).

Проведение полуциклового испытания на растяжение элементарных нитей осуществлялось при следующих условиях: расстояние между зажимами – 10 мм, продолжительность процесса растяжения нити до разрыва –  $(20 \pm 3)$  с, предварительная нагрузка – 200 мг, количество проб – 10. Некоторые результаты экспериментальных исследований влияния УФ-излучения на прочностные характеристики ПП нитей представлены в табл. 1.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что перерабатываемые на предприятии ПП нити существенно отличаются по стойкости к УФ-излучению. Отсутствие изменений в прочностных свойствах у ПП нити HS 210 текс (CANAN) обусловлено использованием высокоэффективных светостабилизаторов, в то время как резкое снижение разрывной нагрузки и разрывного удлинения у нити ПП HS 210 текс (TATtextile) и нити ПП Frize (Aracta) вызвано, вероятнее всего, недостаточной концентрацией или низкой эффективностью применяемого вещества.

Некоторый практический интерес представляют результаты, полученные для нитей BCF 260 текс (Filartion) и BCF 180 текс (Aracta). Для обеих нитей при стабильных значениях разрывной нагрузки наблюдается закономерное снижение относительного разрывного удлинения до некоторого критического значения, после которого скорость снижения удлинения существенно уменьшается.

Таблица 1

ПП нити	Продолжительность испытания, ч	Показатель			
		разрывное удлинение $\varepsilon_p$ , %	разрывная нагрузка $P_o$ , сН	удельная разрывная нагрузка $P_y$ , сН/текс	линейная плотность элементарной нити $T_\phi$ , дтекс
Нить ПП BCF 260 текс (Filartion)	0	166,4	44,0	25,0	17,7
	50	139,4	43,5	22,9	19,0
	100	118,7	43,4	22,6	19,2
	200	111,4	43,2	24,3	17,8
	500	93,4	43,0	25,2	17,1
Нить ПП BCF 180 текс (Aracta)	0	143,9	32,7	26,4	12,4
	50	109,2	32,6	26,1	12,5
	100	100,4	33,0	22,8	14,5
	200	95,3	32,8	23,4	14,0
	500	92,1	31,2	24,2	13,0
Нить ПП HS 210 текс (CANAN)	0	41,4	37,6	28,0	13,4
	50	39,8	36,9	14,4	25,7
	100	38,8	37,3	27,0	13,8
	200	37,8	36,2	26,2	13,8
	500	36,5	35,5	25,4	14,0
Нить ПП HS 210 текс (TATtextile)	0	45,2	38,3	26,8	14,3
	50	25,3	20,2	15,0	13,5
	100	14,2	16,3	12,3	13,3
	200	9,1	7,5	5,4	13,8
	500	8,3	6,8	5,2	13,2
Нить ПП Frize 260 текс (Aracta)	0	43,0	22,1	20,4	10,8
	50	30,4	19,0	19,8	9,6
	100	28,4	18,9	19,0	9,9
	200	27,3	18,1	18,2	10,0
	500	22,7	17,1	16,5	10,4

Проведем сравнительный анализ полученных результатов, предположив, что процесс накопления уровня структурных повреждений при воздействии ультрафиолетового излучения на ПП нити идентичен процессу накопления уровня повреждений в нестационарном процессе Пуассона.

Процесс Пуассона будет считаться нестационарным, если вероятность появления одного события в интервале  $(\tau, \tau + \Delta\tau)$  будет зависеть от выбора расположения интервала на оси времени и определяться уравнением:

$$P_i(\tau, \tau + \Delta\tau) = \frac{c}{b} \left( \frac{\tau}{b} \right)^{c-1}, \quad (1)$$

где  $c$  – параметр стационарности процесса Пуассона (если  $c=1$ , то процесс Пуассона – стационарный);  $b$  – коэффициент пропорциональности.

Интегральная функция распределения нестационарного процесса Пуассона  $F(\tau)$ , определяющая вероятность того, что одно событие произойдет до времени  $\tau$ , имеет следующий вид:

$$F(\tau) = 1 - P_0(\tau) = 1 - \exp \left[ - \left( \frac{\tau}{b} \right)^c \right]. \quad (2)$$

У рассматриваемых образцов ПП нитей происходит закономерное снижение относительного разрывного удлинения элементарных нитей при увеличении времени испытания [1].

Тогда, применительно к разрывному удлинению элементарных нитей ПП нитей, по аналогии с соотношением (2) можно записать:

$$\frac{\varepsilon_{po} - \varepsilon_p(\tau)}{\varepsilon_{po} - \varepsilon_{кр}} = F(\tau) = 1 - \exp \left[ - \left( \frac{\tau}{b} \right)^c \right], \quad (3)$$

где  $\varepsilon_{po}$  – значение разрывного удлинения э.н., определенное до начала процесса испытания, %;  $\varepsilon_p(\tau)$  – текущее значение разрывного удлинения э.н. в момент времени  $\tau$ , %;  $\varepsilon_{кр}$  – критическое значение разрывного удлинения, %.

Обозначив

$$\frac{1}{b^c} = M,$$

математическую модель (2) удобно представить в виде:

$$\frac{\varepsilon_{po} - \varepsilon_p(\tau)}{\varepsilon_{po} - \varepsilon_{кр}} = 1 - \exp[-M\tau^c], \quad (4)$$

или

$$\varepsilon_p(\tau) = (\varepsilon_{po} - \varepsilon_{кр}) \exp[-M\tau^c] + \varepsilon_{кр}, \quad (5)$$

где  $\theta(\tau)$  – значение уровня структурных повреждений как функции времени испытания;  $M$  – темповой параметр моделей (в случае стационарности процесса Пуассона величина, обратная времени испытания, при котором текущее снижение относительного разрывного удлинения меньше максимально возможного в  $e$  раз для данного образца нити), 1/ч.

Для оценки параметров разработанных математических моделей (4), (5) обработка результатов экспериментальных исследований производилась с использованием математического статистического пакета "Statistica for Windows". Численные значения параметров математических моделей (4), (5) взаимосвязи относительного разрывного удлинения элементарных ПП нитей и времени воздействия УФ-излучения, представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Наименование исследуемых образцов ПП нитей	$\varepsilon_p$ , %	$\varepsilon_{кр}$ , %	$M$ , 1/ч	$c$	Величина достоверности $R^2$
Нить ПП BCF 260 текс (Filartion)	166,4	93,4	0,02	0,84	0,99
Нить ПП BCF 180 текс (Aracta)	143,9	92,1	0,08	0,69	0,99
Нить ПП HS 210 текс (CANAN)	41,4	36,5	0,02	0,83	0,99
Нить ПП HS 210 текс (TATtextile)	45,2	8,3	0,01	1,21	0,99
Нить ПП Frize260 текс (Aracta)	43,0	22,7	0,23	0,38	0,97

Использование соотношения (4) позволяет провести анализ интенсивности процесса накопления уровня структурных повреждений элементарных нитей ППН при воздействии УФ излучения:

$$I_{\theta}(\tau) = \frac{d\theta}{d\tau} = \frac{M\tau^{c-1}}{\tau \exp(-M\tau^c)}. \quad (6)$$

Предложенный в работе методологический подход к оценке интенсивности процесса деструкции, протекающей при УФ-облучении, может быть использован при оценке качества различных полимерных материалов, подвергающихся воздействию света длительное время.

## В Ы В О Д Ы

Установлено, что полипропиленовые нити, выпускаемые различными производителями, существенно отличаются по степени влияния ультрафиолетового излучения на прочностные свойства, изменение которых свидетельствует о возникновении структурных повреждений в нити, а также различной концентрации светостабилизаторов в волокнообразующем полимере.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Кузнецов А.А., Ольшанский В.И. Оценка и прогнозирование механических свойств текстильных нитей. – Витебск: ВГУ, 2004. С. 225.

Рекомендована кафедрой автоматизации технологических процессов и производств. Поступила 28.05.12.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ СМЕСОВОЙ ЛЬНОСОДЕРЖАЩЕЙ ПРЯЖИ

### RESEARCH OF SORPTION PROPERTIES OF MIXED FLAX-CONTAINING YARN

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

(Витебский государственный технологический университет)  
(Vitebsk State Technological University)  
E-mail: dygilev@gmail.com

*В работе предложена модель процесса сорбции смесовой пряжи, позволяющая проводить статистическую оценку параметров кривой сорбции, реализовать экспресс-метод оценки кривой сорбции; проводить критериальную оценку различия кривых сорбции.*

*The article presents the model of the process of mixed yarn sorption, which allows to make statistic estimation of the parameters of a sorption curve, to realize an express-method of the sorption curve estimation, to carry out criterion assessment of sorption curves difference.*

**Ключевые слова:** кривая сорбции, экспресс-метод оценки кривой сорбции, критериальная оценка различия кривых сорбции.

**Keywords:** a sorption curve, an express-method of sorption curve estimation, criterion estimation of sorption curves differences.

Для целей проектирования сорбционных свойств смесовой многокомпонентной пряжи необходимо разработать модели зависимости сорбционных свойств как для пряжи в целом, так и для ее отдельных компонентов.

Модель процесса сорбции должна с высокой степенью достоверности аппроксимации описывать экспериментальные данные и согласовываться со следующими теоретическим предпосылкам:

– в начале увлажнения момент времени  $t = 0$ , фактическая влажность волокнистого материала равна нулю:

$$W_{\phi}(t=0) = 0;$$

– фактическая влажность волокнистого материала асимптотически стремится к постоянной величине, предельной фактической влажности:

$$W_{\pi} = \lim_{t \rightarrow \infty} V_{W_{\phi}};$$

– скорость изменения фактической влажности максимальна в начальный момент времени и с течением времени стремится к нулю:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} V_{W_{\phi}} = 0,$$

Приведенным требованиям удовлетворяет дробно рациональная функция:

$$W_{\phi} = \frac{t}{b_0 + b_1 t}, \quad (1)$$

где  $b_0$  и  $b_1$  – некоторые параметры модели.

Желательной является физическая интерпретация параметров модели. Для этого, разделив числитель и знаменатель выражения (1) на  $t$  и подставив  $t \rightarrow \infty$ , найдем

асимптоту, то есть предельную фактическую влажность:

$$W_n = \frac{1}{b_1}. \quad (2)$$

Продифференцировав выражение (1), получим скорость изменения фактической влажности:

$$V_{W_\phi} = \frac{\partial W_\phi}{\partial t} = \frac{1}{b_0 + b_1 t} - \frac{t b_1}{(b_0 + b_1 t)^2}. \quad (3)$$

$$V_{W_\phi} = \frac{1}{1/V_n + t/W_n} = \frac{t/W_n}{(1/V_n + t/W_n)^2} = \frac{V_n W_n^2}{(W_n + t V_n)^2}, \quad (5)$$

где  $V_n$  – начальная скорость изменения фактической влажности, %/мин;  $W_n$  – предельная фактическая влажность, %.

Подставляя (2) и (4) в (1), получим динамическую модель зависимости фактической влажности с коэффициентами, имеющими физическую интерпретацию:

$$W_\phi = \frac{t}{1/V_n + t/W_n} = \frac{t V_n W_n}{W_n + t V_n}. \quad (6)$$

После проведения линеаризации модели (1) с помощью замены переменной  $y = t/W_\phi$ :

$$y = b_0 + b_1 t \quad (7)$$

оценки параметров модели  $b_0$  и  $b_1$  могут быть найдены методом наименьших квадратов [1]. После проведения тождественных преобразований получим формулы для нахождения оценки предельной фактической влажности:

$$W_n = \frac{1}{b_1} = \frac{\overline{t^2} - \bar{t}^2}{\overline{t^2/W_\phi} - \bar{t}/\bar{W}_\phi} \quad (8)$$

и начальной скорости изменения фактической влажности:

Скорость изменения фактической влажности максимальна в начальный момент времени  $V_n = V_{W_\phi}(t=0)$  и может быть определена с помощью оценки параметра  $b_0$  модели (1):

$$V_n = \frac{1}{b_0}. \quad (4)$$

Подставляя (2) и (4) в (3) получим модель скорости изменения фактической влажности с коэффициентами, имеющими физическую интерпретацию:

$$V_n = \frac{1}{b_0} = \frac{1}{t/W_\phi - \bar{t}/W_n}, \quad (9)$$

Таким образом, возможность линеаризации модели позволяет с помощью аппарата линейного регрессионного анализа получать точечные и интервальные оценки предельной фактической влажности  $W_n$  и начальной скорости изменения фактической влажности  $V_n$ , а также доверительные пределы для всей кривой сорбции с помощью методов линейного регрессионного анализа [1].

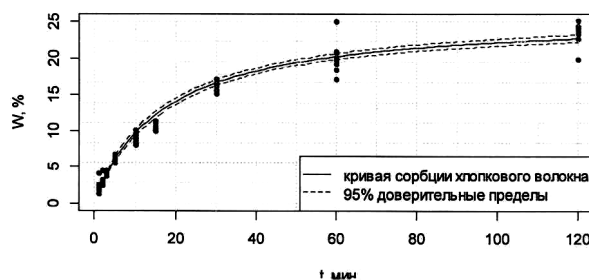


Рис. 1

На рис. 1 показаны оценка кривой сорбции для хлопкового волокна и ее 95%-ные доверительные пределы для среднего значения. Точечная оценка предельной фактической влажности хлопкового волокна  $W_n = 25,898\%$ , ее

95%-ный доверительный интервал  $W_{\Pi} = (24,119-27,962)$ . Точечная оценка начальной скорости изменения фактической влажности хлопкового волокна  $V_{\Pi} = 1,572$ , ее 95%-ный доверительный интервал  $V_{\Pi} = (1,302-1,983)$ .

Коэффициент детерминации линейаризованной модели для хлопкового волокна  $R^2 = 0,993$ . Для статистической обработки экспериментальных данных использовались средства языка R [2].

Для оценки параметров линейаризованной модели (7) достаточно провести опыты для двух временных интервалов  $t_1$  и  $t_2$ . Это позволяет реализовать метод экспресс-оценки сорбционных свойств волокнистого материала по двум кратковременным опытам.

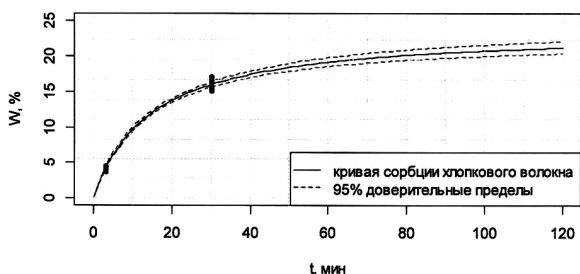


Рис. 2

На рис. 2 приведена оценка кривой сорбции котонизированного льняного волокна по опытам для двух временных интервалов:  $t_1 = 3$  мин,  $t_2 = 30$  мин. При экспресс-оценке кривой сорбции характерно, что чем дальше по времени делается экстраполяция, тем шире доверительные пределы и тем меньше надежность прогнозной оценки.

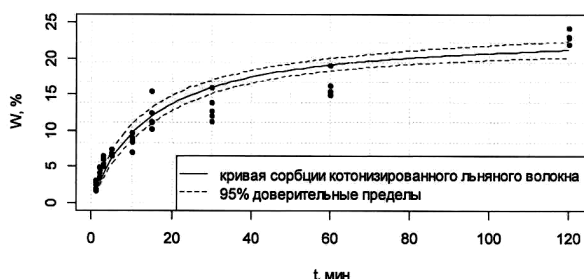


Рис. 3

На рис. 3 показаны аппроксимирующая функция кривой сорбции для

котонизированного льняного волокна и ее 95%-ные доверительные пределы. Точечная оценка предельной фактической влажности льняного волокна  $W_{\Pi} = 23,969\%$ , ее 95%-ный доверительный интервал  $W_{\Pi} = (20,311-29,232)$ . Точечная оценка начальной скорости изменения фактической влажности льняного волокна  $V_{\Pi} = 1,554$ , ее 95%-ный доверительный интервал  $V_{\Pi} = (1,009-3,381)$ . Коэффициент детерминации линейаризованной модели котонизированного льняного волокна  $R = 0,961$ .

Важной с практической точки зрения задачей является оценка различия не только отдельных параметров кривой сорбции, но и оценка структурного различия кривых сорбции в целом. Для сравнения процессов сорбции котонизированного льняного волокна и хлопкового волокна приведем оценки зависимости скорости изменения фактической влажности (рис. 4), построенные согласно выражению (6).

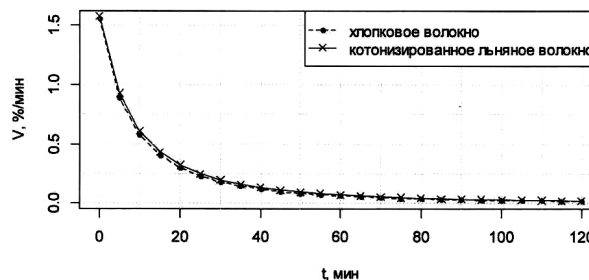


Рис. 4

Как видно из рис. 4, зависимости скорости изменения фактической влажности котонизированного льняного и хлопкового волокна близки друг к другу. Близки друг к другу и оценки параметров модели сорбции. Однако кроме визуального сравнения кривых сорбции необходимо иметь возможность критериальной оценки их различия. Так как предложенная модель кривой сорбции (7) линейаризуема с помощью замены переменной (8), то для оценки различия кривых сорбции может использоваться критерий Чоу [3], широко применяемый при решении эконометрических задач для оценки структурных различий между

линейными регрессионными моделями.

В условиях РУПТП "Оршанский льнокомбинат" на пневмомеханической прядильной машине Rieter R 40 были наработаны образцы пряжи различного сырьевого состава линейной плотностью 50 текс. Для исследования сорбционных

свойств образцов в лабораторных условиях ВГТУ наработаны образцы ткани полотняного переплетения. Точечные и интервальные оценки параметров модели сорбции (6) для ткани различного сырьевого состава приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Сырьевой состав смесовой пряжи	Коэффициент детерминации линеаризованной модели	Предельная фактическая влажность $W_{п, \%}$	Скорость изменения фактической влажности $V_{н, \%/\text{мин}}$
Хлопок 100%	0,989	25,520 (22,798-28,979)	1,523 (1,109-2,428)
Лен 45 % Хлопок 27,5% Полиэфир 27,5 %	0,989	23,359 (20,904-26,469)	1,498 (1,074-2,474)
Лен 60 % Хлопок 40 %	0,982	25,69 (22,290-30,314)	1,313 (0,932-2,218)
Лен 50 % Хлопок 50 %	0,981	25,802 (22,240-30,723)	1,345 (0,936-2,389)
Лен 100%	0,972	24,088 (20,195-29,841)	1,328 (0,853-2,995)

Как видно из табл. 1, параметры кривых сорбции для образцов ткани из пряжи различного сырьевого состава близки друг к другу, а их доверительные интервалы пересекаются. Сравнение кривых сорбции образцов ткани различного сырьевого состава проводилось на основе

линеаризованных данных с помощью критерия Чоу. Достижимый уровень значимости критерия Чоу при оценке однородности кривых сорбции для ткани различного сырьевого состава приведен в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Сырьевой состав смесовой пряжи	I	II	III	IV	V
I. Хлопок 100%	1				
II. Лен 45 % Хлопок 27,5 % Полиэфир 27,5 %	0,236	1			
III. Лен 60 % Хлопок 40 %	0,723	0,450	1		
IV. Лен 50 % Хлопок 50 %	0,751	0,355	0,982	1	
V. Лен 100%	0,427	0,901	0,766	0,65	1

Как видно из табл. 2, достигаемый уровень значимости критерия Чоу при сравнении всех вариантов наработанной ткани  $p\text{-value} > 0,05$ . Таким образом, нет оснований для отклонения нулевой гипотезы о совпадении кривых сорбции исследованных образцов ткани. При этом остальные физико-механические показатели наработанных образцов пряжи могут не совпадать между собой и, следовательно, при разработке оптимального состава смеси волокон можно сосредоточиться на других критериях оптимизации.

## В Ы В О Д Ы

Предложена модель процесса сорбции, которая описывает динамику фактической влажности смесовой льносодержащей пряжи. Модель позволяет построить кривую сорбции, ее доверительные пределы при проведении опытов для двух временных интервалов.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Дягилев А.С., Коган А.Г. Методы и средства исследований технологических процессов: Учебное пособие. – Витебск: ВГТУ, 2012.



2. R Development Core Team (2009). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>

3. Бородич С.А. Эконометрика. – Минск: Новое знание, 2001.

Рекомендована кафедрой прядения натуральных и химических волокон. Поступила 29.11.12.

УДК 667.017

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИГЛОПРОБИВНЫХ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ НЕТКАНЫХ ПОЛОТЕН

### RESEARCH OF MECHANICAL PROPERTIES OF NEEDLE-PUNCHED GEOTEXTILE NONWOVEN FABRICS

*A.B. ДЁМКИНА, A.B. КУРДЕНКОВА, Ю.С. ШУСТОВ, Н.А. ВОРОБЬЕВА  
A.V. DYOMKINA, A.V. KURDENKOVA, YU.S. SHUSTOV, N.A. VOROBYOVA*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
(Moscow State Textile University “A.N. Kosygin”)  
E-mail: [sys@staff.msta.ac.ru](mailto:sys@staff.msta.ac.ru)

*В работе проведено исследование влияния скорости растяжения на механические свойства иглопробивных геотекстильных нетканых полотен и получены математические зависимости.*

*The paper presents the research of stretching speed influence on mechanical properties of needle-punched geotextile nonwoven fabrics and the mathematical dependences have been received.*

**Ключевые слова:** иглопробивные геотекстильные нетканые полотна, растяжение, механические свойства, скорость растяжения, математические зависимости.

**Keywords:** needle-punched geotextile nonwoven fabrics, stretching, mechanical properties, stretching speed, mathematical dependences.

В качестве объектов исследования были выбраны геотекстильные нетканые материалы, а именно нетканые иглопробивные полотна, выработанные из полиэфирных волокон. Данные полотна применяются для дорожного строитель-

ства и благоустройства, выполняют функции армирования и дренирования земляного полотна.

Характеристики испытываемых образцов представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование показателей	Образцы					
	1	2	3	4	5	6
Толщина, мм	1,40	1,42	1,51	1,33	1,53	1,46
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	200	200	200	240	250	280
Средняя плотность, мг/мм <sup>3</sup>	0,143	0,141	0,132	0,150	0,131	0,137
Объемное заполнение, %	20,4	20,1	18,9	21,4	18,7	19,6
Объемная пористость, %	79,6	79,9	81,1	78,6	81,3	80,4
Общая пористость, %	89,0	89,2	89,8	88,5	89,9	89,5

Испытания проводились на универсальной испытательной системе Инстрон при различных скоростях движения верхнего зажима в соответствии с ГОСТ Р 53226–2008 [1].

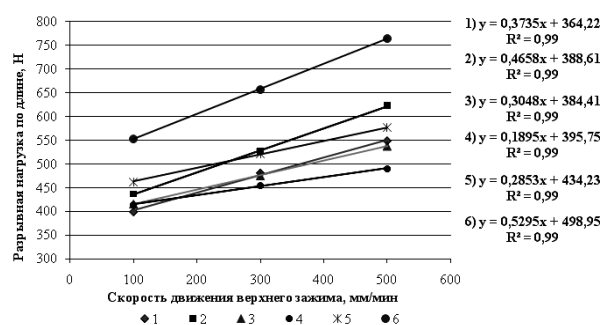


Рис. 1

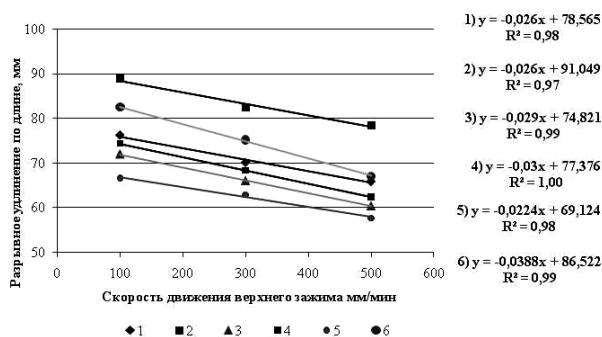


Рис. 3

Наибольшее значение разрывной нагрузки по длине имеет образец 6, а наименьшее – образец 4. На рис. 1 видно, что наибольшие изменения значений разрывной нагрузки наблюдаются у образцов 6 и 2, а наименьшие – у образца 4, так как прямая, соответствующая результатам испытаний данного полотна, имеет самый низкий наклон. По ширине (рис. 2) наибольшими значениями разрывной нагрузки обладает образец 6, а наименьшими – образец 3. Наибольшие изменения прочности при варьировании скорости наблюдаются у образца 6. Однако из приведенных данных можно сделать вывод, что в процессе эксплуатации образец 6 будет иметь наибольшие колебания по прочности, несмотря на высокие исходные значения.

Наибольшими значениями разрывного удлинения по длине обладает образец 2, а наименьшими – образец 5. По ширине ре-

На рис. 1...4 приведены графики зависимостей разрывной нагрузки и разрывного удлинения от скорости движения верхнего зажима испытательной системы Инстрон по длине и ширине.

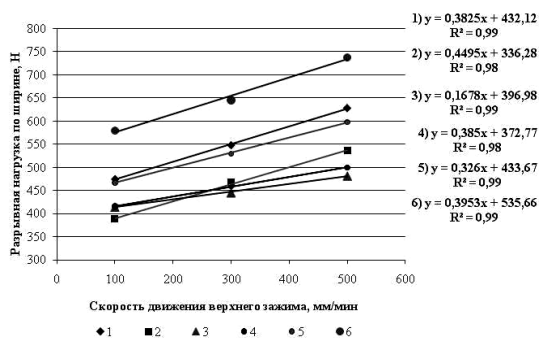


Рис. 2

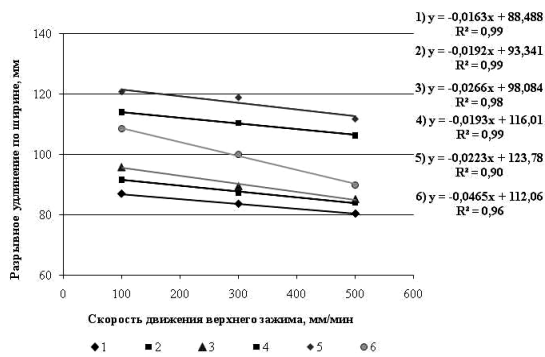


Рис. 4

зультаты меняются: наибольшее значение разрывного удлинения – у образца 5, а наименьшее – у образца 1. Из рис. 3 и 4 видно, что наибольшие изменения значений разрывного удлинения как по длине, так и по ширине имеет образец 6.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, при выборе нетканого материала необходимо обращать внимание не только на исходные значения разрывных характеристик, но и на их изменения в процессе эксплуатации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 53226–2008. Полотна нетканые. Методы определения прочности.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 15.03.13.

**РАЗРАБОТКА ТИПОЛОГИИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ  
МЕБЕЛЬНО-ДЕКОРАТИВНЫХ ТКАНЕЙ**

**DEVELOPMENT OF CONSUMER TYPOLOGY  
CONCERNING TAPESTRIES**

*Н.И. ОСИПЕНКО, Д.В. КОЛЧЕВА*  
*N.I. OSIPENKO, D.V. KOLCHEVA*

(Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского)  
(Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky)  
E-mail: osipenkonat@mail.ru, kolcheva darya@mail.ru

*В статье представлены результаты исследования требований и предпочтений потребителей мебельно-декоративных тканей. Проведена типизация и сегментация потребителей по разным признакам.*

*The article presents the research results of consumers' requirement and preferences concerning tapestries. Consumers' typification and segmentation according to different features has been carried out.*

**Ключевые слова:** мебельно-декоративные ткани, анкетирование, типизация и сегментация потребителей, факторный и кластерный анализ.

**Keywords:** tapestries, questionnaire, consumer typification and segmentation, factorial and cluster analysis.

Вступление Украины во Всемирную Торговую Организацию и подготовительный этап вступления ее в Европейский Союз ставят на первый план проблему улучшения качества продукции на отечественных предприятиях текстильной промышленности, решить которую возможно, внедряя прогрессивные методы управления качеством. Эти методы основываются на принципах выявления требований и предпочтений потребителей, а также установления уровня их удовлетворенности показателями свойств готовых текстильных материалов.

Как показано в работе [1], определение потребности в современных тканях усложняется в связи с необходимостью организовывать широкомасштабные исследования, проводить опрос потребителей, тратить определенное время, нести материальные расходы. В то же время только выяснение качественных потребностей и анализ требований потребителей даст основание для разработки номенклатуры по-

казателей и характеристик качества мебельно-декоративных тканей, создания полотен с прогнозируемыми потребительскими свойствами.

Целью данной работы является исследование требований и предпочтений потребителей мебельно-декоративных тканей, разработка на их основе типологии потребителей.

Комплекс требований к мебельно-декоративным тканям определяется требованиями к их гигиеничности, в частности, безопасности, эстетичности и надежности. Основные требования к этим тканям регламентируются нормативной документацией [2], [3] и освещены в работах [1], [4]. Так, среди требований к безопасности мебельно-декоративных тканей – требования по содержанию опасных веществ (тяжелых металлов, формальдегида, летучих и пахучих соединений, азокрасителей и т.д.), а также миграции их в окружающую среду, пожаробезопасность, электризуемость. Художественно-колористическое оформ-

ление мебельно-декоративных тканей должно отвечать жилищному интерьеру помещения, создавать комфортный микроклимат и соответствовать современным направлениям моды. Вместе с тем, такие ткани должны иметь стойкую окраску к действию стирки, химических растворителей и света, не изменять линейных размеров после разнообразных обработок и не образовывать складки или морщины в результате сгибания или сжатия, то есть быть износостойкими.

Следует отметить, что требования к мебельно-декоративным тканям обусловлены их назначением. Например, ткани, которые используют для обивки мягкой мебели (велюры, микровелюры, шениллы, жаккарды, гобелены, флоки, плюши, бархат, репсы и т.д.), должны быть износостойчивыми, плотными и фактурными, отличаться масштабом и колоритом рисунков [8...10]. Ткани, из которых изготавливают портьеры и занавески для отделки окон и дверей, выполняя практическую функцию, регулируют природное освещение, инсоляцию, поглощение шума и одновременно влияют на композицию и колорит интерьера [11], [12]. Фактура таких тканей должна быть более простой по сравнению с фактурой мебельных тканей. Они также должны отличаться хорошей драпируемостью и небольшой поверхностной плотностью. Ткани для пошива матрацев, матрацных и подушечных пошивов, наперников и чехлов должны иметь повышенную плотность по основе и утку, низкую воздухо-, перо-, пухопроницаемость.

Для исследования требований и предпочтений потребителей мебельно-декоративных тканей и разработки типологии проведено их анкетирование путем непосредственного опроса по широкому кругу вопросов. На вопросы анкеты ответили 300 респондентов. Согласно [13] численность выборки является репрезентативной.

Использование метода группирования позволило распределить опрошенных потребителей на определенные группы (сегменты) по следующим признакам:

– пол: мужчины (42%) и женщины (58%);

возраст: 18...29 лет (43%), 30...49 лет (47,7%), 50 лет и старше (9,3%);

– образование: высшее (75,7%), незаконченное высшее (11,3%), среднее специальное (10%), среднее (3%);

– социальное положение: рабочие (12,7%), служащие (65%), фермеры (1%), домохозяйки (5%), пенсионеры (6,3%), студенты (7%);

– доходы семьи в месяц: до 3000 грн (около 375 \$) – низкие доходы (5%), от 3000 до 6000 грн – средние (41%), от 6000 до 9000 грн – выше среднего (39,3%), более 9000 грн – высокие доходы (14,7%).

На следующем этапе исследования с помощью компьютерной программы SPSS с последовательным применением факторного и кластерного статистического анализа проводилась типизация потребителей мебельно-декоративных тканей (объединение в однородные группы по критерию требований к тканям) и их сегментация (определение количества и численности однородных групп). Основанием для этого было оценивание по пятибалльной шкале (1 – абсолютно неважно, 2 – не очень важно, 3 – важно, 4 – очень важно, 5 – абсолютно важно) опрошенными потребителями важности для них таких параметров мебельно-декоративных тканей, как: волокнистый состав, фактура, отделка, цветовая гамма, соответствие моде, гигиеничность, износостойчивость, престижность, технологичность, цена, соотношение качества и цены.

Расчеты теста Kaiser-Meyer-Olkin, который равен 0,683, и теста Barlett (менее 0,001) показали, что данные, полученные в ходе опроса, являются пригодными для факторного анализа, что позволяет распределить параметры на малое количество групп (факторов). Проведение такого анализа и формирование факторной модели методом главных компонент дало возможность на основании суммарной дисперсии (76,7%) и критерия корреляции между параметрами тканей четко выделить четыре фактора (главные компоненты), представленные в табл. 1 (ротированная матрица факторных коэффициентов).

Параметры ткани	Факторы (главные компоненты)			
	1	2	3	4
Гигиеничность	0,904			
Износоустойчивость	0,897			
Технологичность	0,826			
Соотношение качества и цены	0,730			
Отделка		0,865		
Фактура		0,831		
Цветовая гамма		0,673		
Престижность			0,944	
Соответствие моде			0,935	
Цена				-0,794
Волокнистый состав				0,695

Таким образом, в результате факторного анализа выделены следующие типы потребителей мебельно-декоративных тканей:

– потребители, для которых наиболее важными являются параметры тканей, характеризующие их гигиеничность (в частности, безопасность по содержанию вредных веществ, электризуемость, воспламеняемость), износоустойчивость, технологичность, а также соотношение качества ткани в целом и ее цены;

– потребители, для которых значимыми, прежде всего, являются параметры внешнего вида тканей: отделка, фактура и цветовая гамма;

– потребители, которые выбирают ткани по престижности и соответствию их современным тенденциям моды;

– потребители, ориентированные преимущественно на волокнистый состав и цену тканей.

После факторного проводился кластерный анализ для классификации респондентов на кластеры (целевые сегменты, типологические группы) на основании их существенных характеристик. Для этого применялся иерархический кластерный анализ, проведенный в два этапа. В ходе первого этапа было определено количество кластеров, на которые необходимо разделить респондентов. При этом использовался метод межгрупповых связей, согласно которому расстояние между кластерами определялось как среднее значение расстояний между всеми теоретически возможными парами переменных. Как интервальную меру между переменными выбран квадрат евклидова расстояния [14].

На втором этапе была проведена кластеризация респондентов по количеству кластеров, определенных на первом этапе. Установлено, что оптимальное количество кластеров составляет три (рис. 1).

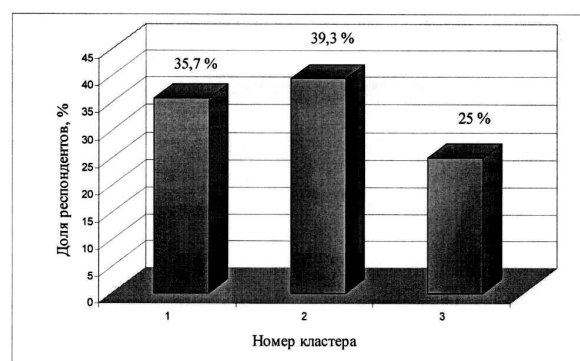


Рис. 1

Для подтверждения правильности установленного количества кластеров и статистической значимости их размера построено линейное распределение по образованной новой переменной, которая распределяет респондентов в кластеры. Основанием для формирования кластеров были средние значения оценки параметров тканей, выбранных в качестве критериев типизации и сегментации, и часть респондентов, которые оценили определенный параметр как "важно", "очень важно" и "абсолютно важно".

Достоверность расхождения между выявленными кластерами, к которым отнесены потребители по комплексу важных для них параметров тканей, установлена с вероятностью 0,95 по F-критерию.

В дальнейшем с помощью построения перекрестного распределения кластери-

зующей переменной и переменных, которые характеризуют респондентов и их преимущества при выборе мебельно-декоративных тканей, описано три типа (целевых сегмента) потребителей: "новаторы", "аналитики", "логики".

Первый тип потребителей – "новаторы" насчитывает 35,7% респондентов выборочной совокупности. Представители этого типа считают наиболее важными такие параметры мебельно-декоративных тканей, как соответствие моде и престижность. Для них большое значение имеют также параметры, которые характеризуют внешний вид тканей, – цветовая гамма, фактура, отделка. К "новаторам" принадлежат 37,3% общего количества респондентов-мужчин и 34,5% – респондентов-женщин. Среди "новаторов" преобладают мужчины и женщины возрастной группы "18...29 лет" (70,2 и 71,7% соответственно), социальный статус "служащие" (63,8 и 61,7%), с высшим образованием и незаконченным высшим образованием (85,1 и 86,6%) и те, кто имеет средний и выше среднего уровень общих доходов семьи в месяц (87,2 и 86,7%). Респонденты этого типа отдают предпочтение мебельно-декоративным тканям зарубежного производства (75,7%), новым, модным, а также классическим полотнам (62,4%), узорчато-рельефным (36,7%) и узорчато-гладким (27,3%) по фактуре, пестротканым по характеру отделки (50%). Для них имеют значение специальные виды отделки тканей, в частности, тефлоновая (22,6%), антистатическая (20,8%) и молестойкая (17,6%). "Новаторы" чаще всего выбирают мебельно-декоративные ткани, изготовленные из синтетических нитей (16,5%), а также смешанные по волокнистому составу, например, из смеси химических волокон или химических волокон с шелком (16,6%), льна или хлопка с другими волокнами (12,1 и 11,3% соответственно).

Второй тип потребителей – "аналитики" является самым многочисленным. К нему относятся 39,3% общего количества респондентов. Для "аналитиков" наиболее значимым параметром является волокнистый состав мебельно-декоративных тка-

ней. Потребители этого типа анализируют, какие волокна содержат ткани и как данные волокна влияют на важные для них гигиеничность и износостойчивость полотна. Именно поэтому они чаще отдают предпочтение тканям шелковым (20%), хлопковым (14,8%), льняным (13,3%) и из смеси химических волокон или химических волокон с шелком (14%). Среди представителей этого типа 41,4% всех опрошенных женщин и 36,5% мужчин, но преобладают женщины и мужчины возрастной группы "30...49 лет" (59,7 и 58,7%). Респонденты этого типа – преимущественно потребители с высшим образованием (86,1% – женщины и 79,3% – мужчины), с общими доходами семьи в месяц выше среднего и высоким (77,4 и 73,9%), служащие (66,7% – женщины, 58,7% – мужчины). Среди них 26,1% мужчин-рабочих, что значительно больше по сравнению с другими типологическими группами. "Аналитики" отдают предпочтение мебельно-декоративным тканям зарубежного производства (74,6%) в равной степени как модным, так и классическим или не реагируют на изменения моды (по 48%), выбирают ткани с узорчато-рельефной поверхностью (35,6%), реже – гладкие и узорчато-гладкие по фактуре (24,7 и 23,3%), гладкокрашенные (33,5%), пестротканые (28,5%) и набивные (20,9%) по характеру отделки. Они предпочитают ткани с тефлоновым покрытием (27,8%), противоусадочной (20,3%) и огнестойкой (17,6%) отделкой.

Третий тип потребителей – "логики" включают 25% от общего количества опрошенных. Потребители этого типа при выборе мебельно-декоративных тканей руководствуются их гигиеничностью, износостойчивостью и технологичностью. Для них, кроме того, важным фактором является цена тканей и соотношение цены и качества. К "логикам" относится наименьшее количество опрошенных женщин (24,1%) и мужчин (26,2%), в основном средней возрастной группы "30...49 лет" (мужчины – 66,7%, женщины – 52,4%), но среди них является наивысшей, по сравнению с "новаторами", "аналитиками", доля

женщин возрастной группы "50 лет и старше" (21,4%). Среди "логиков" больше всего респондентов с высшим образованием (мужчины – 87,9%, женщины – 81%), со средними и выше среднего доходами семьи в месяц (93 и 76,2%) и служащих (78,8 и 64,3%). К "логикам" принадлежат 14,3% домохозяек и 11,3% женщин-пенсионеров. Для "логиков" соответствие тканей моде почти не имеет значения. Они чаще выбирают ткани зарубежного производства (62,7%), чем отечественного, отдают предпочтение полотнам хлопковым (18,2%), шелковым (14,6%), из синтетических нитей (13,7%) и изготовленным из смеси химических волокон или химических волокон с шелком (13,3%), пестротканым (41,2%), гладкокрашеным (26,8%), с узорчатой поверхностью рельефной (38,3%) и гладкой (24,5%). "Логики" считают, что для мебельно-декоративных тканей являются важными определенные специальные виды отделки, основные из которых, – тефлоновая (26%), противоусадочная (18,9%), антистатическая (17,3%) и огнестойкая (15,7%).

## ВЫВОДЫ

На основании использования результатов опроса потребителей мебельно-декоративных тканей разработана их одно- и многомерная сегментация и типология. С помощью факторного, кластерного и перекрестного анализа выявлены и охарактеризованы три объективно существующие типологические группы (целевых сегмента) потребителей мебельно-декоративных тканей: "новаторы", "аналитики", "логики".

Выявленные требования и предпочтения типичных групп потребителей предлагается учитывать производственным и торговым предприятиям при формировании ассортимента мебельно-декоративных тканей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Осипенко Н.И.* Теоретико-методологичні засади формування якості та асортименту камвольних

тканин: Дис. ... докт. техн. наук / 05.19.08 - товарознавство промислових товарів. - Д., 2007.

2. ГОСТ 23432–89. Полотна декоративные. Общие технические условия. – М., Издательство стандартов, 1990.

3. ДСТУ 4239–2003. Матеріали та виробит текстильні і шкіряні побутового призначення. Основні гігієнічні вимоги. – К.: Держстандарт України, 2004 –IV.

4. *Пушкар Г.О., Семок Б.Б.* Інтер'єрний текстиль формування вітчизняного ринку та шляхи оптимізації асортименту // Електронне наукове фахове видання "Ефективна економіка". – 2010, №3.

5. *Пушкар Г.О., Семак Б.Д.* Проблеми формування асортименту та якості інтер'єрного текстилю // Проблеми легкой и текстильной промышленности Украины. – 2009, № 4. С.182...186.

6. *Пушкар Г.О., Семак Б.Д.* Проблеми формування сегмента ринку ітер'єрного текстилю в Україні // Товари і ринки. – 2009, № 2. С. 43... 47.

7. *Пушкар Г.О.* Товарознавчі аспекти формування асортименту та якості текстильних матеріалів для оббивки меблів // Вісник Хмельницького національного університету. – 2009, № 4. С. 182...186.

8. *Пугачевський Г.Ф., Семак Б.Д.* Товарознавство непродовольчих товарів. Ч. 1. Текстильне товарознавство Підручник для студентів товарознавчих спеціальностей вищих закладів освіти. – К НМЦ "Укоопосвіта", 1999.

9. *Осипенко Н.И., Колмева Д.В.* Сучасний асортимент меблево-декоративних тканин та шляхи поліпшення їхньої пожежобезпечності // Товарознавство та інновації. – 2011, Вип 3. С.45...55.

10. *Олійник Г.С.* Декоративно-меблеві тканини: формування асортименту // Вісник Хмельницького національного університету. – 2011, № 2. С. 86...88.

11. *Роглев Х.Й.* Основи готельного менеджменту. – К.: Кондор, 2005.

12. *Пушкар Г.О., Семак Б.Д.* Роль порт'єрних текстильних матеріалів у формуванні сучасного інтер'єру житла // Наукові дослідження та їх практичне застосування 2012: Сб. наук. робіт наукової Інтернет-конференції Sworld, 2-12 жовтня 2012 р.: [матеріали]. – Режим доступу: <<http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/technical-sciences-312/technology-of-textile-and-light-industry-312/14569-312-598>>.

13. *Голубков Е.П.* Маркетинговые исследования: теория, методология и практика. – М.: Изд-во "Финпресс", 1998.

14. *Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков И.С. и др.* Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности. – М.: Финансы и статистика, 1989.

Рекомендована кафедрой експертизи в таможенном деле. Поступила 04.06.13.

УДК 677.021.256

**ВЛИЯНИЕ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ НАЖИМНЫМИ РОЛИКАМИ  
НА СИЛУ ЗАЖИМА СЛОЯ  
В РЕМНЯХ ТРЕПАЛЬНОЙ МАШИНЫ**

**INFLUENCE OF THE DISTANCE BETWEEN PRESSURE ROLLERS  
ON THE CLAMP FORCE  
IN SCUTCHING MACHINE BELTS**

*Н.И.КОВАЛЕНКО, С.Н.РАЗИН, А.В.СОКОЛОВ*  
*N.I. KOVALENKO, S.N. RAZIN, A.V. SOKOLOV*

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

*Сила зажима слоя льна в ремнях трепальной машины зависит от расстояния между нажимными роликами транспортирующего механизма трепальной машины. Наименьшая ее величина наблюдается в сечении ремня, расположенном на равном расстоянии от осей соседних роликов. Определение рационального расстояния между роликами позволит повысить надежность фиксации слоя и снизить потери длинного льняного волокна.*

*Clamping force of a flax layer in scutching machine belts depends on the distance between pressure rollers of a scutching machine transporting mechanism. The lowest value is noticed in a belt cross section, located at equal distances from the axes of adjacent rollers. Definition of a rational distance between the rollers will improve reliability of layer fixation and reduce the loss of a long flax fiber.*

**Ключевые слова:** нажимные ролики, сила зажима слоя, транспортирующие ремни трепальной машины, надежность фиксации слоя.

**Keywords:** pressure rollers, clamping force of a layer, transporting belts of a scutching machine, reliability of layer fixation.

Зажимной транспортирующий механизм трепальной машины состоит из транспортирующих ремней, нажимных роликов и транспортерной балки. Основной задачей механизма является надежность фиксации в нем слоя обрабатываемого ма-

териала, которая зависит от таких его параметров, как диаметр нажимных роликов, их форма, расстояние между ними, их количество, сила давления на ремень. В существующих моделях трепальных машин они выбраны в основном опытным путем



без необходимого теоретического обоснования.

Математическое описание сил зажима слоя обрабатываемого материала в транспортирующих ремнях трепальной машины является сложной задачей. Проведение экспериментов с целью получения значений сил зажима при различных вариантах конструкции требует больших затрат времени и средств на изготовление экспериментальных образцов и проведение измерений [1]. Поэтому одним из способов анализа сложных объектов и процессов является имитационное компьютерное моделирование. В настоящей статье разработана компьютерная модель зажимного транспортирующего механизма, позволяющая получить значения сил зажима обрабатываемого слоя при различных параметрах механизма.

Для обеспечения достаточной силы зажима, необходимой для удержания слоя, в трепальных машинах различных марок используются прижимные устройства. Они состоят из роликов и упругих элементов рис. 1 (схема зажимного транспортирующего механизма: 1 – волокно; 2 – нижний транспортирующий ремень; 3 – била; 4 – верхний транспортирующий ремень; 5 – прижимной ролик; 6 – упругий элемент).

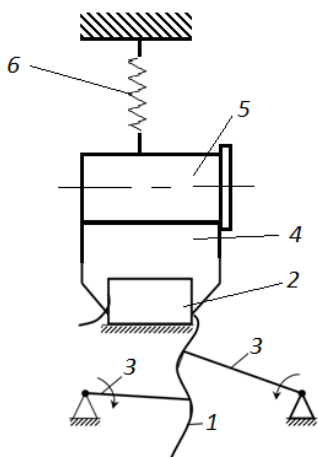


Рис. 1

Ролики имеют различную конструкцию и расположение вдоль транспортной балки на определенном расстоянии друг от друга. В зависимости от этого закон распределения сил зажима обрабатываемого

материала в ремнях вдоль балки изменяется. Наибольшего своего значения они достигают под роликом, наименьшего – в сечении ремня, равноотстоящем от осей роликов. Следовательно, необходимо определить рациональное расположение прижимных роликов вдоль секций трепальной машины, которое обеспечит достаточную силу зажима для удержания слоя между ремнями. Используя модель, построенную при помощи программного комплекса ANSYS, рассмотрим, как распределяется сила зажима между двумя соседними роликами при различной силе прижима со стороны нажимного ролика зажимного транспортирующего механизма трепальной машины мяльно-трепального агрегата МТА-2Л.

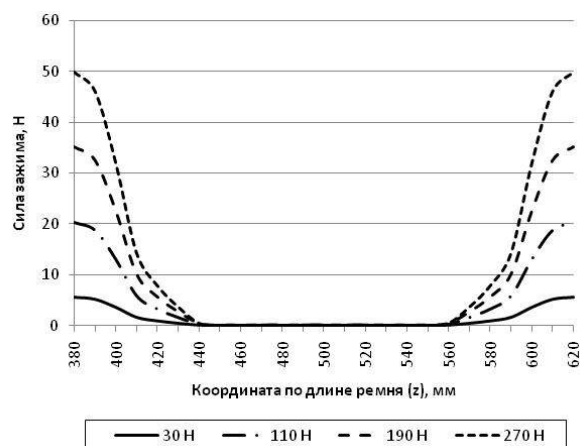


Рис. 2

На рис.2 представлен график распределения силы зажима между двумя соседними роликами при исходном положении роликов и различной силе прижима. По оси ординат отложена сила зажима, по оси абсцисс – координаты по длине ремня, в которых измеряется сила зажима.

Кривые отражают распределение сил зажима по длине участка между осями роликов при различных силах, действующих на прижимные ролики (30, 110, 190 и 270 Н).

Результаты расчета (при толщине слоя равной нулю) показывают, что при существующем в настоящее время расположении роликов на участке ремня между роликами имеется область, в которой при-

жим верхнего ремня к нижнему не происходит. Это связано с тем, что при приложении нагрузки ремни деформируются. При этом между верхним и нижним ремнем возникает область, в которой контакт между ремнями отсутствует. Это означает, что сила зажима на этом участке равна нулю. Анализ расчетов показал, что увеличение силы прижима оказывает влияние на силу зажима только под осью ролика и практически не сказывается на силе зажима на участках ремня, удаленных от оси ролика.

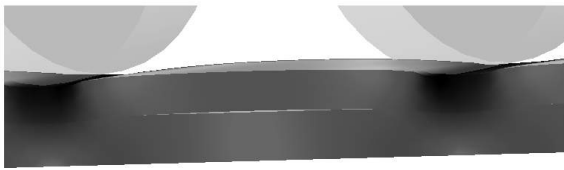
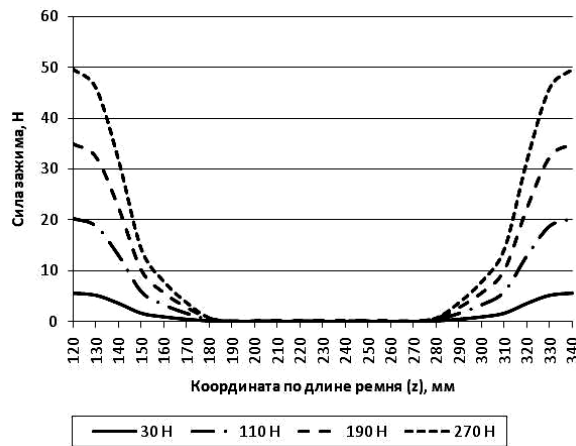


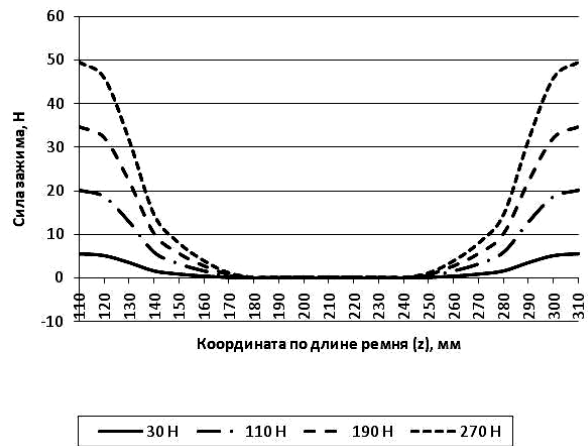
Рис. 3

На рис. 3 показаны деформации ремней, полученные с помощью ANSYS в увеличенном масштабе, где отчетливо видны области выгибания ремня.

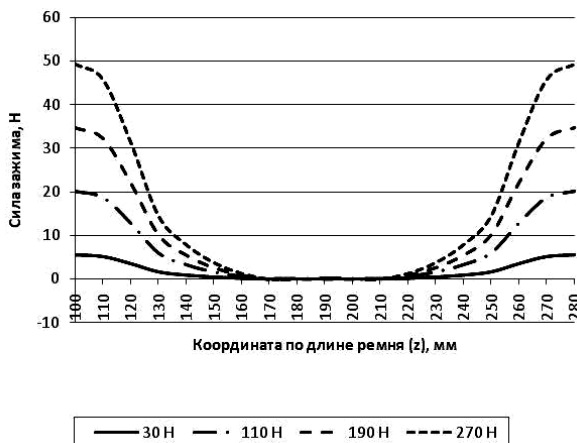
При небольшой ширине пряди такое распределение сил зажима может привести к выдергиванию прядей в процессе обработки. Необходимо добиться такого состояния, при котором на участке ремня между роликами не будет областей, в которых отсутствует контакт между верхним и нижним ремнем. Как показало исследование, добиться этого путем увеличения силы прижима невозможно. Представляет интерес исследование изменения ширины площадки, на которой отсутствует контакт ремней, при изменении расстояния между роликами.



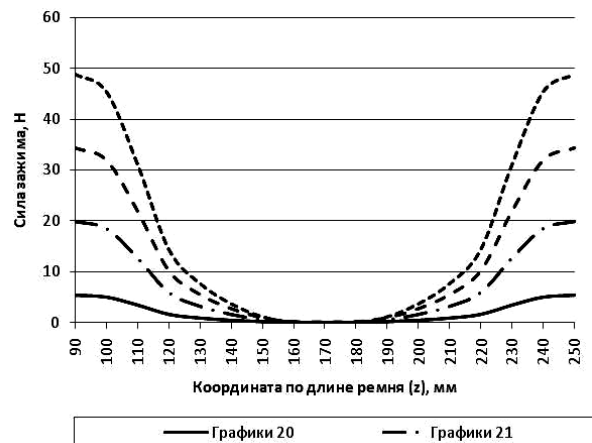
а)



б)



в)



г)

Рис. 4

На рис. 4 показано распределение силы зажима при различном расстоянии между роликами с шагом 20 миллиметров: а) – 230; б) – 210; в) – 190; г) – 170 мм. Диаметр роликов 160 мм. Результаты расчетов показывают, что уменьшение расстояния между роликами при их исходных размерах не позволяет избавиться от участков, на которых сила прижима между ремнями равна нулю из-за выгибания транспортирующих ремней.

Одним из вариантов решения проблемы может быть уменьшение размеров прижимных роликов и сближение их на меньшее расстояние.

## ВЫВОДЫ

1. Построена компьютерная модель, позволяющая рассчитать напряженно-деформированное состояние ремней транспортирующего механизма при различных его параметрах.

2. Анализ результатов расчетов позволил установить, что для обеспечения достаточных сил зажима слоя льна необходимо уменьшить расстояние между роликами.

## ЛИТЕРАТУРА

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

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 28.01.13.

УДК 677. 1/2

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ДВИЖУЩЕГОСЯ И ВАРЬИРУЕМОГО ПО ШИРИНЕ СЛОЯ ЛЬНЯНОЙ ТРЕСТЫ\*

#### MODELING OF THE PROCESS OF DRYING THE MOVING LAYER OF LINEN STOCK VARIABLE ALONG ITS WIDTH

Н.В. КИСЕЛЁВ, Е.Л. ПАШИН, Е.Э. ИВАНОВ  
N. V. KISELEV, E. L. PASHIN, E. E. IVANOVA

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

*В статье приведены результаты моделирования процесса сушки движущегося слоя льняной тресты с изменяющимися параметрами его структуры, формируемого при размотке рулона для последующей сушки. Рассчитаны основные статистические характеристики показателей процесса и произведен их анализ. Сделан вывод о необходимости использования при сушке более эффективных схем подачи теплоносителя менее чувствительных к неоднородности слоя.*

\* В подготовке материалов статьи принимал участие студент 5-го курса специальности 260701 А.А. Пожарский.

*The article presents the results of modeling of the process of drying the moving linen stock layer with changing parameters of its structure, forming at unwinding a roll for next drying. Basic statistic characteristics of process indexes have been calculated and their analysis has been carried out. The conclusion on necessity of using more effective schemes of heat carrier input less sensitive to layer heterogeneity has been made.*

**Ключевые слова:** процесс сушки, ширина слоя, льняная треста, движение, компьютерная модель.

**Keywords:** drying process, layer width, linen stock, moving, a computer model.

Одной из причин неравномерности сушки льняной тресты является неоднородность слоя тресты по проницаемости, обусловленная, в первую очередь, варьированием длины стеблей в слое из-за различных условий произрастания.

Установленные причины пониженной эффективности сушки льняной тресты на льнозаводах, в том числе повышенная неоднородность слоя стеблей по его ширине [1], привели к выбору нового способа сушки [2], при котором движение горячего воздуха происходит преимущественно вдоль стеблей, что должно способствовать более эффективному использованию потенциала теплоносителя в условиях изменения ширины слоя.

В настоящее время имеется компьютерная модель этого способа сушки, учитывающая особенности массообмена в слое льняной тресты [3]. Однако в данной модели слой рассматривался как однородный, с постоянной шириной, что существенно идеализирует процесс и снижает общность полученных результатов. Кроме того, недостатком данной модели является то, что слой тресты рассматривается как неподвижный. Это может приводить к ошибочным результатам в отношении времени сушки, так как если поле скоростей в зоне сушки является неоднородным, элементы слоя, расположенные в зоне пониженных скоростей сушильного агента, будут постоянно отставать в скорости сушки. При конвейерной сушке все элементы слоя последовательно проходят через области как с повышенной, так и с пониженной скоростью воздуха. Это в определенной

степени снижает влияние неравномерной раздачи потока воздуха по длине слоя тресты на время сушки в целом.

Для учета движения слоя на транспортере сушильной машины использован ППП ANSYS CFX, допускающий использование подвижных сеток.

Область моделирования по новой схеме сушки представлена в виде семи доменов, соответствующих четырем секциям (зонам) сушки (рис. 1). Геометрия секции предельно схематизирована. Поскольку в модели принята симметрия машины, в первом приближении полагаем, что слой тресты также симметричен относительно осевой линии (оси X на рис. 1). На рис. 1 представлена геометрия области моделирования по новой схеме сушки: 1 – слой тресты, 2 – верхние подводящие воздуховоды, 3 – нижние подводящие воздуховоды, 4 – отводящие воздуховоды, 5 – зоны утечки воздуха через слой тресты на входе и выходе из машины.

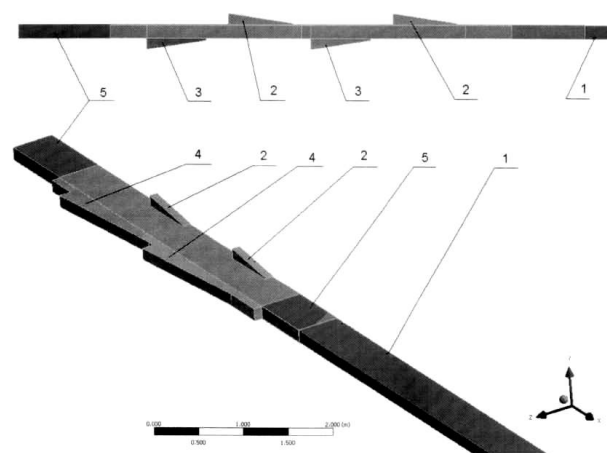


Рис. 1

Термические и гидродинамические граничные условия на поверхностях области моделирования принимались в соответствии с рис. 2 (задание граничных условий для новой схемы: 1 – входные сечения подводящих воздуховодов первой и второй секций; 2 – выходные сечения отводящих воздуховодов первой и второй секций; 3 – входные сечения подводящих воздуховодов третьей и четвертой секций; 4 – выходные сечения отводящих воздуховодов третьей и четвертой секций).

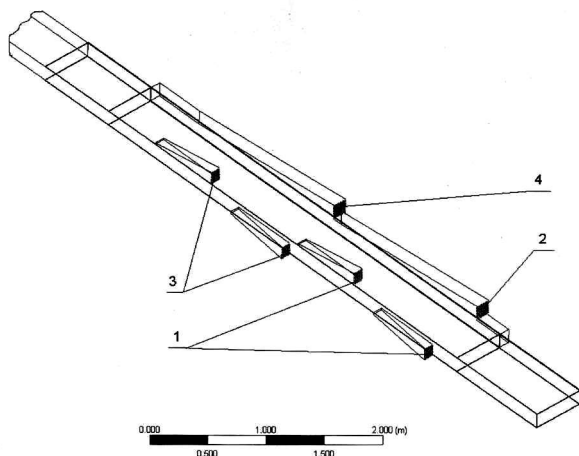


Рис. 2

Во входных сечениях задавались скорость и температура воздуха, а также его влагосодержание, которое определяется с учетом влагосодержания рециркуляционного воздуха, выходящего из слоя, атмосферного воздуха и степени рециркуляции. На остальных поверхностях модели автоматически задаются граничные условия, соответствующие непроницаемой стенке.

Для предлагаемой схемы сушки реализована противоточная схема движения воздуха по секциям. При этом в первые две секции подается воздух непосредственно из теплогенератора, а ко вторым двум секциям подается воздух, выходящий из первых секций, с добавлением атмосферного воздуха, и подогретый до исходной температуры. Отработанный воздух из этих секций частично возвращается на рециркуляцию, частично выбрасывается в атмосферу.

При моделировании массовый расход и температура воздуха на входе в слой

тресты поддерживались на постоянном уровне, соответственно 1 кг/с (расход 6730 м<sup>3</sup>/ч) и 95°C, температура внешнего атмосферного воздуха 20°C, относительная влажность 50%, степень рециркуляции 4. Общая длина секций в рассматриваемой модели составляла 9 м, плотность загрузки выбрана с учетом паспортного значения для применяемой в настоящее время на льнозаводах сушилки СКП-1-10ЛУ, а именно 6 кг/м<sup>2</sup>. Средняя объемная плотность загрузки составляла 40 кг/м<sup>3</sup>. Интервал варьирования толщины слоя в модели составил 0,21...0,44 м. Такие значения были выбраны по результатам экспериментального определения степени заполнения поверхности транспортера слоем тресты в производственных условиях. Измерения показали, что только от 44 до 93% ее закрыто трестой.

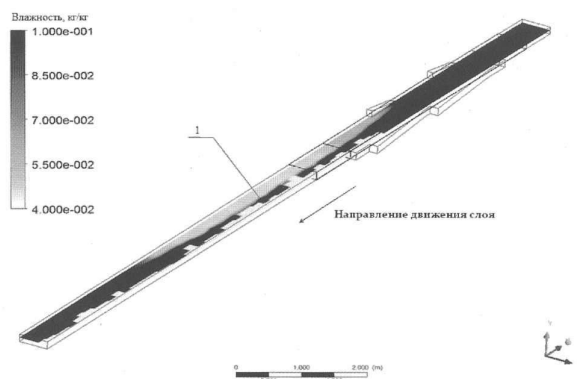


Рис. 3

Рассмотрим результаты моделирования процесса сушки. На рис. 3 представлено распределение влажности по объему слоя для новой схемы (1 – зона высушенной тресты) через 100 с при скорости движения транспортера 4,8 м/мин. Стрелкой показано направление движения. Начальная (фиктивная) зона соответствует начальному моменту сушки, в котором при нахождении слоя в сушильной машине включается подача сушильного агента, при этом некоторая часть слоя сразу выходит из секции и недосушивается. Этот участок не реализуется при постепенном вхождении слоя в машину и обусловлен лишь особенностями компьютерной модели. Конечная зона соответствует

распределению влажности в части слоя, которая в текущий момент времени находится внутри машины. Поскольку воздух подается в слой в средней его части, в первой секции подсушивается лишь середина слоя, в последующих секциях сухая зона расширяется клинообразно, и на выходе из машины распределение влажности в слое соответствует зоне высушенной тресты.

Из визуального анализа полученных результатов моделирования следует, что влажность в средней части по длине стеблей в слое меньше. Ее численные значения по длине слоя распределены достаточно равномерно (рис 4 – распределение влажности по длине (X) слоя после сушки: 1 – по краям слоя; 2 – в средней части по ширине слоя).

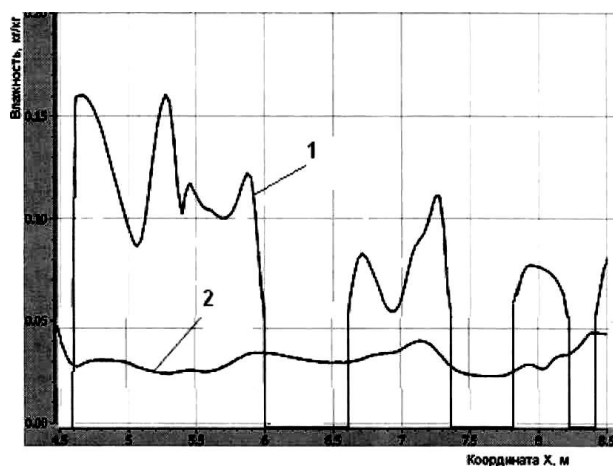


Рис. 4

Такой результат хорошо согласуется с технологическими требованиями по улучшению процесса обескостривания участков варьируемых по размерам стеблей вблизи зон их фиксации в зажимных транспортерах трепальной машины. В концевых участках влажность больше (нулевая влажность на кривой 1 соответствует незакрытым трестой участкам транспортера), выше и уровень ее варьирования, что объясняется

различиями ширины, а следовательно, и сопротивления слоя, учитываемыми при моделировании. Повышенная влажность концевых участков стеблей согласно [4] будет способствовать меньшей обрывности волокна при трепании прядей сырца в процессе получения трепаного волокна.

## В Ы В О Д Ы

1. С целью развития ранее предложенной модели сушки льняной тресты [3] осуществлен учет эффектов, связанных с движением тресты в сушильной камере и изменением его ширины из-за системного изменения длины стеблей по длине слоя.

2. По результатам моделирования установлена возможность достижения требуемой по технологическим условиям дифференциации подсушки по длине стеблей (по ширине слоя). Выявлено, что изменение длины стеблей приводит к связанному с ним варьированию остаточной влажности концевых их участков.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пашин Е.Л., Киселев Н.В., Иванов Е.Э. Исследование параметров слоя, влияющих на эффективность сушки льняной тресты // Вестник КГТУ. – №2, 2012. С. 8...10.
2. Патент РФ № 2430319. Установка для сушки льнотресты. Оpubл. 27.04.2011, бюл. №12. Авторы: Пашин Е.Л., Киселев Н.В., Васильев Ю.В., Крапостин А.М.
3. Васильев Ю.В., Киселев Н.В., Пашин Е.Л. Компьютерная модель сушки слоя льняной тресты // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №5. С.28...32.
4. Пашин Е.Л., Васильев Ю.В., Киселев Н.В. Исследование свойств стланцевой льняной тресты от влажности в разных зонах по длине стеблей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №8. С. 22...23.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 26.03.13.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
СМЕСЕЙ ВОЛОКОН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО  
С ДРУГИМИ НАТУРАЛЬНЫМИ ВОЛОКНАМИ**

**PERSPECTIVES OF USING  
THE MIXES OF OILSEED FLAX FIBERS  
WITH OTHER NATURAL FIBERS**

*Г.А. БОЙКО, Л.А. ЧУРСИНА, Т.Н. ГОЛОВЕНКО, И.А. МЕНЯЙЛО-БАСИСТАЯ  
G.A. BOYKO, L.A. CHURSINA, T.N. GOLOVENKO, I.A. MENYAJLO-BASISTAYA*

(Херсонский национальный технический университет)  
(Herson National Technical University)  
E-mail: galina.boyko.86@mail.ru; chursina\_la@mail.ru

*В результате проведенных экспериментальных исследований доказана целесообразность смесей волокон льна масличного с другими натуральными волокнами и их возможность применения в различных отраслях промышленности, в том числе и в текстильной.*

*As a result of experimental research the expediency of oilseed flax fibers mixes with other natural fibers and the possibility of their application in different industrial spheres, particularly in a textile one, has been proved.*

**Ключевые слова:** стебли льна масличного, целлюлозосодержащее волокно, смесевые композиции, разрывная нагрузка, водопоглощаемость.

**Keywords:** oilseed flax stalks, cellulose containing fibers, mixed compositions, breaking loading, water reduction.

В связи с техногенными катастрофами и обострившейся экологической обстановкой в мире создание экологически чистого текстиля приобрело повышенную актуальность и стало перспективным направлением развития в текстильной промышленности.

Кроме того, проблемы увеличения цен хлопчатобумажной и шерстяной сырьевой базы дефицит натуральных волокнистых материалов для текстильных предприятий Украины остро поставили вопрос о замене импортируемого хлопка на отечественное сырье. Одним из источников сырьевых ресурсов является лен масличный, который до сих пор рассматривался как малопригодное либо вообще непригодное сырье, поскольку в его стеблях находятся в основном короткие волокна. До определенного времени это волокно использовалось недостаточно эффективно – только для изготовления упаковочного материала, веревок, канатов, шпагата. Однако при условии расщепления на элементарные волокна, то

есть его предыдущей модификации, короткое волокно льна масличного в смеси с другими волокнами (хлопок, шерсть, химические волокна) можно использовать не только для производства нетканых материалов, утеплителей, геотекстиля и агротекстиля, но и в текстильном производстве [2]. По этой причине волокна льна масличного являются достойной альтернативой хлопчатнику, который импортируется в Украину по заказу отечественных производителей текстильной продукции.

В лаборатории лубяных волокон кафедры товароведения, стандартизации и сертификации Херсонского национального технического университета при проведении опытов были разработаны различные смесевые композиции на основе льна масличного после уборки комбайном для выработки пряжи с обеспечением требований для создания экологически чистой одежды. В соответствии с этим в сырьевую композицию волокон льна масличного

вводились хлопковые и шерстяные волокна. Такое сочетание сырья в составе пряжи не заменяет лен масличный, а дополняет и обогащает ассортимент пряжи, улучшает ее физико-механические и потребительские свойства, предоставляет пряже мягкость, эластичность и шелковистость.

Чтобы доказать пригодность смеси льна масличного с различным процентным содержанием других натуральных волокон и выявления возможностей их использования для создания нового ассортимента текстильной продукции, на кафедре товароведения, стандартизации и сертификации ХНТУ были проведены более детальные исследования смесей на разрывную нагрузку и смачиваемость.

При отсутствии нормативных документов для определения качественных показате-

телей смесей льна масличного с натуральными волокнами, использовались ГОСТы и ДСТУ на солому и тресту льна-долгунца [4...7]. Для этого сначала была определена средняя разрывная нагрузка льна масличного, которая составляет 3,61 даН. Затем были отобраны пробы льна масличного сорта «Вера» и смешаны в разном соотношении с волокнами хлопка и шерсти с помощью лентообразователя ЛО-2. После формирования лент из короткого волокна льна масличного и натуральных волокон определялась их прочность на динамометре ДКВ-60 [8]. Результаты эксперимента предоставлены в табл. 1 и 2 (табл. 1 – разрывная нагрузка смеси волокон льна масличного и хлопкового волокна; табл. 2 – разрывная нагрузка смеси волокон льна масличного с шерстью).

Таблица 1

№ опыта	Смеси льна масличного с хлопком в различном процентном соотношении					
	лен 10% хлопок 90%	лен 20% хлопок 80%	лен 30% хлопок 70%	лен 40% хлопок 60%	лен 50% хлопок 50%	лен 60% хлопок 40%
1	4,5	6,5	4,5	7,0	6,0	7,0
2	4,3	6,7	6,0	8,0	6,0	8,0
3	5,5	7,0	7,0	6,0	9,0	8,3
4	7,3	6,8	5,0	5,0	6,8	6,8
5	5,5	8,5	4,8	8,5	5,8	6,5
6	3,5	8,3	3,0	9,0	6,5	6,0
7	3,5	7,5	4,5	8,5	6,8	5,0
8	4,5	6,0	5,5	4,5	6,0	8,0
9	5,0	6,5	6,0	5,0	5,0	5,6
10	6,4	8,0	6,5	7,8	4,8	7,0
$P_{cp}$ , даН	5,0	7,2	5,3	6,2	6,3	6,8

Анализируя результаты табл. 1, можно отметить, что при большем добавлении в смесь льна масличного хлопкового волокна, пряжа существенно меняет свою прочность и удлинение, в зависимости от содержания волокна в смеси. Это связано с очень разным поведением волокон в момент разрыва, при котором волокно хлопка еще удлиняется, тогда как волокно льна масличного уже рвется, потому что волокно имеет очень низкую прочность. Но как видно из табл. 1, при добавлении хлопкового волокна в смесь со льном масличным прочность значительно повышается, максимальное значение 7,2 даН. Поэтому можно сделать выводы, что при добавлении хлопкового волокна в смесь с волок-

нами льна масличного прочность пряжи растет.

Полученные экспериментальные данные из табл. 2 о смеси льна масличного с шерстью показывают, что, имея волнообразную структуру, шерстяное волокно сцепляется с волокнами льна масличного в плотную ленту, придавая ей большую прочность. Анализ табл. 2 показывает, что чем больше процент волокон шерсти в композиционной смеси, тем больше разрывная нагрузка. Сравнивая между собой прочность смесей льна масличного с хлопком и шерстью, можем отметить, что смесь льна с шерстяным волокном намного прочнее, чем смесь льна масличного с хлопком.



Т а б л и ц а 2

№ опыта	Смеси льна масличного с шерстью в различном процентном соотношении					
	лен 10% шерсть 90%	лен 20% шерсть 80%	лен 30% шерсть 70%	лен 40% шерсть 60%	лен 50% шерсть 50%	лен 60% шерсть 40%
1	10,5	10,0	10,0	7,0	5,5	7,0
2	15,0	10,5	5,0	6,0	6,5	5,0
3	11,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10,2
4	7,0	5,8	7,3	7,8	6,0	5,8
5	9,0	11,0	6,8	8,0	7,0	10,0
6	8,5	9,0	9,0	7,5	8,0	5,5
7	11,5	8,5	7,5	8,0	6,5	7,5
8	10,0	6,3	6,5	6,7	5,0	6,0
9	9,5	7,5	6,5	8,0	7,5	5,5
10	8,0	6,8	8,0	5,5	6,0	6,8
Р <sub>ср.</sub> даН	10,0	8,2	7,4	7,3	6,7	6,9

Для дальнейших исследований смесей льна масличного с хлопковыми и шерстяными волокнами определялась водопоглощаемость смесей, то есть сколько воды впитается в смеси льна с различным процентом натуральных волокон. Сначала для достоверности опыта была определена смачиваемость волокон льна масличного со-

гласно [9], которая имеет средний результат 3,03 г. Все опыты по ГОСТу 595–79 проводились трижды и определялся средний результат. Полученные данные представлены в табл. 3, 4 (табл. 3 – смачиваемость (водопоглощение) смесей волокон льна масличного и хлопка; табл. 4 – смесей волокон льна масличного и шерсти).

Т а б л и ц а 3

Смеси льна и хлопка в процентном соотношении	1 опыт	2 опыт	3 опыт	Средняя смачиваемость волокон, г
Лен 10%, хлопок 90 %	4,44	4,50	4,92	4,56
Лен 20%, хлопок 80 %	5,22	4,92	4,65	4,98
Лен 30%, хлопок 70 %	5,97	6,00	6,09	6,03
Лен 40%, хлопок 60 %	6,27	6,78	6,33	6,36
Лен 50%, хлопок 50 %	7,20	6,45	6,60	6,75
Лен 60%, хлопок 40 %	7,11	7,50	7,14	7,26

Т а б л и ц а 4

Смеси льна и хлопка в процентном соотношении	1 опыт	2 опыт	3 опыт	Средняя смачиваемость волокон, г
Лен 10%, шерсть 90 %	11,61	11,07	12,42	11,78
Лен 20%, шерсть 80 %	11,79	11,22	11,43	11,40
Лен 30%, шерсть 70 %	11,37	11,22	11,64	11,40
Лен 40%, шерсть 60 %	8,73	9,48	9,24	9,30
Лен 50%, шерсть 50 %	7,50	7,44	7,47	7,47
Лен 60%, шерсть 40 %	6,30	6,45	6,39	6,36

Принимая во внимание вышесказанное, были сделаны выводы, что влагопоглощение пряжи льна масличного и хлопка (табл. 3), колеблется в пределах от 4,56...7,26 г, а в смеси льна масличного с шерстью (табл. 4) от 6,36...11,78 г, это обусловлено тем, что по сравнению с хлопком шерстяное волокно гораздо быстрее впитывает влагу. Поэтому в смеси льна

масличного с шерстью лучше смачиваемость, чем в смеси льна масличного с хлопком.

Оба исследования показали неплохие результаты – при добавлении в волокно льна масличного натуральных волокон композиционные показатели водопоглощения и разрывной нагрузки только улучшаются.

Смеси льна масличного с другими натуральными волокнами не заменяют натуральные характеристики льна, а, скорее, позволяют улучшить свойства волокна и улучшить не только полученную пряжу, но и внешний вид будущих изделий.

Обобщение вышеизложенных результатов исследований показывает, что волокна льна масличного можно использовать не только для изготовления технического текстиля: нетканых материалов, строительных утеплителей, геотекстиля и агротекстиля, а можно рекомендовать и для создания инновационной текстильной продукции при условии добавления их к другим натуральным волокнам [10].

## ВЫВОДЫ

1. Прогнозируя смеси льна масличного с различным содержанием натурального волокна, можно заключить, что композиционное сочетание волокон различных показателей придает изделиям большое разнообразие, оригинальный и благородный вид. С другой стороны, присутствие других волокон в смеси со льном масличным придает тканям дополнительные свойства.

2. Разработка новых технологических, экологически чистых смесей льна масличного с натуральными волокнами позволит значительно расширить ассортимент натуральной и экологически чистой продукции, создать новые инновационные товары в текстильной промышленности, что, в свою очередь, положительно скажется на

возрождение льноперерабатывающей промышленности Украины.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Живетин В.В., Гинзбург Л.Н.* Масличный лен и его комплексное развитие. – М.: ЦНИИЛКА, 2000.
2. *Чурсіна Л.А., Тіхосова Г.А., Горач О.О., Янюк Т.І.* Наукові основи комплексної переробки стебел та насіння льону олійного: Монографія. – Херсон: Олді-плюс, 2011.
3. *Труевцев Н.Н., Легезина Г.И., Аснис Л.М.* Переработка коротковолокнистого льна в смеси с хлопком и химическими волокнами // Текстильная промышленность. – 1993, № 7.
4. ГОСТ Р 51703-2001. Пряжа смешанная из смеси хлопкового, льняного и химических волокон. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2001.
5. Волокно льняне коротке. Технічні умови. ДСТУ 5015:2008 .- [від 12.07.2008].Київ.: Держспоживстандарт України, 2009.
6. ГОСТ 10078–85. Пряжа из лубяных волокон и их смесей с химическими волокнами. Общие технические условия.
7. ГОСТ 28554–90. Методы определения разрывной нагрузки.
8. *Борщова Е.П., Осипова В.М., Корнеева В.А.* Приборы для определения качества лубяного сырья. –М., 1967.
9. ГОСТ 595–79. Целлюлоза хлопковая. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2002.
10. *Федосова Н.М.* Расширение возможностей использования масличного льна // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. – 2010, №1. С.115...116.

Рекомендована кафедрой товароведения, стандартизации и сертификации. Поступила 03.06.13.

УДК 677.314.022.043.3

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ КАМВОЛЬНОЙ ПРЯЖИ  
С ВЛОЖЕНИЕМ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛЬНЫХ ВОЛОКОН**

**DESIGNING STRENGTH OF WORSTED YARN  
WITH POLYACRYLONITRILE FIBERS**

*Н.С. СКУЛАНОВА, Е.Р. ПОПОВА, А.О. АРТИКОВ*  
*N.S. SKULANOVA, E.R. POPOVA, A.O. ARTIKOV*

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

*В настоящей работе проведены расчеты прочности камвольной пряжи с вложением полиакрилонитрильных волокон. Для расчета использовался аналитический метод проектирования пряжи из многокомпонентной смеси в условиях существенного различия геометрических и прочностных свойств волокон.*

*The paper presents the calculations of strength of worsted yarn with polyacrylonitrile fibers. For calculation the analytical method of designing the yarn from multicomponent mixture in conditions of significant difference of fibers geometric and mechanical properties has been used.*

**Ключевые слова:** камвольная пряжа, теория проектирования, смесь волокон, геометрические и прочностные свойства, планы прядения.

**Keywords:** worsted yarn, designing theory, fibers mixture, geometric and strength properties, spinning plans.

В настоящее время в шерстяной отрасли необходим переход на разработку и освоение принципиально новых технологических комплексов переработки шерстяного российского сырья в конкурентоспособные текстильные изделия, которые составили бы конкуренцию зарубежным производителям.

Для создания качественной пряжи в камвольной системе прядения необходимо увеличить прочность, удлинение и равномерность пряжи. С использованием теории

проектирования пряжи из многокомпонентной смеси в условиях существенного различия геометрических и прочностных свойств проведены теоретические расчеты прочности камвольной одиночной пряжи с вложением в смеси полиакрилонитрильных волокон. В табл. 1 представлены составы смесей для получения камвольной пряжи линейной плотности 31 текс (шерстяной, полушерстяной и полиакрилонитрильной) и составлены планы прядения (табл. 2).

Таблица 1

№ п/п	Компоненты смеси	Долевое содержание компонентов по массе
1	Шерсть мериносковая 64 <sup>к</sup> (М.,21., I, мз.)	1
2.1	Шерсть мериносковая 64 <sup>к</sup> (М.,21., I, мз.)	0,5
2.2	Полиакрилонитрильное волокно	0,5
3.	Полиакрилонитрильное волокно	1

Таблица 2

Машины по переходам	Линейная плотность входящего продукта, ктекс	Число сложений	Вытяжка	Линейная плотность выпускаемого продукта, ктекс
Меланжир	24	18	18	24
Ленточная машина I переход SC-400	24	8	8	24
Ленточная машина II переход SC-400	24	8	8	24
Ленточная машина III переход SC-400	24	8	12	8x2
Ровничная машина BM-15	8	1	18	0,44
Прядильная машина FTC-7L	0,44	-	14	31

Оценка неровноты пряжи при вложении полиакрилонитрильных волокон была проведена на приборе КЛА-2. На рис. 1 представлены графики градиентов неровноты пряжи для трех вариантов: при вложении в смесь 50% полиакрилонитрильных волокон неровнота по полуметровым отрезкам снижается на 14,7%, по двухметровым отрезкам – на 15,5% и для пряжи 31 текс из полиакрилонитрильных волокон снижение неровноты для отрезков той же длины составляет 29,2 и 35,4%.

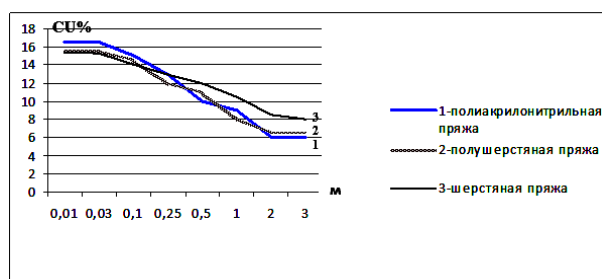


Рис. 1

При теоретическом расчете прочности камвольной пряжи с вложением в смеси полиакрилонитрильных волокон использован метод расчета прочности, принятый в механике нити [1...3]. Решение задач, связанных с нахождением перемещений и напряжений волокон при нагружении пряжи силой  $P$ , состоит в следующем: 1) составить уравнения совместности деформаций; 2) заменить в уравнениях совместности деформации напряжениями или усилиями

по закону Гука; 3) составить уравнения статики, считая геометрию системы определенной для недеформированного состояния; 4) решить полученную систему уравнений.

Прочность пряжи определяем по следующей формуле:

$$P_* = \bar{P}_v(\ell) m_i (e_1 + 1) k k_c \langle \cos \vartheta \rangle, \quad (1)$$

где  $\bar{P}_v$  – прочность волокон длиной  $\ell$  наиболее жесткого компонента;  $m_i$  – число волокон наиболее жесткого компонента;  $(e_1 + 1)$  – сумма соотношения жесткостей волокон в пряже;  $k$  – коэффициент реализации средней прочности волокон;  $k_c$  – коэффициент скольжения;  $\vartheta$  – угол ориентации отдельных волокон.

Коэффициент реализации средней прочности волокон равен:

$$k = \frac{(\alpha e)^{\frac{1}{\alpha}}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right)}, \quad (2)$$

где  $\alpha$  – параметр распределения Вейбулла прочности волокон;  $\Gamma(x)$  – гамма-функция Эйлера.

Проскальзывание волокон уменьшает прочность пряжи и характеризуется коэффициентом скольжения. Коэффициент

скольжения определяется по следующей формуле:

$$k_c = 1 - \frac{2}{3\ell_b} \sqrt{\frac{d_b Q}{\mu(1 - \cos^2 \beta)}}, \quad (3)$$

где  $d_b$  – диаметр волокна;  $Q$  – длина волны миграции, которую можно принимать равной четырем оборотам крутки;  $\mu$  – коэффициент трения между волокнами.

Прочность волокон наиболее жесткого компонента в зависимости от длины компонента определялась по формуле:

$$P_w(\ell) = P_w \left( \frac{\ell_0}{\ell} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \Gamma \left( 1 + \frac{1}{\alpha} \right), \quad (4)$$

где  $P_w$  и  $\alpha$  – параметры распределения Вейбулла;  $\ell_0$  – зажимная длина волокон

при определении прочности волокна ( $\ell_0 = 10$  мм);  $\ell$  – длина волокна наиболее жесткого компонента.

Для расчета прочности пряжи с вложением полиакрилонитрильных волокон с использованием аналитического метода проектирования определены следующие значения (табл. 3): линейная плотность волокон в смеси; прочность, удлинение волокон и прочность волокон наиболее жесткого компонента в зависимости от длины волокон; коэффициенты вариации по прочности и удлинению волокон; средняя длина волокон; жесткость волокон, жесткость компонента и соотношение жесткостей волокон в пряже; параметры распределения Вейбулла прочности волокон; коэффициент реализации средней прочности волокон в пряже; коэффициент скольжения.

Т а б л и ц а 3

Компоненты смеси	Линейная плотность волокна, текс	Прочность волокна, сН	Удлинение волокна, %	Средняя длина волокон компонента, мм	Жесткость волокна, сН	Число волокон в сечении пряжи	Число волокон компонента	Жесткость компонента, сН	Сумма соотношения жесткостей волокон в пряже	Число волокон наиболее жесткого компонента	Прочность наиболее жесткого компонента, сН	Теоретическая прочность пряжи, сН
Вариант 1 Шерсть мерини- совая 64 <sup>к</sup> (М., 21., I, мз.)	0,42	9,54	20,6	67,7	46,311	48	48	2222,9	1	48	6,768	173,6
Вариант 2 Шерсть мерини- совая 64 <sup>к</sup> (М., 21., I- II, мз.) Полиакрилонит- рильное волокно	0,42 0,4	9,54 18,5	20,6 23,4	67,7 65,0	46,311 79,6	51	24 27	1111,5 2134,6	1,521	27	11,71	228,2
Вариант 3 Полиакрилонит- рильное волокно	0,4	14,3	23,4	65,0	79,6	53	53	4190,2	1	53	11,71	331,4

При выработке пряжи 31 текс с вложением в состав смеси 50 и 100 % полиакрилонитрильных волокон (варианты 2 и 3) наиболее жестким компонентом определены полиакрилонитрильные волокна (2134,6 и 4190 сН), прочность полиакрилонитрильных волокон в зависимости от длины составила 11,7 сН, число волокон наиболее жесткого компонента соответственно 27 и 53. Теоретическое определение коэффициента реализации средней прочности волокон в пряже и коэффициента скольжения позволило провести расчеты прочности камвольной пряжи с вложением полиакрилонитрильных волокон аналитическим методом. При вложении в смеси шерсти 64<sup>к</sup> и 50% полиакрилонитрильных волокон прочность пряжи увеличивается на 31,45%, а прочность полиакрилонитрильной пряжи – на 90,9%. Испытания пряжи показали, что реальная прочность исследуемой пряжи меньше предсказанной теоретически на 5...7%.

Аналитические расчеты прочности, учитывающие структурные особенности пряжи, геометрические, жесткостные, функциональные и другие характеристики волокон, дают удовлетворительное описание разрушения пряжи.

## ВЫВОДЫ

1. Для трех составов смесей определены теоретические параметры: жесткости компонентов, коэффициенты реализации средней прочности волокон в пряже, коэффициенты скольжения, параметры распределения Вейбулла.

2. Проведено проектирование прочности камвольной пряжи с вложением полиакрилонитрильных волокон с использованием аналитического метода, принятого в механике нити.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Щербаков В.П., Скуланова Н.С. Аналитические методы проектирования нити и пряжи. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2007.

2. Щербаков В.П., Скуланова Н.С. Основы теории деформирования и прочности текстильных материалов. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2008.

3. Скуланова Н.С. Проектирование технологии и сформированной из нетрадиционных видов сырья аппаратной пряжи: Дис...докт. техн. наук. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2009.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 07.12.12.

УДК 677.21.022

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ УКЛАДКИ ЛЕНТЫ В ТАЗ И ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПАКОВОК ПОЛУФАБРИКАТОВ

### SIMULATION OF DIFFERENT TYPES OF SLIVER LOCATION IN A BASIN AND THE PROCESS OF HALF-FINISHED PRODUCTS PACKAGE FORMATION

*А.Ф. ПЛЕХАНОВ, Л.В. КОМИСАРУК, С.А. НОСКОВА*  
*A.F. PLEHANOV, L.V. KOMISARUK, S.A. NOSKOVA*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина)  
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")

E-mail: office@msta.ac.ru

*Целью работы является оптимизация технологических параметров и разработка имитационных моделей и программ для ЭВМ, позволяющих определять оптимальные заправочные параметры технологического оборудования с учетом геометрических параметров паковок, линейной плотности ленты и способа укладки ее в таз.*

*The aim of the paper is optimization of technological parameters and development of imitation models and computer programs, that allows to determine optimal charging parameters for technological equipment taking into account the geometric parameters of packages, linear density of a sliver and the method of laying it in a basin.*

**Ключевые слова:** лента, таз, кардочесание, вытягивание, гребнечесание, параметры таза, скорость выпуска.

**Keywords:** a sliver, carding, stretching, combing, basin parameters, delivery speed.

При формировании паковок на чесальных, ленточных и гребнечесальных машинах применяются лентоукладчики с различными типами – зацентровой и доцентровой укладки ленты в таз (рис. 1-а и б, соответственно).

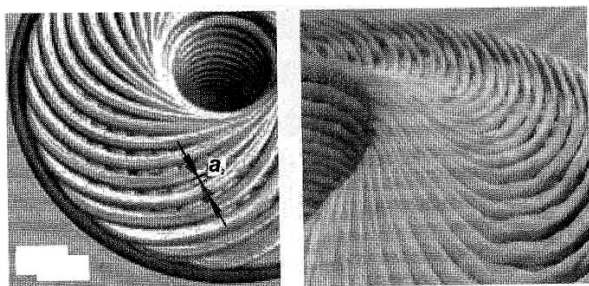


Рис. 1

В работах [1...3] технологическая операция укладки волокнистой ленты представлена с целью расчета кинематических схем при передаче движения к нижней тарелке привода таза, верхней тарелке и валикам лентоукладчика.

Целью нашей работы является оптимизация технологических параметров и разработка имитационных моделей и программ для ЭВМ, позволяющих определять оптимальные заправочные параметры технологического оборудования с учетом геометрических параметров паковок, линейной плотности ленты и способа укладки ее в таз.

Работа проводится в лабораториях кафедр прядения и вычислительной техники Московского государственного текстильного университета им. А.Н. Косыгина.

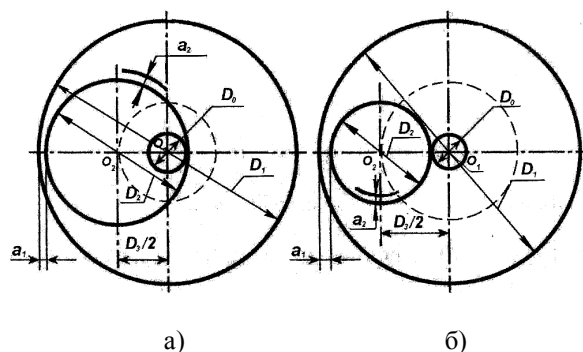


Рис. 2

На рис. 2 представлена имитационная модель зацентрового (а) и доцентрового (б) типов укладки ленты в таз для определения условий максимального использования объема таза при наиболее компактном и емком ее формировании. Тип укладки ленты определяется соотношением параметров диаметров окружностей  $D_2$  и  $D_3$ . При  $D_3 < D_2/2$  формируется зацентровой тип укладки ленты в таз, а при  $D_3 > D_2/2$  – доцентровой тип. При этом внутри таза остается незаполненное пространство в форме полого цилиндра с диаметром  $D_0$ . Принято считать, что максимальная вместимость таза достигается при соотношении параметров  $D_0 = 0,25 D_1$ . В результате проведенных нами исследований установлено, что это соотношение зависит также от параметров  $D_2$ ,  $D_3$ ,  $a_2$  и линейной плотности ленты  $T_l$ , а также коэффициента распрямленности волокон в ленте  $\eta$ .

Величину зазора между лентой и стенкой таза  $a_1$  можно выразить соотношением:

$$a_1 = \frac{D_2 + D_3}{2}. \quad (1)$$

Зазор  $a_1$  следует устанавливать с целью деформации ленты при уплотненной укладке ее в таз.

Расчет параметров наладки лентоукладчика с учетом соотношения (1) может быть проведен по формулам:

– для зацентрированной укладки ленты:

$$D_2 = \frac{1,25D_1 - D_3}{3}, \quad (2)$$

$$D_3 = \frac{1}{8}D_1. \quad (3)$$

– для доцентрированной укладки ленты:

$$D_2 = 0,25D_1 - \frac{D_3}{3}, \quad (4)$$

$$D_3 = 0,3D_1, \quad (5)$$

где  $D_1$  – диаметр таза, м.

Смещение витков ленты  $a_2$  относительно окружности движения центра вращения верхней тарелки лентоукладчика  $O_2$  вокруг оси вращения таза  $O_1$  должно составлять:

$$a_2 = \frac{s_{л}}{k_1}, \quad (6)$$

где  $s_{л}$  – геометрическая ширина ленты, укладываемой в таз, м;  $k_1$  – коэффициент перекрытия витков ленты (при  $k=1$  – смещение  $a_2$  оси верхней тарелки по окружности

с диаметром  $D_3$  относительно оси  $O_1$  составит  $s_{л}$ , а при  $k=0,5$  –  $a_2=2s_{л}$  и приближается к обычному рабочему состоянию лентоукладчика, изображенному на рис.1).

Геометрическая ширина ленты  $s_{л}$  может быть представлена в виде:

$$s_{л} = k_2 d_{л}, \quad (7)$$

где  $d_{л}$  – условный диаметр ленты, м:

$$d_{л} = 2 \cdot 10^{-3} \sqrt{\frac{T_{л}}{\pi \rho}}, \quad (8)$$

$k_2$  – коэффициент смятия ленты, условная величина (принимается в расчетах на основании органолептических наблюдений  $k_2=1,25 \div 1,4$ );  $T_{л}$  – линейная плотность ленты, текс;  $\rho$  – удельная плотность ленты,  $\text{кг/м}^3$  (при  $T_{л}=3,6$  ктекс и  $d_{л}=1$  см –  $\rho=45,8$   $\text{кг/м}^3$ ).

Повышение плотности укладки ленты в таз достигается оптимальным подбором частот вращения таза вокруг оси  $O_1$  и верхней тарелки лентоукладчика относительно оси  $O_2$ .

В табл. 1 приведены расчетные параметры наполнения тазов лентой из хлопка для различных технологических переходов и размеров таза.

Т а б л и ц а 1

Параметры	Размеры таза и масса ленты, кг						
	1000	1100			1200		
Высота таза $H$ , мм	450	450	500	500	600	800	1000
Диаметр таза $D_1$ , мм	450	450	500	500	600	800	1000
Чесальная лента	18	20	22	24	30	39	53
Лента 1 переход	19	21	24	26	32	43	60
Лента 2 переход	-	-	-	24	31	-	-
Гребенная лента	-	-	-	-	28	36	49

В дальнейших исследованиях будут даны рекомендации по параметрам заправки лентоукладчиков для различной линейной плотности ленты, коэффициента распрямленности волокон в ленте и скорости выпуска ленты валиками лентоукладчика.

## В Ы В О Д Ы

1. В результате проведенных нами исследований установлено, что выбор технологических параметров диаметра полого цилиндра  $D_0$  внутри формируемой паковки в виде таза с лентой зависит от параметров



$D_1, D_2, D_3, a_2$ , линейной плотности ленты  $T_l$ , а также коэффициента распрямленности волокон в ленте  $\eta$ .

2. Уточнены формулы для расчета параметров наладки лентоукладчика при зацентровом и доцентровом типах укладки ленты в таз без учета зазора между лентой и стенкой таза  $a_1$ .

3. Получены формулы для расчета геометрической ширины ленты  $s_l$  при ее укладке в таз и условного диаметра ленты  $d_l$ , а также массы ленты в тазах, в зависимости от параметров таза – высоты  $H$  и диаметра  $D_1$ , а также технологического перепада.

1. Макаров А.И., Крылов В.В., Николаев В.Б. и др. Расчет и конструирование машин прядильного производства. – 2-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1981.

2. Бадалов К.И., Черников А.Н., Плеханов А.Ф. и др. Проектирование технологии хлопкопрядения. – М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2004.

3. Бадалов К.И., Дугинова Т.А. Сборник задач по прядению хлопка и химических волокон. – М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2004.

4. Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. Оптимизация механико-технологических процессов текстильной промышленности: Учебник для вузов – М.: Легпромбытиздат, 1991.

5. Плеханов А.Ф., Комисарук Л.В., Бондарчук М.М. Анимационная модель процесса кардочесания. Рег. свид-во НТЦ "Информрегистр" №501, 1999, Гос.№0329900007, Эл. изд., 352 КБ.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 07.12.12.

УДК 677.494.675.022.683

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ШНУРОПЛЕТЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПОНИЖЕННОЙ УСАДКОЙ

### TECHNOLOGY OF MAKING CORDS WITH LOWERED SHRINKAGE

Д.А. БАЗУНОВ, В.А. РОДИОНОВ  
D.A. BAZUNOV, V.A. RODIONOV

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

*Целью статьи является разработка шнуроплетеных изделий и технологии их производства, обладающих следующими показателями: разрывной нагрузкой  $>1,5$  кН, диаметром  $< 3,0$  мм, линейной плотностью  $< 2500$  текс, минимальным удлинением при нагрузке в диапазоне до 100 Н.*

*Были проведены исследования по определению оптимальной структуры шнуроплетеных изделий различной линейной плотности, заправки оборудования и технологических параметров их получения.*

*The purpose of the article is development of cords and technologies of their production, having the following characteristics: breaking load  $> 1,5$  kN, in diameter of  $< 3,0$  mm, in linear density, 2500 tex, minimum lengthening under loading in a range up to 100 N. The research on definition of cords optimal structure of different linear density, equipment charging and technological parameters of their making have been carried out.*

**Ключевые слова:** шнур, требуемое удлинение, пропитка, органолептическая оценка.

**Keywords:** a cord, required lengthening, impregnation, organoleptic assessment.

В связи с развитием в нашей стране направления по применению высокопрочных термостойких арамидных волокон для изготовления спецодежды работников различных отраслей промышленности нити "Русар" привлекают большое внимание специалистов.

Наряду со спецзаказами Минатома, Министерства обороны и МЧС имеется значительная потребность гражданских отраслей промышленности для защиты рабочих на предприятиях, имеющих высокотемпературные объекты, повышенное тепловое излучение, объекты с расплавленным металлом и др. К таким отраслям относятся: предприятия черной и цветной металлургии, химическая промышленность, стекольная, нефтяная, газовая и другие.

Технология получения комплексных нитей серии "Русар" предусматривает стадию финишной обработки нитей замасливателями.

Широкое применение имеют кремний-органические соединения – как связующее вещество. В числе прочих свойств они обладают способностью образовывать вязкие пленки [1].

Целью данной работы является разработка шнуроплетеных изделий и технологии их производства, обладающих следующими показателями: разрывной нагрузкой > 1,5 кН, диаметром < 3,0 мм, линейной плотностью < 2500 текс, минимальным удлинением при нагрузке в диапазоне до 100 Н.

Вначале были проведены исследования по определению оптимальной структуры шнуроплетеных изделий различной линейной плотности, заправки оборудования и технологических параметров их получения. В качестве исходного сырья были исследованы полиамидные комплексные нити линейной плотности 29 текс×2; 29 текс×3;

29 текс×4. Исследовали влияние скорости выпуска и условий заправки веретен на шнуроплетельной машине на структуру и качество вырабатываемых изделий.

Кроме того, проводили органолептическую оценку свойств готовых изделий. Органолептический метод основывается на использовании информации, получаемой в результате анализа ощущений и восприятий с помощью органов чувств человека – зрения, обоняния, слуха, осязания, вкуса. При этом методе не исключается использование некоторых технических средств (кроме измерительных и регистрационных), повышающих разрешающие способности органов чувств человека, например, лупы, микрофота и т.д.

Органолептический метод прост, всегда используется первым, часто исключает необходимость использования измерительного метода, как более дорогого, требует малых затрат времени [2].

В результате этого были выявлены оптимальные структуры шнуроплетеных изделий – 29 текс×2×16, при скорости выработки 0,717 м/мин, 29 текс×3×16 – 0,938 м/мин, 29 текс×4×16 – 1,159 м/мин, 29 текс×2×24 – 1,159 м/мин, 29 текс×3×24 – 1,159 м/мин, 29 текс×4×24 – 1,159 м/мин. У данных шнуров наблюдались наилучшие параметры разрывной нагрузки, диаметра, удлинения при разрыве и фиксированной нагрузке 100Н.

На следующем этапе с целью снижения удлинения шнуров в качестве исходного сырья было предложено использовать высокомолекулярные комплексные нити "Русар" линейной плотности 29 текс (ТУ 2272-079-05763369–98) производства ОАО "Каменскволокно". Вырабатывали шнуроплетеные изделия со структурой, выбранной ранее. Определяли физико-механические показатели, которые приведены в табл. 1.

Таблица 1

Линейная плотность	V, м/мин	P, кН	Cv	ε, %	Cv	ε (P=100Н), %	D, мм	T, текс
Схема заправки 16 веретен								
29 текс х 2	0,717	0,953	4,51	2,901	8,78	2,04	1,6	968
29 текс х 3	0,938	1,310	5,58	3,059	8,71	1,96	2,0	1460
29 текс х 4	1,159	1,881	11,39	3,157	7,96	1,92	2,2	1927
Схема заправки 24 веретена								
29 текс х 2	1,159	1,636	9,84	3,205	8,39	1,28	2,0	1436
29 текс х 3	1,159	1,996	12,88	3,976	7,01	2,10	2,6	2245
29 текс х 4	1,159	2,789	11,44	4,521	7,37	2,84	3,5	3009
Требования		> 1,5				< 0,02	< 3,0	< 2500

Анализ приведенных данных показывает, что практически все шнуры удовлетворяют условию – разрывная нагрузка более 1,5 кН, кроме шнура 29 текс×2 и 29 текс×3 схема заправки 16 веретен.

Полученные шнуры из нитей "Русар" показывают удлинение при фиксированной нагрузке в несколько раз меньшее, чем при использовании ПА комплексной нити. Ни один из шнуров не удовлетворяет условию – удлинение при фиксированной нагрузке меньше 0,02%. Однако требуемое удлинение меньше 0,02% не достигнуто.

Все шнуры кроме 29 текс×4 (схема заправки 24 веретена) соответствуют требованиям по диаметру.

По ограничениям линейной плотности также подходят все шнуры кроме 29 текс×4 (схема заправки 24 веретена).

После детального анализа испытаний было выбрано шнуроплетеное изделие, более полно удовлетворяющее требованиям. Это шнур структурой 29 текс×2×24 при скорости выработки 1,159 м/мин.

Уменьшение удлинения при заданной нагрузке посредством изменения структуры шнура и замены составляющих нитей далее не представилось возможным.

На следующем этапе получения шнуроплетенного изделия было предложено использовать наполнитель из подкрученных комплексных нитей "Русар" общей линейной плотностью 850 текс, оплетку из нити "Русар" 29 текс с пропиткой готового шнура специальным составом.

Полученный образец был подвергнут испытаниям по прочностным показателям и диаметру, которые приведены в табл. 2.

Таблица 2

Структура шнура 29 текс х2 х24 при скорости выработки 1,159				
Параметры	P, кН	ε, %	d, мм	ε (P=100Н), %
Среднее значение	2,60	3,85	2,18	1,42
Среднеквадратическое отклонение	0,15	0,21	0,18	0,15
Коэффициент вариации	5,91	5,55	8,21	10,82
Размах варьирования	0,43	0,52	0,40	0,34
Коэффициент неровноты	3,90	4,42	6,61	8,73
Абсолютная ошибка испытания	0,14	0,20	0,17	0,14
Относительная ошибка испытания	5,55	5,22	7,71	10,16

Однако органолептическая оценка показала непригодность данного шнура из-за рыхлой и нестабильной структуры, поэтому на основании предварительных испытаний был наработан образец с большей плотностью плетения без пропитки. Обра-

зец 29 текс×2×24 при скорости выработки 0,495 м/мин с сердечником из нитей "Русар" линейной плотности 850 текс. Шнур был подвергнут испытаниям по прочностным показателям и диаметру, результаты приведены в табл. 3.

Структура шнура 29 текс×2×24 при скорости выработки 0,495				
Параметры	P, кН	ε, %	d, мм	ε (P=100Н), %
Среднее значение	2,26	9,83	2,20	1,42
Среднеквадратическое отклонение	0,16	0,66	0,19	0,15
Коэффициент вариации	7,11	6,68	8,50	10,82
Размах варьирования	0,43	1,72	0,50	0,34
Коэффициент неровноты	5,41	4,95	5,45	8,73
Абсолютная ошибка испытания	0,15	0,62	0,18	0,14
Относительная ошибка испытания	6,68	6,27	7,99	10,16

Далее приводились исследования влияния концентрации пропиточного раствора на удлинение при фиксированной нагрузке шнуроплетеного изделия, структурой 29 текс×2×24 при скорости выработки 0,495 м/мин. Пропитанный шнур подвергли испытаниям на удлинение при фиксированной нагрузке 100 Н. Шнур привязывали к опоре, потом подвешивали груз предварительного натяжения и наносили метки на расстоянии метра друг от друга. Далее к шнуру прикрепляли груз весом 10 кг и через определенное время замеряли расстояние между нанесенными метками.

В результате удалось установить концентрацию пропиточного раствора, при которой получен шнур с наполнителем, с удлинением при фиксированной нагрузке 100 Н, 0,2%.

## ВЫВОДЫ

1. На основе анализа результатов исследований определена оптимальная

УДК 6777.05.4

## ОБЕСПЫЛИВАЮЩАЯ СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЛОКНА ПО ЧЕСАЛЬНЫМ МАШИНАМ

### MICRO DUST EXTRACTION SYSTEM FOR DISTRIBUTION OF FIBERS ALONG A HACKLE

*К.Ю. ПАВЛОВ, А.М. ЩЕПОЧКИН, И.А. ПАВЛОВА*  
*K.YU. PAVLOV, A.M. SHCHEROSHKIN, I.A. PAVLOVA*

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

***В статье рассмотрен вопрос обеспыливания и очистки волокнистого материала на участке распределения волокна по чесальным машинам. Установлено преимущество предлагаемого способа перед существующим.***

структура шнуроплетеного изделия и технология его получения.

2. Оптимальным вариантом является шнур из нитей "Русар" структурой 29 текс×2×24 с наполнителем при скорости выработки 0,495 м/мин, пропитанный специальным раствором определенной концентрации, с удлинением при фиксированной нагрузке 100 Н, 0,2%.

3. Полученное шнуроплетеное изделие соответствует требованиям по разрывной нагрузке, диаметру и линейной плотности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлова М.П., Тихонов И.В. и др. // Научно-технический сборник: Вопросы оборонной техники. – М., 2003, серия 15. С. 48.

2. Образовательный сайт Кучеровой Е.М. <http://www.kycherova.ru>.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 10.12.12.

*The question on micro dust extraction and cleaning of fibrous material on a section of fibers distribution along a hackle has been discussed in the article. The advantage of the offered method against the existing one has been established.*

**Ключевые слова:** распределение волокна, обеспыливающая очистка, разрыхление, прочность волокна, обрывность в прядении.

**Keywords:** fibers distribution, micro dust extracting cleaning, loosening, fiber durability, breaking in spinning.

В настоящее время на текстильных предприятиях часто возникает необходимость перерабатывать хлопок с повышенной засоренностью. Машины разрыхлительно-очистительного агрегата успешно справляются с выделением крупных сорных примесей, имеющих сравнительно большую инерционную массу. Однако выделение мелкого сора, пуха и пыли с очень малой инерционной массой затруднено. Такие примеси трудно выделить ударным воздействием рабочих органов. Кроме того, интенсивная обработка волокна путем нанесения ударных воздействий ножевыми барабанами, билами приводит к повреждению волокон. От волокон отделяются мелкие фрагменты и иногда волокна разрываются, что дополнительно образует трудно удаляемые пыль и пух. Особенно негативно это сказывается в пневмопрядении. Эти легкие фракции проходят в технологическом процессе до прядильной машины, оседают в желобе прядильной камеры и в конечном итоге затрудняют ход технологического процесса, ухудшают условия формирования пряжи, ухудшают ее качество, ведут к повышению обрывности. Все это говорит о том, что удаление легких фракций (пыли, пуха) методом аэродинамического воздействия из волокнистой массы необходимо вести на протяжении всего технологического процесса.

В частности, такая технологическая операция необходима на этапе распределения волокнистой массы по чесальным машинам, так как после интенсивного механического воздействия на волокно рабочих органов трепальной машины мелких

фракций (пыль, пух) в волокнистой массе образуется много.

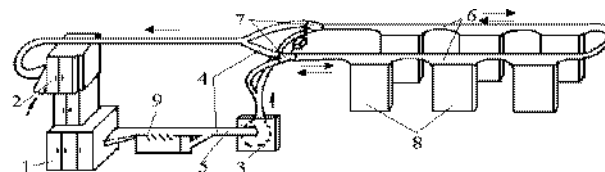


Рис. 1

Система распределения волокна по патенту № 2164268 (рис. 1 – обеспыливающая система распределения хлопкового волокна по чесальным машинам) содержит питатель волокна 1 со встроенным конденсором 2, вентилятор 3, волокнопровод 4 в виде подающего 5 и возвратного 6 трубопроводов, переключатель 7 потока волокна, разделяющий подающий трубопровод на участки с поступательным 5 и поступательно-встречным 6 движением, питающие бункеры 8 чесальных машин (машины не показаны). Переключатель потока волокна содержит исполнительный (электрический, пневматический и т.п.) механизм, связанный с рабочими органами (подвижными створками) тройников-переключателей. Возвратный трубопровод 6 соединен с конденсором 2, например, через дополнительное отверстие в его кожухе рядом с входным патрубком. Переключатель потока волокна обеспечивает на участке 6 поочередное поступательное или встречное движение волокна в волокнопроводе.

Особенностью предлагаемой системы распределения (патент № 47898) является наличие обеспыливающего центробежного вентилятора (рис. 1). Кроме того, в предла-

гаемой системе на участке между питателем 1 и обеспыливающим центробежным вентилятором 3 установлен дополнительный узел колосникового обеспыливания 9.

Таким образом, волокнистая масса, поступающая из питателя 1, подвергается обеспыливанию последовательно, сначала на колосниковом обеспыливателе 9, затем на обеспыливающем вентиляторе 3.

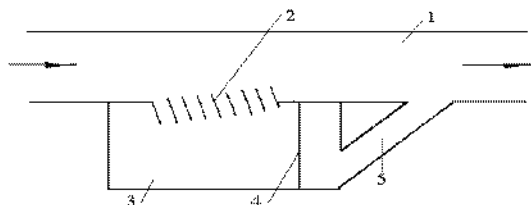


Рис. 2

Колосниковый обеспыливатель (рис. 2) содержит воздухопровод 1, набор колосников 2 в нижней части воздухопровода, угарно-сорную камеру 3, воздухо-

проницаемую стенку в сорной угарной камере 4, малый воздуховод 5.

Колосниковый обеспыливатель работает следующим образом. Клочки волокон хлопка, направляемые воздушным потоком, движутся в воздуховоде 1. В результате ударов о колосники в сорно-угарную камеру выпадают крупные сорные примеси. Благодаря наличию малого воздуховода 5 часть воздушного потока из воздуховода 1 поступает в сорно-угарную камеру, унося с собой пух, пыль и мелкие сорные примеси. В сорно-угарной камере эти фракции оседают на воздухопроницаемой стенке 4.

Таким образом, осуществляется очистка и обеспыливание. Технологические испытания колосникового обеспыливателя проводились по стандартной методике. Количество выделяемых угаров определялось за период работы 30 минут.

Результаты испытаний сведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Показатели полуфабрикатов и пряжи	Контрольный вариант	Опытный вариант	Процент улучшения показателя
Количество выделяемого сора, г	-	27,9	-
Чесальные машины	-	-	-
Коэффициент вариации, %	4,4	4,3	-
Качество прочеса (пороков/г)	74	73	-
Засоренность ленты, %	0,36	0,35	-
Прядильные машины			
Линейная плотность пряжи, текс	18,5	18,5	-
Коэффициент вариации, %	11,6	11,5	-
Разрывная нагрузка, сН/текс	9,3	9,4	-
Количество отложений в желобе прядильной камеры, мг	25	22	12,0
Обрывность	127	120	7,7

## ВЫВОДЫ

Анализ табл. 1 показывает, что в опытном варианте все физико-механические показатели пряжи имеют тенденцию к улучшению. Снижается количество отложений в желобе прядильной камеры на 12%, обрывность в прядении снижается на 7,7%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов К.Ю. Обеспыливающий осевой очиститель для хлопка // Изв. вузов. Технология тек-

стильной промышленности. – 2003, № 6. С.124...125.

2. Павлов К.Ю. Модернизация разрыхлительно-го агрегата для дополнительной очистки волокнистого материала // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, № 1. С.128...130.

Рекомендована кафедрой технологии текстильных изделий. Поступила 14.03.13.

УДК 677.024

**ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОСТИ ЗАПРАВКИ ТКАЦКОГО СТАНКА  
ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ТКАНЕЙ РАЗЛИЧНОГО ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ\***

**EVALUATION OF WEAVING EQUIPMENT TENSION  
DURING PRODUCING THE FABRICS OF VARIOUS INTERWEAVING**

*M.B. НАЗАРОВА, В.Ю. РОМАНОВ*  
*M. V. NAZAROVA, V.YU. ROMANOV*

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

*Статья посвящена вопросам исследования напряженности работы ткацкого оборудования. В ходе выполнения работы проведен расчет повреждаемости основных нитей при выработке тканей различных переплетений на станках различных конструкций. Для оценки напряженности работы ткацкого станка в работе использовалась теория длительной прочности В.В. Москвитина, на основе которой был произведен расчет коэффициента повреждаемости нитей основы на ЭВМ в среде программирования MathCad.*

*The article is devoted to the research of strength of weaving equipment operation. In the process of research the calculation of warp damage during producing the fabrics of various interweaving on the machines of different constructions has been carried out. For evaluation of strength of loom operation the theory of long-term strength of V.V. Moskvitin has been used in the article, on its basis the computer calculation of warp damage coefficient in a programming environment MathCad has been carried out.*

**Ключевые слова:** повреждаемость, пряжа.

**Keywords:** damageability, yarn.

Поскольку в настоящее время экономика нашей страны находится в кризисном положении, одной из наиболее острых

проблем является ситуация на внутреннем рынке потребительских товаров, где ос-

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

новную долю составляют товары Китая и стран Азии.

Привести в соответствие спрос и предложение на отечественную продукцию можно не только за счет увеличения выпуска тканей при значительном увеличении скоростных режимов, но и за счет улучшения качества этих тканей, повышения их технического и эстетического уровня, надежности в эксплуатации, рационального использования сырья.

Чтобы решить поставленную задачу, необходимо научиться прогнозировать и управлять строением и качеством тканей и технологическими процессами [1].

Натяжение нити основы является одним из основных параметров, определяющих работу ткацкого станка и процесс формирования ткани. Натяжение основы сильно меняется за один оборот главного вала ткацкого станка и зависит от строения ткани и конструктивно-заправочной линии ткацкого станка.

Оптимизация и нормализация процесса ткачества дает возможность решить следующие вопросы: повысить производительность ткацких станков и ткача; улучшить строение и качество суровых тканей; уменьшить разладки ткацкого станка; улучшить физико-механические свойства вырабатываемых тканей за счет уменьшения динамических нагрузок на ткацком станке; снизить потребление электроэнергии; обосновать требования, предъявляемые к пряже; уменьшить расход вспомогательных материалов.

Для получения тканей высокого качества необходимо на ткацком оборудовании установить оптимальные заправочные параметры. Чтобы оценить условия выработки тканей, нужно произвести расчет напряженности работы ткацкого станка. Поэтому для оценки напряженности работы ткацкого оборудования в данной работе предлагается использовать теорию длительной прочности В.В. Москвитина.

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

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

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

где  $F$  – натяжение основных нитей в форме регрессионного уравнения изменения натяжения нити от времени нагружения в виде тригонометрического полинома Фурье, сН;  $\lambda$  – значение объемной плотности нитей, мг/мм<sup>3</sup>;  $T$  – линейная плотность нитей, текс;  $m$ ,  $b$ ,  $B$  – эмпирические коэффициенты, характеризующие вязкоупругие параметры нитей;  $t$ ,  $\tau$  – время, с.

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

1) Ввод исходных данных (значения натяжения нити за цикл нагружения нити, полученные с помощью тензометрической установки, эмпирические коэффициенты  $B$  и  $b$ , полученные из опытов на длительную прочность, а параметр  $m$  – на разрывной машине с постоянной скоростью нагружения для различных нитей).

2) Расчет коэффициентов тригонометрического ряда Фурье для получения математической модели зависимости натяжения нитей от угла поворота главного вала ткацкого станка.

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

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

С целью апробации разработанного алгоритма были проведены экспериментальные исследования повреждаемости пряжи при проведении технологического процесса ткачества на станках различных конструкций.



Базой для исследования являлись лаборатории "Ткачество" и "Механическая технология текстильных материалов" кафедры технологии текстильного производства КТИ (филиала) ВолгГТУ. Объектами исследования служили ткани различных

переплетений, вырабатываемые на ткацких станках АТПР-100-2 и СТБ-2-216 (табл. 1 – характеристика исследуемых тканей различных переплетений, вырабатываемых на ткацких станках различных конструкций).

Т а б л и ц а 1

Ткань, наименование, артикул	Линейная плотность основы, текс	Ткацкий станок	Сырье, основа	Переплетение
Сатин 5/2	20	АТПР – 100- 2	х/б	сатиновое
Бязь арт.142	29.5	СТБ -2 - 216	х/б	полотняное

При исследовании вышеуказанных тканей с помощью экспресс-диагностического прибора "ТТП-2008" осуществлялась запись диаграмм натяжения основных нитей в зоне скало – ламели ткацкого станка (рис. 1 – место установки прибора для измерения натяжения основных нитей за цикл работы ткацкого станка).

Для статистической обработки полученных данных информация экспортировалась в электронную таблицу Excel. После обработки были получены диаграммы натяжения нити основы (рис. 2).

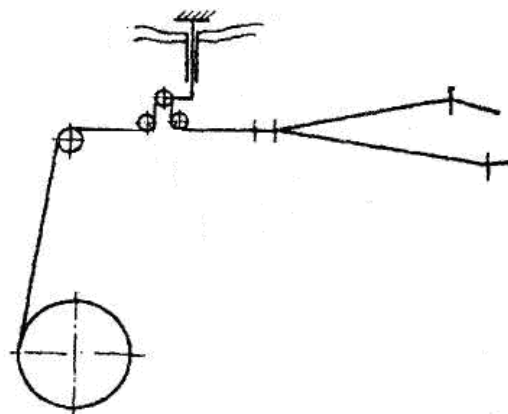


Рис. 1

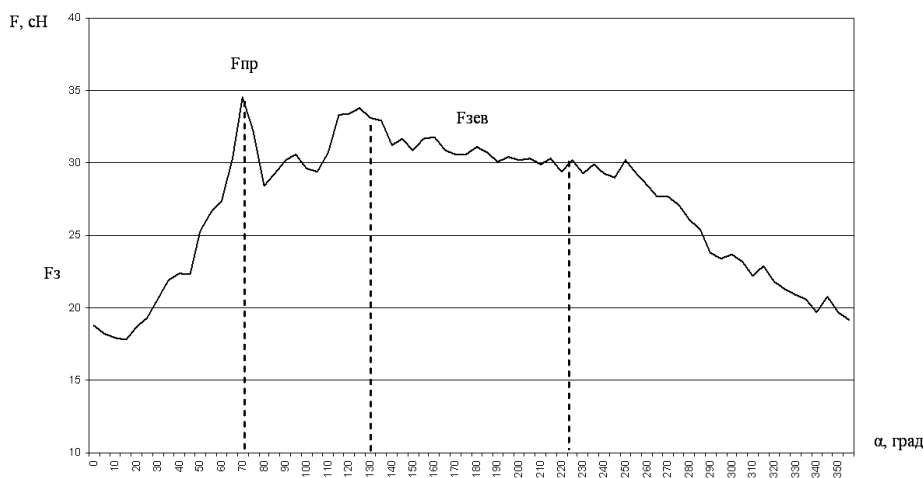


Рис. 2

В табл. 2 для исследуемых тканей приведены значения натяжения основных нитей для характерных моментов тканеформирования:  $F_z$  – заправочное натяжение нитей основы, сН;  $F_{пр}$  – натяжение нитей во время приобоя уточной нити к опушке ткани, сН;  $F_{зев}$  – натяжение нитей во время зевобразования, сН.

Т а б л и ц а 2

Ткань, наименование, артикул	Линейная плотность основы $T$ , текс	$F_z$	$F_{пр}$	$F_{зев}$
Сатин 5/2	20	30	45	42
Бязь арт.142	29,5	14	39	21,5

Так как условиями получения математической модели с помощью тригонометрического ряда Фурье предусмотрено деление диаграммы натяжения нитей за один

цикл нагружения на 11 частей, то в табл. 3 вносим 12 значений натяжения основных нитей [2...5].

Т а б л и ц а 3

Ткань, наименование, артикул	Значения натяжения нитей, снятых с диаграммы натяжения нитей
Сатин 5/2	52 52 46, 39,6 38,4 36,7 36,2 36,2 32,8 30,5 29,4 29
Бязь арт.142	39 27,9 18,7 18,7 19 20 20 13 16,7 19 22 32

Полученные значения натяжения нитей вводим в разработанную в среде программирования MathCad программу и получаем математические модели зависимости натяжения основных нитей от угла поворота главного вала ткацкого станка в виде тригонометрического полинома Фурье. Математические модели подставляем в формулу Москвитина и определяем значения коэффициентов повреждаемости нитей основы за один поворот главного вала ткацкого станка. Значения вязкоупругих параметров  $m$ ,  $b$ ,  $B$  для нитей различной линейной плотности берем из научных работ [6], [7].

Результаты расчетов значений коэффициентов повреждаемости основных нитей за один цикл нагружения (один оборот главного вала ткацкого станка), рассчитанных на основе реального закона нагружения нитей, сведены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Ткань, наименование, артикул	$F_z$	$F_{пр}$	$F_{зев}$	$T$ , текс	$\eta$
Сатин 5/2	30	45	42	34	0,49
Бязь арт.142	14	39	21,5	29,5	0,356

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

- 1) при  $\eta < 0,25$  – процесс протекает в спокойных условиях;
- 2) при  $\eta = 0,25 - 0,5$  – процесс проходит в довольно напряженных условиях;
- 3) при  $\eta = 0,5 - 0,75$  – процесс возможен, но наблюдается повышенная обрывность нитей (примерно в 2 раза);
- 4) при  $\eta = 0,75 - 1$  – процесс возможен, но резко увеличивается обрывность нитей (примерно в 5 раз);

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

Из табл. 4 видно, что наибольшую повреждаемость имеют нити основы при выработке ткани сатин на ткацком станке АТПР-100-4.

Таким образом, в результате проведенных экспериментов было установлено, что исследуемые ткани вырабатываются в довольно напряженных условиях, вследствие чего на ткацких станках пряжа в данных технологических условиях перерабатывается с повышенной обрывностью нитей.

Поэтому необходимо пересмотреть технологический процесс ткачества и установить такой оптимальный режим, где повреждаемость нитей будет минимальной. Причем рекомендуется в качестве критерия оптимизации использовать коэффициент повреждаемости нитей основы, полученный на основе расчета критерия длительной прочности Москвитина с использованием предложенного в нашей работе автоматизированного метода расчета повреждаемости нитей.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Назарова М.В. Исследование натяжения нитей утка на бесчелночных ткацких станках СТБ-2-220 и АТПР-100 при использовании в качестве уточных нитей бобин сомкнутой и крестовой намотки // Технология текстильной промышленности. – 2004, №2. С. 37...39.
2. Назарова М.В., Березняк М.Г. Использование интерполяционного полинома Чебышева для анализа натяжения нитей основы // Фундаментальные исследования. – 2006, №12. С. 72...73.
3. Назарова М.В., Березняк М.Г. Разработка автоматизированного метода приближения функций с использованием полинома Лагранжа для описания технологического процесса ткачества // Успехи современного естествознания. – 2006, №12. С. 90...91.

4. Назарова М.В., Березняк М.Г. Полином Ньютона - как метод математического моделирования натяжения нитей в ткачестве // Успехи современного естествознания. – 2006, №12. С.80...81.

5. 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.

6. Романов В.Ю. Определение оптимальных параметров изготовления хлопчатобумажной

ткани // Технология текстильной промышленности. – 2008, №-2С. С. 64...66.

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

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

УДК 677.024

## РАЗРАБОТКА НОВЫХ ВИДОВ ТКАНЕЙ ДЛЯ ДЕТСКОЙ ОДЕЖДЫ

### DEVELOPMENT OF NEW TYPES OF FABRICS FOR CHILDREN CLOTHES

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

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

*Дана характеристика новых видов тканей для детской одежды, представлена характеристика используемого сырья. Показано, какое оборудование использовано при отделке тканей, проведены испытания использованных пряжи и тканей.*

*The characteristic of new types of fabrics for children clothes has been presented, the characteristic of the used raw material has been presented as well. It is shown what kind of equipment is used for fabric finishing, the tests of the used yarn and fabrics have been carried out.*

**Ключевые слова:** детская одежда, ткани, свойства, сырьевой состав, технология отделки, лабораторное оборудование.

**Keywords:** children clothes, fabrics, properties, raw structure, finishing technology, laboratory equipment.

Разработка экспериментальных образцов новых видов тканей для детской одежды осуществлялась на базе смешанной пряжи из шерстяного волокна с полиэфирным и вискозным волокном. Высокорастяжимая смешанная пряжа из этих же волокон включала высокоэластичную составляющую – полиуретановую нить "дорластан".

Было наработано 14 образцов, различных по плотности, волокнистому составу, условиям отделки, дизайну. Для сравнения также были выработаны образцы экспериментальных тканей из смешанной пряжи из шерстяного и полиэфирного волокна. Высокорастяжимая смешанная пряжа из шерстяного волокна с полиэфирным и вискозным волокном применялась

только в качестве уточных нитей в сочетании с основами из смешанной трехкомпонентной пряжи аналогичного состава, но без эластичной составляющей. При выработке экспериментальных образцов тканей были проведены исследования по определению влияния соотношения уточных нитей из неэластичной и высокоэластичной пряжи на технологическую усадку готовых тканей. Все образцы выработывались саржевым переплетением 3/1, бердо № 65. Дизайн образцов построен на различных вариантах регулярных и нерегулярных полос с просновками модных, ярких цветов, а также некрупных клеток, созданных на фоне базовых цветов – глубокого синего и бордо.

Вложение в натуральную шерсть вискозного волокна придает тканям мягкость, пластичность, хорошую драпируемость, улучшает их гигиенические свойства, вложение полиэфирных волокон способствуют повышению формоустойчивости, несминаемости и износостойкости одежды из них. Внесение в структуру тканей эластичной составляющей дорластан позволило придать им дополнительную мягкость, комфортность, несминаемость, достойный внешний вид.

Сырьевой состав, заправочные параметры и линейные размеры экспериментальных образцов приведены в табл. 1. Образцы № 1...5, 11...14 выработывались из смесовой трехкомпонентной (Ш-30%; Вис-20%; ПЭ-50%) пряжи линейной плотности 22 текс×2 в основе; 22 текс×2 и 22 текс+4,4 текс дорластан – в утке.

Экспериментальные образцы № 6 - 10 выработывались из полушерстяной пряжи (Ш-48%; ПЭ-52%) линейной плотности 22 текс×2 в основе и трехкомпонентной смесовой пряжи (Ш-30%; Вис-20%; ПЭ-50%) линейной плотности 22 текс×2 и 22 текс+4,4 текс дорластан в утке.

Вложение эластичной составляющей в образцах № 1, 11а равнялось 2:1. Во всех остальных образцах нить дорластан зараватывалась в соотношении 3:1 по отношению к нитям уточной пряжи.

Основная задача при подготовке суровых тканей к заключительной отделке со-

стоит в удалении технологических вспомогательных веществ, наносимых на химические волокна и нити при их изготовлении.

Завершающим этапом отделки является совокупность процессов обработки ткани, улучшающих потребительские свойства и их внешний вид, удлиняющих срок службы изделий, облегчающих их эксплуатацию в быту.

Ткани с содержанием термопластичных химических волокон должны подвергаться тепловой обработке – термофиксации. В процессе термофиксации происходит снятие избыточных напряжений в волокнах, появляющихся в процессе их изготовления, технологической переработке по переходам прядения, ткачества и тепло-влажностных обработках отделочного производства. Устранив или максимально уменьшив внутренние напряжения в синтетических волокнах, можно не только предупредить образование нежелательных деформаций, приводящих к возникновению в дальнейшем неустранимых заломов и складок, но и придать тканям и изделиям новые ценные свойства. Проведенная в оптимальных условиях термофиксация способствует получению на тканях мягкости, безусадочности и устойчивости к сминаемости. Важнейшим параметром процесса термофиксации тканей из химических волокон является температура тепловой обработки. Для полиэфирного волокна эта температура составляет 200°C. Следует отметить, что с точки зрения сохранности физико-механических свойств целлюлозной компоненты (вискозной) предпочтительней проведение процесса термофиксации при 180...185°C.

При выработке пряжи и суровых тканей с высокоэластичной компонентой высокоэластичная нить испытывает деформацию растяжения и находится в суровой ткани в напряженном растянутом состоянии. Проведение влажно-тепловых обработок суровья при отделке обуславливает релаксационный процесс и, как следствие, значительное уменьшение линейных размеров ткани (усадку) по ширине.

Из рекомендаций фирмы Du Pont известно, что для шерстяных тканей вытяжка 15...20% в одном направлении (утке) является достаточной. Шерстяные ткани с высокоэластичной нитью могут выглядеть подобно обычным неэластичным тканям, однако они обладают высокой растяжимостью и свойством упругого восстановления. Для биэластичных тканей (с высокоэластичной компонентой в основе и утке), вытяжка в 15% считается достаточной. При таких показателях шерстяные ткани с эластичной нитью обладают наибольшим комфортом в сшитых изделиях, повышается несминаемость шерсти, улучшается внешний вид, а сами изделия приобретают более современный вид, что особенно важно для модной детской одежды.

Для проведения экспериментальных исследований использовалось следующее лабораторное оборудование:

– лабораторная роликовая красильная машина (джиггер типа LY-350, фирма Ernst Bentz, Швейцария;

– лабораторный аппарат плюсовочно-запарного крашения марки Ernst Bentz LFV 350, Швейцария;

– сушильно-ширильная стабилизационная машина типа ТКЕ-350, фирма Ernst Bentz, Швейцария;

– лабораторный высокотемпературный красильный аппарат типа ARL14/12, фирма Scholl AG Zofingen, Швейцария.

Отделка образцов суровых тканей с высокоэластичной компонентой проводилась в следующей последовательности:

– отваривание образцов суровых тканей в присутствии неионогенного смачивателя;

– промывка отваренных образцов подогретой и холодной водой;

– запаривание (релаксация);

– высушивание;

– обработка неионогенным мягчителем;

– термофиксация.

Отваривание осуществлялось в лабораторном джиггере при 50...60° С в присутствии неионогенного смачивателя в количестве 2 г/л, промывка – дистиллированной водой при 60 и 20° С. Запарка (релаксация) образцов проводилась запариванием водяным паром при 100°С в запарной колбе. Высушивание образцов проводилось на сушильно-ширильной стабилизационной машине при температуре 100°С, термофиксация – на этой же машине при температуре 175...185°С. Пропитка неионогенным смачивателем осуществлялась в плюсовочно-запарном аппарате при 20°С и отжимом до остаточной влажности 100%.

Как видно из табл. 1, изменение соотношения в уточной пряже эластановой составляющей и нитей без эластана от 1:2 до 1:3 не влияет на величину технологической усадки готовой ткани.

Т а б л и ц а 1

Номер образца	Состав сырья нитей, %		Линейная плотность, текс		Ширина ткани, см			Технологическая усадка, %
	основа		уток		по берду	суровая	готовая	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Фон: 30 Шерсть /20Вис /50ПЭ Просновки: 48 Шерсть / 52 ПЭ 100 Шерсть + 100 Вис (нить)	22 x 2 19 x 2 31 + 16	30 Шерсть/ 20 Вис/ 50ПЭ + 100 Дорластан 30 Шерсть/ 20 Вис/ 50ПЭ Соотношение нитей с эластаном и без него 1 : 2	22 +4,4  22x2	25,0	23,5	19,5	17,0
2	Фон: 30 Шерсть /20Вис /50ПЭ Просновки: 48 Шерсть / 52 ПЭ 100 Шерсть + 100 Вис (нить)	22 x 2 19 x 2 31 + 16	30 Шерсть/ 20 Вис/ 50ПЭ +100 дорластан 30 Шерсть/ 20 Вис/ 50ПЭ Соотношение нитей с эластаном и без него 1 : 3	22 + 4,4  22 x 2	25,0	23,5	19,5	17,0

3	Фон: 30 Шерсть /20Вис /50ПЭ Просновки: 48 Шерсть / 52 ПЭ 100 Шерсть + 100 Вис ( нить)	22 x 2 19 x 2 31 + 16	30 Шерсть/ 20 Вис/ 50ПЭ + 100 дорластан 30 Шерсть/ 20 Вис/ 50ПЭ Соотношение нитей с эластаном и без него 1 : 3	22 +4,4 22 x 2	25,0	23,5	19,5	17,0
4	Фон: 30 Шерсть /20Вис /50ПЭ Просновки: 48 Шерсть / 52 ПЭ 100 Шерсть +100 Вис (нить)	22 x 2 19 x 2 31 + 16	30 Шерсть/ 20 Вис/ 50ПЭ + 100 дорластан 30 Шерсть/ 20 Вис/ 50ПЭ Соотношение нитей с эластаном и без него 1 : 3	22 + 4,4 22 x 2	25,0	23,5	19,5	17,0
5	Фон: 30 Шерсть /20Вис /50ПЭ Просновки: 48 Шерсть / 52 ПЭ 100 Шерсть +100 Вис (нить)	22 x 2 19 x 2 31 + 16	30 Шерсть/ 20 Вис/ 50ПЭ + 100 дорластан 30 Шерсть/ 20 Вис/ 50ПЭ Соотношение нитей с эластаном и без него 1 : 3	22 + 4,4 22 x 2	25,0	23,5	19,5	17,0
6	Фон: 48 Шерсть /52ПЭ Просновки: 100 Шерсть + 100 Вис (нить)	22 x 2 31+16	30 Шерсть /20Вис /50ПЭ + 100 дорластан 30 Шерсть /20Вис /50ПЭ Соотношение нитей с эластаном и без него 1 : 3	22 + 4,4 22 x 2	25,0	23,5	19,5	17,0
7	Фон: 48 Шерсть /52ПЭ Просновки: 100 Шерсть + 100 Вис (нить)	22 x 2 31 +16	30 Шерсть /20Вис /50ПЭ +100 дорластан 30 Шерсть /20Вис /50ПЭ 100 Шерсть + 100 Вис (нить) Соотношение нитей с эластаном и без него 1 : 3	22 +4,4 22 x 2 31 + 16	25,0	23,5	19,5	17,0
8	Фон: 48 Шерсть /52ПЭ Просновки: 48 Шерсть/52 ПЭ	22 x 2 19 x 2	30 Шерсть /20Вис /50ПЭ +100 дорластан 30 Шерсть /20Вис /50ПЭ Соотношение нитей с эластаном и без него 1 : 3	22 + 4,4 22 x 2	25,0	23,5	19,5	17,0
9	Фон: 48 Шерсть /52ПЭ Просновки: 48 Шерсть/52 ПЭ	22 x 2 19 x 2	30 Шерсть /20Вис /50ПЭ + 100 дорластан 48 Шерсть / 52 Вис 30 Шерсть /20Вис /50ПЭ Соотношение нитей с эластаном и без него 1 : 3	22 + 4,4 19 x 2 22 x 2	25,0	23,5	19,5	17,0

10	Фон: 48 Шерсть /52ПЭ Просновки: 48 Шерсть/52 ПЭ	22 x 2 19 x 2	30 Шерсть/ 20Вис /50ПЭ + 100 дорластан 48 Шерсть / 52 ПЭ 48 Шерсть /52ПЭ Соотношение нитей с эластаном и без него 1 : 3	22 + 4,4 19 x 2 22 x 2	25,0	23,5	19,5	17,0
11 и 11а	30Шерсть /20Вис /50ПЭ	22 x 2	30 Шерсть /20Вис /50ПЭ + 100 дорластан 30 Шерсть /20Вис /50ПЭ Соотношение нитей с эластаном и без него 1 : 2	22 + 4,4 22 x 2	24,5	23,0	19,5	15,2
12 и 12а	30Шерсть /20Вис /50ПЭ	22 x 2	30 Шерсть /20Вис /50ПЭ + 100 дорластан 30 Шерсть /20Вис /50ПЭ Соотношение нитей с эластаном и без него 1 : 3	22 + 4,4 22 x 2	24,5	23,0	19,5	15,2
13	Фон: 30Шерсть/ 20Вис/ 50ПЭ Просновки: 48Шерсть/ 52ПЭ	22 x 2 19 x 2	30 Шерсть /20Вис /50ПЭ + 100 дорластан 30Шерсть/ 20Вис/ 50ПЭ 48 Шерсть/ 52ПЭ Соотношение нитей с эластаном и без него 1: 3	22 + 4,4 22 x 2 19 x 2	25,5	23,5	19,0	19,1
14	Фон: 30Шерсть/ 20Вис/ 50ПЭ Просновки: 48Шерсть/ 52ПЭ	22 x 2 19 x 2	30 Шерсть /20Вис /50ПЭ + 100 дорластан 30Шерсть/ 20Вис/ 50ПЭ 48 Шерсть/ 52ПЭ Соотношение нитей с эластаном и без него 1: 3	22 + 4,4 22 x 2 19 x 2	25,5	23,5	19,0	19,1

Устойчивость линейных размеров готовых тканей, выработанных с применением высокорастяжимой пряжи, существенным образом зависит от параметров термофиксации при отделке тканей. Варьирование температуры термофиксации от 175 до 185° С не выявило изменений в технологической усадке готовых тканей.

Физико-механические и гигиенические показатели готовых образцов тканей приведены в табл. 2. Как видно из табл. 2, все 14 образцов соответствуют следующим нормативным документам для тканей одежной группы:

СанПиН 2.4.7/1.1.1286–03. Гигиенические требования к одежде для детей, подростков и взрослых. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы.

ГОСТ 25295. Одежда верхняя пальтово-костюмного ассортимента. Общие технические условия.

ГОСТ 28000–2004. Ткани одежные чистошерстяные, шерстяные и полушерстяные. Общие технические условия.

ГОСТ 29223. Ткани плательные, плательно-костюмные и костюмные из химических волокон. Общие технические условия.

Таблица 2

Номер образца	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Разрывная нагрузка полоски ткани, Н		Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·с	Гигроскопичность, %	Изменение линейных размеров после мокрой обработки, %		Усадка после ВТО, %		Удельное поверхностное электросопротивление, Ом	Стойкость к истиранию по плоскости, циклы	Несминаемость, %	
		основа	уток			основа	уток	основа	уток			основа	уток
1	233,0	836	602	197	5,7	0,4	0,6	0,5	2,0	0,9×10 <sup>12</sup>	5150	75	80
2	229,1	774	546	214	5,5	0,3	0,7	1,5	3,0	1,1×10 <sup>12</sup>	5092	72	79
3	227,7	782	532	222	5,7	0,4	0,7	1,2	2,6	1,9×10 <sup>12</sup>	4996	70	78
4	213,6	768	538	225	5,9	0,5	0,9	0,9	2,0	2,1×10 <sup>12</sup>	5164	69	78
5	213,5	760	527	240	5,5	0,5	0,9	1,2	2,4	1,8×10 <sup>12</sup>	5236	68	74
6	257,3	806	510	128	5,3	0,4	1,0	1,0	2,0	3,2×10 <sup>12</sup>	5676	70	75
7	241,9	842	576	123	5,4	0,6	1,2	1,1	2,0	3,6×10 <sup>12</sup>	5490	74	77
8	244,1	828	534	120	5,3	0,6	1,2	1,0	3,0	4,1×10 <sup>12</sup>	5532	72	78
9	245,0	862	564	116	5,3	0,7	1,3	1,3	2,1	3,8×10 <sup>12</sup>	6042	69	74
10	260,4	812	534	96	5,5	0,5	0,9	1,5	2,5	3,1×10 <sup>12</sup>	6298	70	76
11	262,5	764	528	182	5,9	0,6	0,9	1,4	2,5	2,9×10 <sup>12</sup>	5983	72	80
11a	276,4	792	554	195	5,8	0,4	0,8	1,3	2,2	2,7×10 <sup>12</sup>	6034	75	80
12	260,6	765	516	165	5,8	0,4	0,7	1,2	2,0	1,9×10 <sup>12</sup>	5826	72	78
12a	254,4	762	522	159	5,7	0,4	0,7	1,2	2,0	2,1×10 <sup>12</sup>	5878	70	78
13	230,1	754	524	194	6,0	0,3	1,0	1,0	2,0	2,4×10 <sup>12</sup>	5760	72	75
14	232,2	758	532	186	6,0	0,3	1,0	1,0	2,0	2,4×10 <sup>12</sup>	5747	70	75
		Не менее 343				Не более 45				Не более	Не менее		
ГОСТ 28000-2004		390	290	-	-	3,5	3,5	-	-	10 x 10 <sup>13</sup>	4500	-	-
СанПиН 2.4.7/1.1.1286		-	-	Не менее 70	Не менее 4	-	-	-	-	-	-	-	-
ГОСТ 29223-2003		-	-	Не менее 60	-	-	-	-	-	Не более 10 <sup>13</sup>	-	-	-
ГОСТ 29223-91		Не менее		Не менее 60	-	Не более		-	-	-	-	Не менее 60	

Несминаемость тканей по основе из трехкомпонентной пряжи (образцы 1...5, 11...14) не уступает несминаемости образцам из двухкомпонентной пряжи, не содержащей вискозное волокно (образцы 6...10). Несминаемость ткани по утку, выполненного из высокоэластичной пряжи, даже несколько превосходит несминаемость ткани по основе.

Проблема по созданию модного ассортимента многокомпонентной высокоэластичной пряжи и тканей на основе шерстяного, полиэфирного и вискозного волокна требует проведения дальнейших углубленных исследований.

В зависимости от комплектации прядильного оборудования и вида высокоэластичной полиуретановой нити возможны

два варианта выработки полушерстяной высокоэластичной пряжи:

**Вариант № 1 (основной).** Используется 100%-ная высокоэластичная нить дорластан. Выработка полушерстяной пряжи линейной плотности 27,8 текс с нитью дорластан линейной плотности 44 дтекс осуществляется на прядильных машинах с раскатными устройствами.

1. Выработку полуфабриката до ровницы осуществлять по НТР для прядильного производства ОАО ТТК "Красно".

2. Выработку пряжи линейной плотности 27,8 текс с высокоэластичной нитью дорластан на прядильных машинах производить по следующему режиму:

- направление крутки – правое,
- число кручений, кр./м – 600,



- линейная плотность нити дорластан – 44 дтекс.

3. Прядильные машины должны быть оснащены раскатными устройствами для паковки нити дорластан. Нить необходимо заправлять в выпускную пару цилиндр-валик, минуя питающую пару и решетки вытяжного прибора.

4. Установить соотношение скоростей раскатного устройства и выпускной пары вытяжного прибора в соотношении 1:3.

5. Запаривание пряжи после прядильной машины производить по следующему режиму:

- количество циклов запаривания – 3,
- температура запаривания, °С – 75...80,
- вакуум, кгс/см<sup>2</sup> – 0,6,
- продолжительность цикла, мин – 6.

**Вариант № 2.** Рекомендуются при производстве высокорастяжимой полушерстяной пряжи на машинах двойного кручения.

2. 1. Выработку полушерстяной одиночной пряжи линейной плотности 27,8 текс производить по НТР для прядильного производства ОАО ТТК "Кросно" со следующим уточнением:

- направление крутки – правое,
- число кручений, кр./м – 800.

2.2. Запаривание одиночной полушерстяной пряжи осуществлять по НТР для прядильного производства ОАО ТТК "Кросно".

2.3. Трошение полушерстяной одиночной пряжи и нити дорластан осуществлять на тростильных машинах RZ по следующему режиму:

- натяжение одиночной полушерстяной нити линейной плотности – по НТР для ОАО ТТК "Кросно",
- натяжение нити дорластан, г с – 8...10,
- положение – открыто,
- скорость трощения, м/мин – 400.

2.4. Кручение на крутильных машинах двойной крутки ВТС-07 осуществлять по следующему режиму:

- направление крутки – левое,
- число кручений, кр./м – 350,
- опережение, % – 70,

- положение четырехступенчатого тормоза – 4,

- положение тормозного патрона – одна черта.

2.5 Запаривание пряжи с нитью дорластан осуществлять по следующему режиму:

- температура запаривания, °С – 75...80,
- количество циклов запаривания – 3,
- создаваемый вакуум, кгс/см<sup>2</sup> – 0,6,
- продолжительность цикла, мин – 6.

С целью улучшения качества и внешнего вида тканей необходимо:

– обеспечить вторичную крутку основной пряжи не менее 500 кр./м. Для выработки тканей из пряжи более высоких номеров (от 52 и выше) крутку увеличить до 550...650 кр./м;

– обеспечить крутку уточной пряжи с высокоэластичной нитью дорластан не менее 500 кр./м;

– в качестве уточной пряжи использовать крученую пряжу с дорластаном высоких номеров (45×2 – 52×2) при выработке гладких тканей (без цветных нитей), для чего необходимо разработать технологию вложения высокоэластичной нити в крученую пряжу высоких номеров (от 45×2);

– с целью расширения ассортимента тканей с многоцветными клетками выработку суровых тканей производить на ткацких станках с восьмицветным утком;

– для высокоскоростных ткацких станков уменьшить плотность ткани по основе до 250 нитей на 10 см, что позволит снизить обрывность и облегчить технологическое обслуживание;

– провести корректировку манеров по основе для повышения технологичности процесса снования.

Специалисты ООО "НПФ "СпецХимТкань" приняли участие в техническом сопровождении выработки опытных партий тканей в ОАО ТТК "Кросно". По результатам выработки опытных партий составлены рекомендации к дальнейшему освоению ассортимента модных тканей для детской одежды.

Специалисты ООО "НПФ "СпецХимТкань" приняли участие в составлении проектов

УДК 677.024

**РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ  
УГЛЕРОДНЫХ ТКАНЕЙ ДЛЯ КОМПОЗИТОВ**

**DEVELOPMENT OF THE STRUCTURE AND RESEARCH  
OF THE PROPERTIES OF CARBON FABRICS FOR COMPOSITES**

*E.V.EVSYUKOVA*  
*E.V.EVSYUKOVA*

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

*В работе проведено проектирование углеродных тканей из высокомо-  
дульных нитей различной линейной плотности по заданным толщине, по-  
верхностной плотности и разрывным нагрузкам. Доказана возможность  
изготовления данных тканей на челночном ткацком станке. Проведено ис-  
следование влияния вида переплетения на углеродные ткани, выработан-  
ные из высокомодульных нитей различной линейной плотности.*

*The design of carbon fabrics from high-modular threads of different linear  
density by the given thickness, surface density and breaking load has been carried  
out. The possibility of making such fabrics on a shuttle loom has been proved. The  
research of the interweaving kind influence on carbon fabrics, made from high-  
modular threads of different linear density has been carried out.*

**Ключевые слова:** углеродные ткани, композиты, проектирование, па-  
раметры заправки, свойства.

**Keywords:** carbon fabrics, composites, design, charging parameters, proper-  
ties.

В настоящее время все большее значе-  
ние приобретает использование углерод-  
ных материалов для изготовления компо-  
зитов. В качестве армирующих компонен-  
тов чаще всего используются тканые  
структуры, реже – нетканые и трикотаж-  
ные, а также намотанные.

Замена металла на армированные угле-  
родными структурами композиционные  
материалы позволяет уменьшить массу из-  
делия на 25...50%. При испытании на ус-  
талость углеродные нити после 10 млн.

циклов сохраняют 60% прочности, тогда  
как сталь сохраняет 40%, а алюминий –  
30% прочности. Все это говорит о необхо-  
димости создания усовершенствованных  
тканых структур на основе углеродного  
волокна. Благодаря малой массе и высокой  
прочности углеродные ткани широко при-  
меняют для армирования пластмасс, ис-  
пользуемых в авиационно-космической  
технике. Для изготовления тканей исполь-  
зуются комплексные нити или жгуты, со-

держание от 1000 до 200000 элементарных нитей.

К техническим тканям данного назначения предъявляются определенные требования. Наиболее важными характеристиками являются поверхностная плотность ткани, ее толщина, а также прочность ткани, то есть ее разрывные характеристики. Поэтому необходимо было спроектировать углеродную ткань с заданными параметрами и свойствами. Метод проектирования ткани по толщине, поверхностной плотности и разрывным нагрузкам [1] позволил нам определить главные параметры строения и основные характеристики тканей данного назначения, выработанных из углеродных нитей различной линейной плотности.

При проектировании наших тканей были выполнены следующие условия: линейные плотности нитей основы и утка должны быть равны ( $T_o=T_y$ ), плотность ткани по основе равна плотности ткани по утку ( $P_o=P_y$ ). Были спроектированы ткани с использованием в основе и утке углеродных нитей линейной плотности 165, 180, 240 и

360 текс. В табл. 1 представлены основные характеристики спроектированных тканей.

Однако углеродные волокна, имеющие высокий модуль упругости и малое разрывное удлинение (до 0,8%), не выдерживают многократных деформаций, которые присущи процессу ткачества. Особенно углеродные волокна чувствительны к изгибу и истиранию, поэтому переработка высокомодульных углеродных жгутов на традиционном оборудовании затруднена. Была проведена апробация изготовления углеродных тканей на челночном ткацком станке АТ-100-5М и на лентоткацком станке NCE 1/365 швейцарской фирмы Jakob Muller. Для предотвращения разрушения углеродных нитей были произведены изменения в механизме прокладывания утка, изменен профиль сечения глазков галев, а также изменена технологическая схема заправки станка. Все это позволило свести до минимума перегибы нитей. Кроме того, дополнительное увлажнение нитей основы и утка позволило снизить их разрушение в процессе ткачества. Перечисленные изменения позволили выработать углеродную ткань на ткацком станке.

Т а б л и ц а 1

№ варианта	Линейная плотность нитей, текс		Плотность ткани, н/дм		Поверхностная плотность ткани, г/м <sup>2</sup>	Толщина ткани, мм	Разрывная нагрузка ткани, кгс	
	основа	уток	по основе	по утку			по основе	по утку
1	165	165	120	120	360,0	0,324	120,7	118,2
2	180	180	120	120	390,2	0,482	139,3	140,5
3	240	240	95	95	480,1	0,702	186,4	190,0
4	360	360	80	80	540,3	1,13	232,8	236,0

В результате проведенной работы были выработаны образцы углеродной ткани пяти видов переплетений. Установлено, что наибольшие затруднения выявлены при выработке ткани полотняного переплетения, так как в данном случае углеродная нить испытывает наибольшее количество перегибов при формировании ткани. Наилучшие условия протекания технологического процесса наблюдались при выработке ткани сатинового переплетения, однако структура данного переплетения позволила получить ткань более рыхлого строения, ее физико-механические показатели также

несколько ниже, чем у ткани полотняного переплетения. В табл. 2 дан сравнительный анализ результатов исследования свойств и строения выработанных углеродных тканей сатинового и полотняного переплетений. Установлено, что использование полотняного переплетения позволяет нам получить углеродную ткань более легкую и тонкую, но более прочную, чем углеродные ткани других переплетений. Однако технологический процесс изготовления ткани полотняного переплетения протекает наиболее напряженно.

№ варианта	Линейная плотность нитей, текс		Полотняное переплетение				Сатиновое переплетение			
	основа	уток	поверхностная плотность ткани, г/м <sup>2</sup>	толщина ткани, мм	разрывные нагрузки ткани, кгс		поверхностная плотность ткани, г/м <sup>2</sup>	толщина ткани, мм	разрывные нагрузки ткани, кгс	
					по основе	по утку			по основе	по утку
1	165	165	362,3	0,32	119,3	117,5	366,4	0,38	105,4	109,2
2	180	180	388,2	0,46	141,2	140,9	392,7	0,49	132,4	133,1
3	240	240	476,9	0,72	188,8	190,2	484,4	0,74	170,5	179,6
4	360	360	540,6	1,1	230,9	232,4	548,6	1,16	220,7	221,3

Экспериментальная проверка получения углеродной ткани из высокомодульных нитей различной линейной плотности

позволила определить вариант переплетения, при котором полученная ткань обладает заданными свойствами.

Влияние вида переплетения на поверхностную плотность углеродной ткани

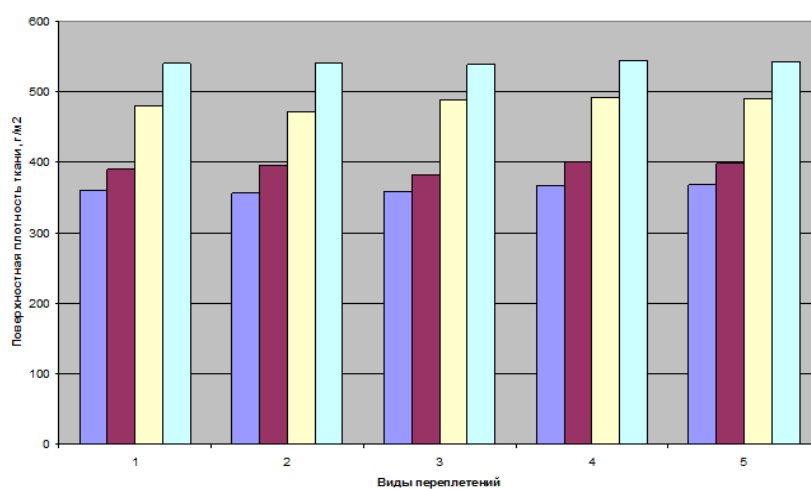


Рис. 1

Влияние вида переплетения на порядок фазы строения углеродных тканей.

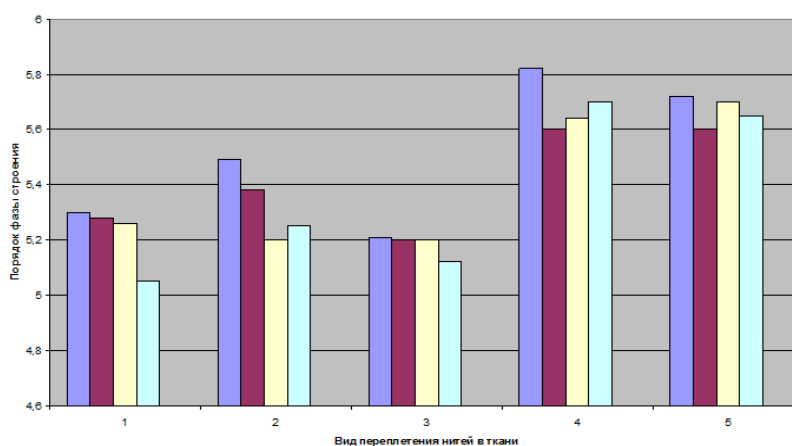


Рис. 2

Чтобы определить параметры строения полученных углеродных тканей различных переплетений, изготавливались микросрезы тканей по направлению основы и по

направлению утка. В результате обработки микросрезом построены диаграммы влияния вида переплетения и линейной плотности нитей основы и утка на толщину

ткани (рис. 1) и порядок фазы строения (рис. 2).

На диаграммах по оси X введены следующие обозначения: цифре 1 соответствует полотняное переплетение, цифре 2 – саржа 2/2, цифре 3 – рогожка 2/2, цифре 4 – сатин 8/3 и цифре 5 – неправильный атлас с раппортом R=4.

Анализ параметров строения выработанных тканей показал, что все выработанные ткани имеют порядок фазы строения чуть выше пятого. Минимальное значение порядка фазы строения наблюдается у тканей, выработанных переплетением рогожка 2/2, максимальное значение – у ткани, выработанной сатиновым переплетением с раппортом R=8.

## ВЫВОДЫ

1. Спроектировано 4 варианта углеродной ткани из высокомодульных нитей раз-

личной линейной плотности для армирования композитов с заданными параметрами строения и свойствами.

2. Доказана возможность изготовления углеродных тканей данного назначения на ткацком станке при внесении конструктивных изменений в технологический процесс ткачества.

3. Установлено влияние вида переплетения и линейной плотности нитей основы и утка на параметры структуры и свойства углеродных тканей, проведен сравнительный анализ выработанных образцов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев С.Д., Евсюкова Е.В. Метод проектирования углеродных тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995, № 3.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 26.11.12.

УДК 677.023.7.001.5

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ НАМОТКИ СНОВАЛЬНЫХ ВАЛОВ НА ОСНОВЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА

## DETERMINATION OF DENSITY OF SECTION BEAM WINDING ON THE BASIS OF THE PROCESS KINEMATIC PARAMETERS

Н.А. КУЛИДА, Н.А. ДЕМИДОВ, А.В. КРУГЛОВ  
N.A. KULIDA, N.A. DEMIDOV, A.V. KRUGLOV

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

*Рассмотрены особенности косвенного измерения плотности намотки сновальных валов на партионной машине на основе кинематических параметров процесса. Установлены связь плотности с длиной нитей в слое намотки и закономерность роста ее радиуса для обеспечения постоянной плотности. Определены допустимые изменения плотности намотки, при которых разнородность нитей на валах не превышает заданного уровня.*

*The features of indirect calculation of density of section beam winding on a beam warping machine on the basis of the process kinematic parameters have been considered. The connection of density with thread length in a winding layer and regularity of its radius rise for providing uniform density has been established.*

*Acceptable changes of winding density when different length of threads on beams increases the given level have been determined.*

**Ключевые слова:** партионное снование, плотность намотки, кинематические параметры, длина нитей, разностность.

**Keywords:** beam warping, winding density, kinematic parameters, thread length, different length.

Управляемое наматывание сновальных валов на партионной машине достигается путем вычисления параметров напряженно-деформированного состояния формируемой паковки, при этом в качестве интегрального параметра часто выступает объемная плотность, которая определяется по известной формуле:

$$\gamma = \frac{mLT}{10^6 \cdot \pi H(r^2 - r_0^2)}, \quad (1)$$

где  $L$ ,  $m$ ,  $T$  – длина, количество нитей и их линейная плотность;  $H$ ,  $r_0$  – длина образующей и начальный радиус ствола вала;  $r$  – радиус намотанного вала.

При вычислении объемной плотности по формуле (1) предполагается, что тело намотки пряжи представляет собой полый прямой круговой цилиндр и изменения плотности в радиальном направлении и вдоль образующей паковки отсутствуют. Последними изменениями при формировании паковки с незначительными отклонениями от указанной формы можно пренебречь. В радиальном направлении, как показали экспериментальные исследования, плотность существенно меняется. Этот параметр зависит от многих факторов: как процесса снования и наматываемых нитей, так и формируемого тела намотки. В связи с этим объемную плотность в соответствии с (1) возможно определять только на периоде наматывания, в течение которого параметры напряженно-деформированного состояния слоя, в том числе и плотность намотки, остаются неизменными [1].

Представим паковку в виде нескольких слоев, имеющих форму коаксиальных цилиндров, плотность в каждом из которых остается постоянной. Рассмотрим  $i$ -й слой с изменяющимся от  $r_{i-1}$  до  $r_i$  радиусом намотки. Считаем, что слой образован в результате  $n_i$  оборотов сновального вала, поэтому поперечное сечение паковки представляет собой концентрически расположенные окружности [2], радиусы которых изменяются в соответствии с выражением:

$$r_i(\phi) = r_{i-1} + c_i \text{Int} \left( \frac{\phi_i}{2\pi} \right) - A_i, \quad (2)$$

где  $c_i$  – коэффициент нарастания толщины слоя намотки, зависящий от диаметра пряжи, рассеяния витков при намотке, уменьшения радиуса паковки вследствие растяжения пряжи, деформирования слоя и других факторов;  $\phi_i$  – угол поворота паковки; функция  $\text{Int} \left( \frac{\phi_i}{2\pi} \right)$  – целая часть от  $\frac{\phi_i}{2\pi}$ ;  $A_i$  – перемещение  $i$ -го слоя в радиальном направлении.

При  $i=1$  (начальный слой намотки)  $r_{i-1} = r_0$  и если основание паковки является недеформируемым, то  $A_i = 0$ .

Перемещение  $A_i$  для других слоев может быть определено в результате вычисления в соответствии с методикой, изложенной в [1].

Длина намотанной в  $i$ -м слое пряжи при  $\phi_i = 2\pi n_i$  определяется из выражения:

$$\begin{aligned} L_i(\phi) &= \sum_{j=1}^{n_i} 2\pi r_j(\phi) = \sum_{j=1}^{n_i} 2\pi [r_{i-1} + c_i j - A_i] = \\ &= 2\pi \left( n_i r_{i-1} + c_i \sum_{j=1}^{n_i} j - n_i A_i \right) = 2\pi [n_i r_{i-1} + 0,5 c_i n_i (n_i + 1) - n_i A_i]. \end{aligned} \quad (3)$$

Если же угол  $\phi_i = 2\pi n_i + \Delta\phi$ , где  $2\pi > \Delta\phi > 0$ , то дополнительно к длине, вычисленной по формуле (3), добавляется

$$L_i(\phi) = (2\pi n_i + \Delta\phi)r_{i-1} + c_i n_i [\pi(n_i + 1) + \Delta\phi] - (2\pi n_i + \Delta\phi)A_i, \quad (4)$$

а его плотность в соответствии с (1) и с

$$\gamma_i = m\Gamma \frac{(2\pi n_i + \Delta\phi)r_{i-1} + c_i n_i [\pi(n_i + 1) + \Delta\phi] - (2\pi n_i + \Delta\phi)A_i}{10^6 \cdot \pi H [(r_{i-1} + c_i n_i - A_i)^2 - r_{i-1}^2]}. \quad (5)$$

Учитывая, что  $2\pi n_i \gg \Delta\phi$  и  $\pi(n_i + 1) \gg \Delta\phi$ , формулы (4) и (5) можно упростить:

$$L_i = 2\pi n_i [r_{i-1} + 0,5c_i(n_i + 1) - A_i], \quad (6)$$

$$\gamma_i = \frac{2m\Gamma n_i [r_{i-1} + 0,5c_i(n_i + 1) - A_i]}{10^6 \cdot H [(r_{i-1} + c_i n_i - A_i)^2 - r_{i-1}^2]}. \quad (7)$$

Рассматривая совместно (6) и (7), можно заметить, что плотность слоя, равно как и длина нитей, определяются коэффициентом  $c_i$ . При одном и том же числе оборотов сновальной паковки  $n_i$  в разных слоях с увеличением  $c_i$  плотность намотки  $\gamma_i$  падает, а длина нитей  $L_i$  растет. На рис. 1 показаны кривые  $\gamma_i(c_i)$  и  $L_i(c_i)$ , отражающие характер указанных зависимостей.

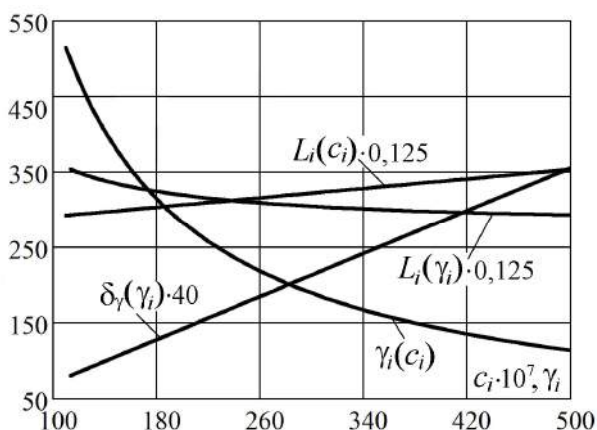


Рис. 1

На возможность формирования партии сновальных паковок не по длине нитей в

$$\Delta\phi(r_{i-1} + c_i n_i - A_i).$$

Таким образом, длина нитей в  $i$ -том слое вычисляется по формуле:

учетом (2) и (4):

намотке, а по числу оборотов паковки указывалось в работе [3]. Выполненный анализ показывает, что колебания плотности намотки вызывают изменения длины нитей в намотке, поэтому предложенная в [4] система стабилизации плотности уменьшает количество мягких угаров при разматывании сновальных валов на шлихтовальной машине.

Наглядно указанную зависимость можно представить в виде графика, воспользовавшись параметрическим способом задания кривой с помощью зависимостей (6) и (7). На рис. 1 представлена кривая  $L_i(\gamma_i)$  при изменении коэффициента  $c_i$  в диапазоне от  $1,0 \cdot 10^{-5}$  до  $5,0 \cdot 10^{-5}$  м/об.

Полученные выражения позволяют оценить точность поддержания плотности намотки, при которой разнородность нитей на валах не превышает заданного уровня. Обозначим  $L_{i\min}$  и  $L_{i\max}$  соответственно минимальную и максимальную длину нитей в намотке  $i$ -го слоя валов партии,  $\mu_L = \frac{(L_{i\max} - L_{i\min}) \cdot 100}{\|L_i\|}$ , где  $\|L_i\|$  – нормированное значение длины нитей  $i$ -го слоя. Разнородность не будет превышать  $\mu_L$  %, если разница в плотности намотки слоя:

$$\Delta\gamma_i \leq 0,01\mu_L \|L_i\| \left| \frac{d\gamma_i}{dL_i} \right|,$$

где

$$\frac{d\gamma_i}{dL_i} = \frac{d\gamma_i}{dc_i} \frac{dc_i}{dL_i}, \quad \frac{dc_i}{dL_i} = [\pi n_i(n_i + 1)]^{-1}$$

и

$$\frac{d\gamma_i}{dc_i} = \frac{mTn_i(n_i + 1)}{10^6 H \left[ (r_{i-1} + c_i n_i - A_i)^2 - r_{i-1}^2 \right]} - \frac{-4mTn_i^2 (r_{i-1} + c_i n_i - A_i) \frac{r_{i-1} + 0,5c_i(n_i + 1) - A_i}{10^6 H \left[ (r_{i-1} + c_i n_i - A_i)^2 - r_{i-1}^2 \right]^2}}{10^6 H \left[ (r_{i-1} + c_i n_i - A_i)^2 - r_{i-1}^2 \right]^2}. \quad (8)$$

Если принять во внимание  $n_i \gg 1$ , то

$$\frac{d\gamma_i}{dL_i} = mT \frac{\left[ (r_{i-1} + c_i n_i - A_i)^2 - r_{i-1}^2 \right] - 4(r_{i-1} + c_i n_i - A_i)[r_{i-1} + 0,5c_i n_i - A_i]}{10^6 H \pi \left[ (r_{i-1} + c_i n_i - A_i)^2 - r_{i-1}^2 \right]^2}.$$

Отсюда

$$\Delta\gamma_i \leq 0,01\mu_L mT \|L_i\| \frac{\left[ (r_{i-1} + c_i n_i - A_i)^2 - r_{i-1}^2 \right] - 4(r_{i-1} + c_i n_i - A_i)[r_{i-1} + 0,5c_i n_i - A_i]}{10^6 H \pi \left[ (r_{i-1} + c_i n_i - A_i)^2 - r_{i-1}^2 \right]^2}. \quad (9)$$

С учетом (7) относительное изменение плотности:

$$\delta_\gamma \leq \mu_L \|L_i\| \frac{\left[ (r_{i-1} + c_i n_i - A_i)^2 - r_{i-1}^2 \right] - 4(r_{i-1} + c_i n_i - A_i)[r_{i-1} + 0,5c_i n_i - A_i]}{2\pi n_i \left[ (r_{i-1} + c_i n_i - A_i)^2 - r_{i-1}^2 \right] (r_{i-1} + 0,5c_i n_i - A_i)}. \quad (10)$$

На рис. 1 показана зависимость  $\delta_\gamma(\gamma_i)$  для обеспечения разностойности  $\mu_L$  нитей на валах не превышающей 1%. С ростом плотности допустимые колебания  $\delta_\gamma$  для обеспечения заданной разностойности в рассматриваемом случае возрастают с 2 до 10% по линейному закону, то есть для паковок с невысокой плотностью стабилизация на заданном уровне должна обеспечиваться с более высокой точностью.

Из выражения (7) следует, что плотность намотки с ростом угла поворота сновального вала не остается постоянной, при неизменном коэффициенте  $c_i$  она падает по гиперболическому закону.

Определим закон изменения коэффици-

циента  $c_i$ , обеспечивающий неизменность плотности намотки в слое. Контролируя закономерность изменения этого коэффициента, можно устанавливать границы слоя намотки с неизменными параметрами напряженно-деформированного состояния. Кроме того, численное значение этого коэффициента определяет достигаемую в процессе намотки плотность, что позволит устанавливать необходимые натяжение наматываемых нитей и давление укатывающего вала.

Из (7) можно получить уравнение:

$$d_1 c_i^2 + d_2 c_i + d_3 = 0,$$

где

$$d_1 = 10^6 \cdot \gamma_i H n_i^2;$$

$$d_2 = 2 \cdot 10^6 \cdot \gamma_i H n_i (r_{i-1} - A_i) - mT n_i (n_i + 1);$$



$$d_3 = -2mTn_i (r_{i-1} - A_i) - 2 \cdot 10^6 \cdot \gamma_i H_i A_i + 10^6 \cdot \gamma_i H A_i^2,$$

из которого положительный корень определяет значение коэффициента  $c_i$ :

$$c_i = 0,5 \left( -d_2 + \sqrt{d_2^2 - 4d_1 d_3} \right) d_1^{-1}. \quad (11)$$

Для построения зависимости коэффициента нарастания толщины слоя от радиуса намотки воспользуемся формулами (2) и (11), считая  $r_i$  и  $c_i$  функциями числа оборотов  $n_i$  паковки. При принятых ограничениях для обеспечения постоянной плотности намотки хлопчатобумажной пряжи необходимо, чтобы коэффициент нарастания толщины слоя при намотке  $i$ -го слоя уменьшался в соответствии с закономерностью, представленной на рис. 2, где показаны зависимости коэффициента  $c_i$  от радиуса при плотности намотки 400 и 420 кг/м<sup>3</sup> (соответственно кривые 1 и 2). Здесь же приведена кривая 3, полученная при перемещении  $A_i$ , в 2 раза превышающем значение этого параметра для кривых 1 и 2 и плотности 420 кг/м<sup>3</sup>.

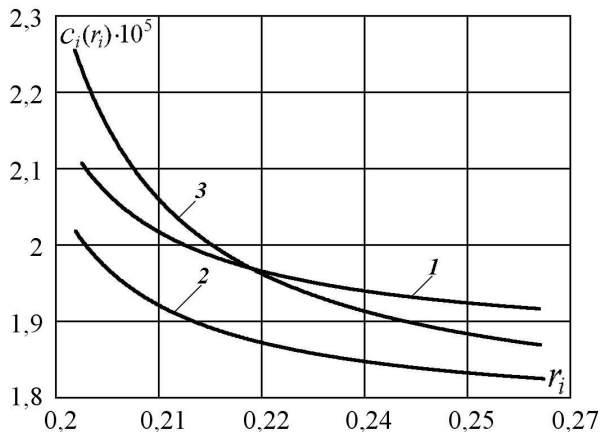


Рис. 2

## ВЫВОДЫ

1. Уменьшение разностности нитей на сновальных валах партии достигается стабилизацией объемной плотности намотки, причем для паковок с небольшой плотностью стабилизация должна обеспечиваться с более высокой точностью.

2. Постоянная объемная плотность намотки достигается при монотонно убывающем характере зависимости коэффициента нарастания толщины слоя от его радиуса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеев В.А., Вайнер И.И., Ерошкин Ю.В. Расчет паковок рулонного типа на основе кинематических параметров наматывания // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1988, № 1. С. 29...32.
2. Тягунов В.А., Сторц Т.П. Математические модели определения длины пряжи на навое // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1990, № 2.
3. Тягунов В.А. Параметры формирования ткацкого навоя // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1987, № 2. С. 52...54.
4. Кутьин А.Ю., Кутьин Ю.К., Маховер В.Л. Новая безотходная технология формирования ткацкого навоя высокого качества // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, № 3. С. 42...44.

Рекомендована кафедрой автоматики и радиоэлектроники. Поступила 26.02.13.

УДК 677.84:66.06

**ПРИМЕНЕНИЕ ШУНГИТОВОГО СОРБЕНТА  
В АДсорбЦИОННОМ СПОСОБЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД,  
СОДЕРЖАЩИХ ВОДОРАСТВОРИМЫЕ КРАСИТЕЛИ**

**APPLICATION OF SHUNGITE SORBENT MATERIAL  
IN ADSORPTION REFINING  
OF SEWAGE CONTAINING WATER SOLUBLE DYES**

*И.И. МЕНЬШОВА, В.В. САФОНОВ, И.И. БУЛУЛУКОВА*  
*I.I. MENSHOVA, V.V. SAFONOV, I.I. BULULUKOVA*

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

*В статье рассматриваются свойства углеродного сорбента (шунгит) при его использовании в процессах адсорбции водорастворимых красителей, содержащихся в сточных водах текстильных предприятий.*

*The properties of a carbonic sorbent (schungite) used in the processes of adsorption of water-soluble dyes, contained in sewage of textile enterprises, are considered in the article.*

**Ключевые слова:** красильно-отделочное производство, углеродный сорбент, процессы адсорбции, шунгитовая порода, сорбционная активность.

**Keywords:** tinctorial and finishing production, carbonic sorbent, adsorption processes, chungite rock, sorption activity.

Основные технологические процессы красильно-отделочных производств осуществляются в водной среде. Вода применяется как растворитель красителей и реагентов, служит средой для проведения химических процессов обработки изделий, кроме того, используется в виде пара для нагрева рабочих растворов, запаривания, сушки и т.д.

В технологии отделки текстильных материалов значительная часть ТВВ и красителей удаляются в условиях промывки и попадают в сточные воды текстильно-отделочного производства.

Активированные угли достаточно широко применяются в адсорбционных спо-

собах очистки, но в отличие от них сорбенты природного происхождения могут применяться практически без предварительной подготовки в простых сорбционных процессах, например для однократной сорбции без регенерации и возвращения сорбента в рецикл.

Шунгиты – это горные породы, насыщенные углеродным веществом, находящимся в некристаллическом состоянии, которые существуют в виде твердых остатков древнейшей нефти или окаменевшего органико-силикатного геля [1]. В зависимости от содержания углерода шунгит подразделяется на пять разновидностей. Для разно-

видности шунгита III выявлен широкий диапазон применения (сорбенты, катализаторы, композиционные материалы и др.).

Свойства шунгитовой породы определяются двумя факторами: во-первых, свойствами шунгитового углерода, во-вторых, структурой породы, соотношением углерода и входящих в его состав силикатов [1].

Шунгит обладает сорбционной активностью по отношению к широкому ряду органических веществ: жирным высокомолекулярным кислотам, веществам лигноуглеводного комплекса древесных и торфяных гидролизатов, водорастворимых смол гидролиза, гуминовым веществам, пестицидам, ПАВ, спиртам, фенолам, нефтепродуктам, к ряду неорганических веществ (соединениям

железа, марганца, шестивалентного хрома, фосфора и др.), а также к газообразным соединениям (хлор, оксиды серы) [2].

В работе исследовали шунгитовый сорбент для очистки сточных вод, содержащих водорастворимые красители (прямой красный 2С, прямой зеленый светопроочный, кислотный желтый светопроочный, кислотный синий К). Исследования проводили с шунгитом разных фракций: шунгитовый порошок (ТУ 2169-001-57753937-2002), шунгит фракционный 1...5 мм, 20...30 мм (ГОСТ 8267-93). Эффективность степени извлечения красителей при оптимальной массе сорбента из водных растворов для соответствующего красителя представлена в табл. 1.

Таблица 1

Масса сорбента, г	Начальная концентрация красителя, мг/л	Остаточная концентрация красителя, мг/л	Степень извлечения, %	Функциональные группы красителя
Прямой красный 2С				
молекулярная масса -1060				
1,4	100	5	95	4 – Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> , 2 – OH
Кислотный синий К				
молекулярная масса -638				
0,8	100	0	100	2 – Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> , – Cl, – CH <sub>3</sub>

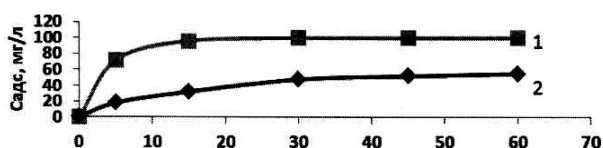


Рис. 1

На рис. 1 показано изменение концентрации модельного раствора красителя кислотного синего К и кислотного желтого светопроочного после сорбции шунгитом фракции 1...5 мм: 1 – кислотный синий К, 2 – кислотный желтый светопроочный).

Исследование кинетики сорбции красителя из модельных растворов показало, что влияние на степень очистки оказывает продолжительность статического режима. Как видно из рис. 1, максимальная сорбция кислотных красителей соответствует 30 мин.

В работе проведен анализ зависимости извлечения разных классов красителей от условий адсорбционного процесса (время, температура, pH-среды); результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Масса сорбента, г		Краситель прямой красный 2С, молекулярная масса 1060					
		10	20	30	40	50	60
1,4	Время, мин	10	20	30	40	50	60
	С адс. мг/л	62	70	76	76	76	78
	pH-среды	3	5	7	8	9	11
	С адс. мг/л	73	87	75	68	14	1
	Температура, °С	0	15	30	45	60	-
	С адс. мг/л	70	85	87	87	83	-
Краситель кислотный синий К, молекулярная масса 638							
0,8	Время, мин	10	20	30	40	50	60
	С адс. Мг/л	72	96	100	100	100	100
	pH-среды	3	5	7	8	9	11
	С адс. Мг/л	43	47	44	40	38	35
	Температура, °С	0	15	30	45	60	-
	С адс. Мг/л	70	85	87	87	83	-

Изотермы адсорбции красителей на шунгите и активированном угле представлены на примере адсорбции красителя кислотного синего К (рис. 2 – изотерма ад-

сорбции красителя кислотного синего К на шунгите (кривая 1) и активированном угле БАУ-А (кривая 2),  $t=22^{\circ}\text{C}$ ).

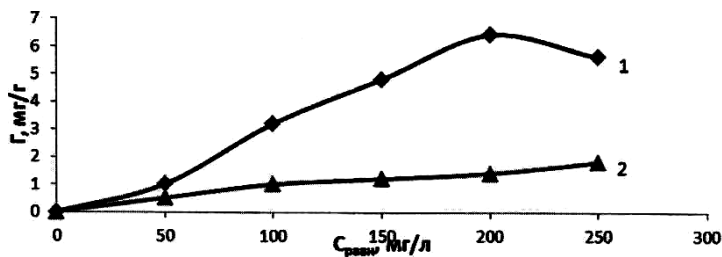


Рис. 2

Полученные изотермы адсорбции красителя шунгитом свидетельствуют о мономолекулярной адсорбции на микропористых сорбентах. Выпуклые участки соответствуют предельному заполнению поверхности мономолекулярного слоя.

Из представленного выше рисунка видна большая эффективность шунгита как сорбента по сравнению с активированным углем. Однако красители с низкой молекулярной массой и нелинейной молекулой плохо извлекаются шунгитом.

Можно сделать предположение, что активированный уголь БАУ-А сорбирует те вещества, которые имеют небольшую молекулярную массу и легче проникают в

поры сорбента, тогда как у сорбента шунгита в силу его глобулярной структуры пор наилучшая сорбция из водных растворов наблюдается у веществ, имеющих большую молекулярную массу.

Построенные изотермы сорбции исследуемых красителей на шунгите (кривые 1,1) и активированном угле БАУ-А (кривые 2, 2) в координатах уравнения Ленгмюра представлены на рис. 3 (изотерма адсорбции в координатах линейной формы уравнения Ленгмюра красителя прямого красного 2 С) и рис. 4 (изотерма адсорбции в координатах линейной формы уравнения Ленгмюра красителя кислотного синего С).

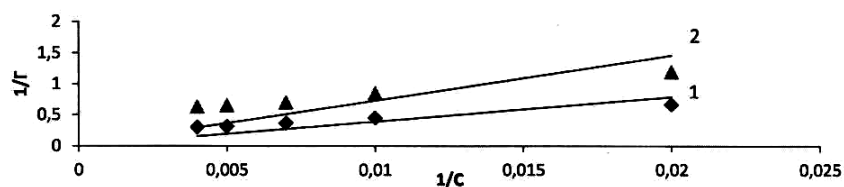


Рис. 3

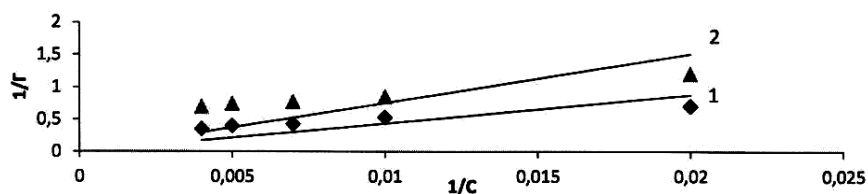


Рис. 4

Изотермы показывают, что уравнение Ленгмюра выполняется и изотермы имеют линейный вид, что позволяет рассчитать

адсорбцию компонентов (табл. 3 – коэффициенты линейной формы уравнения Ленгмюра).

Краситель	М, г/моль	Активированный уголь БАУ-А		Шунгит	
		Гпр, мг/г	К	Гпр, мг/г	К
Кислотный синий К	638	8,960	0,00136	23,430	0,00396
Прямой красный 2С	1060	7,147	0,00159	5,995	0,00202

Таким образом, можно предположить, что с увеличением молекулы красителя происходит быстрое заполнение удельной поверхности активированного угля и тем самым обуславливает низкое значение предельной адсорбционной емкости (Гпр), тогда как повышение сорбционной способности шунгита возрастает с увеличением молекулярной массы вещества и увеличением размера молекулы красителя.

### ВЫВОДЫ

1. Показано, что шунгит является более эффективным сорбентом по сравнению с активированным углем БАУ-А.

2. Найденны оптимальные условия для сорбционной активности шунгита.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Калинин Ю.К. Экологический потенциал шунгита // Первая всероссийская научн.-практ. конф.: Шунгиты и безопасность жизнедеятельности человека. – Петрозаводск, 2007.

2. Рожкова Н. Н. Изменение свойств шунгитов, обусловленное взаимодействием с водой // Первая всероссийская научн.-практ. конф.: Шунгиты и безопасность жизнедеятельности человека. – Петрозаводск, 2007. С. 44...46.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 01.02.13.

УДК 677.027

## ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ\*

## INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC VIBRATIONS ON MECHANICAL CHARACTERISTICS OF TEXTILE MATERIALS

О.Г.ЦИРКИНА, А.Л.НИКИФОРОВ  
O.G. TSYRKINA, A.L. NIKIFOROV

(Ивановская государственная текстильная академия,  
Ивановский государственный химико-технологический университет)  
(Ivanovo State Textile Academy;  
Ivanovo State University of Chemistry and Technology)  
E-mail: ogsirkina@mail.ru; anikiforoff@list.ru)

*Произведена сравнительная оценка влияния высокотемпературной, влажно-паровой обработок и действия поля токов высокой частоты (ТВЧ) на физико-механические свойства текстильных материалов различной химической природы: прочность и удлинение. Оценено влияние длительности конвективного и диэлектрического нагрева целлюлозосодержащих тканей на изменение молекулярной массы и степени полимеризации природной целлюлозы.*

\* Работа выполнена на базе НИИ термодинамики и кинетики химических процессов.

*The comparative assessment of high-temperature influence, damp and steam processing and action of high frequency field on mechanical properties of textile materials has been carried out. Influence of duration of convective and dielectric heating of cellulose fabrics on molecular weight change and extent of polymerization of natural cellulose has been estimated.*

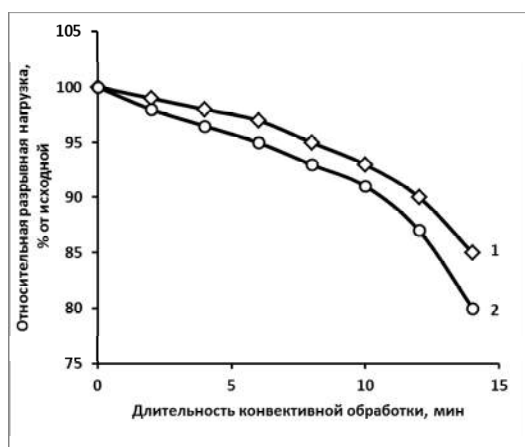
**Ключевые слова:** физико-механические свойства, термообработка, высокочастотный нагрев, целлюлозные и синтетические волокна.

**Keywords:** mechanical properties, heat treatment, high-frequency heating, cellulose and synthetic fibers.

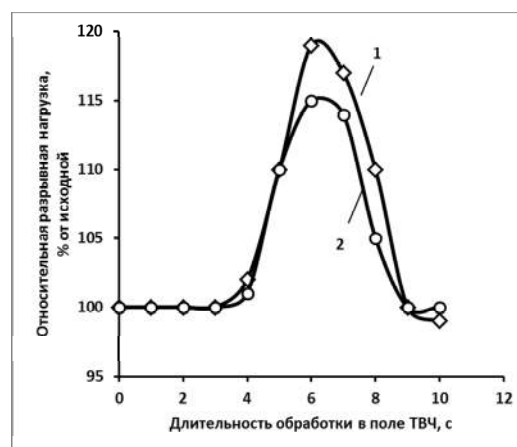
При анализе возможности использования высокочастотного нагрева в процессах отделочного производства необходимо комплексно подойти к исследованию физико-механических свойств материалов, которые будут изменяться одновременно с физическими и физико-химическими свойствами волокон. Релаксационные процессы в целлюлозе, протекающие при проведении тепловых обработок, способствуют переходу полимера в более равновесное упорядоченное состояние, усиливают межмолекулярное взаимодействие макромолекул в аморфных областях, следствием чего может быть улучшение прочностных свойств волокнистых материалов [1]. Этот факт является немаловажным, поскольку в технологических процессах отделочного производства, в частности, при белении или при проведении мало-сминаемой отделки, под действием химических препаратов и повышенных температур происходит неизбежное снижение прочностных характеристик тканей [2].

Цель данного исследования заключалась в проведении сравнительной оценки влияния различных тепловлажностных обработок на физико-механические свойства тканей, имеющих различную химическую природу. В качестве объектов исследования использованы хлопчатобумажные и льняные материалы, а также ткани из синтетических волокон.

Для оценки изменений прочностных характеристик волокнистых материалов в зависимости от продолжительности и условий тепловых обработок проведено сравнение результатов, полученных при конвективном нагреве материалов (температура 175°C, длительность 1...10 мин), а также при обработке влажных тканей в поле токов высокой частоты (ТВЧ) в течение 1...10 с. При этом частота внешнего электромагнитного поля составляла 40,68 МГц, а напряженность поля 200 В/мм.



а)



б)

Рис. 1

Экспериментальные результаты, характеризующие изменения прочности целлюлозосодержащих материалов – хлопчатобумажной и льняной тканей – в зависимости от времени и условий тепловой обработки приведены на рис. 1-а, б, где кривая 1 – миткаль, 2 – льняная ткань. Анализ полученных зависимостей показывает, что кратковременный конвективный нагрев при  $t=175^{\circ}\text{C}$  не влияет на прочностные характеристики тканей, а термообработка свыше 5 мин приводит к их снижению, что свидетельствует о частичной деструкции целлюлозы (рис. 1-а).

В отличие от традиционного способа нагрева ВЧ-обработка способствует улучшению механических характеристик текстильных материалов (рис.1-б). Характер данных зависимостей не прямолинеен. При этом повышение прочности тканей наблюдается в интервале от 4 до 7 с и достигает максимума при 6-секундной ВЧ-обработке, дальнейшее увеличение времени приводит к снижению положительного эффекта действия энергии электромагнитных колебаний.

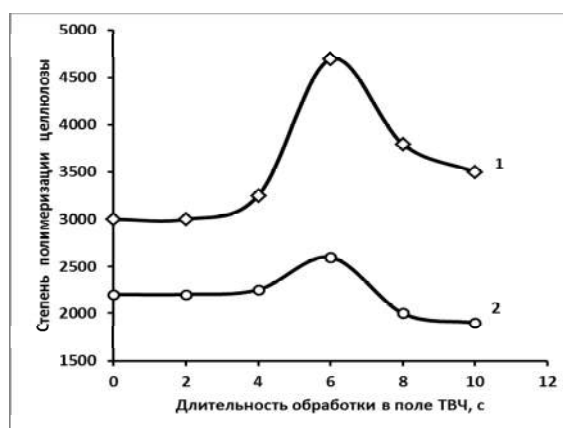
Улучшение прочностных характеристик целлюлозосодержащих тканей можно объяснить с нескольких точек зрения. Во-первых, возрастание устойчивости текстильных материалов к действию механических нагрузок после ВЧ-обработки обусловлено структурными преобразования-

ми, протекающими в целлюлозном волокне, на надмолекулярном уровне. В частности, процесс воздействия электромагнитного поля на полимер обусловлен дипольной поляризацией полярных групп целлюлозы и сопровождается повышением сегментальной подвижности макромолекул. Следствием этого может являться разрыв межмолекулярных водородных связей и их восстановление на более энергетически выгодном уровне, что приводит к повышению устойчивости ткани к физико-механическим воздействиям. Кроме того, действие ВЧ-поля вызывает процесс дробления кристаллитов в кристаллической области волокна. Это приводит к росту подвижности макромолекул и к увеличению способности волокна перераспределять внешнюю нагрузку между отдельными структурными элементами.

Во-вторых, упрочнение волокна возможно и за счет изменения его макромолекулярной структуры вследствие образования небольшого числа прочных ковалентных связей между соседними макромолекулами целлюлозы. С целью подтверждения данного предположения проведена оценка влияния высокочастотного нагрева на изменение степени полимеризации целлюлозы. Определение степени полимеризации волокна осуществляли вискозиметрическим методом. В качестве растворителя использован медно-аммиачный реактив.



а)



б)

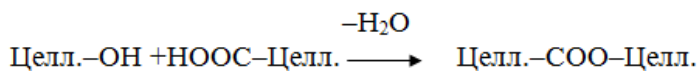
Рис. 2

На рис. 2-а, б приведены экспериментальные зависимости изменения степени полимеризации целлюлозы хлопкового (кривые 1) и льняного (кривые 2) волокна в процессе конвективной обработки (а) и при воздействии электромагнитного поля высокой частоты (б), рассчитанные исходя из удельной вязкости медно-аммиачных растворов целлюлозы.

Из графиков рис.2-а следует, что при проведении конвективной термообработки волокна в течение 5 мин при  $t=175^{\circ}\text{C}$  степень полимеризации целлюлозы практически не изменяется, а при дальнейшем увеличении времени воздействия начинает плавно снижаться вследствие протекания процесса термодеструкции полимера.

Изменение степени полимеризации целлюлозного волокна под действием ВЧ-нагрева носит экстремальный характер

(рис. 2-б). В интервале времени обработки от 0 до 4 с существенного изменения степени полимеризации целлюлозы не наблюдается, так как на этом отрезке времени происходит сушка текстильного материала. Вода, содержащаяся в волокне, препятствует его нагреву свыше  $100^{\circ}\text{C}$ , а энергия, подводимая к материалу, расходуется на испарение влаги. В интервале времени ВЧ-обработки от 4 до 6 с наблюдается рост степени полимеризации как хлопковой, так и льняной целлюлозы. Объяснением данного факта может служить образование химических связей в макромолекулярной структуре целлюлозного волокна под действием поля ТВЧ в результате реакции по первичным гидроксильным ( $-\text{OH}$ ) и концевым карбоксильным ( $-\text{COOH}$ ) группам целлюлозы по схеме:



При дальнейшем увеличении времени ВЧ-воздействия начинается процесс термодеструкции, поэтому величина степени полимеризации, достигнув максимума в области 6 с, начинает снижаться.

Появление новых связей между макромолекулами целлюлозы не может не сказаться на физико-механических свойствах тканей, поскольку повлечет за собой упорядочение структуры целлюлозного волокна, за счет чего суммарная энергия межмолекулярных водородных связей значительно возрастает. Полученные в ходе исследования показатели разрывной нагрузки ткани коррелируют с величиной степени полимеризации целлюлозы (рис. 3). Это доказывает, что процессы, происходящие в тонкой структуре волокна под действием ТВЧ, являются одной из причин повышения прочности тканей.

На следующем этапе работы определены деформационные характеристики текстильных материалов – разрывная нагрузка и относительное удлинение полоски ткани, прошедших различные варианты тепловлажностных обработок.

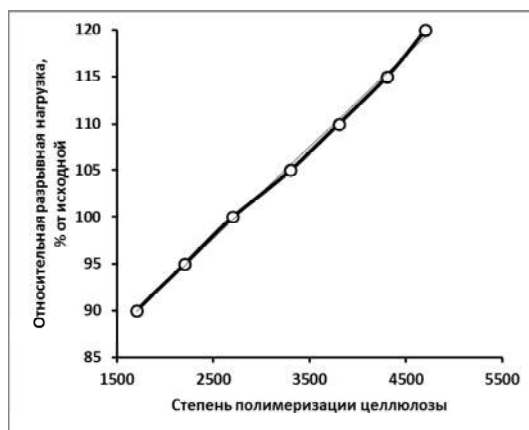


Рис. 3

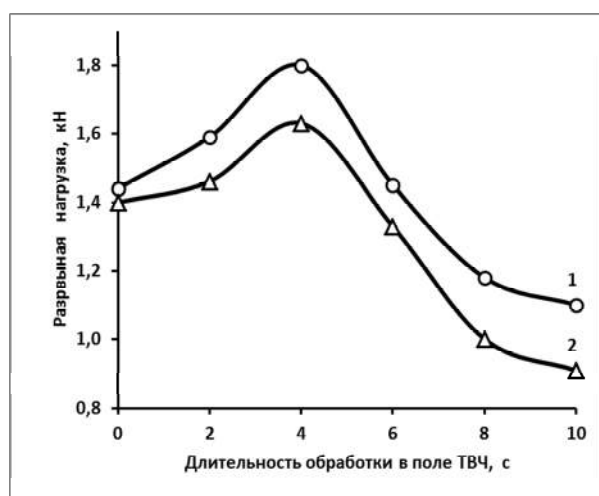
Разрывная нагрузка и удлинение образцов определялись на разрывной машине ИР 5074-3. Данные табл.1 (деформационные характеристики текстильных материалов) доказывают, что процессы упорядочения структуры полимера более эффективно проходят в ходе диэлектрического нагрева влажных материалов в поле ТВЧ, нежели в процессе запаривания. Так, прочность тканей в первом случае возрастает на 15...20%.



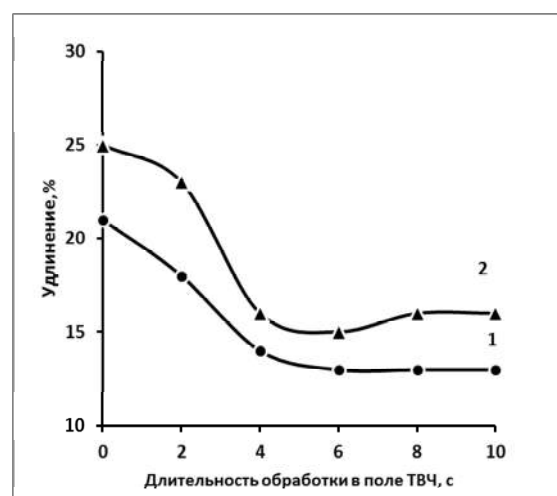
Ткань	Разрывная нагрузка, кгс		Удлинение, мм	
	запаривание (5 мин)	ВЧ-обработка	запаривание (5 мин)	ВЧ-обработка
Миткаль:				
- основа	28 ± 1	33 ± 1	10 ± 1	8 ± 1
- уток	20 ± 1	23 ± 1	14 ± 1	10 ± 1
Льняная ткань:				
- основа	25 ± 1	29 ± 1	12 ± 1	10 ± 1
- уток	18 ± 1	21 ± 1	8 ± 1	6 ± 1

Изучено влияние энергии электромагнитных колебаний на физико-механические свойства материалов из синтетических полиамидных и полиэфирных волокон. Данные волокна изначально обладают очень хорошими прочностными

показателями за счет высокой степени кристалличности. Но в процессе переработки в изделия в них возникают внутренние напряжения, которые могут негативно сказаться на их устойчивости к различным видам механических нагрузок.



а)



б)

Рис. 4

Поскольку полиамидные и полиэфирные материалы являются гидрофобными, а эффективность воздействия поля ТВЧ на структуру полимера зависит от наличия в нем влаги, образцы тканей из синтетических волокон предварительно увлажнялись водой. Время обработки материалов в ВЧ-поле составляло от 1 до 10 с. Полученные зависимости представлены на рис.4-а, б, где кривая 1 – ткань из полиамидных волокон, 2 – полиэфирная ткань. При длительности ВЧ-обработки до 4 с прочностные характеристики материалов улучшаются, причем для полиамида эта зависимость носит более ярко выраженный характер. Данный факт может быть объяснен тем, что полиамид имеет в своем составе большое количество амидных групп, способных образовывать водородные связи со

смежными макромолекулами. В результате активации структуры волокна энергией электромагнитных колебаний образующиеся новые водородные связи фиксируют структуру полимера в ненапряженном состоянии. Следовательно, под действием ВЧ-поля в синтетических волокнах также происходит релаксация внутренних напряжений. Снижение показателей разрывной нагрузки в интервале времени ВЧ-обработки от 6 до 10 с связано, по-видимому, с интенсивным протеканием процессов термодеструкции волокон, так как к этому времени влага из материала полностью удаляется. Таким образом, при обработке увлажненных материалов из полиамидных и полиэфирных волокон в поле ТВЧ в течение 4 с зафиксировано повышение прочности образцов в среднем на

15...25%. Одновременно с возрастанием прочности волокна наблюдается и уменьшение показателя его удлинения, что наглядно подтверждается данными рис. 4-б.

## ВЫВОДЫ

1. Произведена комплексная оценка влияния поля ТВЧ на физико-механические свойства текстильных волокон и проанализированы основные закономерности изменения прочностных характеристик тканей в зависимости от продолжительности конвективной и ВЧ-обработки.

2. Оценено влияние электромагнитного поля на изменение молекулярной массы целлюлозного волокна: выявлено, что под действием поля ТВЧ в интервале времени обработки от 3 до 6 с наблюдается увеличение молекулярной массы хлопковой и

льняной целлюлозы, что приводит к увеличению их разрывной нагрузки.

3. Показано, что в результате воздействия энергии электромагнитных колебаний на текстильный материал его прочность возрастает на 15...25%, в зависимости от химической природы волокна.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников Б.Н., Никифоров А.Л., Циркина О.Г. Механизм активирующего воздействия электромагнитных колебаний на систему волокнообразующий полимер – технологическая композиция //Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №6. С.47...51.

2. Мельников Б.Н. Современные проблемы текстильной химии //Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2008, Т.51, №6. С.3...14.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов ИГХТУ. Поступила 11.02.13.

УДК 677.021.16

**РАСЧЕТ КРАТНОСТИ ПОПАДАНИЯ ВОЛОКОН В ЗОНЫ  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕПИ,  
ОБРАЗОВАННОЙ ИЗ РЕЦИКЛОВ**

**CALCULATION OF FREQUENCY RATE OF FIBERS TRANSITION  
IN RECYCLE FORMED ZONES  
OF CONSEQUENT TECHNOLOGICAL CHAIN**

*А.В. ГРАЧЕВ, Л.Ю. ГОРИНОВ, С.В. ЛАЗАРЕНКО*  
*A.V. GRACHEV, L.YU. GORINOV, S.V. LAZARENKO*

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

*Для технологической цепи типа однородный рецикл показано, что кратность попадания волокон в обратную связь рецикла и число попаданий волокон в зону вероятностного выбора распределены по геометрическому закону. При последовательном соединении однородных рециклов с одинаковыми параметрами кратность циклов имеет отрицательное биномиальное распределение. Определены числовые характеристики кратности попадания волокон в прямую и обратную связь рециклов и в зону вероятностного выбора.*

*Frequency rate of fibers transition in backward recycle and times of fibers transition in probabilistic choice zone are defined by geometric distribution law for a technological chain. As for consequent connection of similar recycles with identical parameters the cycle frequency rate has negative binominal distribution. The numerical characteristics of frequency rate have been determined for fibers transition in forward and backward recycles connections and in the zone of probabilistic choice.*

**Ключевые слова:** рецикл, зона вероятностного выбора, частота кратности.

**Keywords:** recycle, a probabilistic choice zone, ratio frequency.

Для повышения кратности воздействия на волокнистый материал, эффективности смешивания и выравнивания волокнистого потока в прядении и в технологии нетканых материалов используются технологи-

ческие зоны с возвратом части волокнистого материала с последующим сложением с входящим потоком. Схему такого типа далее будем называть рециклом.

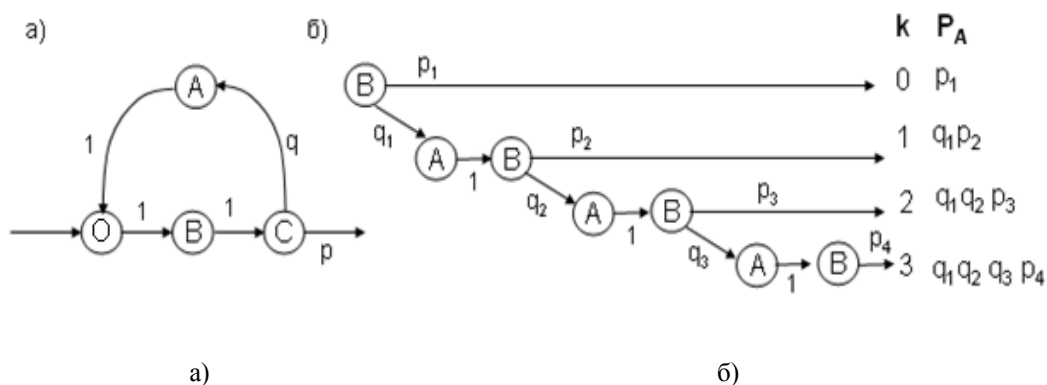


Рис. 1

На рис.-1 а. изображен граф одиночного рецикла. Вершину С будем трактовать как зону вероятностного выбора. Обозначим: О – вершина графа, в которую поступает текстильная частица ( ТЧ – волокно, сорная примесь), р – вероятность выхода ТЧ из рецикла, q – вероятность попадания в обратную связь ( вершина А) рецикла. Вершина В находится в прямой части контура. На остальных ребрах графа вероятности равны единице. На рис. 1-б изображено дерево вероятностных исходов, определяющее кратность попадания ТЧ в зону А. Для упрощения рисунка ребра графа в прямом контуре с вероятностью, равной единице, исключены.

Для одиночного рецикла можно выделить три дискретные случайные величины:  $\xi_A$  – число попаданий (кратность) в обратную связь, которая также может трактоваться как число циклов текстильной частицы;  $\xi_B = \xi_A + 1$  – кратность попадания ТЧ в прямой участок контура;  $\xi_C = \xi_B$  – кратность попадания ТЧ в зону вероятностного выбора. Отсюда базовой задачей является задача определения закона распределения для случайной величины  $\xi_A$ .

Для получения закона распределения для этой случайной величины рассмотрим вероятностный процесс во времени в виде дерева вероятностных исходов (рис.1-б). При различных вероятностях на каждом шаге будем иметь неоднородный марковский процесс, или неоднородный рецикл. Из рис. 1-б следует, что для неоднородно-

го рецикла закон распределения для  $\xi_A$  для  $k=0,1,2,3\dots$  имеет вид:

$$P_A(\xi=k) = \begin{cases} p_1, \\ p_2(1-p_1), \\ p_3(1-p_1)(1-p_2), \\ \dots \\ p_{k+1}(1-p_1)(1-p_2)\dots(1-p_k). \end{cases}$$

В том случае, если вероятности не зависят от времени, то есть марковский процесс является однородным, то закон распределения для кратности числа циклов представляется в виде геометрического распределения:

$$P_A(\xi=k) = p(1-p)^k, \quad (1)$$

где  $k = 0,1,2,\dots$

Отсюда математическое ожидание кратности числа циклов ТЧ в рецикле и дисперсия числа кратности циклов равны:

$$M_{\xi_A} = \frac{1-p}{p}, \quad D_{\xi_A} = \frac{1-p}{p^2}.$$

Соответствующие характеристики для случайных величин  $\xi_B$  и  $\xi_C$  с учетом свойств математического ожидания и дисперсии имеют вид

$$M_{\xi_B} = M_{\xi_C} = M[\xi_A + 1] = \frac{1-p}{p} + 1 = \frac{1}{p},$$

$$D_{\xi_B} = D_{\xi_C} = D[\xi_A + 1] = \frac{1-p}{p^2}.$$

Как видим, полученные характеристики совпадают с результатами, которые были получены на основе использования однородных марковских цепей для зоны вероятностного выбора (зоны чесания) [1].

Характеристическая функция для геометрического распределения для случайной величины  $\xi_A$  равна [2]:

$$\Psi_A(\omega) = \frac{p}{1 - (1-p)e^{i\omega}}$$

При наличии линейной связи между случайными величинами  $\xi_1$  и  $\xi_2 = \alpha \cdot \xi_1 + \beta$ , где  $\alpha, \beta$  – числа, характеристическая функция равна [2]:

$$\Psi_2(\omega) = \Psi_1(\alpha\omega) e^{i\beta\omega}$$

Тогда для  $\xi_B = \xi_C = \xi_A + 1$  характеристическая функция для случайной величины  $\xi_B$  определится из выражения:

$$\Psi_B(\omega) = \Psi_C(\omega) = \frac{pe^{i\omega}}{1 - (1-p)e^{i\omega}}$$

Закон распределения для случайных величин  $\xi_B$  и  $\xi_C$  имеет такой же вид (1), как и для случайной величины  $\xi_A$ , только смещен вправо на единицу при изменении  $k = 1, 2, 3, \dots$

Рассмотрим теперь закон распределения кратности попадания в зоны при последовательном соединении однородных рециклов. Такой тип соединений имеет место, в частности, при последовательном расположении рабочих пар валиков на валичной чесальной машине.

Рассматриваемая в этом случае случайная величина  $\xi_{AO}$  – число циклов в последовательной цепи (далее – кратность циклов) равна сумме случайных величин  $\xi_{Ai}$ . Рассматривая отдельные случайные величины как независимые, общая характеристическая функция будет равна произведению частных:

$$\Psi_{AO}(\omega) = \prod_{i=1}^n \Psi_{A_i}$$

В частном случае, если характеристические функции одинаковы, то есть  $\Psi_{A_i} = \Psi_A$ , то общая характеристическая функция последовательной цепи из рециклов равна:

$$\Psi_{AO}(\omega) = \left( \frac{p}{1 - (1-p)e^{i\omega}} \right)^n$$

Сравнивая полученную характеристическую функцию с характеристическими функциями типовых законов распределений [2], видим, что для рассматриваемого случая имеем отрицательное биномиальное распределение, или распределение Паскаля, которое имеет вид:

$$P(\xi = k) = C_{n+k-1}^k p^n (1-p)^k,$$

где  $k = 0, 1, 2, \dots$

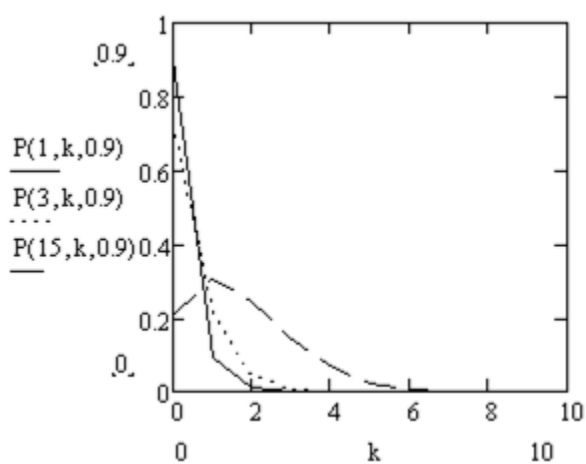
Числовые характеристики: математическое ожидание, дисперсия, коэффициент асимметрии в этом случае равны:

$$M_{\xi_{AO}} = \frac{n(1-p)}{p},$$

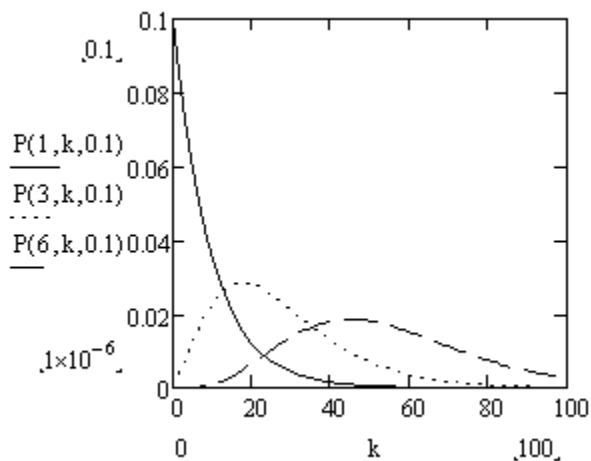
$$D_{\xi_{AO}} = \frac{n(1-p)}{p^2},$$

$$k_{ac\_AO} = \frac{2-p}{\sqrt{n(1-p)}}.$$

Из анализа коэффициента асимметрии следует, что с ростом числа последовательно размещенных рециклов  $n$  распределение кратности общего числа циклов становится все более симметричным. Это также подтверждается графиками распределений вероятностей, приведенных на рис. 2: а – при вероятности выхода из рецикла  $p=0,9$ ; б – при вероятности выхода из рецикла  $p=0,1$ .



а)



б)

Рис. 2

Существенное влияние на характер кривых распределения вероятностей кратности циклов оказывает величина вероятности выхода из рецикла, что видно из сравнения графиков, представленных на рис.2-а и 2-б, первые из которых построены при  $p=0,9$ ; вторые – при  $p=0,1$  для различного числа рециклов  $n$ .

Малая вероятность выхода из рецикла обеспечивает большую возможность для смешивания волокон в продольном направлении при одинаковом числе рециклов в последовательной технологической цепи.

## ВЫВОДЫ

1. Для технологической цепи «однородный рецикл» кратность циклов распределена по геометрическому закону.

2. При последовательном соединении однородных рециклов распределение кратности общего числа циклов соответствует распределению Паскаля.

3. Определены числовые характеристики кратности попадания волокон в обратные связи в цепи, образованной из последовательных рециклов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ашин Н.М. Кардочесание волокнистых материалов. – М.: Легкая промышленность и бытовое обслуживание, 1985. С.65.
2. Справочник по теории вероятностей и математической статистике/ В.С. Корольюк, И.П. Поротенко, А.В. Скороход, А.Ф. Турбин. – М.: Наука Главная редакция физико-математической литературы, 1985. С.111.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 16.12.12.

## СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НЕТКАНЫХ ПОЛОТЕН

### CREATION AND STUDY OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON NONWOVEN FABRICS

*М.В. КИСЕЛЕВ, Ю.М. ТРЕЩАЛИН*  
*M.V. KISELEV, YU.M. TRESHCHALIN*

(Костромской государственной технологической университет)

(Kostroma State Technological University)

E-mail: science@kstu.edu.ru, antropog@yandex.ru

*В статье приводятся результаты экспериментальных исследований композиционных материалов, изготовленных на основе нетканых полотен. Установлено, что наиболее целесообразно применять нетканые полотна, имеющие пористость 75...85%, выработанные из полипропиленовых или полиэфирных мононитей фильерным способом (спанбонд).*

*The paper presents the results of experimental studies of composite materials fabricated using nonwoven fabrics. It is found, that to use nonwoven fabrics having porosity of 75-85%, made of polypropylene or polyester spunbond filaments (spunbond), is more advisable.*

**Ключевые слова:** нетканое полотно, композиционный материал, пропитка, полимерное связующее, испытания.

**Keywords:** nonwoven fabric, composite material, impregnation, a polymeric binder, testing.

Изготовление композиционных материалов, создаваемых на базе нетканых полотен, осуществляется с учетом физико-механических показателей волокнистой основы и полимерного связующего, а также их взаимодействия, обусловленного рядом факторов. Между волокнами, образующими основу, и полимерным связующим должно выдерживаться четкое соответствие, определяемое свойствами указанных компонентов, и их выбор не может быть произвольным. Учитывая многообразие нетканых материалов, производимых в России, необходимо исследовать широкий спектр полотен различных структур: иглопробивных термоскрепленных из непрерывных полипропиленовых нитей, изготовленных фильерным способом? спан-

бонд (ООО «Сибур-Геотекстиль», ОАО «Ортон»), иглопробивных из штапельных полиэфирных и полипропиленовых волокон (ОАО «Комитекс») и т.д. Таким образом, целью экспериментальных исследований является:

– определение физико-механических характеристик нетканых полотен, предполагаемых для использования в качестве основы композиционных материалов;

– изготовление и проведение испытаний образцов композиционных материалов на нетканой основе по определению водопоглощения, прочности на растяжение и изгиб.

Вид исследованных в работе нетканых материалов и их характеристики приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Но- мер об- разца	Состав сырья и способ формирования холста, предприятие- производитель	Поверх- ностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Толщина при удельном давле- нии 20 Па, мм
1	ПП – 100 %, формирование холста фильерное (спанбонд), аэро- динамическое, иглопробивной термостабилизированный калан- дированием, «Канвалон», ОАО «Ортон»	437,4	2,30
2	То же	469,7	2,50
3	То же	387,8	2,46
4	То же	325,4	2,30
5	То же	540,1	2,44
6	ПП – 100 %, формирование холста фильерное (спанбонд), аэро- динамическое, иглопробивной суровый «Геотекс», «Сибур- геотекстиль»	400,2	3,16
7	ПП – 100 %, формирование холста фильерное (спанбонд), аэро- динамическое, иглопробивной термостабилизированный калан- дированием, «Канвалон», ОАО «Ортон»	548,9	2,55
8	То же	550,4	3,17
9	ПП – 100 %, формирование холста фильерное (спанбонд), аэро- динамическое, иглопробивной суровый «Геотекс», «Сибур- геотекстиль»	441,4	5,32
10	То же	467,7	4,12
11	ПЭ – 100%, штапельное с БКВ, иглопробивной, каландрирован- ный	345,9	1,82
12	То же	481,5	2,32
13	Штапельное, ПЭ (20 %) + ПП (80 %), иглопробивное, каландри- рованное с одной стороны, «Геоком Д», «Комитекс»	393,1	6,04
14	ПП – 100 %, формирование холста фильерное (спанбонд), аэро- динамическое, иглопробивной термостабилизированный калан- дированием, «Канвалон» ОАО «Ортон»	641,0	2,23
15	Штапельное, ПЭ (20 %) + ПП (80 %), суровое, иглопробивное, «Геоком Д», «Комитекс»	780,1	6,72
16	Штапельное, ПЭ (20 %) + ПП (80 %), механическое, иглопро- бивное, «Геоком Д», «Комитекс»	591,2	5,17
17	ПП – 100 %, формирование холста фильерное (спанбонд), аэро- динамическое, иглопробивной суровый «Геотекс» М 400, «Си- бур-геотекстиль»	410,7	3,57
18	Штапельное, ПЭ (20 %) + ПП (80 %), механическое, иглопро- бивное, «Геоком Д», «Комитекс»	868,2	6,77
19	ПП – 100 %, формирование холста фильерное (спанбонд), аэро- динамическое, иглопробивной, «Геотекс», «Сибур-геотекстиль»	518,8	3,74
20	То же	559,3	3,72
21	То же	455,8	3,64
22	То же	631,9	4,09
23	То же	372,9	3,33
24	То же	369,4	3,31
25	То же	612,4	3,89

Экспериментальные исследования образцов нетканых материалов, указанных в табл. 1, проводились в испытательной лаборатории ОАО «НИИ нетканых материалов» в соответствии с ГОСТ [1...3] и методиками, принятыми в ОАО «НИИМ». Результаты испытаний образцов рассматриваемых нетканых полотен приведены в табл. 2.

Проведенные испытания позволили определить основные физико-механические характеристики нетканой основы. Согласно ГОСТ 15902.2–2003 соотношение удлинения в продольном и поперечном направлениях (изотропность по деформациям) не должно быть больше 1,5. Особенно следует отметить практически равные значения коэффициента изотропности по



прочности и деформации исследуемых образцов, что позволяет предположить наличие изотропных свойств у композиционно-

го материала, создаваемого на основе нетканых полотен.

Т а б л и ц а 2

Номер образца	Разрывная нагрузка полоски 50×100 мм, Н		Относительное разрывное удлинение, %		Коэффициент изотропности по:	
	по длине	по ширине	по длине	по ширине	прочности	деформации
1	1190	1060	38	30	1,12	1,26
2	1150	1080	12	9	1,06	1,03
3	965	760	20	4	1,27	1,15
4	890	850	18	7	1,05	1,1
5	1345	1200	20	11	1,12	1,08
6	1184	1057	66	64	1,12	1,01
7	1280	1210	21	7	1,06	1,13
8	1110	1050	18	7	1,06	1,1
9	716	577	64	60	1,24	1,03
10	1115	1052	2	3	1,06	0,99
11	681	740	23	14	0,92	1,08
12	984	1060	15	2	0,93	1,12
13	168	175	21	40	0,96	0,86
14	1495	1330	2	13	1,12	0,91
15	1420	1315	9	5	1,08	1,04
16	1360	1150	20	12	1,18	1,08
17	1120	1057	72	70	1,06	1,01
18	1538	1470	16	5	1,04	1,1
19	1257	1220	92	74	1,03	1,1
20	1490	1330	51	81	1,12	0,83
21	1180	1002	70	85	1,18	0,92
22	1521	1323	64	72	1,15	0,95
23	1116	885	64	74	1,26	0,95
24	968	849	64	66	1,14	0,98
25	1534	1278	51	75	1,2	0,86

Для основы композитов из синтетических волокон и моноплетей наиболее эффективно использовать в качестве связующего эпоксидные, полиэфирные и меламиноформальдегидные смолы, что позволяет производить изделия, устойчивые к вибрационным и ударным воздействиям, водостойкие и сохраняющие герметичность в условиях сложного нагружения.

При изготовлении образцов композиционных материалов на основе нетканых полотен применялось связующее, состав и пропорции которого приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Компоненты связующего	Количество компонентов, %
Смола POLYLITE 516-M855	95
Катализатор № 11	2
Акселератор марки 9802	3

POLYLITE 516-M855 (PD 3299) является гибридной полиэфирной смолой на изофталеиновой основе, модифицированной дициклопентадиеном (DCPD), предназначенной для изготовления композиционных материалов, средней реакционной способности и низким содержанием летучих соединений [4].

Для пропитки волокнистой основы (пластин), имеющих размеры 200 × 50 мм, из алюминия была изготовлена специальная форма, состоящая из основания, трех специальных вставок, имеющих высоту 2, 3 и 3,5 мм, и крышки, скрепляемых между собой двенадцатью винтами. В зависимости от толщины образцов подбирались вставка соответствующей высоты. Каждая вставка имела три ячейки, длина и ширина которых составляли 250 × 50 мм.

Изготовление образцов композиционных материалов в виде пластин осуществлялось в следующей последовательности. Первоначально форма обрабатывалась с двух сторон жидким воском марки Liquid Wax W-50 TF. После высыхания воска основание прокладывалось изнутри полиэтиленовой пленкой. Затем в имеющиеся отверстия вставлялись двенадцать винтов, и размещалась соответствующая вставка. В ячейки укладывались образцы нетканого полотна, на которые при помощи кисти наносилось заранее приготовленное связующее, имеющее температуру 19...23°C.

С целью полного удаления воздуха из внутреннего пространства основы пропитанный образец прокатывался валиком. По завершении процесса пропитки сверху одевалась крышка и плотно прижималась при помощи барашков. Спустя 3...5 часов, пластины извлекались из формы, удалялась пленка и проводилась финишная механическая обработка поверхности полученных композитов. Характеристики образцов композиционных материалов, предназначенных для определения влагоемкости и прочности на разрыв и изгиб, даны в табл. 4.

Таблица 4

№	Толщина, мм	Масса, г	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Объемная плотность, кг/м <sup>3</sup>
1	2,07	24,2644	2385,9	1154,5
2	2,33	25,8909	2562,3	1098,1
3	2,20	23,8106	2376,9	1080,4
4	2,13	23,5238	2317,7	1086,4
5	2,17	22,7185	2260,2	1043,2
6	2,27	25,3225	2493,8	1100,2
7	2,30	26,5984	2626,6	1141,9
8	2,20	25,3006	2505,6	1138,9
9	3,87	43,5481	4311,6	1115,1
10	3,23	35,7512	3552,7	1098,8
11	2,23	24,6425	2464,3	1103,4
12	3,07	35,0597	3520,1	1147,8
13	6,53	61,7165	6112,7	935,6
14	2,17	23,6172	2310,6	1066,4
15	5,97	68,1834	6760,6	1133,1
16	3,93	46,4201	4588,3	1166,5
17	3,10	34,8171	3388,7	1093,1
18	6,00	69,6358	6873,4	1145,6
19	3,13	35,2513	3484,9	1112,2
20	3,10	34,803	3433,8	1107,7
21	3,10	34,2582	3366,9	1086,1
22	3,83	42,5766	4236,2	1105,1
23	3,03	33,8235	3349,5	1104,2
24	3,03	34,8177	3460,9	1140,9
25	3,10	35,3976	3457,8	1115,4

С целью сопоставления прочностных свойств полученных композитов на нетканой основе и полимеризованного связую-

щего были изготовлены аналогичные образцы матрицы, характеристики которых приведены в табл. 5.

Таблица 5

Номер образца	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Масса, г	Объемная плотность, кг/м <sup>3</sup>
1С	200	50	2	23,32994	1166,5
2С	200	50	3	35,2293	1174,3
3С	200	50	3,5	41,77353	1193,5

Изготовленные образцы композитов на нетканой основе подвергались испытаниям

на растяжение, сжатие и водопоглощение в соответствии с ГОСТ [5...7] и методика-

ми, принятыми для композиционных материалов. Оценка полученных композитов на растяжение проводилась с использованием тех же методик, приборов и оборудования, что при экспериментальных исследованиях образцов нетканых полотен.

Результаты экспериментальных исследований по определению влагоемкости и

прочности на разрыв и по определению прочностных характеристик и водопоглощения образцов композиционных материалов и полимерной матрицы, изготовленных в виде пластин, даны в табл. 6, 7 соответственно.

Таблица 6

№ образца	Разрывная нагрузка образца, Н	Относительное удлинение, %	Предел прочности, МПа	Водопоглощение в течение 24 ч, %
1	2300	8	20,68	0,40
2	2280	8	19,19	0,42
3	2010	7	17,66	0,67
4	1800	9	16,5	0,85
5	2540	11	22,92	0,92
6	2450	5	21,17	0,80
7	2520	7	21,48	0,19
8	2180	6	19,43	0,55
9	1600	8	8,074	0,39
10	2250	10	13,68	0,11
11	2450	7	21,41	0,28
12	3200	6	20,38	0,80
13	2200	5	6,598	0,31
14	2830	6	25,31	0,21
15	5350	7	17,58	0,50
16	4820	6	24,11	0,21
17	2350	8	14,87	0,20
18	5900	9	19,31	0,40
19	2630	6	16,65	0,20
20	2820	6	17,86	0,26
21	2410	7	15,25	0,26
22	2900	11	14,88	0,21
23	2200	5	14,26	0,26
24	2150	5	13,8	0,23
25	2950	7	18,69	0,14

Таблица 7

Номер образца	Разрывная нагрузка образца, Н	Относительное удлинение, %	Предел прочности на разрыв, Н/см <sup>2</sup>	Пределная нагрузка на изгиб, Н	Значение прогиба, мм	Напряжение при изгибе, кПа	Водопоглощение в течение 24 ч, %
1С	1135	100,4	1135	35,193	2	351,938	0,24
2С	1690	100,4	1126,667	52,403	2	349,354	0,29
3С	2005	100,5	1145,714	62,170	3	355,260	0,28

Анализируя результаты испытаний, прежде всего необходимо отметить значительное превышение прочностных характеристик композиционных материалов на нетканой основе (как на разрыв, так и на изгиб) по отношению к аналогичным показателям полимерной матрицы (табл. 7), что позволяет судить о перспективности применения нетканых полотен для использо-

вания при изготовлении композитов технического назначения.

В целом результаты испытаний изготовленных образцов показывают, что нетканое полотно значительно улучшает вязко-упругие свойства композитов, причем с увеличением плотности основы возрастают прочностные характеристики композиционных материалов.

## ВЫВОДЫ

1. Применение нетканой основы из синтетических волокон позволяет значительно увеличить физико-механические характеристики композиционных материалов по отношению к аналогичным показателям полимерной матрицы по значениям: по прочности на разрыв – на 140...520%, по прочности на изгиб – на 120...860%.

2. Водопоглощение исследуемых образцов композитов крайне незначительное (менее 1 %), что позволяет использовать изделия из композиционных материалов на нетканой основе во влагонасыщенных средах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 11358–78. Толщиномеры индикаторные с ценой деления 0.01 и 0.1мм. Типы, основные параметры и размеры. Технические требования.

2. ГОСТ Р 53226–2008. Полотна текстильные нетканые. Методы определения прочности.

3. ГОСТ 20489–85. Бумага и картон. Методы определения герметичности.

4. <http://ruspol.spb.ru/516m855.htm>. POLYLITE 516-M855

5. ГОСТ 25.601–80. Методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (композитов). Метод испытания плоских образцов на растяжение при нормальной, повышенной и пониженной температурах.

6. ГОСТ 25.604–82. Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (композитов). Метод испытания на изгиб при нормальной, повышенной и пониженной температурах.

7. ГОСТ 25.602–80. Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (композитов). Метод испытания на сжатие при нормальной, повышенной и пониженной температурах.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 17.12.12.

УДК: 677.025

## ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ТРИКОТАЖА СО СБРОШЕННЫМИ ПЕТЛЯМИ

### SHAPING OF JERSEY WITH DUMPED LOOPS

Т.В. ФИЛИЧЕВА, В.А. ЗАВАРУЕВ, В.Н. ВИКТОРОВ, В.В. БОРОВКОВ  
T.V. FILICHEVA, V.A. ZAVARUEV, V.N. VIKTOROV, V.V. BOROVKOV

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

*В статье предлагается способ формообразования на базе трикотажного переплетения со сброшенными петлями.*

*Установлено, что длина сплошных петельных столбиков больше длины петельных столбиков, содержащих сброшенные петли, что вызывает перекос петельных столбиков и петельных рядов в раппорте узора и сокращает площадь трикотажа. В результате из полных петельных столбиков формируются участки объемной формы изделия.*

*Отражено влияние количества нераспускающихся отверстий на изменение площади трикотажа.*

*The article presents the way of shaping based on jersey interweaving with dumped loops. It is established, that length of continuous loopy columns is more than length of the loops columns containing dumped loops, that causes distortion of loopy columns and loopy rows in a rapport and reduces jersey area. As a result the sites of the product volumetric form are shaped of full loopy columns. The influence of non-laddering holes quantity on the change of jersey area has been determined.*

**Ключевые слова:** формообразование, сброшенные петли, петельный шаг, высота петельного ряда, вытачка, распускаемость, перекос петельных рядов и столбиков.

**Keywords:** shaping, dumped loops, loopy step, height of a loopy row, tuck, dismissing, distortion of loopy columns and loopy row.

В трикотажной технологии для вязания изделий с участками объемной формы используют изменение вида переплетения, плотности трикотажа, линейной плотно-

сти, перенос, сбавки, прибавки петель и вязание неполных петельных рядов [1].

Мы предлагаем способ формообразования участков изделия с использованием

прерывистых петельных столбиков в результате сброса петель, например, для получения боковой вытачки, участка талии и др. На участке зауживания (сокращения площади) трикотажа петельные столбики прерываются сброшенными петлями без выключения игл из работы. Анализ строения структуры сброшенных и заработанных петель показывает, что нижний край нераспускающихся отверстий образован сброшенными закрученными петлями, а верхний край выполнен набросками и протяжками, которые изменяют площадь трикотажа [2].

Ряды заботки вместе со сброшенными петлями уменьшают общую длину прерывистых петельных столбиков, вызывают перекося петельных столбиков и рядов. В результате из соседних полных петельных столбиков формируются участки объемной формы изделия (рис.1 – фото внешнего вида трикотажного полотна с участком объемной формы).

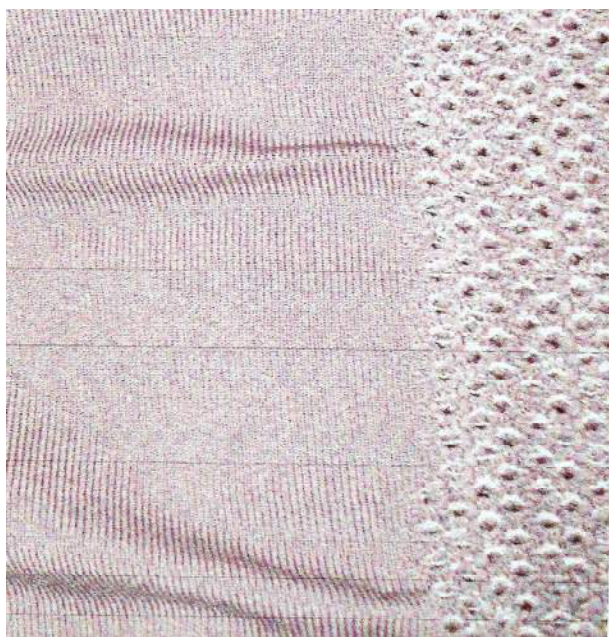


Рис. 1

На рис. 2 представлена схема петельной структуры на базе переплетения кулирная гладь из эластичных нитей с групповыми сбросами петель  $P_{сб}$ , с набросками  $H$  и протяжками  $Pr$ , расположенными в прерывистых петельных столбиках раппорта узора;  $b$  и  $h$  – соответственно ширина и высота раппорта узора, выраженные

числом петельных столбиков и петельных рядов. Общее число сброшенных петель  $J$ , образующих  $P$  отверстия, не должно превышать 50% от числа петель в раппорте узора, так как в противном случае образуется сетчатая структура полотна, имеющая низкую формоустойчивость.

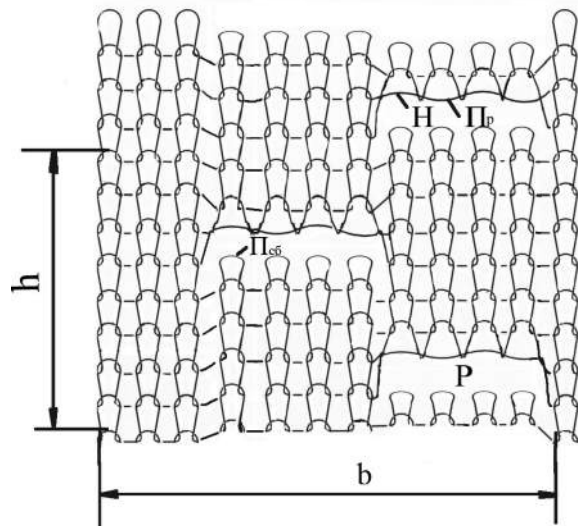


Рис. 2

Площадь участка, который вызывает перекося петельных столбиков и петельных рядов, зависит от формы и размеров раппорта узора, характеризующегося расположением и количеством сброшенных петель. Геометрический анализ выявил, что площадь раппорта узора уменьшается при расположении отверстий в шахматном порядке. Исследования показали, что петли, расположенные вокруг отверстий, под действием упругих сил нитей занимают участки, освобожденные от петель, и сокращают свои размеры вследствие перетягивания нити. Установлено, что свободные остова сброшенных петель наклоняются и имеют высоту, равную:

$$V_{сб} \approx 0,75 V,$$

где  $V_{сб}$  – высота петельного ряда сброшенных петель, мм;  $V$  – высота петельного ряда базового переплетения, мм.

Высота набросков  $V_n$ , мм, в рядах заботки равна:

$$V_n \leq 0,5 V.$$

Длину петельного столбика со сброшенными петлями  $L_{сб}$ , мм, предлагаем рассчитывать по формуле:

$$L_{сб} = B h - P (B_{сб} + B_n),$$

где  $P$  – количество отверстий в раппорте узора.

Общее сокращение (укорачивание  $Y$ ) длины петельного столбика для формообразования объемного участка изделия будет:

$$Y = [B h - P (B_{сб} + B_n)] n_{Rh},$$

где  $n_{Rh}$  – число раппортов узора по высоте на участке формообразования.

Уменьшение площади трикотажа со сброшенными петлями  $S_{сб}$ ,  $см^2$ , можно определить по формуле:

$$S_{сб} = Y Ш \cdot 10^{-2},$$

где  $Ш$  – ширина петельного ряда на участке сброшенных петель, мм.

$$Ш = A_{cp} b n_{Rb},$$

где  $A_{cp}$  – среднее значение петельного шага в раппорте узора трикотажа со сброшенными петлями, мм;  $n_{Rb}$  – число раппортов по ширине на участке сужения.

$$A_{cp} = [J A_{сб} + (b - J) A] / b,$$

где  $J$  – количество сброшенных петель в раппорте узора;  $A_{сб}$  – петельный шаг сброшенных петель, который уменьшается, примерно на 10% из-за перетяжки нитей, мм;  $A$  – петельный шаг базового переплетения, мм.

На рис. 3 показан график изменения площади трикотажа, в %, базового переплетения в зависимости от числа сброшенных петель в раппорте узора, выраженного в процентах от общего числа петель в раппорте. Из графика следует, что максимальное сокращение площади трикотажа со сброшенными петлями, при 30%-ном содержании сброшенных петель

в раппорте узора, может составлять около 50% от базового переплетения.

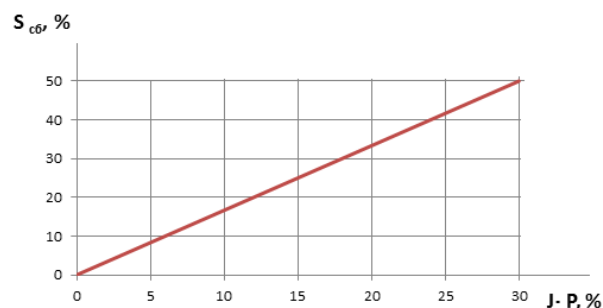


Рис. 3

Для эстетического оформления участка объемной формы трикотажного изделия рекомендуем располагать раппорты узора (отверстия от сброшенных петель) по определенному контуру, например, по конфигурации цельновязаной вытачки (рис. 4 – фото внешнего вида цельновязаной вытачки).

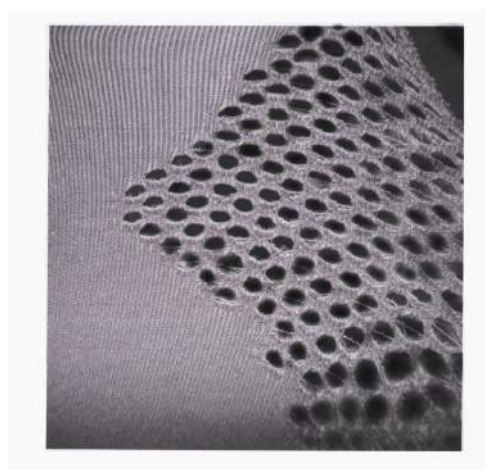


Рис. 4

## ВЫВОДЫ

1. Разработан способ формообразования объемных участков трикотажных изделий путем вязания прерывистых петельных столбиков.

2. Основным условием формирования объемной формы трикотажных изделий является перекося между петельными столбиками и рядами из-за разнотолщины петельных столбиков.

3. Установлена зависимость сокращения площади трикотажа от количества и размеров отверстий, образуемых путем сброса петель.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Шалов И.И., Далидович А.С., Кудрявин Л.А. Технология трикотажа. – М.: Легпромбытиздат, 1986. С. 99...108.

2. Викторов В.Н., Борисова С.Н., Николаева В.С., Католик А.А., Филичева Т.В. Кулирный одинарный трикотаж со сброшенными петлями // Технология текстильной промышленности. – 2008, №6.

3. Викторов В.Н., Борисова С.Н., Бекер А.И., Кондрашина М.А. Патент на изобретение №2403329 "Кулирный одинарный трикотаж платированного переплетения", 10 ноября 2010г.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 24.12.12.

---



УДК 741.021.2:677.027.511

**ТЕКСТИЛЬ ВЕЛИКОБРИТАНИИ 50-х ГОДОВ XX ВЕКА**

**PRINTED TEXTILE OF GREAT BRITAIN IN THE 1950s**

*А.В.ЩЕРБАКОВА, Е.В.МОРОЗОВА*  
*A.V. SHCHERBAKOVA, E.V. MOROZOVA*

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

*В статье рассматриваются особенности влияния общественной жизни, научно-технического прогресса и современного изобразительного искусства на текстиль 50-х годов XX века, а также разработана классификация основных групп орнаментальных рисунков.*

*The article considers the features of influence of society, science and contemporary design on the textiles of 1950s, and classification of the basic groups of ornamental patterns has been developed herein as well.*

**Ключевые слова:** текстильный дизайн, послевоенное искусство, абстрактный экспрессионизм, современный стиль, классификация рисунков.

**Keywords:** textile design, post-war art, abstract expressionism, contemporary style, classification of ornamental patterns.

В послевоенном печатном текстиле нет места ни изобилию, ни ностальгии, ни помпезности. Прагматичные годы второй мировой войны открыли путь аналитическому подходу к дизайну. В этот период доминирует стиль, который сегодня называют "современным" ("contemporary" style). Возникшая в изобразительном искусстве тенденция к абстракции стала стимулом для многих европейских и американских дизайнеров. Этот новый взгляд нашел воплощение в ярких, "кислотных" цветах и абстрактных формах. Послевоенное жилищное строительство активизи-

ровало интерес дизайнеров к мебельным и декоративным тканям и обоям.

Дизайнеры в области печатного рисунка, готовые к экспериментам, стали использовать эклектичные мотивы, цвета и текстуры, диапазон источников которых очень широк. Это формы инженерного чуда – башни Скайлон (Skylon), удлиненные фигуры итальянского скульптора Альберто Джакометти (Alberto Giacometti), танцующие и кружащиеся формы – "мобили" американского скульптора Александра Колдера (Alexander Calder), строение растений. Дизайн этого периода характеризу-

ется увлечением формой, структурой, и динамикой. Мотивы, используемые в текстиле, испытывали влияние "ярких абстрактных форм и хрупких, "блуждающих" линий", которые можно наблюдать, например, в работах художников Пауля Клее (Paul Klee) и Жоана Миро (Joan Miró).

Покорение космоса вызвало появление изображений звезд с исходящими от них лучами и спутников, а также параболических кривых.

Вновь сформированный 1946 году Совет промышленного дизайна (Council of Industrial Design - CoID) Великобритании стимулировал появление новой эстетики дизайна, а также начало кампании по обучению британской общественности элементам грамотного дизайна. В частности, были созданы курсы высокого уровня для обучения изобразительному искусству и дизайну, например, курсы при Лондонской центральной школе изобразительного и прикладного искусства (London's Central School of Arts and Crafts), во главе с влиятельной фигурой – Дорой Батти (Dora Batty), и Королевский колледж искусства в Лондоне (London's Royal College of Art). В 1946 году открывается выставка "Великобритания может делать это" (Britain Can Make it), организованная Советом промышленного дизайна, а в 1951 году – Фестиваль Великобритании. Символом его становится башня Скайлон. Частично скульптура, частично здание, башня Скайлон была создана по проекту архитекторов Пауэлла (Powell) и Мойя (Moja).

Фестиваль открыл новые имена. Так, демонстрация на нем своих работ позволила британской художнице Люсьен Дэй (Lucienne Day) начать успешную карьеру одного из ведущих текстильных дизайнеров XX столетия. Ее принципиально новый дизайн Calyx (чашечка) был использован в павильоне журнала Homes & Gardens (Дома и Сады) и оказался чрезвычайно успешным. Эту ткань продавали в розницу в магазине "Ткани Хилл" (Heal Fabrics), филиале мебельного магазина "Хилл и сын" (Heal & Son).

Фестиваль Британии (The Festival of Britain) зрительно представил работы са-

мых талантливых дизайнеров страны. Воображение публики поражало новаторское сочетание необычных композиций и смелых цветовых контрастов. Образцы современного стиля получили международное признание, завоевав награды в Европе и в Америке. Столь же смелая, но менее успешная с коммерческой точки зрения, серия работ была создана на основе изображений кристаллических структур. Здесь проявилось стремление Совета промышленного дизайна, ориентируясь на последние научные открытия, организовать диалог между различными областями науки и искусства. Совет промышленного дизайна уделил особое внимание этому проекту. Так, в журнале Design, № 29-30 за 1951 приводится следующее высказывание: "Эти изображения кристаллических структур упорядочены в точной повторяющейся симметрии; кроме того, они очень красивы и исполнены разнообразия. Они, в сущности, современны, поскольку были созданы при помощи новейшей техники, и все же, как и любой удачный орнамент прошлых времен, они заимствованы у природы, – хотя это природа ультрамикроскопического масштаба, ранее не видимая". Новые мотивы стали очень популярны и появились в коллекциях плательных и драпировочных тканей, керамики, обоев, изделий из стекла.

Модернизация в дизайне печатного рисунка первоначально ограничивалась в основном декоративными тканями, обоями, художественным оформлением поверхностей, например, таких изделий, как пластиковые покрытия. Женское платье, силуэт которого в 50-х гг. XX в. придерживался женственного силуэта формы песочных часов, не подходило для экспериментов. Рисунки тканей для одежды обычно имели тенденцию к более традиционной интерпретации цветочных мотивов. В 1953 году парижский кутюрье Кристиан Диор выпустил костюм прет-а-порте (готовый к носке) с печатным рисунком tachist (от французского "краска", "пятно" или "клякса"), но в целом современный стиль в тканях для одежды не проник на массовый рынок, так как это произошло в

случае с тканями для интерьерного дизайна. Только в конце десятилетия, с появлением образа "подростка", печатный рисунок на одежде начал демонстрировать новизну и фантазию.

Основным художественным приемом в зарубежных тканях 50-х годов является линейная разработка мотива и фона. Даже в тканях с линейно-пятновыми рисунками линия играет ведущую роль в создании изображения. Эти ткани интересны тем, что имеют самые разнообразные варианты линий: сочетания толстых и тонких линий; разработка мотивов пластичными и рубленными линиями; использование в рисунках фактурных и гладких линий; разработка линейных мотивов с небольшими вкраплениями заливок и точек.

Рисунки того времени можно разделить на несколько групп, которые отражали тенденции развития общества науки и искусства.

*Беспредметные орнаменты* – в основе которых лежало наблюдение живой материи под микроскопом и микроскопические кристаллические структуры. Орнаменты с изображением молекулярной структуры внедрялись во все области дизайна – от керамики до обоев. Орнаменты, в основе которых лежали достижения в области современного искусства. В 50-х годах искусство на Западе отказывается от изобразительности. Развивается новое направление под обобщающим названием "mark making" (создание знаков) в свободных формах абстрактного экспрессионизма, в котором практиковались такие американские живописцы, как Джексон Поллок (Jackson Pollock) и Виллем де Кунинг (Willem Kooning). Увлечение абстракцией привело к появлению текстильных дизайнов, которые имитировали "след жеста" художников, разбрызгивающих, капающих или выплескивающих краску на холст. Процесс печати обеспечивал механическое воспроизведение спонтанных действий художника, причем случайные образцы и текстуры создавались путем плескания, похлопывания, выпускания краски тонкой струйкой на плоскую поверхность.

*Растительный орнамент* – в основе которого лежал структурный подход, как например, скелетные формы растений, которым воздавали должное такие дизайнеры, как Люсьен Дей (Lucienne Day). Реалистичные изображения в стиле Эдуарда VII были заменены более основательными растительными формами. Популярными мотивами становятся ветки, стебли, листья и цветоносы с семенами, формально аранжированные вдоль линий сетки, что свидетельствует о более упорядоченном, архитектурном подходе к компоновке узора. На смену хрупким, похожим на случайный набросок композициям, пришли крупные раппорты.

*Сюжетно-тематические рисунки* – в основе которых лежит своеобразная, "идиосинкратическая" тематика и эксцентричные образы – предзнаменование использования массовой культуры как формы искусства, позднее проявившегося в работах художников поп-арта 60-х годов XX века. Кроме того, после возобновления путешествий в послевоенной Европе популярными становятся изображения туристических достопримечательностей, этнических мотивов, а также иллюстраций из комиксов, и, как это ни странно, изображения пуделя (в молодежном ассортименте).

*Предметные рисунки.* Потребительской культуре Англии и Америки в 50-е годы придавало импульс возвращение женщин на арену домашнего хозяйства, общество призывало женщин покинуть рабочие места и направить свою энергию на заботу о доме. Домашний интерьер стал ее полем деятельности и как таковой требовал образа жизни, основанного на шопинге. Мотивы для домашнего текстиля часто изображали предметы домашнего обихода, такие как цветочные горшки, кухонная посуда, кувшины, вазы, книжные полки.

Таким образом, к концу 50-х годов в Великобритании складывается абсолютно новая эстетика, основанная на новом, современном языке дизайна. В живости колорита и своеобразных, "идиосинкратических" изображениях опосредованно отразились доминанты современной жизни:

научно-технический прогресс, современное изобразительное искусство, новая идеология потребления. Этому помогли технические достижения и инновации, но, прежде всего, кипучий творческий потенциал самих текстильных дизайнеров.

Для набивных рисунков 50-х годов XX в. характерна линейная разработка мотива и фона. Появляются интересные живописные приемы, представляющие со-

бой дословное перенесение на ткань рисунков с известных полотен художников 50-х годов или передачу техники и характерных мотивов того или иного художника.

Рекомендована кафедрой художественного оформления текстильных изделий. Поступила 21.01.13.

УДК 746

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РУССКИХ НАЦИОНАЛЬНЫХ МОТИВОВ В МИРОВОЙ МОДЕ

### APPLICATION OF RUSSIAN NATIONAL MOTIVES IN THE WORLD FASHION

*Т.В. КОЗЛОВА, Н.Г. МИЗОНОВА*  
*T.V. KOZLOVA, N.G. MIZONOVA*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,  
Ивановская государственная текстильная академия)  
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin";  
Ivanovo State Textile Academy)  
E-mail: office@msta.ac.ru

*Рассматриваются вопросы использования темы русского народного костюма художниками-модельерами XX века. Показано, что этот процесс в России начался в последней четверти XIX века и совпал с зарождением стиля модерн. Интерес известных кутюрье Франции к русской теме был спровоцирован выставками русского костюма и гастролями опер и балетов С. Дягилева. В течение XX века сценические костюмы дягилевских сезонов принимались в Париже за русский костюм, и многие известные кутюрье продолжали обращаться к теме русского костюма в контексте боярского и языческого костюма в соединении с костюмом сказочного Востока.*

*Сегодня западные художники используют русские мотивы в основном в формате "mix" в качестве экзотического элемента.*

*Application of the themes of a Russian folk costume by the dress-designers of the XX century is considered. It is shown that this process began in the last quarter of the XIX century and coincided with appearance of the modern style. The interest of well-known French dress-designers to the Russian theme was inspired by exhibitions of Russian costumes and guest performances of opera and ballet of S. Dyagilev. During the XX century the costumes of Dyagilev's seasons were interpreted in Paris as real Russian costumes, and many well-known dress-designers used the patterns of boyar and pagan costumes in combination with the costumes of eastern fairy tales as the Russian national ones. The nowadays dress-designers mostly use the Russian motives in the "mix" format as an exotic element.*

**Ключевые слова:** модерн, художник, русские традиции, коллекция, костюм.

**Keywords:** Modern, an artist, Russian traditions, a collection, a costume.

История русского искусства и костюма сложилась так, что обращение к использованию мотивов фольклора совпало с зарождением и развитием стиля модерн. Философия и принципы этого стиля стали катализатором для процесса возрождения интереса и использования народных традиций в искусстве и costume.

На модный русский костюм основное влияние оказывали два фактора: европейская мода и общественный интерес этого времени к национальным корням. В costume России эти две новые черты появились и развивались параллельно, соединяясь в едином арт-объекте. Портные осваивали крой модерна, умело вписывая туда элементы русского, в том числе народного костюма.

На русскую моду 80-х годов XIX столетия большое влияние оказало народное творчество. В 1881 году в Москве прошла художественно-промышленная выставка, на которой было представлено несколько моделей платьев с вышивками в народном духе – как русских, так и малороссийских. "Парижские моды" писали: Наш богатый народный орнамент давно обратил на себя

заслуженное внимание, как русской, так и заграничной публики, не говоря о художниках, которые обильно черпают из этого богатого источника, постоянно находя в нем новые темы для талантливейших художественных произведений [1].

В национальном духе шили платья для кормилиц. Они носили нарядные сарафаны, рубахи, бусы из фальшивого жемчуга и декоративные кокошники. Такие кокошники расшивались жемчугом и бисером и символизировали в дворянских семьях связь с русским народом [1].

В 1900-е годы интерес к русскому народному творчеству продолжает расти. В это время многие художники, меценаты, исследователи обратились к изучению и собиранию древнерусского искусства и кустарных промыслов. В высшем свете стало модным использовать отечественные кружево и вышивку в повседневном и нарядном costume. Платья шили по парижским образцам, но украшали русскими кружевами и вышивками. Благо, умелых вышивальщиц в монастырях и среди женщин низших сословий было достаточно.



Рис. 1



Образцы таких костюмов показаны на рис. 1, где слева: девушка в малороссийском костюме, вышитом крестиком, состоящем из юбки с фартуком и блузки с пышными рукавами (около 1889 г.); справа: молодая дама в русском, вышитом крестом, платье на корсете (около 1885 г.).

Неорусский стиль в России был возведен в ранг полуофициального искусства. Распространению данной формы арт нуво, несомненно, способствовала императрица Александра Федоровна. Уроженка Дармштадта, Алиса, принцесса Гессенская, была воспитана в художественных традициях своего города, ставшего впоследствии одним из крупнейших центров европейского модерна, прославленного своей "Художественной колонией" и регулярными художественными выставками. Императрице нравился югендштиль – немецкая разно-

видность модерна, и, естественно, она способствовала развитию аналогичных форм искусства в России.

Придворный бал в Зимнем дворце в 1903 году – один из ярчайших примеров признания двором неорусского стиля в соединении со стилем модерн. Костюмы для бала создавались по эскизам художника Сергея Соломко, с привлечением консультантов по народному костюму. Стоили они целые состояния. Шили их самые известные мастера того времени: Надежда Ламанова и любимый модельер императрицы Август Бризак. Меха, ткани, драгоценности – заказчики ни на чем не экономили. Эти костюмы были визитной карточкой их благосостояния. Образцы таких костюмов представлены на рис. 2 (Великая княжна Ксения Александровна на балу 1903 г. Костюм по эскизам С.С. Соломко).



Рис. 2

Русское влияние на моду XX века началось в 1900-х годах. До массового исхода эмигрантов из России в результате революции и гражданской войны Европа познакомилась с культурой великой страны благодаря Русским сезонам С.П. Дягилева и другим более ранним манифестациям русского искусства за границей, в частности, выставкам, организованным Марией Клавдиевной Тенишевой [1].

Знакомство Парижа с Дягилевым началось на осеннем салоне 1906 года, где он открыл выставку русского изобразительного искусства, охватывавшую период от В.Л. Боровиковского до М.А. Врубеля. На торжественном открытии специальный раздел был посвящен русским иконам. Франция восторженно переживала период дружбы с Россией. В 1909 году в Париже был показан "Борис Годунов" М.П. Му-

соргского. К этой постановке долго готовились, поскольку С. Дягилеву хотелось показать подлинную Русь конца XVI – начала XVII века, для чего он объездил "... всю крестьянскую Россию, собирая настоящие русские сарафаны, настоящий старинный русский жемчуг и старинные русские вышивки" [2].

Результат от просмотра костюмов и декораций по эскизам И.Я. Билибина, К.Ф. Юона и А.Н. Бенуа, выполненным в театре Эрмитаж Петербурга, был ошеломительным. Великолепие русских допетровских одежд потрясло парижан. Балетные сезоны Дягилева начались в 1909 году и продолжались до 1929 года. Лев Бакст и Александр Головин создали декорации и костюмы, все более активно влиявшие на вкусы парижан и моду. Перечень названий балетов: "Половецкие пляски" из оперы "Князь Игорь", "Жар-птица", "Петрушка", "Видение розы", "Нарцисс", "Синий бог", "Лебединое озеро", "Тамар" и "Послеобеденный отдых фавна" – говорит о том, что основными сюжетами были восточная экзотика и русские темы.

"Модный кодекс в период с 1909 по 1929 год пребывал в фантазмагорическом дурмане чар Дягилева и дягилевцев, диктовавших всему миру, во что следует одеваться, какие цвета носить, как сидеть, лежать, танцевать и веселиться, чем восхищаться, что слушать и читать, как и чем обставлять дома и квартиры.

Влияние русского искусства на европейскую культуру и моду 1900 – 1910-х годов следует разделять на два ведущих направления: влияние собственно русских славянских форм и красок и влияние тем и мотивов, не являющихся национально русскими по своему происхождению, но привнесенных художниками из России, как, например, восточные, античные и иберийские мотивы, ставшие популярными благодаря Русским сезонам Дягилева" [2].

После 1917 года в течение нескольких десятилетий тема русской культуры в стране была забыта. Герои Великой Октябрьской революции, оптимистических трагедий вытеснили персонажей модерна со сценических площадок и с литератур-

ных страниц. Содержание антологии "Художники театра", выпущенной в 1969 году издательством "Советский художник" к 50-летию советского искусства [3], наглядно демонстрирует, как мало работали в течение этого периода театральные художники с материалом, касающимся русской народной культуры. Среди 357 иллюстраций всего две работы безусловно можно отнести к этой теме: эскизы декорации и костюмов Б.М. Кустодиева 1925 года к инсценировке "Блохи" по Н. Лескову и эскизы костюмов и занавеса к комедии А. Сухово-Кобылина "Свадьба Кречинского" Н.П. Акимова 1966 года.

Даты постановки обеих спектаклей говорят сами за себя. В первом случае обращение к народной теме происходит в контексте искусства 20-х годов, когда к ней почти по инерции еще обращались многие известные режиссеры и художники. Во втором случае обращение к знаковой для русской культуры пьесе приходится на вторую половину 60-х годов, когда демократизация всех сторон общественной жизни способствовала новому обращению к русской классике и традициям народного искусства.

Видимо, долгое время отсутствия интереса к этим темам стало причиной того факта, что множество авторов следующих поколений художников, работая над сценографией классических русских опер, почти буквально повторяли костюмы и архитектурную среду, созданную их предшественниками в начале века.

Примером этого могут служить эскизы костюмов В. Ф. Рындина к опере Римского-Корсакова "Снегурочка" (рис. 3) [4], в которых очевидна стилевая связь с мастерами начала XX века. Трактовки художников модерна стали классикой для следующих поколений.

Среди французских кутюрье "... одним из первых поддался чарам "Русских сезонов" законодатель парижской моды 10-х годов Поль Пуаре" [2]. Дом "Уорт", в котором он начал работать в 1901 году, одевал дам, представлявших самых блистательных аристократок Европы, включая русскую императрицу Александру Федоровну.



Рис. 3



Рис. 4

Очевидным влияние русского костюма на творчество этого художника стало после его поездок в Москву в 1912 и в 1914 годах, после которых им были созданы коллекции "Казань" (рис. 4 – эскизы костюма Поля Пуаре "Казань", зимнее манто в стиле русской шубки) и "Московит".

После мировой войны "железный занавес" практически прекратил международные связи, контакты и взаимовлияние рус-

ской и европейской культур. Новая волна взаимного интереса пришла только в конце 1960-х годов. В этот период русской темой увлекается другой великий кутюрье – Ив сен-Лоран. В 1976 году он создал коллекцию, которую по ассоциации с "Русскими сезонами" иногда называют "Русский балет". По мнению президента Фонда – музея Ива Сен-Лорана, П. Берже, эта коллекция создавалась "...под впечатлением от Древней Руси и сказочных бояр, диких монголов, жарких варварских мехов. Он вообразил династии царей с их неистовством, высокомерием, благородством, во всем их величии. Его всегда вдохновляло русское искусство, в том числе иконы, живопись, балет и опера. Он восхищался славянской, такой богатой многогранной культурой. Русская по духу коллекция была очень важна для творчества Сен-Лорана. Она при жизни возвеличила его, все это было так ново для моды" [1] (рис. 5 – Ив Сен-Лоран. Из коллекции "Русский балет" (1976 г.))

Такой метод использования мотивов русского национального искусства и костюма до сих пор используется многими европейскими кутюрье. Они выбирают для своих моделей самые знаковые с их точки зрения аналоги, утверждая некое клише, переходящее в модном костюме из десятилетия в десятилетие. Такому пониманию способствовали и отдельные выставки. Например, в 1977 году Жаклин Онасис ор-



ганизовала в Метрополитен - музее в Нью-Йорке выставку русского исторического костюма из собрания советских музеев,



Рис. 5

С этого времени ведущие дома моды – "Феро", "Диор", "Карден", "Кензо", "Соня Рикель" время от времени на протяжении 70-х годов использовали в своих работах темы павловских платков, боярских шапок, шуб для русской зимы и т.д.

В 1974 году чехословацкий иллюстрированный журнал "Kvety" опубликовал статью о моде за 100 лет, и среди великих ее создателей назвал Чарлза Ворта, Поля Пуаре, Коко Шанель, Кристиана Диора и Славу Зайцева, что было примером интереса и признания русской моды [1].

Новый пик интереса к русским мотивам начался в конце XX века. Многие европейские модельеры используют детали и декор русских костюмов. Их творческие методы отличаются от методов русских модельеров. Хотя следует признать факт подражания некоторыми российскими модельерами методам использования русской темы западными авторами.

Разница, прежде всего, состоит в том, что российские модельеры используют не

имевшую колоссальный успех. Отбор экспонатов выставки был традиционным – шик и богатство "загадочной" России.

только боярский и царский шик, но и традиционную народную одежду. Российские модельеры лучше информированы и глубже чувствуют национальные тонкости и благородство русского народного костюма. Они используют все возможности этого источника – от формы и кроя до деталей одежды и рукотворных отделок. Западные художники выбирают из всего многообразия мира русского костюма прежде всего тот "джентельменский" набор аналогов, которые стандартно презентуют русскую культуру и исторический костюм за рубежом: меха, расшитые золотом и жемчугом кокошники, шапки-ушанки попеременно с буденовками. Фольклор как таковой практически в работах этих авторов не используется. В отобранных для статьи примерах показано, что не зависимо от того, какую страну представляет автор, во всех коллекциях главным элементом русской темы стала меховая шапка-ушанка (рис. 6).



Жан Поль Готье. Франция.  
Платье в форме сарафана.  
(2005–2006 гг.)



Армано Шервинно  
Италия 2006



Пол Смит.



Кензо

Рис. 6

Эти примеры демонстрируют вторую особенность включений "Русских мотивов" в свои работы западных художников: они всегда адаптированы к существующей моде.

Таким образом, можно говорить о разном подходе российских и западных художников к использованию народных мотивов. В первом случае имеет место бережное отношение к аналогу, мода менее приоритетна. Здесь можно сослаться на работы В.М. Зайцева последних десятилетий. Во втором случае мотивы используются в качестве почти экзотического включения, полностью подчиненного модным брендам.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев А. // Русская мода. – М.: Слово/Slovo, 2004.
2. Луфарь С.М. Дягилев. – М.: Искусство, 1994. С.144.
3. 50 лет советского искусства. Художники театра. – М.: Советский художник, 1969.
4. Соколова Н.И. В.Ф. Рындин. – М.: Советский художник, 1971.

Рекомендована кафедрой текстильного дизайна ИГТА. Поступила 01.04.13.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОВЫШЕННОЙ ВИДИМОСТИ ДЕТСКОЙ ОДЕЖДЫ\*

### PROVIDING THE INCREASED VISIBILITY OF CHILDREN'S CLOTHES

*Е.П. ПОКРОВСКАЯ, О.В. МЕТЕЛЕВА, О.В. КОЗЛОВА*  
*E.P. POKROVSCAYA, O.V. METELEVA, O.V. KOZLOVA*

(Ивановская государственная текстильная академия,  
(Ивановский государственный химико-технологический университет)  
(Ivanovo State Textile Academy;  
(Ivanovskiy State Chemist-Technological University)  
E-mail: dep51@igta.ru

*Разработан способ нанесения и определены оптимальные концентрационные и технологические параметры процесса создания световозвращающей аппликации на полиэфирной ткани с водоотталкивающей отделкой с лицевой стороны и мембранным паропроницаемым покрытием с изнаночной стороны. Способ использован при изготовлении комплекта верхней одежды для школьника.*

*The way of drawing returning light on a polyester fabric has been developed and optimal concentration and technological parameters of this process with water-repellent furnish from a face sheet and membrane vapor permeability covering from a seamy side have been determined. This way is used when manufacturing the complete set of outer clothing for a schoolboy.*

**Ключевые слова:** световозвращение, аппликация, детская безопасность на дорогах, стеклосфера.

**Keywords:** light returning, application, children's safety on roads, a glass sphere.

Одной из наиболее острых проблем современного общества является проблема безопасности дорожного движения и, особенно, детской безопасности на дорогах. В соответствии с п. 4 Правил дорожного движения РФ в темное время суток или в условиях недостаточной видимости пешеходам рекомендуется иметь предметы со световозвращающими элементами и обеспечивать видимость этих предметов водителями транспортных средств. Следовать данной рекомендации – забота самих пешеходов, а также производителей одежды. Рост ребенка меньше, чем взрослого, следовательно, он еще менее заметен на доро-

ге. Поэтому ребенок должен быть оснащен сигнальными элементами не только на одежде, но и на рюкзаках, портфелях, велосипедах, скейтбордах. Однако большинство пешеходов этими рекомендациями пренебрегают.

Световозвращающие материалы для использования в детской одежде должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 51835–2001 [1]. Сигнальные элементы, выполненные из световозвращающего материала, должны располагаться на изделиях таким образом, чтобы они не были закрыты при движениях человека, способствовали зрительному восприятию, то есть

\* Работа выполнена в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» по теме: «Разработка научно-технологических основ процесса создания безопасного самоклеящегося пленочного материала для изготовления швейных изделий специального назначения», номер Государственного контракта: 14.513.11.0067.

должны быть расположены равномерно спереди, сзади, с боковых сторон изделий в вертикальном и горизонтальном направлениях. Рекомендуемая площадь световозвращающего материала в детской и подростковой одежде должна находиться в диапазоне от  $0,07 \text{ м}^2$  – для дошкольников и до  $0,1 \text{ м}^2$  – для подростков, а если в качестве такого элемента использован рисунок или аппликация, то его площадь должна быть увеличена.

При разработке комплекта одежды для школьника с наружной световой информацией учитывались особенности восприятия визуальных образов, прежде всего, самими детьми. Горизонтальные и вертикальные полосы воспринимаются ими как элемент спецодежды. Зигзагообразные элементы могут вызвать напряженность. Смайлики, изображения героев детских мультфильмов вызывают неоднозначную реакцию: некоторым детям они нравятся, другим – надоели, а третьи с ними не знакомы. Оптимальными, с точки зрения детей, оказались элементы, напоминающие круг или россыпи кругов. Простые, лаконичные очертания зрительно воспринимаются детьми спокойно, не вызывая раздражения. Поэтому сочетания кругов было выбрано в качестве композиционного решения световозвращающей аппликации. Выбранная форма по простоте и образности приближена к детскому рисунку, имеет уравновешенную композицию за счет оптимального масштаба и рационального орнаментального отношения мотива к фону основного материала.

В разработанной модели детского костюма аппликация размещалась следующим образом: на куртке – на кокетке полочки и спинки; на накладных карманах рукавов и полочек; на капюшоне; на брюках – по низу передних, задних половинок и боковых швов. Площадь единичного сигнального элемента (композиции) составляет  $28 \text{ см}^2$ , а общая площадь в изделии –  $950 \text{ см}^2$ . Световозвращающие аппликации были выполнены непосредственно на элементах кроя детского костюма методом прямой печати сначала алюминиевым текстильным пигментом и затем после сушки – по-

лимерного слоя со стекломикрошариками, затем сушки и фиксации в среде горячего воздуха при температуре  $130...150^\circ\text{C}$  в течение  $1,5...3,0$  минут. Кроме того, возможен вариант с использованием в разрабатываемых изделиях клеевого метода крепления световозвращающих элементов с помощью многофункциональной самоклеящейся пленки, которая одновременно способна герметизировать ниточные соединения [2...4]. Установлено [5], [6], что при использовании водных дисперсий акриловых сополимеров образуется прозрачная, эластичная пленка, создаются условия для равномерного закрепления стеклошариков на деталях швейного изделия и для получения устойчивых к эксплуатационным воздействиям световозвращающих элементов с мягким грифом. В качестве световозвращающего наполнителя полимерной матрицы были использованы стеклошарики фирмы Svaro, средний диаметр которых составляет от 40 до 60 мкм. Авторами установлены [4] оптимальные концентрации микрошариков в полимерной матрице. Показано, что удельные расходы стеклосферы на единицу площади материала должны обеспечивать  $80...90\%$ -ное покрытие поверхности ткани. На рис. 1 представлен вид под микроскопом световозвращающего материала с  $90\%$ -ным покрытием поверхности ткани стеклошариками. Требуемой степени погружения шариков в полимер достигали варьированием концентрации полимера, наносимого на ткань в виде загущенной водной дисперсии полимера, и температурно-временными параметрами термообработки.



Рис. 1

Экспериментально определены технологические параметры создания световозвращающей аппликации на полиэфирной ткани с водоотталкивающей отделкой с лицевой стороны и мембранным паропроницаемым покрытием с изнаночной стороны, используемой для изготовления комплекта для школьника.



Рис. 2

На рис. 2 представлена куртка разработанного костюма со световозвращающими элементами. В качестве контрольного образца для исследований использован импортный материал 3M™ Scotchlite™. Сравнение эффекта световозвращения экспериментального и импортного образцов осуществлялось с применением фотосъемки (табл. 1). Эффект световозвращения, целостность аппликации на всех участках комплекта для школьника (куртки и брюки) сохранились в течение пяти месяцев опытной носки.

Образцы материалов с аппликациями выдерживают не менее 10 циклов машинной и ручной стирки с применением синтетических моющих средств при температуре 40°C с предварительным замачиванием в течение 20 мин без использования для удаления загрязнений щетки. Установлена устойчивость разработанных аппликаций к деформациям истирания по плоскости – не менее 1500 циклов и на сгибах – не менее 1000 циклов. Эффект световозвращения сохраняется после действия низкой температуры -30 °C в течение 10 суток непрерывных испытаний.

Т а б л и ц а 1

Дневная съемка без вспышки		Ночная съемка со вспышкой	
Импортный образец	Экспериментальный образец	Импортный образец	Экспериментальный образец

Экспериментальные исследования видимости проектируемого изделия в темное время суток в свете включенных фар показали, что человек в костюме при освещении ближним светом фар заметен на расстоянии не менее 170 м, при освещении дальним светом фар – на расстоянии не менее 250 м, что свидетельствует о высоком качестве световозвращающего эффекта.

## В ы в о д ы

1. Определено расположение световозвращающих элементов в детском комплекте верхней одежды, обеспечивающих видимость ребенка в темное время суток водителями транспортных средств, разработана топография нанесения их на деталях изделий.

2. Разработан способ получения световозвращающей аппликации в условиях швейного производства, выбраны оптимальные условия, режимы и концентрации.

онные параметры технологии, оценена надежность в эксплуатации световозвращающей аппликации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 51835–2001. Световозвращающие элементы детской и подростковой одежды. Общие технические условия. – М.: Издательство стандартов, 2002.

2. *Покровская Е.П., Метелева О.В.* Разработка технологии герметизации швов в изделиях из водонепроницаемых материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, № 4. С. 62...65.

3. *Белова И.Ю., Бубнова Т.С., Веселов В.В.* Разработка технологии дифференцированного по свойствам ниточного соединения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 3. С. 72...76.

4. *Белова, И.Ю., Веселов В.В., Горберг Б.Л.* Разработка и исследование экранирующих свойств пакета материалов в изделиях специального назначения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 1. С. 96...100.

5. *Меленчук Е.В., Козлова О.В., Алешина А.А.* Использование дисперсий акриловых полимеров при печати тканей пигментами // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 1. С. 13...20.

6. *Козлова О.В., Меленчук Е.В.* Использование отечественных полимеров при создании световозвращающих текстильных материалов // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2013, № 2. С. 9...12.

Рекомендована кафедрой технологии швейных изделий ИГТА. Поступила 03.04.13.



УДК 677.057

**ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ОСТОВОВ ОТДЕЛОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**FORCED VIBRATIONS OF SKELETONS OF FINISHING EQUIPMENT**

*М.Э. ГРЕКОВ, Ю.Г. ФОМИН, И.И. КОМИССАРОВ, А.В. ДЕМИДОВ, В.Е. ПАРШУКОВ  
M.E. GREKOV, YU. G. FOMIN, I.I. KOMISSAROV, A.V. DEMIDOV, V.E. PARSHUKOV*

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

*В статье рассмотрен вопрос о вынужденных колебаниях отделочного оборудования.*

*The question on forced vibrations of finishing equipment has been considered in the article.*

**Ключевые слова:** динамические нагрузки, остов, колебания.

**Keywords:** dynamic loads, a skeleton, vibrations.

Исследование динамических нагрузок, передаваемых оборудованием на основание, необходимо для правильного проектирования промышленных зданий, виброизоляторов, а также в целях диагностики внутреннего состояния оборудования.

В работе [1] машина рассматривается как единая система, влияющая на качество выпускаемой продукции.

Из условия динамического равновесия подвижных масс составим дифференциальные уравнения движения рассматриваемой системы (рис. 1 – динамическая модель остова), которая представлена в виде массы, установленной на четырех упругих опорах с жесткостью  $C_{1,2}$ , и приложенной к центру масс силой  $F$  [2].

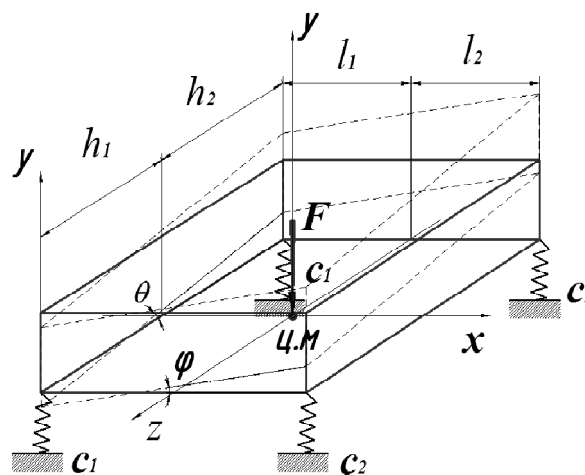


Рис. 1

Составляем систему уравнений:

$$\begin{cases} -m\ddot{y} + 2c(y + \ell_1\varphi) + 2c(y - \ell_2\varphi) = F_{ik}\sin\omega t, \\ -Y_z\ddot{\varphi} + 2c\ell_1(y + \ell_1\varphi) - 2c\ell_2(y - \ell_2\varphi) = 0, \\ -Y_{z1}\ddot{\theta} + 2ch_1(A + h_1\theta) - 2ch_2(y - h_2\theta) = 0, \end{cases} \quad (1)$$

где  $\omega$  – возмущающая частота.

$$\begin{aligned} \varphi_i &= B_i \sin\omega t \Rightarrow \ddot{\varphi} = -B\omega^2 \sin\omega t, \\ y_i &= A_i \sin\omega t \Rightarrow \ddot{y} = -A\omega^2 \sin\omega t, \\ \theta_i &= D_i \sin\omega t \Rightarrow \ddot{\theta} = -D\omega^2 \sin\omega t, \\ -mA\omega^2 \sin\omega t + 2c(A\sin\omega t + \ell_1 B\sin\omega t) + \\ &+ 2c(A\sin\omega t - \ell_2 B\sin\omega t) = F_{ik} \sin\omega t. \end{aligned} \quad (2)$$

$$-mA\omega^2 + 2c(A + \ell_1 B) + 2c(A - \ell_2 B) = F_{ik}, \quad (4)$$

$$-Y_z B\omega^2 \sin\omega t + 2c\ell_1(A\sin\omega t + \ell_1 B\sin\omega t) - 2c\ell_2(A\sin\omega t - \ell_2 B\sin\omega t) = 0, \quad (5)$$

$$-Y_z B\omega^2 + 2c\ell_1(A + \ell_1 B) - 2c\ell_2(A - \ell_2 B) = 0, \quad (6)$$

$$-Y_{z1} D\omega^2 \sin\omega t + 2ch_1(A\sin\omega t + h_1 D\sin\omega t) - 2ch_2(A\sin\omega t - h_2 D\sin\omega t) = 0, \quad (7)$$

$$-Y_{z1} D\omega^2 + 2ch_1(A + h_1 D) - 2ch_2(A - h_2 D) = 0. \quad (8)$$

Запишем первое, второе и третье уравнения:

Составляем определитель и решаем его:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 4c - m\omega^2 & 2c\ell_1 - 2c\ell_2 & 0 \\ 2c\ell_1 - 2c\ell_2 & 2c\ell_1 + 2c\ell_2 - Y_z\omega^2 & 0 \\ 2ch_1 - 2ch_2 & 0 & 2ch_1 + 2ch_2 - Y_{z1}\omega^2 \end{vmatrix} \quad (9)$$

$k$  – число гармоник,  $1 \dots n$ ,

$$(4c - m\omega^2)A + (2c\ell_1 - 2c\ell_2)B + 0D = F_{ik}, \quad (10)$$

$$(2c\ell_1 - 2c\ell_2)A + (2c\ell_1 + 2c\ell_2 - Y_z\omega^2)B + 0D = 0, \quad (11)$$

$$(2ch_1 - 2ch_2)A + 0B + (2ch_1 + 2ch_2 - Y_{z1}\omega^2)D = 0, \quad (12)$$

$$\Delta_A = \begin{vmatrix} F_{ik} & 2c\ell_1 - 2c\ell_2 & 0 \\ 0 & 2c\ell_1 + 2c\ell_2 - Y_z\omega^2 & 0 \\ 0 & 0 & 2ch_1 + 2ch_2 - Y_{z1}\omega^2 \end{vmatrix} \quad (13)$$

$$\Delta_B = \begin{vmatrix} 4c - m\omega^2 & F_{ik} & 0 \\ 2c\ell_1 - 2c\ell_2 & 0 & 0 \\ 2ch_1 - 2ch_2 & 0 & 2ch_1 + 2ch_2 - Y_{z1}\omega^2 \end{vmatrix}; \quad (14)$$

$$\Delta_D = \begin{vmatrix} 4c - m\omega^2 & 2c\ell_1 - 2c\ell_2 & F_{ik} \\ 2c\ell_1 - 2c\ell_2 & 2c\ell_1 + 2c\ell_2 - Y_z\omega^2 & 0 \\ 2ch_1 - 2ch_2 & 0 & 0 \end{vmatrix} \quad (15)$$

$$A = \frac{\Delta_A}{\Delta}, \quad B = \frac{\Delta_B}{\Delta}, \quad D = \frac{\Delta_D}{\Delta}.$$

Численный анализ данного определителя можно выполнить с помощью ЭВМ, получив амплитуды вынужденных колебаний.

Закон движения во времени нагрузок, как показывают теоретический анализ и результаты экспериментов, может быть

представлен в виде суммы нескольких гармоник. На основании полученных данных, используя метод суперпозиции, при  $y_k(x), y = \sum_{k=1}^m y_k(x)$  находим амплитуды колебаний, действующих на остов машины. При определении обобщенной суммы колебаний можно построить варианты их



амплитудно-частотной характеристики для остова машины [1].

## ВЫВОДЫ

Предлагается метод теоретического исследования вынужденных колебаний остовов машин отделочного оборудования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вибрация и шум в текстильной и легкой промышленности / Под ред. докт. техн. наук Я. И. Коритыцкого. – М.: Легкая индустрия, 1974.

2. Светлицкий В.А., Стасенко И.В. Сборник задач по теории колебаний: Учебное пособие для студентов вузов. – 2-е. изд., перераб. – М.: Высшая школа, 1979.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильного отделочного оборудования. Поступила 15.03.12.

УДК 621.81:62-752

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕМПФИРОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ В ПРИЕМНО-НАМОТОЧНОМ МЕХАНИЗМЕ

### EXPERIMENTAL RESEARCH OF VIBRATIONS DAMPING IN A REELING MECHANISM

*Н.Ю. ЛАБАЙ, С.В. ПАЛОЧКИН*  
*N.YU. LABAY, S.V. PALOCHKIN*

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

*Рассмотрены результаты экспериментальных исследований по определению количественных характеристик демпфирования колебаний в текстильных паковках, формируемых приемно-намоточным механизмом.*

*The results of experimental research of definition of vibrations damping characteristics in textile bobbins, formed by a reeling mechanism, have been considered.*

**Ключевые слова:** приемно-намоточный механизм, бобинодержатель, текстильная паковка, колебания, демпфирование, экспериментальное исследование, рассеяние энергии, коэффициент поглощения.

**Keywords:** a reeling mechanism, a textile bobbin, vibrations, damping, experimental research, energy dispersion, absorption factor.

Качественные показатели текстильной паковки, формируемой приемно-намоточным механизмом текстильной машины, во многом зависят от виброустойчивости его исполнительного органа – бобинодержате-

ля. Разработка конструктивных решений, связанных с повышением виброустойчивости бобинодержателя, как правило, базируется на результатах исследования его динамики. При построении динамической

модели объекта необходимо знать не только инерционные и упругие, но и диссипативные характеристики его элементов, а также учитывать влияние нарабатываемой текстильной паковки на общую динамику механизма.

Анализ конструкций приемно-намоточных механизмов и их бобинодержателей [1] показал, что рассеяние энергии колебаний в них происходит за счет конструктивного демпфирования в контактах деталей и внутреннего трения в их материалах [2], а также вследствие потерь энергии колебаний в формируемой текстильной паковке. Конструктивные решения по снижению вибраций бобинодержателей в настоящее время в основном сводятся к использованию демпфирующих подшипниковых опор его вала и демпфирующих прокладок и пружин в конструкции барабана. При этом диссипативные свойства текстильных паковок остаются до сих пор наименее изученными и практически не учитываются в балансе рассеяния энергии колебаний и имеющихся динамических моделях [1]. В связи с этим исследование и определение количественных характеристик демпфирования колебаний в текстильных паковках, формируемых приемно-намоточным механизмом, явля-

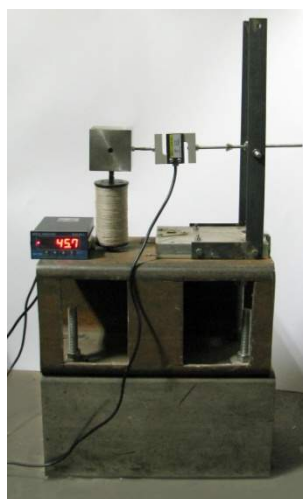
ется актуальным и обоснованным с точки зрения практической значимости поставленной проблемы.

Для проверки разработанной авторами математической модели конструкционного демпфирования колебаний в текстильной паковке с параллельной намоткой нити [3] и опытного определения значений коэффициентов поглощения в паковках пряжи различного состава и массы были проведены экспериментальные исследования.

При выполнении экспериментов были использованы специальный опытный стенд и методика проведения испытаний и обработки полученных данных, описанные в [4]. При этом конструкция стенда была подвергнута модификации, связанной с заменой шпинделя веретена, игравшего роль оправки и упругого элемента конструкции стенда, на новую консольную цилиндрическую оправку под патрон цилиндрической текстильной паковки с параллельной намоткой нити. Внешний вид стенда при проведении основных испытаний по методу затухающих колебаний представлен на рис. 1-а, при проведении экспериментов по методу статической петли гистерезиса – на рис. 1-б. Конструкция модифицированной части стенда представлена на рис. 2.



а)



б)

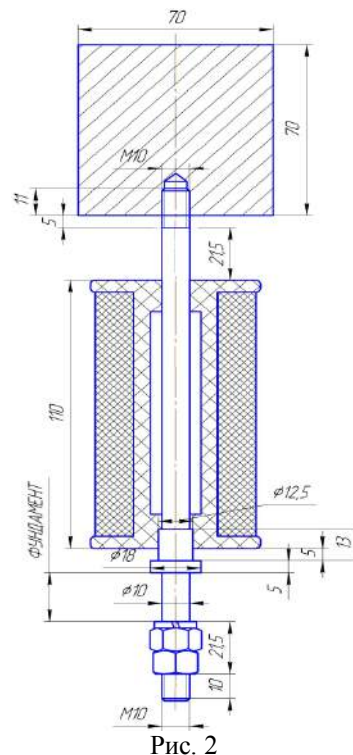


Рис. 2

Рис. 1

В качестве экспериментальных образцов, изготовленных в учебно-технологической лаборатории кафедры прядения Московского государственного текстильного университета им. А.Н. Косыгина на станке для перемотки нитей СПН-2-1, были использованы текстильные паковки цилиндрической формы с парал-

лельной намоткой нитей пряжи различного состава (табл. 1). Длина тела намотки всех образцов составляла 100 мм, при максимальном диаметре 55 мм. Масса образцов в зависимости от линейной плотности пряжи лежала в диапазоне от 0,06 до 0,14 кг.

Таблица 1

Материал пряжи	Натуральная пряжа			Синтетическая пряжа		Смесовая пряжа
	хлопок	шерсть	лен	лавсан	нитрон	шерсть + капрон
Линейная плотность, текс	50	60	53	20	42	70



Рис. 3

На рис. 3 показаны опытные образцы цилиндрических паковок пряжи различного состава с различной массой тела параллельной намотки нитей.

Полученные при статистической обработке опытных виброграмм свободных затухающих колебаний различных образцов паковок экспериментальные значения коэффициентов поглощения  $\psi$  даны в табл. 2.

Таблица 2

Состав пряжи	Масса текстильной паковки, г			
	35	70	105	140
	Значения коэффициентов поглощения $\psi$			
Хлопок	0,031	0,052	0,074	0,098
Шерсть	0,034	0,060	0,081	0,112
Лен	0,033	0,054	0,079	0,106
Лавсан	0,025	0,038	0,053	0,070
Нитрон	0,021	0,031	0,043	0,057
Шерсть+Капрон	0,029	0,043	0,059	0,086

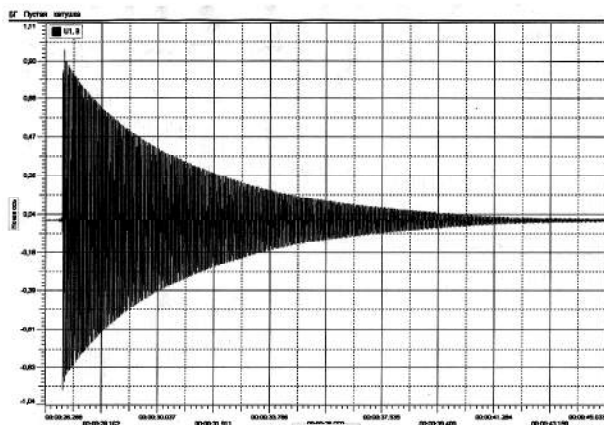


Рис. 4

Начальная амплитуда колебаний в экспериментах составляла  $A_{\max} = 2$  мм. Частота колебаний упругого элемента стэнда в ходе испытаний оставалась постоянной. Пример одной из типовых виброграмм для опытного образца паковки с шерстяной пряжей представлен на рис. 4.

Результаты испытаний по методу статической петли гистерезиса, выполненных в качестве проверочных, достаточно хорошо совпали с данными основного эксперимента, а также позволили определить жесткость колебательной системы стэнда  $s = 70$  Н/мм. Коэффициенты вариации

при расчете значений математического ожидания коэффициентов поглощения, представленных в табл. 2, и жесткости стенда не превышали 8...12 %

Сравнение полученных экспериментальных результатов (табл. 2) с расчетными данными разработанной ранее модели рассеяния энергии колебаний [3] показы-

$$W = \psi E_{\Pi} = \psi c A_{\max}^2 / 2 = 0,098 \cdot 70 \cdot 2^2 / 2 = 13,72 \text{ Н} \cdot \text{мм} , \quad (1)$$

где  $E_{\Pi}$  – наибольшее значение потенциальной энергии колебательной системы стенда [2]. При этом значение той же величины, полученное при компьютерном расчете теоретической модели демпфирования колебаний в паковке с аналогичными параметрами, составляет  $W=12,52 \text{ Н} \cdot \text{мм}$ , то есть расхождение не превышает 10%. Кроме того, согласно результатам как теоретических, так и экспериментальных исследований рассеяние энергии колебаний растет с увеличением массы текстильной паковки и зависит от состава пряжи. В паковках натуральной пряжи оно выше, чем в паковках синтетической и смесовой пряжи, что, очевидно, связано с большими

$$W = \psi c A_{\max}^2 / 2 = 0,106 \cdot 70 \cdot 2^2 / 2 = 14,84 \text{ Н} \cdot \text{мм} . \quad (2)$$

Аналогичный коэффициент для початка шерстяной пряжи массой 100 г по данным [4]  $\psi=0,163$  при жесткости колебательной системы стенда  $c=6,25 \text{ Н/мм}$  и начальной амплитуде колебаний  $A_{\max}=8 \text{ мм}$ . Следовательно, в этом случае:

$$W = \psi c A_{\max}^2 / 2 = 0,163 \cdot 6,25 \cdot 8^2 / 2 = 32,6 \text{ Н} \cdot \text{мм} . \quad (3)$$

Однако длина намотки в початке составляла 200 мм, что в 2 раза превышает длину намотки исследуемой цилиндрической паковки. Поэтому, считая в первом приближении без учета разности диаметров нити, шагов ее намотки и ряда других факторов, что значение  $W$  прямо пропорционально длине намотки [3], уменьшаем значение коэффициента поглощения, полученного согласно (3), до величины  $W=32,6/2=16,3 \text{ Н} \cdot \text{мм}$ . Тогда

вайт их достаточно хорошее совпадение. Например, рассеяние энергии колебаний  $W$  за цикл в паковке массой 140 г хлопчатобумажной пряжи можно вычислить на базе экспериментального значения  $\psi = 0,106$  как

значениями коэффициента трения между натуральными волокнами по сравнению с синтетическими волокнами.

Другое сравнение полученных экспериментальных результатов (табл. 2) с аналогичными данными для початков пряжи, формируемых веретеном крутильно-мотального механизма [4], также показывает, что они достаточно хорошо согласуются. Например, экспериментальное значение коэффициента поглощения в паковке шерстяной пряжи массой 105 г, полученное в представленном исследовании, составляет  $\psi = 0,106$ . Тогда в соответствии с (1) имеем:

разность сравниваемых величин опять не превышает 10%.

## ВЫВОДЫ

1. Для сформированных приемно-намоточным механизмом образцов текстильных паковок с параллельной намоткой пряжи различного состава определены экспериментальные коэффициенты поглощения  $\psi$ , значения которых лежат в диапазоне от 0,02 до 0,11.

2. Рассеяние энергии колебаний в паковках натуральной пряжи выше, чем в паковках синтетической и смесовой пряжи, и возрастает с увеличением массы тела намотки.

3. Достоверность полученных опытных данных подтверждена тем, что они количественно и качественно согласуются с

результатами аналогичных экспериментальных исследований, выполненных ранее для початков пряжи, формируемых веретеном крутильно-мотального механизма [4].

4. Результаты выполненных экспериментов достаточно хорошо совпадают с расчетными данными разработанной ранее модели рассеяния энергии колебаний [3], подтверждая ее адекватность.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Матюшев И.И., Климов В.А., Мазин Л.С. и др. Высокоскоростные приемно-намоточные механизмы для химических нитей. – М.: Легпромбытиздат, 1991.

2. Вибрации в технике: Справочник. В 6 т. – М.: Машиностроение, 1981. – Т. 6. Защита от вибраций и ударов / Под ред. К.В. Фролова, 1981.

3. Лабай Н.Ю., Рудовский П.Н., Палочкин С.В. Расчет рассеяния энергии колебаний в цилиндрической текстильной паковке с параллельной намоткой нити // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 4. С. 61...65.

4. Колягин А.Ю., Палочкин С.В. Экспериментальные исследования демпфирования колебаний в крутильно-мотальном механизме // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, № 2С. С. 91...95.

Рекомендована кафедрой прикладной механики. Поступила 17.12.12.

УДК 677.054.842.3

## МОДЕРНИЗИРОВАННАЯ РАПИРА ТКАЦКОГО СТАНКА АТПР-100

### THE MODERNIZED AWPR-100 (AUTOMATIC WEAVING PNEUMONIC RAPIER) LOOM RAPIER

А.Б. ИШМАТОВ, В.А. ТЯГУНОВ, И.В. СТАРИНЕЦ  
A.B. ISHMATOV, V.A. TYAGUNOV, I.V. STARINETS

(Костромской государственный технологический университет,  
Технологический университет Таджикистана)  
(Kostroma State Technological University;  
Technological University of Tajikistan)  
E-mail: textile@ksty.edy.ru; ishmat\_0405@mail.ru

*Представлено описание пневморрапиры ткацкого станка АТПР-100 и результаты ее производственных испытаний.*

*The description of AWPR-100 pneumatic rapier of a loom and the results of its production tests are presented.*

**Ключевые слова:** пневморрапира, магнит, бердо, основа, уток.

**Keywords:** a pneumatic rapier, a magnet, reed, warp, weft.

До недавнего времени при выработке хлопчатобумажной ткани миткаль арт. 32 на ткацких станках АТПР-100 на Душанбинском АОТТ "Таджиктекстиль" выпуск суровых тканей первым сортом не превышал 65...70% от общего объема. Установлено [1], что одной из основных причин

такого большого количества ткани низкой сортности является порок "недолет утка", образующийся при прокладке уточной нити.

На ткацких станках АТПР-100 прокладывание уточной нити осуществляется с помощью пневморрапир, во внутреннюю

полую часть которых за счет сжатого воздуха подается уточная нить. Во время встречи подающих и приемных рапир в середине зева происходит передача уточной нити от одной рапиры к другой [2]. К задней стенке корпусов пневморапир 1 и 1<sup>1</sup> (рис. 1 – схема пневморапир) в их перед-

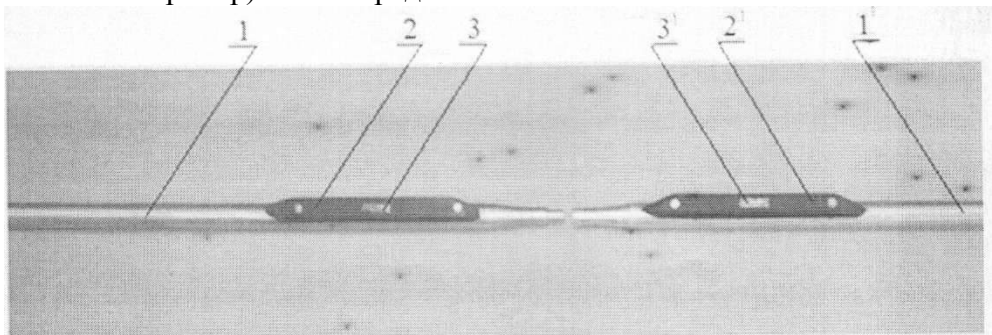


Рис. 1

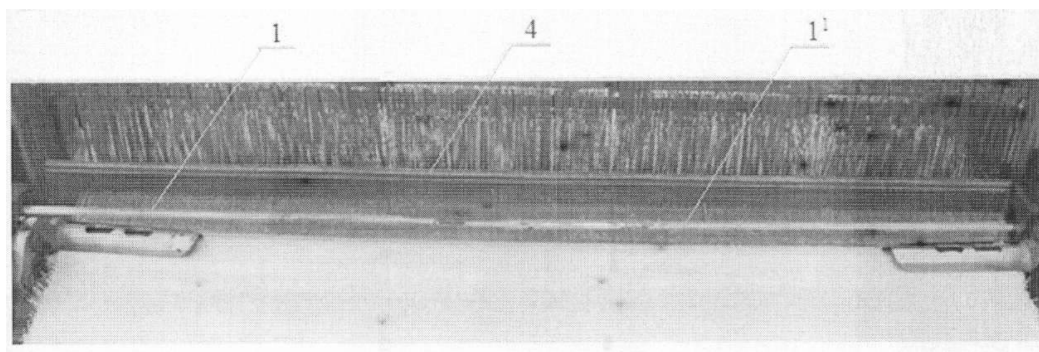


Рис. 2

В результате исследований условий формирования ткани миткаль арт.32 установлено, что при работе станка имеют место значительные поперечные колебания рапир во время их движения навстречу друг другу для передачи уточной нити с целью ее прокладки в зев и при отходе их от места встречи. Причиной этого явления служит неконтролируемое возвратно-поступательное движение рапиры с большой скоростью (300...400 раз в минуту) и ее большая длина. Так как рапиры при движении в зеве не имеют направляющих, то они работают по принципу консольных балок (рис. 2).

В связи с высокими скоростями работы ткацких станков на рапиры действуют большие знакопеременные изгибающие динамические нагрузки. Даже если считать идеальными условия движения рапир (с

ней части крепятся пластины 2 и 2<sup>1</sup> из стойкого к истиранию материала. За счет этих пластин левая и правая пневморапир, двигаясь через зев, прижимаются к берду 2 (рис. 2 – схема взаимодействия пневморапир с бердом).

чистым осевым нагружением), то и в этом случае их изгиб требует серьезного изучения. Известно, что изгибающая сила, действующая на рапиру, пропорциональна квадрату ее длины, и с увеличением заправочной ширины ткацкого станка (изменением его типоразмера) она увеличивается.

Таким образом, возникающие динамические нагрузки вызывают вибрацию рапир, поэтому к моменту их встречи с целью передачи уточной нити нарушается их соосность, и уточная нить не попадает в отверстие трубки приемной рапиры. В результате этого вторая половина уточной нити не долетает до кромки ткани, что вызывает порок ткани "недолет утка". Нарушение соосности рапир отрицательно сказывается на правильности, устойчивости и надежности передачи уточной нити от одной рапиры к другой.

С целью уменьшения вибрации рапир предлагается оснащение текстолитовой пластины 2 из стойкого к истиранию материала (рис. 1), крепящейся к задней стенке корпуса пневморэпиры, постоянными магнитными пластинами 3. Магнитные пластины 3 жестко крепятся в текстолитовой пластине заподлицо с ней. За счет магнитных пластин, закрепленных в текстолитовых пластинах рапиры, при движении рапир навстречу друг к другу они будут притягиваться к поверхности стального берда внутри зева, образованного основными нитями, и будут способствовать уменьшению вибрации (вертикальной и особенно горизонтальной).

Испытания модернизированных пневморэпир [3] проводились на Душанбинском АОТТ "Таджиктекстиль" при выработке ткани миткаль арт.32. Исследования показали, что благодаря силе притяжения пневморэпир к берду, за счет использования постоянных магнитов, вибрация их концов снизилась на 50...60%. Это позволило повысить надежность передачи уточ-

ной нити от одной рапиры к другой на 30...40%, снизить порок ткани "недолет утка" на 15...20% и увеличить выпуск ткани первым сортом на 7...10%. Условный годовой экономический эффект от внедрения модернизированных пневморэпир на Душанбинском АОТТ "Таджиктекстиль" составил 524,2 сомони или 118,7 у.е. на 1000 м суровой ткани.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Букаев П.Т.* Устройство и обслуживание пневморэпирных ткацких станков. – М.: Легпромбытиздат, 1987. С. 117...124.
2. *Ормирод А.* Современное приготавительное и ткацкое оборудование. – М.: Легпромбытиздат, 1987.
3. *Ишиматов А.Б., Гягунов В.А., Старинец И.В.* Рапира для ткацкого станка. Патент на полезную модель №119748.Россия, МГ1К D03.D47/00. Опул.27.08.2012, Бюл.№24.

Рекомендована кафедрой инженерной графики, теоретической и прикладной механики КГТУ. Поступила 03.04.13.



УДК 62-501.7:677.057:658.011.56

**СТАБИЛИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ ТКАНИ В ЖГУТЕ  
В ОБОРУДОВАНИИ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ**

**STABILIZATION OF FABRIC PROCESSING TIME IN A PLAIT  
IN CONTINUOUSLY WORKING EQUIPMENT**

*В.Ф. ГЛАЗУНОВ, В.Т. ФИЛИЧЕВ, П.В. ВИЛКОВ*  
*V.F. GLAZUNOV, V.T. FILICHEV, P.V. VILKOV*

(Ивановский государственный энергетический университет)  
(Ivanovo State Power University)  
E-mail: wpw@inbox.ru

*Показано построение и результаты моделирования системы стабилизации времени обработки ткани в жгуте, реализованной на принципе контроля уровня ее в аппарате непрерывного действия с помощью двух датчиков уровня, блока управления, а также корректирующей связи по разности линейных скоростей ткани на входе и выходе аппарата.*

*The article deals with construction and results of modeling the system of stabilization of fabric processing time in a plait, realized on the basis of its level control in a continuously working device by means of two level gauges, a management block and correcting connection in relation to a difference of fabric linear speed in an input and output of a device as well.*

**Ключевые слова:** ткань, стабилизация, время обработки, уровень.

**Keywords:** fabric, stabilization, processing time, a level.

В оборудовании непрерывного действия задача стабилизации времени обработки ткани в жгуте [1] обеспечивается при заданной скорости его движения стабилизацией уровня ее загрузки в аппарате, функциональная схема одного из вариантов которого представлена на рис.1.

Обрабатываемая ткань 1 подается в аппарат 2 тканеведущими валами 3 и выбирается из аппарата валами 4, имеющими приводные двигатели постоянного М1 и

М2, которые получают питание от преобразователей U1 и U2. Регулирование частоты вращения вала двигателя М1 задается блоком управления 5 в зависимости от уровня ткани в шахте аппарата 2. Так, при уровне загружаемой в аппарат ткани выше положения, контролируемого датчиком SL1, скорость двигателя М1 уменьшается, а при снижении уровня ниже положения датчика SL2 скорость двигателя М1 увеличивается.



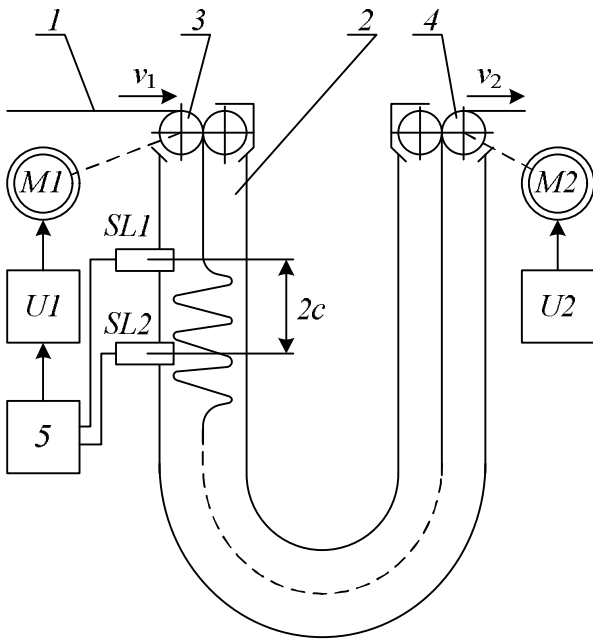


Рис. 1

Представленную на рис. 1 систему автоматического регулирования с двухпозиционным регулятором уровня можно описать следующей системой уравнений в операторной форме:

$$\frac{k_n U_3 D_k}{2i_1 c_{e1} (T_{m1} T_{я1} s + T_{m1} s + 1)} = v_1,$$

$$x = \frac{v_2 - v_1}{T_y s},$$

$$u = \begin{cases} U_3 - U_c & \text{при } x > c, \\ U_3 + U_c & \text{при } x < -c \end{cases}$$

где  $x$  – уровень ткани в аппарате, м;  $U_3$  – задающее напряжение, В;  $c_{e1}$  – постоянная двигателя  $M1$ , В·с;  $D_k$  – диаметр тканеведущего вала, м;  $k_n$  – коэффициент усиления преобразователя;  $T_{m1} = \frac{J R_{я1}}{c_{e1}^2}$  – электро-механическая постоянная времени двигателя, с;  $J$  – момент инерции, приведенный к валу двигателя, кг·м<sup>2</sup>;  $R_{я1}$  – сопротивление якорной цепи двигателя, Ом;  $T_{я1} = \frac{L_{я1}}{R_{я1}}$  – электромагнитная постоянная времени якорной цепи, с;  $L_{я1}$  – индуктивность якорной цепи двигателя, Гн;  $T_y = \frac{\sigma_a}{\sigma_T}$  – по-

стоянная времени укладки ткани, с;  $\sigma_a$  и  $\sigma_T$  – поперечные сечения соответственно аппарата и жгута, м<sup>2</sup>;  $2c$  – расстояние между датчиками уровня  $SL1$  и  $SL2$ , м.

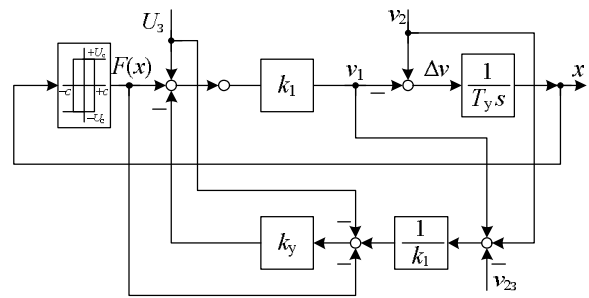


Рис. 2

Учитывая, что  $T_y$  на несколько порядков больше  $T_{я1}$  и  $T_{m1}$ , на основании системы уравнений (1) на рис. 2 представлена структурная схема двухпозиционного регулятора уровня ткани, где  $k_1 = \frac{k_n D_k}{2i_1 c_{e1}}$  – коэффициент передачи приводного устройства,  $F(x)$  – нелинейная функция переменной  $x$ .

При заданной настройке разности скоростей  $v_1$  и  $v_2$ , рассчитанной на компенсацию возможной усадки ткани в зоне обработки (обычно не более +3%), регулятор обеспечивает стабилизацию уровня ткани  $x$  при действующих возмущениях, вызванных, например, износом тканеведущих валов, изменением их тяговой способности и неравномерностью жгута по толщине.

Условием работоспособности системы является симметрия автоколебаний [1], нарушаемая действием указанных возмущений, учитываемых при моделировании системы управления эквивалентным изменением ведущей скорости  $v_2$  на величину  $\pm \Delta v_B$ . Однако при значительном увеличении скорости релейный элемент (РЭ) получит на вход сигнал  $x$  постоянного знака и, несмотря на максимальное значение  $v_1$ , соответствующее  $F(x) = +U_c$ , количество ткани, находящейся в аппарате, будет постоянно уменьшаться. Таким образом, необходима организация дополнительного канала регулирования, обеспечивающего изменение скорости  $v_1$ .

Это достигается выравниванием длительности разнополярных управляющих воздействий на выходе блока управления 5 (рис. 1), представленного релейным элементом, посредством их интегрирования и последующего изменения в функции полученного сигнала скорости  $v_1$  [1]. Недостатком такого способа коррекции является трудность технической реализации передаточной функции корректирующего звена в связи с большой постоянной времени.

Обеспечить работоспособность системы при действующих реальных возмущениях и ограничении уровня ткани в аппарате возможно путем введения нелинейной обратной связи по уровню ткани на вход приводного устройства [1]. Однако реализация устройства требует установки двух дополнительных датчиков уровня и реле с зоной нечувствительности.

Альтернативный вариант решения, позволяющего обеспечить работоспособность системы при действующих возмущениях, можно построить введением корректирующей обратной связи по уровню ткани в аппарате и разности ее скоростей на его входе и выходе. Структура обратной корректирующей связи может быть полу-

чена из соотношения для разности скоростей ткани на входе и выходе аппарата:

$$v_2 - v_1 = v_2 \pm \Delta v_b - k_1 (U_3 - U_c + U_{\text{кор}}), \quad (1)$$

тогда

$$U_{\text{кор}} = \frac{v_1 \pm \Delta v_b}{k_1} - U_3 + U_c,$$

где  $U_{\text{кор}}$  – напряжение коррекции, поступающее на вход приводного устройства через промежуточный усилитель с коэффициентом усиления  $k_y$ ;  $\Delta v_b$  – величина приращения возмущения скорости  $v_2$ .

Структурная схема системы, обеспечивающей автоматическую стабилизацию симметрии автоколебаний, а значит и работоспособности системы, представлена на рис. 2.

Передаточная функция замкнутой системы стабилизации уровня ткани с коррекцией имеет вид:

$$W(s) = \frac{F(x)k_1 + F(x)k_1k_y}{T_y s(k_y + 1) + F(x)k_1(k_y + 1)}. \quad (2)$$

Тогда характеристическое уравнение (2) при подстановке в него линеаризованной передаточной функции РЭ и значения  $s = j\omega$  запишется в виде:

$$T_y j\omega(k_y + 1) + \frac{4U_c k_1}{\pi A} (k_y + 1) \sqrt{1 - \frac{c^2}{A^2}} - j \frac{4cU_c k_1}{\pi A^2} (k_y + 1) = 0. \quad (3)$$

Приравняв вещественную и мнимую части (3) к нулю [2], получаем выражения для амплитуды и частоты колебаний уровня полотна скорректированной системы в зависимости от параметров РЭ и приводного устройства  $A = \sqrt{c^2}$ ,  $\omega = \frac{4cU_c k_1}{\pi A^2 T_y}$ .

Для параметров системы регулирования  $k_n = 20$ ,  $D_k = 0,06$  м,  $c_{e1} = 1,5$  В·с,  $i = 2$ ,  $2 \cdot c = 0,1$  м,  $U_c = 1,0$  В,  $k_y = 100$  значения амплитуды и частоты колебаний ( $A = 0,05$  м,  $\omega = 0,004$  Гц,  $T = 1/\omega = 250$  с) совпадают с их значениями в системе без корректирующей обратной связи в нормальном режиме работы.

На рис. 3 показаны полученные методом математического моделирования зави-

симости  $v_1(t)$ ,  $v_2(t)$ ,  $x(t)$ ,  $F(t)$ ,  $U_{\text{кор}}(t)$  для следующих интервалов работы САУ аппарата непрерывного действия. На интервале  $t_0 \div t_1$  представлена стабильная работа САУ аппарата при отключенной корректирующей обратной связи; при подаче в  $t_2$  возмущения  $\Delta v_b$  стабильная работа системы нарушается (полупериоды колебаний регулируемой величины значительно отличаются), однако при включении в момент времени  $t_3$  корректирующей обратной связи стабильная работа САУ восстанавливается. Таким образом, система автоматического регулирования обеспечивает стабилизацию заданного уровня ткани, а следовательно, и ее времени обработки.

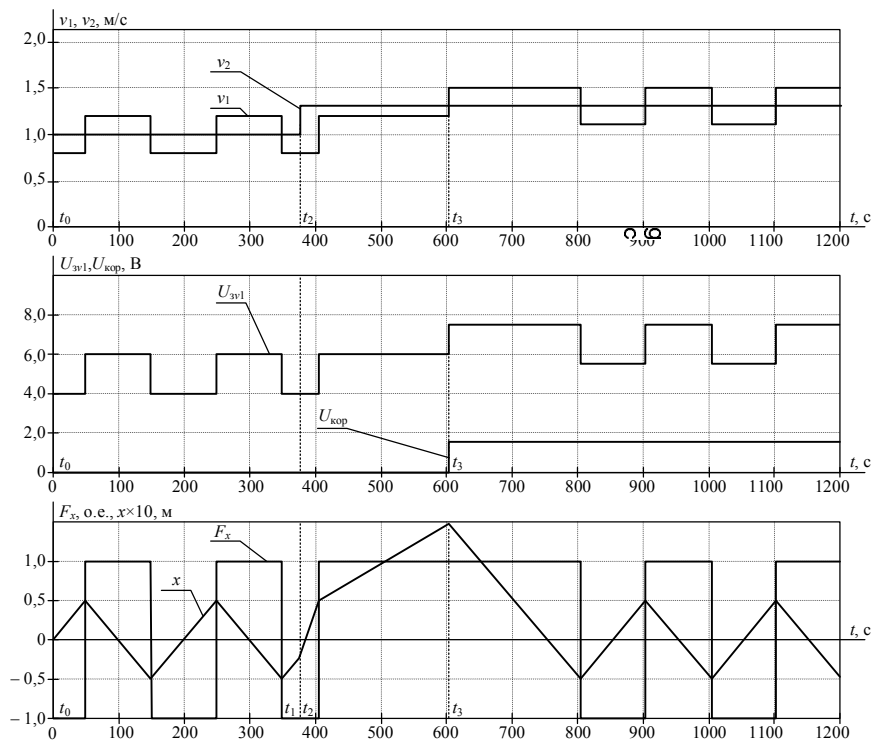


Рис. 3

## ВЫВОДЫ

Совершенствование системы стабилизации уровня ткани при обработке ее жгутом в оборудовании периодического действия достигается введением основной обратной связи по уровню ткани в аппарате и корректирующей связи по разности ее линейных скоростей на входе и выходе аппарата.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Глазунов В.Ф. Стабилизация времени обработки ткани в технологическом оборудовании непрерывного действия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995, №2. С. 103...106.
2. Попов Е.П., Пальтов И.П. Приближенные методы исследования нелинейных автоматических систем. – М.: Гос. изд-во физ.-матем. литературы, 1960.

Рекомендована кафедрой электропривода и автоматизации промышленных установок. Поступила 19.04.13.

УДК 66.011

**ВОПРОСЫ КОМКООБРАЗОВАНИЯ ПРИ СУШКЕ  
ВЫСОКОВЛАЖНЫХ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ  
ВОЛОКНООБРАЗУЮЩИХ ПОЛИМЕРОВ  
ВО ВЗВЕШЕННОМ СЛОЕ**

**QUESTIONS ON CLUMPING DURING DRYING  
OF HIGH-MOISTURE FINE-DISPERSED  
FIBER-FORMING POLYMERS  
IN SUSPENSION LAYER**

*Б.С. САЖИН, М.Б. САЖИНА, Т.А. ВИЛКОВА, З.Н. ОСМАНОВ, Е.С. БОРОДИНА, Н.А. СОЛДАТОВА  
B.S. SAZHIN, M.B. SAZHINA, T.A. VILKOVA, Z.N. OSMANOV, E.S. BORODINA, N.A. SOLDATOVA*

(Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского,  
Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
(Moscow State University of technology and Management named after K.G. Razumovsky;  
Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")  
E-mail: paxt@ya.ru

*Рассмотрены факторы, определяющие условия комкообразования при сушке высоковлажных волокнообразующих полимеров во взвешенном слое.*

*Разработана математическая модель комкообразования при наличии водяной пленки на поверхности частиц и дан вывод уравнения для определения размеров образующихся комков. Рекомендовано для рассмотренной технологической задачи использовать режим кипящего слоя с вибрирующими поверхностями нагрева, погруженными в слой.*

*The factors determining the conditions of clumping during drying of high-moisture fiber-forming polymers in a suspended layer have been considered. The mathematical model of clumping in the presence of a water film on the surface of the particles has been developed and the output equation for determining the size of formed clots of formed clots has been presented. For the considered technological problem it is recommended to use the regime of a boiling layer with vibrating fluidized bed heating surfaces immersed in a layer.*

**Ключевые слова:** сушка, взвешенный слой, виброкипящий слой, адгезия и аутогезия, тонкодисперсные и полидисперсные материалы, комкообразование, вибрирование поверхности нагрева.

**Keywords:** drying, a vibrating and boiling layer, adhesion and autohesion, fine-dispersed and polydispersed materials, clumping, vibration of heating surface.

При сушке высоковлажных дисперсных волокнообразующих полимеров во взвешенном слое (например, поливинилхлорида – ПВХ) факторами, затрудняющими процесс, являются налипание материала на стенки аппарата и комкование. Эти негативные эффекты связаны с адгезионными характеристиками обработки влажных материалов (адгезией, аутогезией и когезией).

Адгезия характеризует связь между разнородными частицами материала при их контакте (обрабатываемый материал и стенки аппарата).

Аутогезия проявляется при соприкосновении однофазных тел (частиц обрабатываемого материала) и служит источником комкообразования при сушке во взвешенном слое.

Связь между частицами сыпучих материалов обусловлена силами различной природы и ее величина определяется совокупным действием этих сил (Ван-дер-Ваальса, адгезионные и когезионные взаимодействия, электрические взаимодействия, капиллярные силы, силы механического зацепления, связанные с шероховатостью частиц) [1...3], [5]. Существенное влияние на комкование оказывают температура и влажность окружающей среды, а также упругопластические свойства частиц обрабатываемого материала [3].

Особенно сильно проявляет себя аутогезионное взаимодействие при сушке во взвешенном слое высоковлажных тонкодисперсных материалов. Явление комкообразования частиц ухудшает однородность структуры слоя, что вызывает неустойчивость гидродинамического режима. При сушке высоковлажных тонкодисперсных материалов комкообразование обусловлено в основном наличием водяной пленки на поверхности частиц, то есть имеет место не только явление аутогезии, но и явление когезии.

Толщина пленки на поверхности частицы может быть определена из уравнения

$$\Delta_{\text{пл}} = r_{\text{пл}} - r_i = r_i \left\{ \sqrt[3]{1 + \frac{\rho_{\text{см}}(1-f_p)}{\rho_{\text{в}}}} \left[ U - \frac{f_p}{(1-f_p)} \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{см}}} \right] - 1 \right\}, \quad (1)$$

где  $\rho_{\text{см}}$  – плотность сухого материала;  $f_p$  – пористость частицы;  $\rho_{\text{в}}$  – плотность воды.

В реальном полидисперсном слое имеется множество частиц разных размеров, поэтому для характеристики явления комкообразования в слое необходимо иметь статистическую модель комкообразования.

Обозначим концентрацию частиц  $i$ -й группы через  $n_0$  с размерностью ( $1/\text{м}^3$ ), тогда количество частиц ( $i$ ), прилипших на  $j$ -ю группу за единицу времени (с учетом эффективности столкновения  $e$ ), будет:

$$\frac{dn_{ij}}{dt} = 2eF_{ij}n_i, \quad (2)$$

где  $F_{ij}$  характеризует вероятность столкновения и зависит от коэффициента перемешивания и от эффективного радиуса взаимодействия между частицами, поэтому:

$$F_{ij} = 2\pi e z_{ij} D_{\text{пер},ij} \sigma(\Delta), \quad (3)$$

где  $\sigma(\Delta)$  – импульсная функция, определяемая как

$$\sigma(\Delta) = \begin{cases} 1; & \Delta_{\text{пл}} > 0, \\ 0; & \Delta_{\text{пл}} = 0. \end{cases} \quad (4)$$

С учетом перемешивания получаем:

$$F_{ij} = 2\pi \psi e \frac{(r_i + r_j)^2}{r_i r_j} \sigma(\Delta). \quad (5)$$

Из уравнения (5) следует, что вероятность столкновения частиц с разными радиусами больше, чем частиц с равными радиусами.

Изменение числа элементарных частиц происходит за счет слияния их между собой и с элементарными частицами другой группы, а также с агломератами, что можно отразить следующим уравнением:

$$\frac{d}{dt} \left( \sum_{i=1}^k n_i \right) + F_0 \left( \sum_{i=1}^k n_i \right)^2 + 2F_0 \varphi \sum_{i=1}^k n_i \sum_{i=k+1}^{\infty} n_i = - \left[ \frac{d}{dt} \left( \sum_{i=k+1}^{\infty} n_i \right) + F_0 \varphi \sum_{i=k+1}^{\infty} n_i \right]. \quad (6)$$

В начале процесса комкообразования вероятность того, что сразу образуются большие комки, мала, поэтому в первом приближении можно принять, что правая часть уравнения (6) равна нулю, то есть:

$$\frac{d}{dt} \left( \sum_{i=k+1}^{\infty} n_i \right) = -F_0 \varphi \sum_{i=k+1}^{\infty} n_i. \quad (7)$$

Обозначив число больших частиц в слое через  $N$ , а маленьких частиц через  $n$  и проинтегрировав, получим:

$$\frac{dn}{dt} + F_0 n^2 + \frac{2F_0 \varphi n N_0}{1 + N_0 F_0 \varphi \tau} = 0. \quad (8)$$

Решение уравнения (8) имеет вид:

$$n = \frac{n_0 N_0 (2\varphi - 1)}{\left\{ \left[ n_0 + N_0 (2\varphi - 1) \right] (1 + N_0 F_0 \varphi \tau)^{2\varphi - 1} - n_0 \right\} (1 + N_0 F_0 \varphi \tau)}. \quad (9)$$

Малые частицы в основном налипают на крупные, так что центром комкообразования являются крупные частицы.

Средний размер комка:

$$\bar{r}_k = \bar{r}_p \sqrt[3]{\frac{n_0 r_0^3 + N_0 R_0^3}{\bar{N}}}, \quad (10)$$

где

$$\bar{N} = \frac{N_0}{\tau (1 + N_0 F_0 \varphi)} \ln(1 + N_0 F_0 \tau), \quad (11)$$

то есть

$$\bar{r}_k = \bar{r}_p \sqrt[3]{\frac{(n_0 r_0^3 + N_0 R_0^3) \tau}{F_0 \varphi \ln(1 + N_0 F_0 \tau)}}. \quad (12)$$

Таким образом, для обеспечения устойчивого гидродинамического режима необходимо учитывать комкообразование и определять рабочие скорости псевдооживления с учетом размеров образующихся комков по уравнению (12).

Из проведенного исследования следует, что выбор аппаратурно-технологического оформления процесса сушки высоковлажных тонкодисперсных материалов типа ПВХ является сложной задачей. Применение активных гидродинамических режимов в данной задаче обуславливает во избежание уноса использовать режим виброкипящего слоя, характеризующийся способностью разрушать образующиеся ком-

ки и обеспечивающий равномерную сушку, но имеющий малую тепловую мощность из-за малых рабочих скоростей газа в аппарате, в то время как при сушке высоковлажных материалов требуется большое количество тепла. Выход – в использовании вибрирующих поверхностей нагрева, погруженных в псевдооживленный слой, то есть в применении сушилок типа КСВПН [4].

## ВЫВОДЫ

1. Показано, что при сушке высоковлажных тонкодисперсных полимеров во взвешенном слое происходит комкообразование за счет действия адгезионных, аутогезионных и когезионных свойств высушиваемых материалов, связанных с соответствующими силами.

2. Особое внимание обращено на образующуюся при сушке высоковлажных материалов пленку жидкости, являющуюся главной причиной комкообразования.

3. Осуществлено математическое моделирование комкообразования при наличии водяной пленки на поверхности частиц полидисперсного слоя. Получено уравнение для определения размера образующихся комков.

4. На основании анализа для сушки высоковлажных тонкодисперсных материалов типа ПВХ рекомендован режим

псевдооживления с погруженными в слой вибрирующими поверхностями нагрева.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сажин Б.С., Сажин В.Б. Научные основы техники сушки. – М.: Наука, 1997.
2. Зимон А.Д. Адгезия пыли и порошков. – М.: Химия, 1976.
3. Сажин Б.С., Сажин В.Б. Научные основы термовлажностной обработки дисперсных и рулонных материалов. – М.: Химия, 2012.

4. Сажин В.Б., Сажина М.Б. Выбор и расчет аппаратов со взвешенным слоем. – М.: РосЗИТЛП, 2001.

5. Сажин Б.С., Дмитриева Л.Б., Сажина М.Б. К вопросу оценки адгезионно-аутогезионных свойств дисперсных волокнообразующих полимеров. // Химические волокна. – 2007, №4. С. 24...28.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 06.12.12.

УДК 677.057.434

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ АППАРАТУРЫ ТКАНЕПЕЧАТНОГО АГРЕГАТА

### MODELING OF HEATING RATE OF ELECTRONIC APPARATUS OF A TISSUE-PRINT UNIT

М. А. КОРНИЛОВ, Е. Е. КОРОЧКИНА  
M. A. KORNILOV, E. E. KOROSCHKINA

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

*В статье представлены методы проектирования радиоэлектронной аппаратуры и способы моделирования теплового режима на этапе проектирования для повышения надежности работы аппаратуры в целом с использованием свободно распространяемого программного обеспечения. Основное внимание автор уделяет интеграции между ECAD и MCAD системами автоматизированного проектирования.*

*The article presents the methods of designing electronic equipment and ways of modeling of heating rate at the stage of designing for increasing reliability of equipment work, using free software. Main attention is paid to integration between the ECAD and VCAD computer-aided design systems.*

**Ключевые слова:** метод конечных элементов, моделирование теплового режима, Altium Designer, Salome, CaeLinux.

**Keywords:** finite element method, designing of heating rate, Altium Designer, Salome, CaeLinux.

В современном красильном и тканепечатном производстве большое внимание уделяется оборудованию с комплексной системой автоматизации управления технологическими процессами на основе применения микропроцессоров, микрокомпьютеров и решений на базе компьютерной техники. Автоматизация технологических

процессов является решающим фактором в повышении производительности труда, а также в улучшении качественных и технико-экономических показателей. Повышение сложности систем автоматики на производстве приводит к возникновению вопроса о надежности таких систем, так как радиоэлектронной аппаратуре приходится рабо-

тать в неблагоприятных условиях: повышенная температура, влажность и т.д., что приводит к уменьшению надежности работы аппаратуры в целом.

В качестве объекта исследования была выбрана материнская плата 8IE533 фирмы Gigabyte, которая используется в печатных машинах типа Шторм, Уникса итальянского производства, установленных на ОАО "Самтекс". Конечной целью работы является разработка программного продукта, который позволит моделировать тепловой режим радиоэлектронного оборудования для повышения надежности на этапе проектирования.

Одним из важных вопросов при проектировании теплового режима электронного оборудования является интеграция между системами проектирования печатных плат (ЕСАD) и механическими системами проектирования (МСАD), так как в основном электронное оборудование разрабатывается с использованием первых, вторые же, в свою очередь содержат необходимый вычислительный аппарат для решения тепловых задач. В данной статье мы рассмотрим процесс создания модели материнской платы 8IE533 в ЕСАD системе и последующим импортом этой модели в механическую систему проектирования для проведения теплового анализа.

Также хочется отметить, что еще несколько лет назад механические системы проектирования использовались для построения 3D-модели печатной платы. 3D-модель печатного монтажа позволяла определять ошибки композиции элементов на плате. Сейчас большинство систем проектирования печатных плат (как платных, так и свободно распространяемых) поддерживают 3D-отображение и поэтому вопрос оценки композиции элементов на плате с помощью механических систем проектирования (МСАD) не является актуальным.

В настоящее время все более остро встает вопрос о выборе программного обеспечения, которое подходит для выполнения той или иной инженерной задачи. Причем вопрос о доступности того или иного продукта играет не самую послед-

нюю роль, а иногда является основополагающим.

Для проектирования печатной платы было использовано программное обеспечение Altium Designer. Altium Designer – это комплексная система сквозного автоматизированного проектирования электронных устройств (РЭС) на базе печатных плат и программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Предполагается перейти на использование свободно распространяемого программного продукта с открытым кодом KiCad, который имеет схожие возможности с Altium Designer, которых должно быть достаточно для решения текущей задачи.

Разработка модели печатной платы началась с создания 3D-эскиза платы, используя программный пакет Wings 3D. Wings 3D – это бесплатная программа 3D-моделирования с открытым исходным кодом. Эскиз платы понадобился для отображения отверстий механического крепежа и задания закругленных углов. Полученный эскиз был экспортирован в .STEP файл. STEP файла представляет из себя файл для хранения информации о 3D-геометрической модели и поддерживается практически всеми системами автоматизированного проектирования. Полученный эскиз был импортирован в Altium Designer и использован как шаблон для создания новой печатной платы. 3D-вид импортированной платы показан на рис. 1.

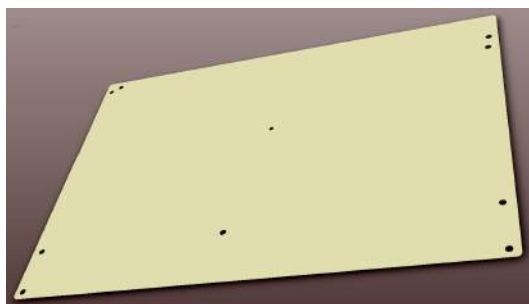


Рис. 1

Такой метод создания позволяет создавать платы любой произвольной формы и гарантировать, что компоненты не будут размещены в зоне отверстий механического крепежа.



Проектирование печатной платы выполнялось поэлементно. Для каждого типа элемента, использованного на печатной плате, был создан соответствующий компонент в Altium Designer, если он отсутствовал в стандартной библиотеке компонентов. Для построения модели были созданы компоненты, поддерживающие 3 различных представления: логический

символ на схеме (УГО – условно графическое отображение), посадочное место на плате и трехмерное описание для объемного представления готовой платы. Пример трех различных представлений одного и того же компонента представлен на рис. 2, где а – логический символ на схеме (УГО); б – посадочное место на плате (Footprint); в – трехмерное изображение.

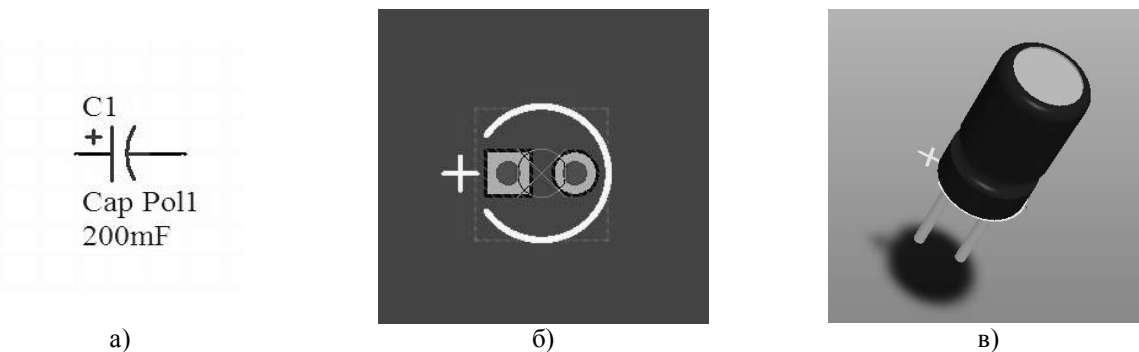


Рис. 2

При реальной разработке и подготовке к производству проекта каждый компонент также нуждается в описании в формате Space для радиоэлектронного моделирования и в описании IBIS модели для анализа целостности сигналов. В нашем случае моделирование и анализ целостности сиг-

налов не выполнялся и лежит за рамками поставленной задачи. В результате проектирования была разработана модель печатной платы, изображенная на рис. 3 (а – 2D-вид печатной платы; б – 3D-вид печатной платы).

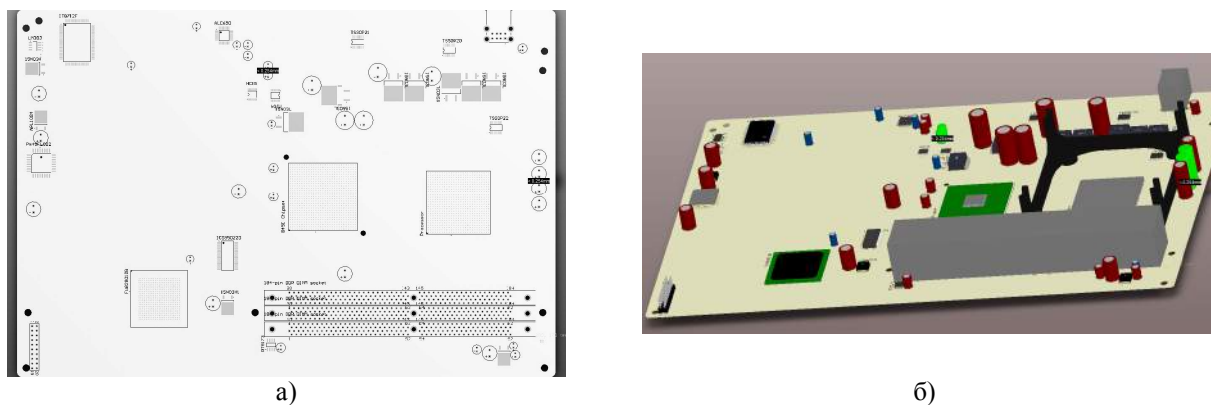


Рис. 3

Для выполнения компьютерного моделирования теплового режима печатных плат была выбрана операционная система CAElinux и программный продукт Salome. CAElinux является специальной версией операционной системы Ubuntu Linux и включает в себя уникальный набор программных комплексов для моделирования и решения практически любой физической задачи [2]. Salome является од-

ним из основных продуктов, используемых при моделирование теплового режима. Salome – это открытая интегральная программная платформа для выполнения численных расчетов. И хотя, прежде всего, Salome – это конечно-элементный препост-процессор, он также является ядром вычислительной системы, вокруг которого в настоящее время объединяется множество программных продуктов для компью-

терного моделирования. Его возможности наиболее мощные среди свободных аналогов (Gmsh и т.д.) [1]. Кроме того, Salome позволяет разрабатывать собственные программные решения.

Полученная модель в Altium Designer была экспортирована в Salome посредством импорта .STEP файла модели. Так как модель после импортирования представляла из себя монолит, была произведена операция разбивки на компоненты, используя встроенные возможности Salome (New Entity->Explode). После этого одинаковые типы элементов на плате были объединены в общие группы для упрощения управления этими элементами при задании свойств материалов и выделяемой мощности. Результат импортирования представлен на рис. 4.

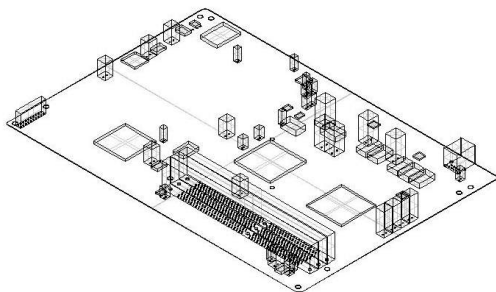


Рис. 4

Используя возможности пакета “Mesh” из стандартной поставки Salome для полученной 3D-модели была сгенерирована 3D-сетка, пригодная для анализа модели методом конечных элементов (рис. 5).

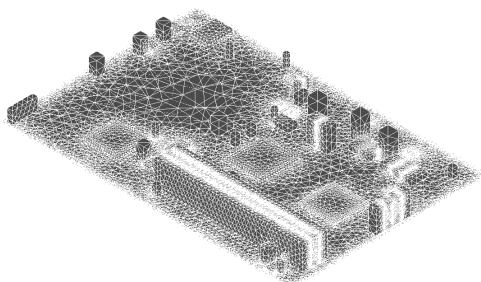


Рис. 5

В результате мы получили 3D-модель с наложенной сеткой, которая может быть экспортирована для теплового анализа в такие решатели, как Elmer и Code Aster.

В настоящее время нами ведется разработка программного продукта,

который будет являться двунаправленным транслятором данных в формате IDF между системами проектирования печатных плат (ECAD) и Salome. Он будет осуществлять чтение IDF-файла (промышленный стандарт для обмена данными между ECAD-системами [4]) и создавать в Salome трехмерную сборку, состоящую из печатной платы и элементов. Если элементная база печатной платы имеется в библиотеке электронных компонентов, то транслятор будет использовать библиотечные детали и размещать их на печатной плате в соответствии с заданными в IDF-файле координатами. При отсутствии компонента в базе данных программный продукт будет автоматически создавать его габаритную модель (прямоугольный параллелепипед) и размещать его на печатной плате. Создаваемая модель будет готова к моделированию теплового режима печатной платы, что поможет освободить инженера от затратного проектирования и риска дополнительных ошибок.

## ВЫВОДЫ

Разработано программное обеспечение, которое позволит моделировать проблемы работы радиоэлектронной аппаратуры в неблагоприятных условиях на этапе проектирования, что позволит повысить надежность работы аппаратуры в целом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Нормативно-техническая документация [электронный ресурс] о Salome – <http://www.laduga.ru/salome/salome.shtml>
2. Нормативно-техническая документация [электронный ресурс] о CAELinux – <http://www.caelinux.com/CMS/>.
3. Дульнев Г. Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре. – М.: Высшая школа, 1984.
4. Спецификации обмена механическими данными для проектирования и анализа печатных сборок подключения, Версия 3.0, Ревизия 1, Октябрь 31, 1996

Рекомендована кафедрой системного анализа.  
Поступила 08.11.12.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

### IMPROVEMENT OF TECHNICAL MEANS OF SEWAGE TREATMENT IN LIGHT INDUSTRY

А.А. АБДУОВА, В.М. ДЖАНПАИЗОВА  
A.A. ABDUOVA, V.M. JANPAIZOVA

(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова, Казахстан)  
(South Kazakhstan State University named after M. Auezov)  
E-mail: aisylu.abduova@mail.ru, vasmir1@mail.ru

*В статье рассмотрены вопросы использования гидроциклонов для очистки сточных вод от взвешенных веществ и жиропродуктов в легкой промышленности. Показаны преимущества вакуум- и минигидроциклонной установки по сравнению с горизонтальными отстойниками и другими видами сепараторов.*

*The article considers application of pressure hydrocyclone for sewage treatment from suspended materials and fat products in light industry. The advantages of vacuum- and manohydrocyclone pump installation in comparison with horizontal settlers and other types of separators are studied in particular.*

**Ключевые слова:** очистка сточных вод, взвешенные вещества, жиропродукты, гидроциклоны, вакуум - и минигидроциклонная насосная установка, сепаратор.

**Keywords:** sewage treatment, suspended materials, fat products, hydrocyclone, vacuum- and manohydrocyclone pump installation, a separator.

Интенсивное развитие промышленности в Казахстане в последние два десятилетия привело к увеличению дефицита чистой воды, загрязнению водных источников сточными водами. При этом нехватка воды сама по себе не составляет проблемы, поскольку вода (практически) не подвергается диссоциации и может использоваться бесконечное число раз. Известно, что в ряде регионов мира нехватка чистых водных ресурсов не мешает нормальному городскому и сельскому развитию. Наиболее известные примеры в этом смысле – район Рура в Германии и Израиль, где широко применяется метод очистки сточных вод, обеспечивающий экономию чистой воды и минимизацию экологического ущерба. Более того, рециркуляция сточных вод на промышленных и других предприятиях может дать экономиче-

скую выгоду, содействовать сохранению водных ресурсов и охране окружающей среды. Поэтому любые методы очистки сточных вод и повторное их использование в народном хозяйстве и АПК актуальны.

Производствами, оказывающими серьезное воздействие на загрязнение природной среды сточными водами, являются предприятия легкой промышленности. В связи с этим необходимо обратить особое внимание на развитие техники и средств очистки этих вод, разработку путей повышения эффективности существующих очистных сооружений, создание новых высокопроизводительных сооружений и установок, а также систем с размещением основных элементов в вертикальной плоскости, а не в горизонтальной, то есть без отчуждения новых полезных площадей.

Фундаментальные исследования отечественных и зарубежных ученых позволили решить ряд важнейших задач этой народнохозяйственной проблемы. В то же время, несомненный интерес для решения поставленных задач имеют гидроциклоны, находящие в последние годы все более широкое применение в технологических процессах при подготовке и очистке сточных вод легкой промышленности. Поэтому вопросы разработки научно обоснованного метода очистки сточных вод легкой промышленности, загрязненных примесями и шламожиропродуктами различной плотности в вакуумных и напорных гидроциклонах, являются актуальными.

В настоящее время в Республике Казахстан на производственные и хозяйственно-питьевые нужды используется 4,5...4,7 млрд.м<sup>3</sup> воды в год. Водоотведение составляет 2,6...2,8 млрд.м<sup>3</sup>, из них после соответствующей очистки повторно используются только 520...580 млн.м<sup>3</sup>, а остальная часть сбрасывается в водные источники, загрязняя их.

На предприятиях Казахстана используются морально устаревшие технологические схемы водоснабжения, где все образующиеся сточные воды – отработанные технологические растворы, продувочные воды, воды мойки оборудования и помещений и т.д. – единым потоком проходят очистные сооружения и сбрасываются в водоемы. В целях охраны и рационального использования водных ресурсов необходимо прекратить сброс загрязненных стоков, сократить удельный расход воды на единицу продукции, обеспечить полную очистку сточных вод и увеличить объем оборотного водоснабжения.

Это обуславливает необходимость перехода от прямоточных систем водоснабжения с очисткой использованных вод перед сбросом их в водоем к последовательно - оборотному водоснабжению. Обзор и анализ современного состояния вопроса исследования промышленного применения напорных гидроциклонов показали следующее:

– проведенные отдельными авторами исследования способствовали широкому

внедрению напорных гидроциклонов в технологические процессы отдельных отраслей промышленности, в практику подготовки технической и питьевой воды, а также в область очистки сточных вод;

– практические успехи в использовании гидроциклонов опережают теоретические представления об их гидродинамике. Дальнейшее развитие теории разделительных процессов, повышение точности расчета этих аппаратов связано с получением более точной гидродинамической картины;

– применяемые для снижения выноса способы и средства не всегда эффективны. Для отделения плавающих примесей предусматриваются дополнительные сооружения, что существенно усложняет эксплуатацию технологических линий, а в ряде случаев приводит к полной замене технологии очистки сточных вод.

В сточных водах легкой промышленности наряду с загрязняющими воду жиропродуктами содержится твердая фаза (шламы, наносы) с взвесями. Поэтому тип гидроциклона, выбираемый для их очистки, должен быть трехпродуктовым. До сих пор для выполнения таких технологических операций применялись последовательно соединенные гидроциклоны, что требовало на их размещение дополнительных площадей. Более перспективным является применение вакуум- и минигидроциклонных насосных шламожироловушек.

Разделение гидросмеси, содержащей шлам и жировые продукты, в гидроциклонных насосных установках на составляющие компоненты в конечном виде невозможно. Следовательно, их нужно дооборудовать дополнительными устройствами. Самой простой из гидроциклонных насосных шламожироловушек является установка, состоящая из центробежного насоса 1, вакуумгидроциклонной камеры с жироловушкой 2 минигидроциклона 4 и гидроэлеватора 3, 12, 14 (рис. 1 – схема разделения легкой и твердой фаз с получением промежуточного продукта в вакуум- и минигидроциклонных насосных шламожироловушках: 1 – центробежный насос; 2 – гидроциклонная камера; 3 –

приемная камера гидроэлеватора; 4 – напорный минициклон; 5 – входной патрубок; 6 – сливная труба; 7 – винтовая щель; 8 – нагнетательный патрубок; 9 – напорная труба; 10 – входной патрубок минициклона; 11 – жиросливиная труба; 12 – рабочее сопло; 13 – камера сгущения; 14 – камера смешения; 15 – диффузор; 16 – пульпоотвод).

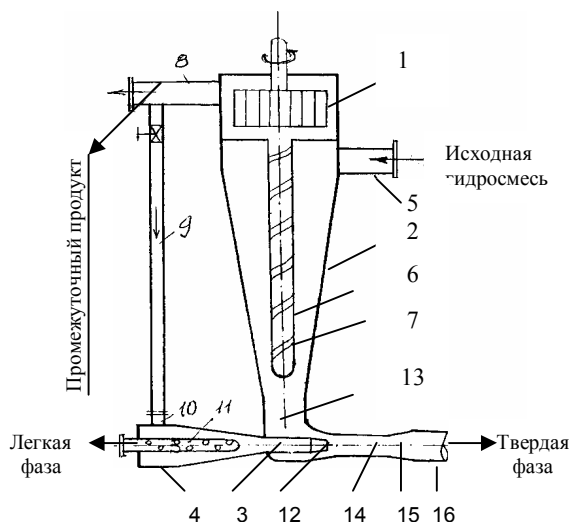


Рис. 1

Проведенные многочисленные исследования ученых СНГ и дальнего зарубежья способствовали широкому внедрению напорных гидроциклонов в технологические процессы различных отраслей промышленности, в практику подготовки технической и питьевой воды, а также в области очистки сточных вод. Установлено, что в области очистки сточных вод гидроциклоны наиболее эффективны при отделении структурных, агрегатустойчивых оседающих примесей. Обработка сточных вод, загрязненных примесями различной плотности (оседающими и плавающими), приводит к выносу загрязняющих веществ с осветленной водой (до 50 и более процентов, главным образом, плавающих), что обусловлено несовершенством применяемых для этих целей стандартных цилиндрикоконических двухпродуктовых гидроциклонов.

Показано, что применяемые для снижения их выноса способы и средства не всегда эффективны. Применительно к ме-

ханико-физическим особенностям твердой фазы загрязнений отдельных видов сточных вод, загрязненных примесями различной плотности, формы и размеров, отличающихся по природе, свойствам и концентрации, разработаны новые конструкции гидроциклонных насосных установок, предназначенные для очистки сточных вод от механических примесей и жиропродуктов.

Выявлено, что твердая фаза загрязняющих веществ сточных вод представляется частицами различной плотности, формы и размеров, состоящих из оседающих (песок, глина, шлак, отходы и другие примеси с  $\rho_T > 1$ ) и плавающих (волокнистые включения, солома, древесная стружка, палки и другие с  $\rho_T \leq 1$ ) частиц, существенно отличающихся по природе и свойствам. При этом плавающие примеси составляют 40% из общего содержания загрязнителей исследуемых сточных вод. Концентрация загрязняющих веществ в сточных водах изменяется от 3 до 20 г/л, а жиропродуктов – 1,1...5,4 г/л. Определены конструктивные и технологические параметры, характеризующие устойчивую работу вакуумгидроциклонной установки.

В результате теоретических и экспериментальных исследований установлено, что вакуум- и минициклонная насосная установка способна осуществлять предварительную очистку сточных вод и имеет следующие преимущества по сравнению с горизонтальными отстойниками и другими видами сепараторов: занимает незначительную производственную площадь; позволяет осуществить технологические процессы очистки от взвешенных веществ и жиропродуктов в одной компактной гидроциклонной насосной установке; упрощает эксплуатацию очистных сооружений и аппаратов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Управление водными ресурсами в Казахстане: анализ, современное состояние, сравнения, рекомендации // Информационно - аналитический обзор независимых экспертов. – Алматы, 2007.

2. *Проскуряков В.А., Шмидт Л.И.* Очистка сточных вод химической промышленности. – Л., 1999.

3. *Абдураманов А.А.* Гидравлика гидроциклонов и гидроциклонных насосных установок. – Алматы: Наука. Ч.1 и 2, 1993.

4. *Жангарин А.И.* Интенсивные гидроциклонные технологии очистки воды от насосов в мелиорации и водном хозяйстве: Дис....докт. техн. наук. – М.: 1988.

5. *Касымбеков Ж.К.* Гидроциклонно-эжекторные технологии подъема воды и очистки обводнительных сооружений. – Тараз: ИЦ Аква, 1999.

Рекомендована кафедрой конструирования и художественного оформления изделий легкой промышленности. Поступила 20.05.13.

---

УДК 687.016.5:687.14:533.6

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМЫ СЕГМЕНТА  
КОНТУРА КРЫЛА КОСТЮМА  
ДЛЯ ПАРАШЮТНЫХ ВИДОВ СПОРТА**

**DESIGN OF SHAPE OF THE SEGMENT  
OF A SUIT WING CONTOUR  
FOR PARACHUTE-SPORTS**

*A.V.КОРНИЛОВИЧ, В.Е.КУЗЬМИЧЕВ, МЭЙ ШУНЦИ*  
*A.V. KORNILOVICH, V.E. KUZMICHEV, MEY SHUNTSI*

(Ивановская государственная текстильная академия,  
Уханьский текстильный университет)  
(Ivanovo State Textile Academy;  
Wuhan Textile University)  
E-mail: ankorn-kshi@mail.ru

*Рассматривается задача и ее решение по моделированию формы сегмента контура крыла "wingsuit", находящегося под давлением во время полета. Решение задачи проведено в двухмерной системе координат. Приведены базовые уравнения, описывающие механическое состояние оболочки, а также частное решение уравнений при малых углах наклона касательной к кривой, описывающей геометрию контура. Показано, что при этих условиях парабола является математической моделью для расчета сегмента контура крыла костюма для парашютных видов спорта.*

*The article deals with the problem and its solution of modeling the shape of the segment of a suit wing contour, which is under pressure during the flight. The problem solution is given in the flat two-dimensional coordinate system. Basic equations describing mechanical state of a shell are presented, as well as a particular equations solution with small inclination to the curve, describing geometry of the contour. It is shown that under these conditions the parabola is a mathematical model for calculation of the segment of a suit wing contour of a parachute-sports costume.*

**Ключевые слова:** моделирование формы, сегмент контура крыла, математическая модель, давление воздуха, методы механики нити.

**Keywords: shape modeling, a wing contour segment, a mathematical model, air pressure, methods of thread mechanics.**

Развитие экстремальных видов спорта, привлекающих большое число людей, потребовало повышенного внимания к обеспечению их безопасности при пользовании спортивной экипировкой, в том числе одеждой.

Объект исследования – костюм "wingsuit" для парашютных видов спорта, являющийся высокотехнологичным видом спортивной одежды (рис. 1 – технический рисунок костюма "wingsuit" для парашютных видов спорта: вид спереди (а), вид сзади (б), сегменты и нервюры крыла(в)). В настоящее время задача проектирования костюмов для парашютных видов спорта с заданными аэродинамическими параметрами остается нерешенной. Еще не созданы научные основы для разработки таких костюмов, а сами костюмы не включены в перечень тех видов специальной одежды, для которых сформированы методологические принципы обеспечения показателей функциональных свойств на этапе принятия первичных конструкторских решений.

Конструктивной особенностью костюма является наличие дополнительных де-

талей – крыльев, расположенных между рукавами и станом куртки и между передними и задними частями брюк. На передних частях рукава куртки и передних частях брюк имеются специальные отверстия – воздухозаборники для наполнения костюма воздухом с образованием давления, необходимого для создания подъемной силы и продления фазы полета спортсмена.

Математическое моделирование силового нагружения крыла, как основного несущего элемента костюма, могло бы позволить осуществить проектирование его аэродинамической формы и обеспечить получение прогнозируемых (конструктивно-технологических и эксплуатационных) показателей.

Целью работы является разработка математической модели формы базового элемента костюма "wingsuit" – сегмента контура крыла, что позволит в дальнейшем определить коэффициент аэродинамического сопротивления костюма.

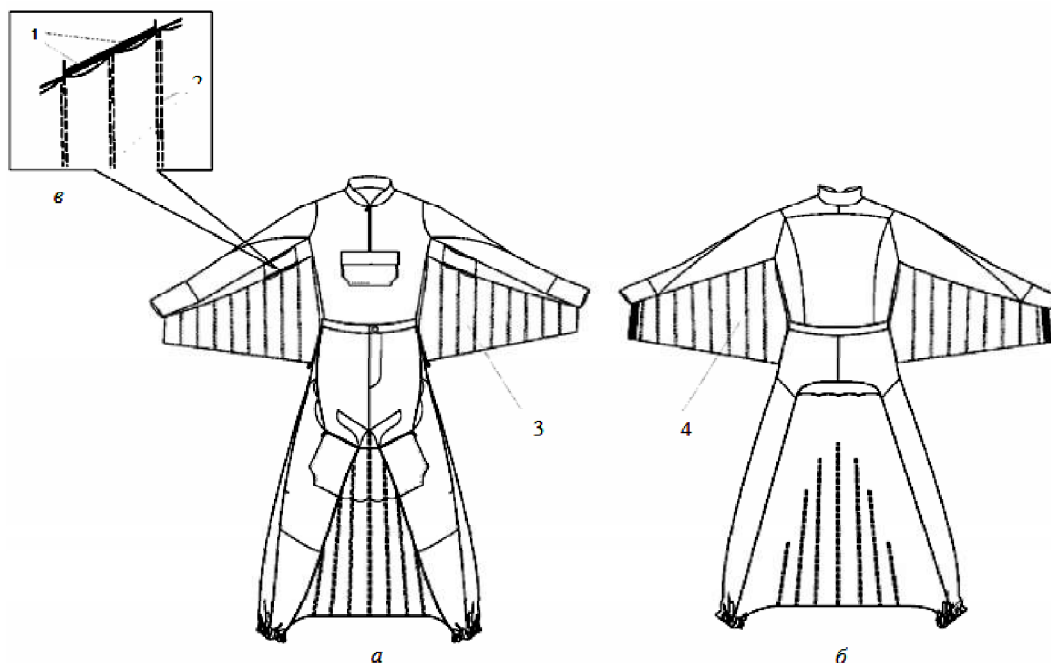


Рис. 1



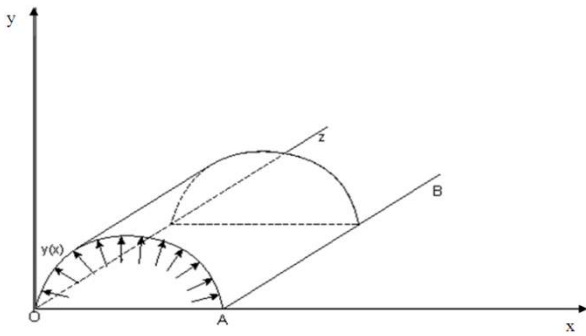


Рис. 2

Выделим в крыле сегмент (рис. 1) и рассмотрим условия его пространственного равновесия. Сегмент 1 расположен между параллельными элементами поперечного сечения крыла (нервюрами) 2, соединяющими верхнюю 3 и нижнюю 4 детали крыла, обеспечивающими аэродинамическое

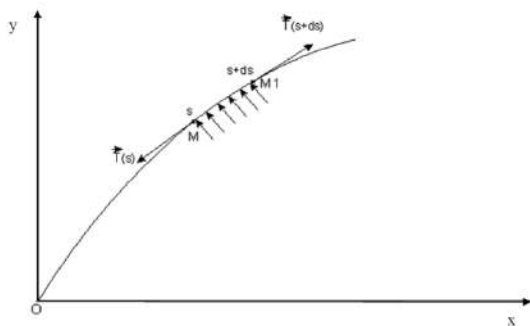


Рис. 3

Рассмотрим нагруженное состояние оболочки на участке вдоль оси Oz, равном единице длины. Введем координату s по контуру ткани (рис. 3 – состояние равновесия бесконечно малого участка сегмента). Пусть точка M имеет координату s. Выделим бесконечно малый элемент ткани MM<sub>1</sub> (рис. 4 – схема разложения вектора p на составляющие p<sub>x</sub> и p<sub>y</sub> (α – угол наклона касательной в точке M)) и обозначим его длину через ds, тогда точка M<sub>1</sub> будет иметь координату s+ds. Рассмотрим равновесие элемента MM<sub>1</sub>. Обозначим рез  $\vec{T}$  силу натяжения ткани, действующую на отрезке вдоль оси Oz, равном единице длины. На элемент ds действуют силы натяжения  $\vec{T}(s)$  и  $\vec{T}(s+ds)$ , а также сила, обусловленная избыточным давлением воздуха внутри сегмента. Уравнение кон-

качество за счет заданной формы и жесткости профиля и передающими местные нагрузки на стенки деталей крыла.

Примем следующие допущения: оболочка из воздухонепроницаемой ткани закреплена по прямым параллельным линиям Oz и AB (рис. 2 – схема оболочки сегмента контура крыла, закрепленной по оси Oz и прямой AB), соответствующим нервюрам 1 на рис. 1-в; внутри оболочки поддерживается давление воздуха p, благодаря которому она приобретает максимально выпуклую форму; в каждом вертикальном сечении оболочки перпендикулярно оси Oz ее форма будет постоянной.

Полагаем, что задача об описании геометрии тканевой оболочки может быть сведена к определению параметров плоской кривой. Для решения этой задачи применим методы механики ткани [1], [2].

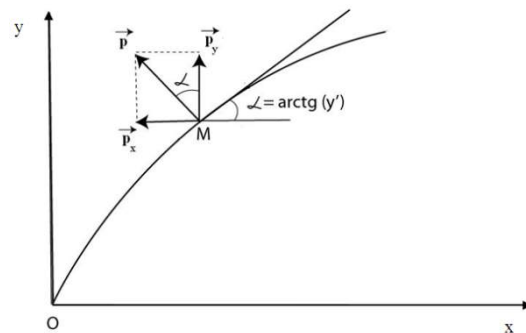


Рис. 4

тура ткани, который она приобретает под давлением нагнетаемого в нее воздуха при свободном парении спортсмена, запишется следующим образом [2]:

$$\frac{d\vec{T}}{ds} = \vec{p}, \quad (1)$$

где  $\vec{p}$  – вектор, по величине равный давлению воздуха в оболочке и направленный в каждой точке линии контура оболочки по нормали, Н/м<sup>2</sup>.

Векторное уравнение (1) преобразуем к скалярному виду [2]:

$$\frac{d}{ds} \left( T \frac{dx}{ds} \right) + p_x = 0 \quad (2)$$

$$\frac{d}{ds} \left( T \frac{dy}{ds} \right) + p_y = 0.$$

Так как [2]:

$$ds = \sqrt{1 + y'^2} dx, \quad (3)$$

то из (2) следует, что

$$\begin{aligned} \frac{d}{dx} \frac{T}{\sqrt{1+(y')^2}} + \sqrt{1+(y')^2} p_x &= 0, \\ \frac{d}{dx} \frac{T(y')^2}{\sqrt{1+(y')^2}} + \sqrt{1+(y')^2} p_y &= 0, \end{aligned} \quad (4)$$

где  $p_x$  и  $p_y$  – проекции вектора  $\vec{p}$  на оси  $Ox$  и  $Oy$  (рис.4).

Обозначим  $\alpha = \arctg(y')$ . Тогда проекции вектора  $\vec{p}$  (рис. 3) имеют вид:

$$p_x = -p \sin \alpha, \quad (5)$$

$$p_y = p \cos \alpha. \quad (6)$$

Решение уравнения (4) в общем случае является сложной задачей. Поэтому рассмотрим приближенное решение (4), принимая во внимание такие варианты геометрии оболочки, когда величина угла наклона касательной к линии контура оболочки по линиям ее крепления вдоль прямых  $Oz$  и  $AB$  не превосходит  $25...30^\circ$ . В этом случае выполняется условие  $(y')^2 \ll 1$ . Тогда система уравнений (4) примет вид:

$$\frac{dT}{dx} - py' = 0 \quad (7)$$

$$\frac{d(Ty')}{dx} + p = 0.$$

После дифференцирования  $T$  и  $Ty'$  в правых частях уравнений (7) имеем:

$$\begin{aligned} T' - py' &= 0, \\ T'y' - y''T + p &= 0. \end{aligned} \quad (8)$$

Умножение второго уравнения системы (8) на  $y''$  дает:

$$T'(y')^2 + Ty'y'' + py' = 0. \quad (9)$$

Складывая первое уравнение из (7) и (9), имеем:

$$[T' - py'] + [T'(y')^2 + Ty'y'' + py'] = 0$$

или

$$T' + T'(y')^2 + Ty'y'' = 0. \quad (10)$$

Преобразовывая (10), находим, что

$$T' [1 + (y')^2] + Ty'y'' = 0.$$

Так как  $(y')^2 \ll 1$ , то отсюда следует, что

$$T' + Ty'y'' = 0. \quad (11)$$

Преобразуем  $(y')^2$  следующим образом:

$$\frac{d(y')^2}{dx} = \frac{d(y')^2}{dy'} \frac{dy'}{dx} = 2y'y''.$$

Следовательно,

$$y'y'' = 0,5 \frac{d(y')^2}{dx}.$$

Таким образом, уравнение (11) можно привести к следующему виду:

$$\frac{T'}{T} + 0,5 \frac{d(y')^2}{dx} = 0. \quad (12)$$

Интегрируя (12), получаем соотношение:

$$\ln T + 0,5(y')^2 = C^*$$

или

$$\ln T = C^* - 0,5(y')^2.$$

Тогда сила натяжения, действующая на ткань базового элемента после попадания в него воздуха, равна

$$T = (\exp C^*) \exp[-0,5(y')^2]. \quad (13)$$

Так как  $(y')^2 \ll 1$ , то экспоненту в (13) можно разложить в ряд

$$\exp[-0,5(y')^2] \approx 1 - 0,5(y')^2. \quad (14)$$

Поскольку величина  $0,5(y')^2 \ll 1$ , то приближенно считаем, что

$$\exp[-0,5(y')^2] \approx 1. \quad (15)$$

Соотношение (15) позволяет сделать вывод, что по всему контуру ткани натяжение постоянно:  $T = \text{const}$ .

Обозначим  $C = \exp(C^*)$ .

Из второго уравнения системы (7) следует, что

$$y'' + \frac{p}{C} = 0. \quad (16)$$

Решением уравнения (16) является парабола:

$$y = ax(\tau - x), \quad (17)$$

где  $a, \tau$  – параметры, определяющие форму сегмента контура крыла.

Таким образом, выведена зависимость (17), которая описывает линию сегмента контура оболочки крыла. Зависимость (17) является основой для оптимизации коли-

чества сегментов крыла костюма для парашютных видов спорта и в дальнейшем будет применена для исследования зависимости площади поперечных сечений сегментов крыла от их количества.

## ВЫВОДЫ

1. Получена система дифференциальных уравнений, моделирующих напряженное состояние тканевой оболочки сегмента крыла костюма "wingsuit", находящейся под напором воздуха во время полета.

2. Математически установлено, что линию контура поперечного сечения тканевой оболочки сегмента крыла костюма "wingsuit" можно описать параболой.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мигушов И.И. Механика текстильной нити и ткани. – М.: Легкая индустрия, 1980.
2. Меркин Д.Р. Введение в механику гибкой нити. – М.: Наука, 1980.

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий ИГТА. Поступила 03.12.12.

УДК 667.661

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА КОМБИНИРОВАННОЙ СТРУКТУРЫ  
МЕТОДОМ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТОВ  
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ**

**AUTOMATED EXPERIMENTAL RESEARCH  
OF KNITTED CLOTH OF COMBINED STRUCTURE  
BY THE METHOD OF CALCULATION THE COEFFICIENTS  
OF FUNCTIONAL MATHEMATICAL MODELS**

*О.А. ГОНЧАРОВА, Н.Н. ШКОЛА, В.П. ЩЕРБАКОВА*  
*O.A. GONCHAROVA, N.N. SHKOLA, V.P. SHCHERBAKOV*

(Московский государственный университет дизайна и технологии)  
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")  
E-mail: oxigon@yandex.ru

*Представлен автоматизированный расчет антимикробного трикотажного полотна с постоянным биоактивным эффектом с использованием вычислительной программы MathCAD.*

*The automated calculation of antimicrobial knitted cloth with constant bioactive effect using MathCad computer program has been presented.*

**Ключевые слова:** эксперимент, параметры, трикотажное полотно, воздухопроницаемость, гигроскопичность, влагоотдача, автоматизированный анализ, аппроксимация.

**Keywords:** an experiment, parameters, a knitted cloth, air permeability, hygroscopicity, moisture-yielding ability, an automated analysis, approximation.

Целью исследования является разработка методики выбора оптимальных способов выработки трикотажного полотна комбинированной структуры из всех возможных комбинаций состава сырья. Для этого необходимо экспериментальным путем получить образцы с требуемыми качественными характеристиками, зафиксировать параметры, соответствующие этим образцам, и обработать полученные данные статистическими методами.

Результатом исследования должны стать функциональные зависимости физико-геометрических свойств трикотажных полотен от структуры состава сырья. Найденные зависимости для практических целей можно будет представить в любой удобной форме, переведя их из аналитической формы в графическое или табличное представление.

На начальном этапе были изучены физико-механические, гигиенические харак-

теристики и потребительские свойства опытных образцов трикотажных полотен новых видов, предназначенных для изготовления детской спортивной одежды и спортивного белья следующей ассортиментной группы [1]: трикотажные полотна комбинированной структуры на базе двухластичного переплетения и производной глади из полиэфирных нитей 11 текс (f 128) (образец №7), а также их сочетаний с хлопчатобумажной пряжей 15,4 текс×1 с

содержанием в полотне 30 и 80% пряжи (образец №8 и №8а).

Образцы полотен с использованием полиэфирных текстурированных микрофиламентных нитей характеризуются хорошим застилом петельной структуры, мягким шелковистым блестящим грифом и могут быть использованы для футбольной, волейбольной формы и спортивных тренировочных костюмов [1]. Характеристики указанных образцов представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование образца	Наименование качественной характеристики	Фактическое значение
(Опытный образец № 8а) Трикотажное полотно комбинированной структуры из ПЭТ 11 текс (f 128) – 20 %, х/б 15,4 текс – 80 %	Толщина, мм	1,02
	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	226,9
	Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·с	188
	Гигроскопичность, %	12,7
	Влагоотдача, %	58,4
	Изменение линейных размеров после мокрой обработки, %	
- по длине	-2,8	
- по ширине	-2,4	
(Опытный образец № 8) Трикотажное полотно комбинированной структуры из ПЭТ 11 текс (f 128) – 70 %, х/б 15,4 текс – 30 %	Толщина, мм	0,86
	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	213,5
	Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·с	211
	Гигроскопичность, %	6,0
	Влагоотдача, %	55,2
	Изменение линейных размеров после мокрой обработки, %	
- по длине	-1,0	
- по ширине	-2,4	
(Опытный образец № 7) Трикотажное полотно комбинированной структуры из ПЭТ 11 текс (f 128) – 100 %	Толщина, мм	0,84
	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	194,5
	Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·с	204
	Гигроскопичность, %	3,1
	Влагоотдача, %	64,2
	Изменение линейных размеров после мокрой обработки, %	
- по длине	-0,4	
- по ширине	-0,4	

Трикотажные полотна с использованием полиэфирных текстурированных нитей и их сочетаний с хлопчатобумажной пряжей характеризуются высоким показателем влагоотдачи 64 и 58%, изменением линейных размеров после мокрой обработки не более – 2,8%, воздухопроницаемостью 200 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·с. Полотна формоустойчивые, относятся к I группе растяжимости. Показатели гигроскопичности данных полотен значительно ниже хлопчатобумажных, составляют для полотен из 100 % ПЭ нитей 3,1%, в сочетании с хлоп-

чатобумажной пряжей 6% и 12,7%. Наилучшими показателями комфортности характеризуется трикотажное полотно из полиэфирных текстурированных микрофиламентных нитей (18%) в сочетании с хлопчатобумажной пряжей (82%): гигроскопичность – 12,7%, влагоотдача – 58,4% [2...5].

Основная задача заключается в исследовании физико-геометрических свойств биоактивных волокон статистическими методами оптимизации для получения по-

лотен с наилучшими качественными потребительскими характеристиками.

В исследовании проводится статистический анализ зависимости физико-геометрических характеристик полотна от состава сырья с использованием метода наименьших квадратов. В качестве аргумента рассматриваемой зависимости прием вектор параметров состава сырья ( $x$ ), при этом значением функции будет вектор физико-геометрических характеристик трикотажного полотна ( $y$ ).

В данной работе в среде MathCAD реализуется автоматизированный анализ трикотажного полотна комбинированной структуры методом расчета коэффициентов нелинейных математических моделей.

Для сравнения подберем два типа нелинейных математических моделей, полином второго порядка и экспоненту:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2, \quad (1)$$

$$y = a_0 e^{a_1 x}. \quad (2)$$

Выберем метод аппроксимации (функциональная модель проводится между точек). Задача аппроксимации функции одной переменной с самого начала обяза-

тельно учитывает характер поведения исходной функции на всем интервале наблюдений. Для оценки качества аппроксимации введем критерий  $R$ , представляющий из себя сумму квадратов отклонений экспериментальных значений ординат от расчетных по модели. Этот критерий будет зависеть от неизвестных коэффициентов  $a$  математической модели [6]:

$$R = \sum_{i=1}^n \left( y_i - y_M(x_i) \right)^2. \quad (3)$$

Теперь перейдем к решению задачи определения коэффициентов математической модели с помощью среды программирования MathCAD с использованием числового оператора оптимизации Minimize. Для этого зададимся стартовой точкой для численного поиска ( $a_0 = 1, a_1 = 1, a_2 = 1$ ). Далее с использованием функции Minimize найдем вектор неизвестных коэффициентов  $a$  математической модели  $A = \text{Minimize}(R, a_0, a_1, a_2)$  и получим вид математической модели с найденными коэффициентами оптимизации. Полученные результаты визуализируем. Все результаты сведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

$y = a_0 + a_1x + a_2x^2$		$y = a_0 e^{a_1 x}$	
1		2	
Результаты решения задачи оптимизации			
$A_1 = \begin{pmatrix} 1,128 \\ -0,605 \\ 0,317 \end{pmatrix}$	$A_2 = \begin{pmatrix} 225,867 \\ 14,3 \\ -45,667 \end{pmatrix}$	$A_1 = \begin{pmatrix} 1,065 \\ -0,26 \end{pmatrix}$	$A_2 = \begin{pmatrix} 236,992 \\ -0,182 \end{pmatrix}$
$A_3 = \begin{pmatrix} 166,667 \\ 124 \\ -86,667 \end{pmatrix}$	$A_4 = \begin{pmatrix} 16,033 \\ -17,6 \\ 4,667 \end{pmatrix}$	$A_3 = \begin{pmatrix} 187,202 \\ 0,111 \end{pmatrix}$	$A_4 = \begin{pmatrix} 17,679 \\ -1,631 \end{pmatrix}$
$A_5 = \begin{pmatrix} 66,05 \\ -47,35 \\ 45,5 \end{pmatrix}$	$A_6 = \begin{pmatrix} -3,8 \\ 5,4 \\ -2 \end{pmatrix}$	$A_5 = \begin{pmatrix} 55,489 \\ 0,103 \end{pmatrix}$	$A_6 = \begin{pmatrix} -4,364 \\ -2,204 \end{pmatrix}$
$A_7 = \begin{pmatrix} -1,233 \\ -7,5 \\ 8,333 \end{pmatrix}$		$A_7 = \begin{pmatrix} -3,188 \\ -1,037 \end{pmatrix}$	

1	2
Вид математической модели с найденными коэффициентами оптимизации	
$y_1 = 1,128 - 0,605x + 0,317x^2$ $y_2 = 225,867 + 14,3x - 45,667x^2$ $y_3 = 166,667 + 124x - 86,667x^2$ $y_4 = 16,033 - 17,6x + 4,667x^2$ $y_5 = 66,05 - 47,35x + 45,5x^2$ $y_6 = -3,8 + 5,4x - 2x^2$ $y_7 = -1,233 - 7,5x + 8,333x^2$	$y_1 = 1,065e^{-0,26x}$ $y_2 = 236,992e^{-0,182x}$ $y_3 = 187,202e^{0,111x}$ $y_4 = 17,679e^{-1,631x}$ $y_5 = 55,489e^{0,103x}$ $y_6 = -4,364e^{-2,204x}$ $y_7 = -3,188e^{-1,037x}$
Визуализация полученных результатов	

Для сравнения обеих математических моделей найдем среднее квадратическое уклонение:

$$S = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (y_M(x_i) - y_i)^2}. \quad (4)$$

Среднее квадратическое уклонение			
$S_1 = 0,767$	$S_2 = 209,749$	$S_1 = 2,559$	$S_2 = 209,68$
$S_3 = 200,893$	$S_4 = 6,834$	$S_3 = 198,875$	$S_4 = 7,2$
$S_5 = 58,117$	$S_6 = 3,742$	$S_5 = 59,076$	$S_6 = 3,742$
$S_7 = 4,254$		$S_7 = 2,774$	

Чем меньше среднее квадратическое уклонение, тем результат больше приближается к среднему значению. В нашем случае результаты мало отличаются друг от друга, поэтому можно использовать два типа математической модели, но наиболее лучший результат получен с использованием экспоненциальной функции.

## ВЫВОДЫ

1. Составлен алгоритм метода расчета коэффициентов функциональной математической модели экспериментальных данных.

2. Для проведения эксперимента выбраны следующие параметры: толщина, поверхностная плотность, воздухопроницаемость, гигроскопичность, влагоотдача, линейные размеры после мокрой обработки (по длине, по ширине), растяжимость по ширине.

3. В результате проведения эксперимента заданы типы математических моделей (полином второго порядка и экспонента), сформулирован критерий оптимизации в соответствии с методом наименьших квадратов, определены коэффициенты математической модели с использованием численного оператора оптимизации *Minimize* и полученные результаты представлены графически. Также найдено среднее квадратическое уклонение для двух типов математической модели. Результаты пока-

зывают, что экспоненциальный тип математической модели более подходящий, так как результат больше приближается к среднему значению, чем у полинома второго порядка.

4. Полученные функциональные зависимости можно в дальнейшем рекомендовать для использования в практических расчетах с целью получения трикотажных полотен с заданной структурой состава сырья.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. Текстильное материаловедение. – Ч.3. – М., 1967.
2. ГОСТ 3816–81. Ткани текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств.
3. ГОСТ 12088–77. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости.
4. ГОСТ 8847–85. Полотна трикотажные. Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках, меньше разрывных.
5. ГОСТ 12023–93 (ИСО 5084-77). Материалы текстильные. Полотна. Метод определения толщины.
6. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2007.

Рекомендована кафедрой механические технологии волокнистых материалов. Поступила 03.04.13.



## МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИНТЕРЛОЧНОГО ТРИКОТАЖА

### SIMULATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF INTERLOCK JERSEY

А.П. БАШКОВ, С.Б. БАЙЖАНОВА, Г.В. БАШКОВА, Э.Е. САРЫБАЕВА  
A.P. BASHKOV, S.B. BAYZHANOVA, G.V. BASHKOVA, E.E. SARYBAEVA

(Ивановская государственная текстильная академия,  
Южно-Казахстанский государственный университет)  
(Ivanovo State Textile Academy;  
South Kazakhstan State University, Shymkent)  
E-mail: milena55@yandex.ru

*В статье предложена механическая модель трикотажа многоластичной структуры, которая позволяет анализировать и прогнозировать деформационные свойства этих полотен как при одноосных, так и при многоосных нагрузках. Авторами рассматривается расчетный способ определения деформационных показателей образцов многоластичного трикотажа и сравнивается с экспериментальными данными механических испытаний.*

*The article presents the mechanical model of multi-lock jersey, which allows to analyze and predict deformation behavior of these nets, as for uniaxial and multi-axial loadings. The authors consider the calculation method of definition of deformation behavior of multi-lock jersey samples and compare it with experimental mechanical testing data.*

**Ключевые слова:** трикотажное многоластичное полотно, формоустойчивость, растяжимость, механическая модель, прогнозирование механических характеристик.

**Keywords:** multi-lock knitted fabric, stability of shape, tensility, a mechanical model, mechanical properties prediction.

Одинарный и двойной кулирный трикотаж переплетения гладь и ластик при одноосном нагружении вдоль полотна имеет более низкую растяжимость, чем поперек полотна. У ластика эта особенность выражена более ярко, его растяжимость по ширине полотна может быть в 3,5 раза больше, чем в длину [1]. Это свойство снижает формоустойчивость изделия, а также ухудшает условия формования композитов

на текстильной трикотажной основе. Производное переплетение ластика – интерлок или двуластик (рис. 1: а) – геометрическая модель, б) – механическая модель), представляющее собой сочетание двух ластиков, протяжки которых перекрещиваются между собой, несколько сглаживает эту деформационную особенность кулирного трикотажа (рис. 1- а).

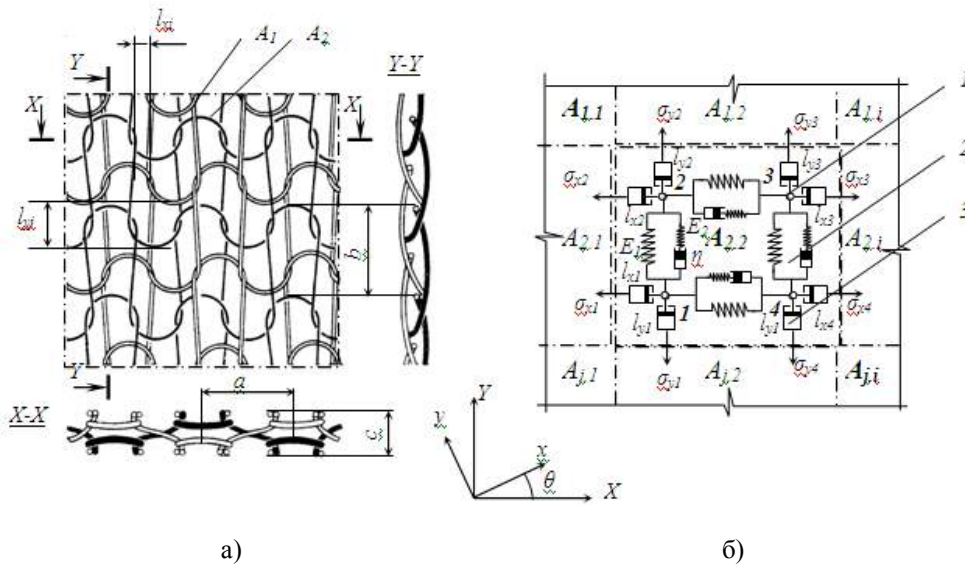


Рис. 1

Интерлочное полотно имеет застиленную и равномерную поверхность, обладает высокой прочностью, формоустойчивостью и устойчивостью к истиранию, имеет красивый внешний вид и более объемно, что создает улучшенные гигиенические свойства. Растяжимость интерлока меньше, чем ластика, а эластичность несколько выше. В отличие от ластика при растяжении интерлочного трикотажа по горизонтали между петельными столбиками не видно петельных дуг, то есть они не выходят на поверхность полотна и не подвергаются истиранию в самых напряженных местах, что улучшает эксплуатационные свойства изделия, а также условия формирования композитов на трикотажной основе.

Структура двуластичного трикотажа, полученного из двух систем нитей, напоминает двойное полотно, причем петли каждого полотна переплетаются между собой, создавая улучшенные механические и эксплуатационные свойства. Современные плосковязальные автоматы, например, «Shima-Seiki» (Япония), позволяют получать производные ластичные переплетения, такие как трехластичное, четырехластичное и пятиластичное. Увеличение числа ластиков создает большую объемность полотна при снижении материалоемкости, что придает изделию лучшие тепло-, звуко-, виброизоляционные свойства.

Для представления механических свойств трикотажа и количественного опи-

сания его напряженно-деформированного состояния в рамках феноменологической теории [2] можно использовать его механическую модель в виде комплекса элементов Эйринга-Догадкина. Для анализа многоосных или произвольно направленных деформаций представим структуру трикотажа в виде сетки, состоящей из четырехзвенных элементов, представляющих петлю (рис. 1). Шарнир 1, имеющий внутреннее трение, представляет собой точку контакта взаимно обвитых нитей соседних петель, затягивающихся при деформации полотна. Эта точка смещается, ячейка перекашивается, размер ее элементов увеличивается. Этот процесс имитируется элементом Эйринга-Догадкина 2, представляющего собой упруго-пластические свойства нити. Модель представляет собой матрицу, включающую  $j$  горизонтальных рядов, состоящих в свою очередь из  $i$  элементов – петель.

Интерлочный трикотаж, состоящий из двух и более систем нитей  $A_1, A_2 \dots A_i$  (двуластик, трехластик и т.д.), представляет собой взаимно связанные одиночные структуры, каждая из которых состоит из своей системы нитей. Деформация здесь происходит сложнее. Сначала деформируются элементы внутри одиночных структур, которые в это время смещаются относительно друг друга до момента затяжки точек соединения между нитями разных систем. Используя терминологию механи-

ки, можно сказать, что между одиночными структурами имеется определенный свободный ход  $\ell_{xy}$ , в процессе которого смещение нитей ограничивается только небольшими силами трения между достаточно спрямленными и мало прижатыми их участками. Этот свободный ход тем меньше, чем больше плотность трикотажа, а при одинаковых размерах петель – чем больше систем нитей  $n$ . Также, как видно из геометрической модели, величина  $\ell_{xi}$  при поперечной деформации меньше, чем  $\ell_{yj}$  при продольной деформации. Большая растяжимость по ширине полотна определяется структурой одиночного кулирного трикотажа. Это объясняется тем, что столбики петель уже находятся почти в предельном состоянии, и при продольном нагружении почти сразу начинаются деформации вдоль оси нити, связанные с ее растяжением. При поперечном нагружении сначала происходит изгиб нитей в элементах петельных дуг, для чего требуется меньшее усилие. Вместе с этим изгибом смещаются ячейки других систем нитей без взаимного скольжения. Затем начинается осевое растяжение нитей в распрямленных петельных дугах и взаимное скольжение ячеек других систем нитей. Для имитации свободного хода в модель вводится механический элемент в виде ползуна с ограничителем  $3$ . В механической модели, представленной на рис. 1, ячейки  $A_1 \dots A_i$  представляют взаимодействующие элементы – петли отдельных систем нитей вдоль ряда, то есть поперек полотна, а ячейки  $A_1 \dots A_j$  те же элементы, но во взаимодействии в направлении петельных столбиков, то есть вдоль полотна. Например, для двуластика значение  $i=j=2$ . Общее число элементов (рис. 1-б) будет равно количеству петель в образце полотна.

$$\varepsilon_{ij}(t) = \sigma_{ij} \cos\theta \left( \frac{1}{E_{1ij}} + \frac{1}{E_{2ij}} \left( 1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_{2ij}}\right) \right) \right) \left( 1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_{1ij}}\right) \right) \left( \frac{a - n\ell_x}{a} \right)_{ij}, \quad (2)$$

где  $\tau = \eta/E$  – время запаздывания, характеризующее ползучесть материала, то есть внутренние касательные силы трения или

Согласно предложенной модели полотно будет упруговязким, испытывающим упругие деформации от сил сжатия-растяжения  $R_{ij}$ , с нормальным напряжением  $\sigma_{xy} = E\varepsilon_{xy}$ , в модели они имитируются пружинами с модулем упругости  $E_1$  и  $E_2$ , и частично необратимые касательные деформации сдвига, определяемые силами трения  $T_{ij}$  с касательным напряжением  $\tau_{xy} = \eta \frac{d\varepsilon}{dt}$ , зависящими от времени деформации  $t$ . В модели они имитируются гидроцилиндрами и ползунами с показателем вязкости (трения)  $\eta$ . При многоосном нагружении результирующая сила повернет или перекосит элемент на угол  $\theta$  относительно координатных осей  $XU$ , поэтому необходимо ввести оси ортотропии элемента  $xu$ . Тогда упруговязкое состояние полотна в соответствии с законом Гука можно записать в векторно-матричном виде [4]:

$$\{\varepsilon\} = [D]\{\sigma, \tau\},$$

или

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D_{xx} & D_{yx} \\ D_{xy} & D_{yy} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \sigma_x, \tau_x \\ \sigma_y, \tau_y \end{Bmatrix}, \quad (1)$$

где  $\{\varepsilon\}$  – относительные деформации полотна;  $[D]$  – матрица податливости;  $\{\sigma\}$  – нормальная компонента напряжения;  $\{\tau\}$  – касательная компонента напряжения.

Используя известные деформационные свойства механической модели [2], для рассматриваемого случая (рис. 1) в проекции на ось  $x$  можно записать:

вязкость;  $a$  – геометрический размер петли трикотажа,  $n$  – количество ластика ( $n = 2$  двуластик,  $n = 3$  триластик и т.д.).

Выражение

$$D = \left( \frac{1}{E_{1ij}} + \frac{1}{E_{2ij}} \left( 1 - \exp \left( -\frac{t}{\tau_{2ij}} \right) \right) \right) \left( 1 - \exp \left( -\frac{t}{\tau_{1ij}} \right) \right) \left( \frac{a - n\ell_x}{a} \right)_{ij} \quad (3)$$

характеризует податливость материала. Расчет деформации по матрице (1) для структурированного материала довольно трудоемок. Упрощая задачу и рассматривая случай одноосного растяжения с по-

стоянной скоростью, используя выводы работы [2] для выбранной нами механической модели, можно записать уравнение деформации с учетом процессов релаксации вязкоупругого тела в следующем виде:

$$\sigma_{ii} = \varepsilon_{ii} \frac{E_1 - (E_2 - E_1)(1 - q^{-n})\phi_{k-1} - \ln q \sum_k^n (E_{2k} - E_{1k})(1 - q^{k-n-1}) \bar{\tau}_k}{\left( 1 - \exp \left( -\frac{t}{\tau_{1ij}} \right) \right) \left( \frac{a - n\ell_x}{a} \right)_{ij}}, \quad (4)$$

где  $\sigma_{ii}$  – растягивающее напряжение  $i$ -го элемента в конечный момент времени  $t$ ;  $q$  – знаменатель геометрической прогрессии,  $q = 3/4$ ;  $k$  – число шагов дискретизации при расчете кривой удлинения,  $k = 1 \dots n$ ;  $n = 8$ ;  $\phi$  – нормированная релаксационная функция;  $\ell_x$  – относительное смещение нитей разных систем в петлях,  $\ell_x = 0,3$  мм;  $\bar{\tau}_k$  – нормированное нелинейно-наследственное ядро релаксации, полученное дифференцированием функции

$$\phi(t) = 1 + \exp \left( -A \ln \frac{t}{\tau} \right)^{-1} = \left[ 1 + \left( \frac{t}{\tau} \right)^{-A} \right]^{-1}, \quad (5)$$

где  $A$  – величина, определяющая структурную характеристику материала:

$$A = \left( \ln \frac{E_1 - E_t}{E_t - E_2} \right) \left( \ln \frac{t}{\tau} \right)^{-1}. \quad (6)$$

Тогда

$$\bar{\tau}_k = \frac{\partial \phi}{\partial \ln \frac{t}{t_1}} = A \left[ 2 + \left( \frac{t}{\tau} \right)^{-A} + \left( \frac{t}{\tau} \right)^{+A} \right]^{-1}, \quad (7)$$

где  $E_1$  и  $E_2$  – начальный и конечный модуль упругости соответственно.

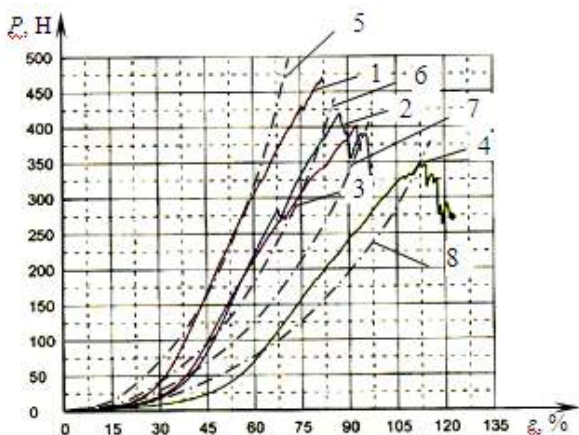


Рис. 2

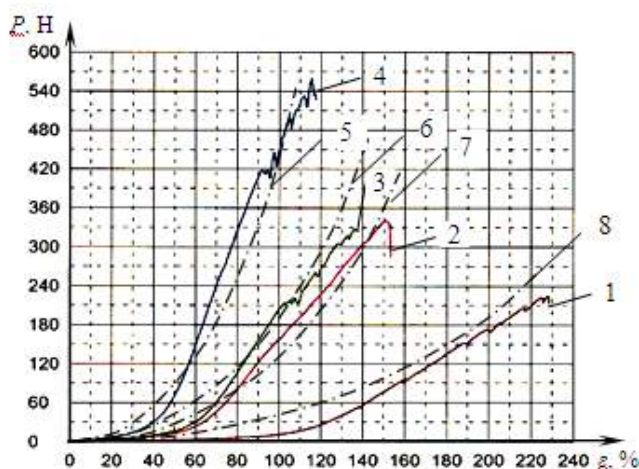


Рис. 3

Начальный модуль упругости определяется по кривой растяжения базового ластика (рис. 2 и 3, кривая 1) в упругой ее части по формуле  $E = P/\epsilon F$ , конечный модуль определялся при максимальном растяжении. Кривые удлинения, полученные расчетным методом для трикотажа многоластичных переплетений показаны на рис. 2 и 3 (рис. 2 – изменение разрывной нагрузки и удлинения по длине полотна в зависимости от количества ластика, экспериментальные кривые: 1 – двуластик, 2 – триластик, 3 – четырехластик, 4 – пятиластик, расчетные кривые: 5 – двуластик, 6 – триластик, 7 – четырехластик, 8 – пятиластик; рис. 3 – изменение разрывной нагрузки и удлинения по ширине полотна в зависимости от количества ластика, экспериментальные кривые: 1 – двуластик, 2 – триластик, 3 – четырехластик, 4 – пятиластик, расчетные кривые: 5 – двуластик, 6 – триластик, 7 – четырехластик, 8 – пятиластик).

Выработанные из ПАН пряжи линейной плотности 62 текс образцы многоластичного переплетения (табл. 1 – параметры и физико-механические свойства трикотажа) испытывались на

физико-механические свойства по стандартной методике (ГОСТ 8847–85). Из полученных экспериментально разрывных диаграмм (рис. 2) видно, что разрывная нагрузка вдоль полотна максимальна у образцов 1 варианта (базовое переплетение двуластик) при минимальном удлинении. При увеличении числа ластиков разрывное удлинение растет за счет взаимного смещения ячеек разных систем нитей, при одновременном уменьшении прочности, что объясняется снижением плотности петель по вертикали и доказывает наши рассуждения по структурной механике этих полотен. Исходя из условий эксплуатации изделий, наибольшее практическое значение имеет растяжимость трикотажа по ширине. Разрывные диаграммы, полученные при растяжении поперек полотна (рис. 3), показывают, что при увеличении числа ластиков прочность увеличивается, а разрывное удлинение уменьшается за счет увеличения плотности петель и снижения за счет этого протяженности взаимного смещения ячеек разных систем нитей.

Таблица 1

№ варианта	Петельный шаг а, мм	Высота петельного ряда b, мм	Плотность, пт/дм		Поверхностная плотность m, г/м <sup>2</sup>	Толщина М, мм	Разрывная нагрузка Р, Н		Разрывное напряжение, МПа		Разрывное удлинение ε, %		Модуль упругости, МПа			
							по длине	по ширине	по длине	по ширине	по длине	по ширине	начальный, E <sub>1</sub> (ε=5%)		конечный, E <sub>2</sub>	
			по длине	по ширине									по длине	по ширине	по длине	по ширине
1	1,8	1,8	27,7	27,7	319,6	1,1	469	224	78,0	40,8	82	228	6,5	2,5	95	18
2	1,8	1,8	27,7	27,7	36706	1,4	419	327	36,4	34,4	87	150	6,5	3,0	42	23
3	1,6	2	31,2	25	390,8	1,9	346	341	36,4	48,8	92	140	6,5	4,0	39	35
4	1,6	2	31,2	25	438,4	2,3	402	559	57,4	48,6	112	115	6,5	5,5	51	42

## ВЫВОДЫ

Кривые, полученные расчетным методом по формулам (4...7) достаточно близко совпадают с экспериментальными данными, что позволяет предложить рассмотренную методику для

прогнозирования механических свойств многоластичных полотен.

Самым формоустойчивым и менее растяжимым является образец 4-го варианта с пятиластичным переплетением. Данная структура за счет уменьшения объемной плотности позволяет снизить расход сырья

без потерь прочностных показателей по сравнению с полотнами аналогичной толщины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Кобляков А.И.* Структура и механические свойства трикотажа. – М.: Легкая индустрия, 1973.
2. *Сталевич А.М.* Деформирование ориентированных полимеров: Монография. – СПб.: СПГУТД, 2002.

3. *Баикова Г.В., Чистобородов Г.И., Баиков А.П., Алешина Д.А., Натертышев И.Ю.* Анизотропия структуры и свойств ниточных наполнителей композитов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 7. С. 80...84.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 05.06.13.

УДК 620.1:667.1

### УПРУГОВЯЗКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕФОРМАЦИИ ИЗГИБА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### ELASTIC AND VISCOUS CHARACTERISTICS OF DEFORMATION OF A BEND OF TEXTILE MATERIALS

*В.В. ЛАПШИН*  
*V.V. LAPSHIN*

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

*Статья посвящена вопросу определения упруговязких составляющих деформации изгиба по экспериментальной кривой свободных затухающих колебаний текстильных материалов.*

*The article is devoted to the question of definition of elastic and viscous components of bend deformation on an experimental curve free fading fluctuations of textile materials.*

**Ключевые слова:** упруговязкие характеристики, текстильные материалы, изгиб, колебания.

**Keywords:** elastic and viscous characteristics, textile materials, bend, fluctuations.

Качество ткани является определяющим фактором при выборе ее для изготовления того или иного вида одежды и зависит от целого комплекса технологических свойств, определяющих способность текстильного материала к переработке в готовое швейное изделие. Одним из таких свойств является способность ткани к изгибу и восстановлению после него.

Для получения полной картины о деформационных процессах, происходящих в ткани при изгибе, необходимо изучить процесс восстановления ткани после изгиба.

В настоящее время для оценки изгиба, являющегося важнейшим показателем грифа и туше ткани, преимущественно используются органолептические и инструментальные статические методы оценки.

Они трудоемки, требуют учета большого количества факторов и не дают объективного результата в силу своей зависимости от субъективного мнения эксперта и несовершенства существующих приборов.

Характеристику вязкоупругих показателей свойств материалов для одежды в динамическом режиме позволяет получить неразрушающий метод вынужденных резонансных изгибных колебаний консольно закрепленной пробы [1]. Однако этот метод не позволяет получить данные о поведении текстильного материала при совершении свободных затухающих колебаний после снятия изгибающего усилия.

Для получения кривых свободных затухающих колебаний текстильных материалов использовалось устройство [2]. На рис. 1 показана схема устройства для проведения испытаний на изгиб. После снятия изгибающей нагрузки консольно закрепленная проба совершает затухающие коле-

бания, которые происходят под действием сил внутреннего трения.

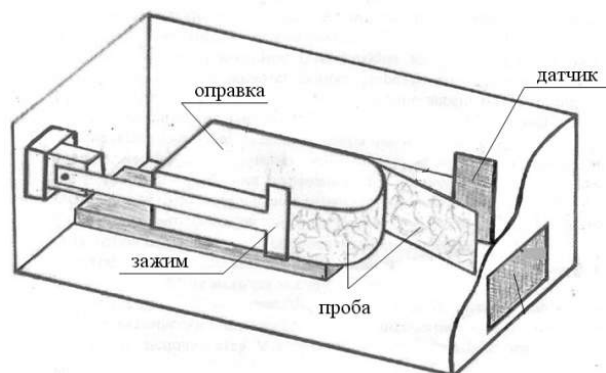


Рис. 1

В результате появилась возможность определить упруговязкие составляющие деформации изгиба по графику (рис. 2 – экспериментальная кривая свободных колебаний пробы льняной ткани).

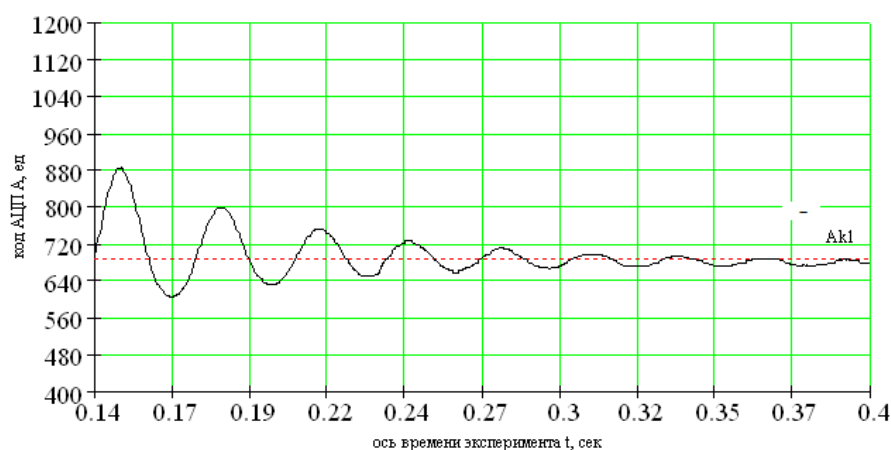


Рис. 2

Предполагаем, что диссипативная сила сопротивления в простейшем приближении пропорциональна первой степени скорости деформации.

Систему рассматриваем как линейную, поскольку проба совершает малые колебания. Дифференциальное уравнение, описывающее свободные колебания с вязким демпфированием, имеет вид [3]:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx - h \frac{dx}{dt}, \quad (1)$$

где  $m$  – масса пробы;  $h$  – коэффициент вязкого трения;  $k$  – коэффициент жесткости (упругости).

Разделив левую и правую части на  $m$ , приведем уравнение (1) к виду:

$$\ddot{x} + 2\vartheta\dot{x} + \omega x = 0, \quad (2)$$

где  $\vartheta$  – коэффициент затухания;  $\omega$  – собственная круговая частота колебаний материала.

По кривой затухающих колебаний определяем:



– коэффициент жесткости материала

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}, \quad (3)$$

где  $T$  – период свободных колебаний пробы;

– собственную частоту колебаний материала

$$\nu = \frac{1}{T}, \quad (4)$$

– собственную круговую частоту колебаний материала

$$\omega = \frac{2\pi}{T}, \quad (5)$$

– логарифмический декремент затухания

$$\lambda = \frac{\ln \frac{A_1}{A_n}}{n}, \quad (6)$$

где  $A_1$  и  $A_n$  – амплитуды максимумов первого и  $n$ -го периодов колебаний, определяемых по графику;

– коэффициент вязкого трения, возникающий на молекулярном уровне в деформируемом материале

$$h = \frac{2m\lambda}{T}, \quad (7)$$

– коэффициент затухания

$$\vartheta = \frac{\lambda}{T}, \quad (8)$$

– время затухания, в течение которого напряжение, возникающее в деформируемом материале, уменьшится в  $e$  раз

$$\tau = \frac{1}{\vartheta}. \quad (9)$$

При определении показателей деформационных свойств текстильных материалов в динамических условиях возникают сложности, связанные с вычислением периода колебаний, так как довольно трудно установить моменты начала и окончания отсчета времени. В данном случае избежать подобных проблем помогает применение вычислительной техники для управления экспериментом путем задания частоты опроса датчика. Вычисление периода колебаний с помощью ЭВМ происходит быстро и с высокой точностью.

Для проверки правильности расчета упруговязких характеристик деформации изгиба полученные значения подставлены в формулы (1), (2). Амплитуды деформации, полученные расчетным методом (рис. 3 – расчетная кривая свободных колебаний пробы льняной ткани) соответствуют экспериментальным значениям (рис. 2), определенным по коду АЦП.

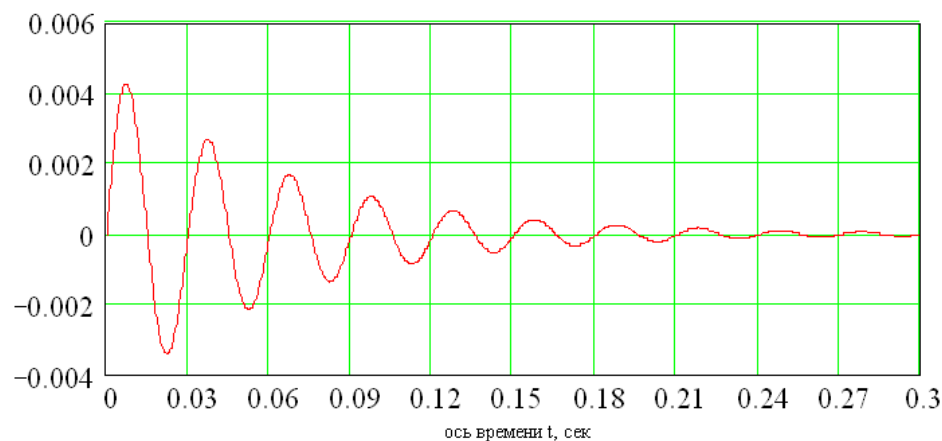


Рис. 3



Решение уравнений проводилось численным методом в среде MathCAD. Кривая свободных затухающих колебаний пробы, полученная экспериментально (рис. 3) совпадает с теоретической.

Исследования проводились на льняных тканях полотняного переплетения. Резуль-

таты расчета деформационных показателей по затухающим кривым представлены в табл. 1. Отличие значений деформационных показателей, полученных экспериментально и теоретически, незначительны.

Т а б л и ц а 1

Показатели	$m \cdot 10^{-3}$ , кг	$k$ , Н/м	$\nu$ , Гц	$\omega$ , рад/с	$\lambda$	$h \cdot 10^{-3}$ , кг/с	$\mathcal{D}$ , с <sup>-1</sup>	$\tau$ , с
Экспериментальная кривая	0,042	1,842	33,3	209,44	0,461	1,272	15,382	0,065
Теоретическая кривая	0,042	1,873	33,8	211,44	0,491	1,226	15,415	0,061

## ВЫВОДЫ

Предложена оценка упруговязких характеристик деформации изгиба текстильных материалов по кривой свободных затухающих колебаний.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белокуров В.Н., Бочаров В.Г., Лапшин В.В. Определение показателей деформации льняных тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №4. С. 9...10.

2. Смирнова Н.А., Лапшин В.В., Воронова Л.В. Оценка показателя живости ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, №3. С. 112.

3. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле / С.П. Тимошенко, Д.Х. Янг, У. Уивер; пер. с англ. Л.Г. Корнейчука; под ред. Э.И. Григолюка. – М.: Машиностроение, 1985.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 30.01.13.

УДК 677.074:004.6

**ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ СМЕСОВЫХ ТКАНЫХ ПОЛОТЕН**

**FORMATION OF METHODOLOGICAL PROVISION  
FOR BUILDING THE DATA BASE OF MIXED-WOVEN FABRICS**

*Ю.А. ГОНЧАРЕНКО, О.А. ШАЛОМИН, Б.Н. ГУСЕВ*  
*YU.A. GONCHARENKO, O.A. SHALOMIN, B.N. GUSEV*

(Ивановская государственная текстильная академия)  
(Ivanovo State Textile Academy)  
E-mail: [ttn@igta.ru](mailto:ttn@igta.ru)

*Проведен анализ действующих нормативных документов на содержание различных волокон в смесовых тканых полотнах, а также предложены варианты обозначения смесовых тканых полотен с возможностью их дальнейшего кодирования и построения базы данных.*

*The analysis of existing normative documents on the content of various fibers in mixed-woven fabrics has been carried out, also the variants of indication of mixed woven fabrics with possibility of their further coding and database making have been offered.*

**Ключевые слова:** смесовые тканые полотна, построение базы данных, нормативные документы, трехкомпонентная пряжа, терминология.

**Keywords:** mixed woven fabrics, database making, normative documents, three-component yarn, terminology.

Анализ мирового рынка по производству тканых полотен показывает постоянную тенденцию к наращиванию выпуска смесовых тканей, производимых из нитей различного волокнистого состава [1]. Эта тенденция связана как с сокращением производства натуральных волокон, так и постепенной их заменой модифицированными

ми химическими волокнами. Использование смесей натуральных и химических волокон при производстве тканой продукции позволяет получать изделие с необходимыми для потребителей свойствами.

Если на этапе производства смесовой пряжи имеются научно обоснованные методические рекомендации по формирова-

нию соответствующих по свойствам смесей волокон [2], то при производстве смесовых тканых полотен методические рекомендации отсутствуют, что не позволяет сформировать соответствующую систематизированную информационную базу.

Для решения данной проблемы предварительно проанализируем информацию из соответствующих нормативных документов [3...6] на предмет вариантов смешивания волокон при получении пряжи, результаты которых показаны в табл. 1.

Таблица 1

Нормативный документ	Вид ткани	Волокнистый состав
ГОСТ 29298–2005[3]	Хлопчатобумажная	100%-ное хлопковое волокно или хлопковое волокно с вложением не более 10% вискозного волокна
	Смешанная ткань	Хлопковое волокно с вложением не более 50% химического
ГОСТ 4.419–86 [4]	Чистольняная	100%-ное льняное волокно
	Льняная	Не менее 92% льняного волокна
	Смешанная из льняного волокна	Не менее 30% льняного волокна
ГОСТ 28000–2004 [5]	Чистошерстяная	Не менее 95% шерстяного волокна
	Шерстяная	Не менее 70% шерстяного волокна
	Полушерстяная	Не менее 20% шерстяного волокна
ГОСТ 4.6–85 [6]	Шелковая	Не регламентировано
	Полушелковая	Не регламентировано

Анализ данных, приведенных в табл. 1, позволит выделить диапазон допустимого вложения в пряжу к исходному волокну других видов волокон. Например, для хлопчатобумажной ткани доля вложения от 1 до 10% вискозного волокна и т.д.

На основе фасетного метода осуществим классификацию возможных вариантов получения пряжи и смесовых тканей, которые представлены в табл. 2.

Таблица 2

Классификационный признак	Наименование
По соответствию состава систем нитей в ткани	Одного волокнистого состава по основе и утку Разного волокнистого состава по основе и утку
По количеству компонентов в смеси для производства пряжи	Однокомпонентная Двухкомпонентная Трехкомпонентная n- компонентная
По волокнистому составу для однокомпонентной пряжи	Хлопковая Льняная Шерстяная Шелковая
По волокнистому составу для двухкомпонентной пряжи	Хлопколавсановая Хлопкоакриловая Льнолавсановая Шерстовискозная Шерстоакриловая Шелкоакриловая и другие
По волокнистому составу для трехкомпонентной пряжи	Хлопколавсаноакриловая Льновискознолавсановая Шерстовискозноакриловая Шелколавсаноакриловая и другие

Для свернутой записи варианта получения смесовой ткани предварительно введены следующие обозначения для различных видов (Aa, Bb, Cc) волокон: хлопковое (Хл), льняное (Лн), шерстяное (Шр), шелковое (Шл), вискозное (Вис), медно-аммиачное (Ма), ацетатное (Ац), полиэфирное (Пэ), полиакрилонитрильное (Пан), полиамидное (Па) и т.д. Соответственно используем из-

$$a [Aa(\delta)] \cap b[Aa(\delta) \cup Bb(\delta)] \cap c [Aa(\delta) \cup Bb(\delta) \cup Cc(\delta)], \quad (1)$$

где a,b,c... – вид системы нитей в ткани; Aa,Bb,Cc... – вид волокна в составе пряжи;  $\delta$  – доля отдельного вида волокна в пряже, выраженная в относительных единицах, %;  $\cap$  – знак пересечения (переплетения) различных систем нитей;  $\cup$  – знак объединения различных видов волокон в одну смесь.

Если волокнистый состав различных систем нитей одинаковый, то запись в виде

известное обозначение для систем (a,b,c...) нитей: основные (o), уточные (y), петельные (п), ворсовые (в) и т.д.

На основании принятых обозначений запишем в формализованном виде обобщенный вариант получения смесовых тканей из различных по волокнистому составу нитей основы и утка:

(1) можно представить в свернутом виде:

$$a \cap b \cap c [Aa(\delta) \cup Bb(\delta) \cup Cc(\delta)]. \quad (2)$$

Анализ производимого ассортимента, выпускаемого на текстильных предприятиях Российской Федерации [7], показывает его разнообразие. Отдельные виды смесовых тканей представлены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Название ткани	Вид ткани	Вид волокон (содержание в %)	Свернутая запись
Хуголин 3350	костюмная	вискозное (46), льняное (11), полиэстер (43)	$o \cap y [Vc(46) \cup Ln(11) \cup Pz(43)]$
Памир Мэл 80991	костюмная	шерстяное(72), хлопковое(28)	$o \cap y [Шр(72) \cup Хл(28)]$
Сфера 3	блузочная	вискозное(50), полиэстер (50)	$o \cap y [Вис(50) \cup Пэ(50)]$
Коко 901	пальтовая	шерстяное(54), акрильное(16), вискозное(15), полиамидное(15)	$o [Шр(54) \cup Пан(16) \cup Вис(15)] \cap y [Шр(54) \cup Пан(16) \cup Па(15)]$

Для изучения свойств смесовых тканей можно рекомендовать наиболее значимые из них, а именно по группе показателей назначения (волокнистый состав, вид переплетения, материалоемкость), по группе показателей надежности (прочность, пиллингуемость, стойкость к истиранию), по группе эргономических показателей (гигроскопичность, воздухопроницаемость, теплопроводность), по группе эстетических показателей (дизайн рисунка ткани), по группе показателей безопасности (электропроводимость, прочность).

## В Ы В О Д Ы

Проведен анализ действующих нормативных документов на волокнистый состав производимых в Российской Федерации тканей. Уточнена терминология по названию трехкомпонентной пряжи, а также предложена формализованная запись различных вариантов волокнистого состава тканых полотен с возможностью их кодирования для построения базы данных смесовых тканых полотен.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Фомин Б.М. Текстильная и легкая промышленность настоящее и будущее // Текстильная промышленность. – 2011, №5. С.10...13.
2. Матрохин А.Ю., Буторина Н.В., Гусев Б.Н. Разработка методики проектирования качества смеси различных видов волокон // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, № 1. С. 27...31.
3. ГОСТ 29298–2005. Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Общие технические условия.
4. ГОСТ 4.419–86. Система показателей качества продукции. Пряжа чистольняная, льняная и смешанная. Номенклатура показателей.

5. ГОСТ 28000–2004. Ткани одежные чистошерстяные, шерстяные и полушерстяные. Общие технические условия.
6. ГОСТ 4.6–85. Система показателей качества продукции. Ткани шелковые и полшелковые бытового назначения. Номенклатура показателей.
7. www.asta@asta-tex.ru.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии. Поступила 28.05.12.

УДК.677.085.1

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЧУЛОЧНО-НОСОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

### INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF HOSIERY

*М.Е. ГЛУШКОВА, Б.Б. СТРОГАНОВ*  
*M. GLUSHKOVA, B.B. STROGANOV*

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

*Проведено сравнение физико-механических свойств носков, связанных из хлопчатобумажной, льняной и бамбуковой пряжи, которое показало, что свойства носков из бамбуковой пряжи близки к свойствам носков из хлопчатобумажной пряжи, а по гигроскопичности превосходят их в два раза.*

*The comparison of physical and mechanical properties of socks knitted from cotton, linen and bamboo yarn has been carried out, it has shown that the properties of socks from bamboo yarn are close to those of the socks of cotton yarn and surpass them by hygroscopicity in two times.*

**Ключевые слова:** пряжа хлопчатобумажная, бамбуковая, льняная, носочные изделия.

**Keywords:** cotton yarn, bamboo yarn, linen yarn, hosiery.

В связи с широким использованием в последнее время бамбуковой пряжи для производства чулочно-носочных изделий, включая медицинские, проводили сравнение свойств чулочно-носочных изделий, изготовленных из хлопчатобумажной, льняной и бамбуковой пряжи для выявле-

ния преимуществ каждого вида сырья, а также оптимизации значений заправочных параметров.

Носки изготавливались из трех видов пряжи: хлопчатобумажной линейной плотностью 25 текс, льняной – линейной плотностью 18,5 текс×2 и бамбуковой –

линейной плотностью 29 текс переплетением кулирная гладь. Вязание осуществлялось на носочном автомате Анге 18.1 фирмы Униплет (Чехия) 14 класса, диаметром  $3\frac{3}{4}$ , имеющем 4 системы, 168 игл и частоту вращения цилиндра  $380\text{ мин}^{-1}$ .

Все выработанные образцы подверглись физико-механическим испытаниям по стандартным методикам: определению поверхностной плотности, растяжимости при заданной нагрузке, устойчивости к истиранию, воздухопроницаемости и гигроскопичности.

Для того чтобы показатель массы трикотажа не зависел от массы отдельных участков носка, определялась поверхностная плотность основного переплетения.

Воздухопроницаемость определялась на приборе ВПТМГ, а растяжимость – на устройстве ПР-2 с нагрузкой в 1400 г, устанавливаемой для носков с удлинненным паголенком.

Результаты испытаний представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование волокна	Показатели и единица измерения	Значение показателя при плотности по вертикали				
		$P_{в1} = 6$	$P_{в2} = 8$	$P_{в3} = 10$	$P_{в4} = 12$	$P_{в5} = 14$
Хлопковое	Истирание (обороты)	240	307	379	385	397
	Поверхностная плотность, $\text{г/м}^2$	216,6	228	239,8	268,6	276,3
	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	425	415	380	350	325
	Растяжимость, %, при нагрузке 1400 г	142,1	122,8	96,6	80	72,4
	Гигроскопичность, %	5,8	5,8	5,7	5,7	5,6
Льняное	Истирание (обороты)	315	334	367	395	400
	Поверхностная плотность, $\text{г/м}^2$	305,8	388,8	419,4	450	498,4
	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	312	287	272	257	225
	Растяжимость, %, при нагрузке 1400 г	104	88	70	54,6	45
	Гигроскопичность, %	11	10,6	10,6	10,5	10,5
Бамбуковое	Истирание (обороты)	247	343	388	392	400
	Поверхностная плотность, $\text{г/м}^2$	154	205,6	217,5	231,7	251,4
	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	315	305	293,6	275	242,5
	Растяжимость, %, при нагрузке 1400 г	144	135	117,5	84	80
	Гигроскопичность, %	11	10,7	10,0	10,6	10,5

Анализ данных, приведенных в табл. 1, показал, что носки из бамбуковой пряжи по сравнению с носками из хлопчатобумажной пряжи имеют несколько меньшие поверхностную плотность и воздухопроницаемость и большую гигроскопичность, аналогичную гигроскопичности носков из льняной пряжи.

## В Ы В О Д Ы

Носки из бамбуковой пряжи имеют свойства, аналогичные свойствам носков из хлопчатобумажной пряжи, а по гигроскопичности превосходят их примерно в два раза.

Рекомендована кафедрой технологии ткани и трикотажа. Поступила 26.11.12.

**РАЗРАБОТКА ИТ-СТРАТЕГИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ  
УСИЛЕНИЯ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ХОЛДИНГА**

**DEVELOPMENT OF IT-STRATEGY AND AUTOMATION OF THE PROCESSES  
OF STRENGTHENING THE PROTECTION OF DATAWARE  
OF AN INDUSTRIAL AND STORAGE HOLDING COMPANY**

*С.А. ПАНКРАТОВ, А.В. ФИРСОВ*  
*S.A. PANKRATOV, A.V. FIRSOV*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина)  
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")  
E-mail: StanAPankratov@gmail.com, Firsov\_A\_V@mail.ru

*В работе описан один из основных методов разработки ИТ-стратегии, использующий компонентную модель бизнеса. Исследования выполнены на базе производственно-заготовительного холдинга по заготовке, обработке и сбыту вторсырья. Проведено исследование и сравнение способов защиты электронной информации, в том числе с использованием графических средств. В результате оценки стойкости парольной защиты существующих способов аутентификации разработана программа графической аутентификации, которая является более стойкой к взлому пароля.*

*The article describes one of the basic methods of IT-strategy development using a component business model. The research has been carried out on the basis of the industrial and storage holding company, engaged in storage, processing and sale of secondary raw materials. Research and comparison of the ways of electronic information protection, including graphic means.*

**Ключевые слова:** анализ, автоматизация, ИТ-стратегия, компонентная модель, бизнес, производство, аутентификация, защита, графическая аутентификация, пароль, информационное обеспечение.

**Keywords:** analysis, automation, IT-strategy, component model, business, manufacturing, authentication, security, graphics authentication, password, information provision.

Исследования выполнены на базе производственно-заготовительного предприятия (ПЗП) по заготовке, первичной обработке и сбыту вторичного сырья (текстильных отходов). ПЗП состоит из производственного, транспортного и головного подразделений, каждое из которых является отдельным юридическим лицом и находится не в одном здании, офисе, а на удаленном друг от друга расстоянии. Это управляющая компания, ПЗП №1 и ПЗП №2 вместе с транспортной компанией. Между этими отделами происходит ежедневный обмен информацией:

- финансовая информация (цены на покупку и продажу текстильного вторсырья, бухгалтерия и т.п.);
- объемы заготовки и отгрузки текстильного вторсырья (аналитика, логистика);
- информация о собственном автопарке (логистика);
- информация о поставщиках (клиентах);
- и т.д.

Как и на любом другом действующем предприятии, в холдинге имеется информация, которая не должна выходить за его

"стены". Но, как показывает далее первичный опрос, большинство персонала даже и не задумываются о том, что кража или потеря вышеперечисленной информации может привести к остановке производства или даже банкротству компании.

Решение проблем, возникающих в существующей системе безопасности информационного обеспечения предприятия, можно представить в виде комплекса методов защиты корпоративной информации, разбитых на следующие уровни:

- социальный уровень,
- физический уровень,
- технический уровень,
- программный уровень.

**Социальный уровень.** Набор корпоративных правил в компании относительно информационной безопасности. Например, запрет на самовольный внос и вынос каких-либо носителей информации (flash-носители, жесткие диски, компьютеры, ноутбуки). Ряд мероприятий (конференции, совещания), посвященных безопасности информационного обеспечения в компании.

Совещания и переговоры, в процессе которых могут обсуждаться сведения, составляющие тайну фирмы или ее партнеров, именуется обычно конфиденциальными. Порядок проведения подобных совещаний и переговоров регламентируется специальными требованиями, обеспечивающими безопасность ценной, в том числе конфиденциальной, информации (далее – ценной информации), которая в процессе этих мероприятий распространяется в санкционированном (разрешенном) режиме. Основной угрозой ценной информации является разглашение большого объема сведений о новой идее, продукции или технологии, чем это необходимо [1].

Причины, по которым информация может разглашаться на конфиденциальных совещаниях или переговорах, общеизвестны: слабое знание сотрудниками состава ценной информации и требований по ее защите, умышленное невыполнение этих требований, провоцированные и непровоцированные ошибки сотрудников, отсутствие контроля за изданием рекламной и рекламно-выставочной продукции и др.

Оглашение ценной информации в санкционированном режиме должно быть оправдано деловой необходимостью и целесообразностью для конкретных условий и характера обсуждаемых вопросов.

**Физический уровень.** Исключение причинения вреда информации со стороны похищения и уничтожения информации. От похищения используются уничтожители информации с магнитных носителей (жестких дисков, HDD). В случае несанкционированного доступа или при попытке кражи устройства с информацией такой уничтожитель сработает и удалит всю информацию на носителе без возможности ее восстановления. От незапланированного физического уничтожения информации носители с ней помещаются в специальные хранилища, например, в серверные шкафы с замками, в специальные сейфы, или, как минимум, в хорошо запираемое помещение.

**Технический уровень.** Первое, что приходит в голову, это желание лишить сотрудника возможности вынести информацию из ИТ-системы техническими мерами. Вот пути, по которым информация может покинуть организацию [2]:

- 1) электронная почта;
- 2) Web-сайты (Web-почта, форумы и т.п.);
- 3) ПО для обмена мгновенными сообщениями;
- 4) сменные носители;
- 5) распечатки;
- 6) сети Wi-Fi, Bluetooth;
- 7) модемы (сотовые и обычные);
- 8) снимки экрана фотоаппаратом или камерой сотового телефона;

Из этого можно сделать следующий вывод: Каналы утечки характеризуются пропускной способностью. Если через 4 и 6-й каналы можно легко унести базу данных в несколько гигабайт, то для того, чтобы сделать это по 1 или 7-му каналу, потребуется уже много времени и усилий. А по 5 или 8-му каналам сделать это, вероятно, не удастся и вовсе. В то же время утечка персональных данных об отдельно взятом клиенте возможна по любому из этих каналов, точно так же, как и о маркетинговых планах компании. Для некото-



рых каналов есть возможность обеспечить довольно развитую политику безопасности. Например, для почты, доступа в Интернет и сменных носителей можно запретить передачу конфиденциальной информации. Дальше хуже. Печать, Wi-Fi, модемы можно или разрешить, или запретить. Фотоаппараты запретить крайне тяжело. Устное общение запретить нельзя. Более того, теоретически доказано, что если информационная система не замкнута, то сеть взаимодействует с внешним миром, существование скрытых каналов возможно. Вопрос может ставиться только о пропускной способности такого канала или о времени, которое потребуется, чтобы его построить.

Программный уровень. Защитить информацию не только от несанкционированного доступа к ней, но и от ошибок пользователей. Необходимо создать разграничение доступа к информации. Такое разграничение предоставляет аутентификация OS Windows во взаимодействии с аутентификацией БД. У каждого пользователя существует свое имя входа и пароль (представляют собой два текстовых поля) для получения доступа к личному рабочему месту [3]. А также использовать аутентификацию на уровне подключения к базам данных. Например, только весовщица на приемном пункте может добавить в базу заготовку вторсырья, так как данные поступают с весов. Ни менеджер, ни кассир, который выдает за привезенное вторсырье деньги, и даже не руководитель производственного участка не имеет права добавлять заготовку в ИС компании.

Но перед тем как принимать какие-либо меры по усилению защиты информации в холдинге, необходимо понимать:

- бизнес-процессы компаний по отдельности и холдинга в целом;
- внутренние и внешние потоки информации;
- текущее состояние бизнеса;
- цели и задачи бизнеса.

Если не ознакомиться с бизнесом, то можно необоснованными изменениями в ИТ-инфраструктуре компании помешать достижению ее целей. Для этого необхо-

димо построить компонентную модель бизнеса.

Компонентная модель бизнеса для ИТ (Component Business Model for the Business of IT) позволяет представить организацию ИТ и суть деятельности подразделений ИТ-службы в виде набора основных компетенций и компонентов. Состав компонентов определен на основе лучшего мирового опыта для подразделений ИТ и предприятий, оказывающих услуги в области ИТ. Такой подход помогает идентифицировать возможности для улучшения и инноваций, в том числе провести укрупненный анализ ИТ-службы компании для принятия решений по внедрению процессов управления ИТ, а также организационным преобразования [4].

Одна из целей компонентного моделирования – обеспечить "модульность" представления компетенций бизнеса, повышая таким образом наглядность и управляемость. Компонентная модель представляет бизнес Компании в виде взаимодействующих специализированных наборов функций – бизнес-компонентов. На основании понимания бизнеса Компании, встреч с высшим руководством и руководителями подразделений, определяются "компетенции" бизнеса и формируется матрица, в которую заносятся текущие и планируемые бизнес-функции. Далее бизнес-функции группируются по компонентам на основании схожести характеристик рассматриваемых функций в области организационных и информационных технологий. Для этого нужно определить наборы функций, которые могут быть логически объединены в уникальные (в рамках создаваемой модели) бизнес-компоненты, а также понять информационное взаимодействие этих бизнес-компонентов. "Кандидатами" на объединение в бизнес-компоненты являются близкие по смыслу либо смежные функции, которые лежат в одной предметной области, используют общий пул информационных ресурсов и схожие технологии.

И только в последнюю очередь необходимо соотнести бизнес-компоненты с ИТ-сервисами и их функциями и выявить

сильные и слабые стороны в ИТ-инфраструктуре, например:

1. ActiveDirectory: инфраструктура;
2. Internet: синхронизация баз, поиск клиентов и поставщиков;
3. Электронная почта (аутсорсинг): большая часть электронной почты проходит через личные почтовые аккаунты (Google, Mail.ru, Yandex), а также существует почтовые аккаунты на аутсорсинге;
4. БД (Access): консолидированные данные по основной, коммерческой и финансовой деятельности;
5. 1С: Бухгалтерия и Кадры;
6. Microsoft Excel/ Word: БДДС, кадровый учет, отчетность;
7. АРМ Заготовка: сбор информации о заготовке;
8. АРМ Касса: финансовые проводки, отчеты;
9. АРМ Отгрузка: сбор информации по отгрузке;
10. Сайт компании: визитная карточка компании;
11. PGP: шифрование документов (при отправке по электронной почте);
12. Навигатор: отслеживание собственного транспорта и аналитика.

По результатам анализа функций производственно-заготовительного холдинга можно сделать следующие выводы.

1. Холдинг имеет сильную производственную часть (производство, складирование).
2. В холдинге все составляющие его компании имеют как свою собственную бухгалтерию, так и "общую".

3. Очень слабо технически развита ИТ-архитектура.

4. На низком уровне находится:
  - a. поиск клиентов и поставщиков,
  - b. логистика,
  - c. ИТ,
  - d. безопасность,
  - e. финансовая деятельность,
  - f. процесс бюджетирования.

Учитывая тот факт, что область действия, связанная с финансами, слабо развита на уровне ИТ, ее уровень необходимо повысить. Также необходимо создать развитую политику безопасности, как минимум, повысить уровень защиты информационного обеспечения на физическом и социальном уровнях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Astera. Ударим графическим паролем против несанкционированного доступа. *Новости ИТ-бизнеса для Профессионалов*. [В Интернете] 1.10.2002 г. [<http://www.astera.ru/news/?id=4467>]
2. Лобачев Е. Защита информации от утечки из информационных систем // Information Security/Информационная безопасность". – 2008, вып. 2.
3. Проблемы экономики и прогрессивные технологии в текстильной, легкой и полиграфической отраслях промышленности // Всероссийская науч.-техн. конф. (2009, Санкт-Петербург): Система графической аутентификации (тез. докл.). – СПб.: СПГУТД, 2009.
4. IBM. "Управление ИТ-услугами – подход IBM" [<http://www.ibm.com/developerworks/ru/edu/dw-rt-modsoacase/section5.html>]

Рекомендована кафедрой информационных технологий и компьютерного дизайна. Поступила 10.12.12.

СОДЕРЖАНИЕ

**Экономика и организация производства**

<i>Гаврилова И.М.</i> Факторы, определяющие стратегическое партнерство текстильных предприятий .	5
<i>Сташкова Е.Ю.</i> Проблемы реновации трудовых ресурсов Ивановского текстильно-швейного комплекса .....	9
<i>Кочеткова Т.С.</i> Оценка эффективности управленческих процессов текстильного предприятия .....	12
<i>Бушуева М.А., Коровин Д.И., Масюк Н.Н.</i> Финансовые мотивации участников кластера и способы принятия решений на основе локальных компромиссов .....	15

**Текстильное материаловедение**

<i>Бешапошникова В.И., Александрова Т.В., Загоруйко М.В., Пулина К.И.</i> Разработка методики определения устойчивости композиционных текстильных материалов к воздействию теплового потока .....	23
<i>Кузнецов А.А., Воротилина И.В.</i> Исследование деструкции полипропиленовых нитей под влиянием ультрафиолетового излучения .....	25
<i>Дягилев А.С., Коган А.Г., Мурычев П.В.</i> Исследование сорбционных свойств смесовой льносодержащей пряжи .....	28
<i>Дёмкина А.В., Курденкова А.В., Шустов Ю.С., Воробьева Н.А.</i> Исследование механических свойств иглопробивных геотекстильных нетканых полотен .....	33
<i>Осипенко Н.И., Колчева Д.В.</i> Разработка типологии потребителей мебельно-декоративных тканей	35

**Первичная обработка. Сырье**

<i>Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В.</i> Влияние расстояния между нажимными роликами на силу зажима слоя в ремнях трепальной машины .....	40
<i>Киселёв Н.В., Пашин Е.Л., Иванов Е.Э.</i> Моделирование процесса сушки движущегося и варьируемого по ширине слоя льняной тресты .....	43
<i>Бойко Г.А., Чурсина Л.А., Головенко Т.Н., Меняйло-Басистая И.А.</i> Перспективы использования смесей волокон льна масличного с другими натуральными волокнами .....	47

**Прядение**

<i>Скуланова Н.С., Попова Е.Р., Артиков А.О.</i> Проектирование прочности камвольной пряжи с вложением полиакрилонитрильных волокон .....	51
<i>Плеханов А.Ф., Комисарук Л.В., Носкова С.А.</i> Моделирование различных типов укладки ленты в таз и процесса формирования паковок полуфабрикатов .....	54
<i>Базунов Д.А., Родионов В.А.</i> Технология получения шнуроплетеных изделий с пониженной усадкой .....	57
<i>Павлов К.Ю., Щепочкин А.М., Павлова И.А.</i> Обеспыливающая система распределения волокна по чесальным машинам .....	60

**Ткачество**

<i>Назарова М.В., Романов В.Ю.</i> Оценка напряженности заправки ткацкого станка при изготовлении тканей различного переплетения .....	63
<i>Кащеев О.В., Разумеев К.Э., Николаев С.Д.</i> Разработка новых видов тканей для детской одежды ...	67
<i>Евсюкова Е.В.</i> Разработка структуры и исследование свойств углеродных тканей для композитов	74
<i>Кулида Н.А., Демидов Н.А., Круглов А.В.</i> Определение плотности намотки сновальных валов на основе кинематических параметров процесса .....	77

**Отделка**

<i>Меньшова И.И., Сафонов В.В., Будулукова И.И.</i> Применение шунгитового сорбента в адсорбционном способе очистки сточных вод, содержащих водорастворимые красители .....	82
---	----

<i>Циркина О.Г., Никифоров А.Л.</i> Влияние энергии электромагнитных колебаний на физико-механические характеристики текстильных материалов .....	85
<b>Технология нетканых материалов</b>	
<i>Грачев А.В., Горинов Л.Ю., Лазаренко С.В.</i> Расчет кратности попадания волокон в зоны последовательной технологической цепи, образованной из рециклов .....	91
<i>Киселев М.В., Трецалин Ю.М.</i> Создание и исследование композиционных материалов на основе нетканых полотен .....	95
<b>Трикотажное производство</b>	
<i>Филичева Т.В., Заваруев В.А., Викторов В.Н., Боровков В.В.</i> Формообразование трикотажа со сброшенными петлями .....	101
<b>Швейное производство и дизайн</b>	
<i>Щербакова А.В., Морозова Е.В.</i> Текстиль Великобритании 50-х годов XX века .....	105
<i>Козлова Т.В., Мизонова Н.Г.</i> Использование русских национальных мотивов в мировой моде .....	108
<i>Покровская Е.П., Метелева О.В., Козлова О.В.</i> Обеспечение повышенной видимости детской одежды .....	115
<b>Текстильные машины и агрегаты</b>	
<i>Греков М.Э., Фомин Ю.Г., Комиссаров И.И., Демидов А.В., Паршуков В.Е.</i> Вынужденные колебания остовов отделочного оборудования .....	119
<i>Лабай Н.Ю., Палочкин С.В.</i> Экспериментальные исследования демпфирования колебаний в приемно-намоточном механизме .....	121
<i>Ииматов А.Б., Тягунов В.А., Старинец И.В.</i> Модернизированная рапира ткацкого станка АТПР-100 .....	125
<b>Автоматизация технологических процессов</b>	
<i>Глазунов В.Ф., Филичев В.Т., Вилков П.В.</i> Стабилизация времени обработки ткани в жгуте в оборудовании непрерывного действия .....	128
<b>Экологическая и производственная безопасность. Промтеплоэнергетика</b>	
<i>Сажин Б.С., Сажина М.Б., Вилкова Т.А., Османов З.Н., Бородин Е.С., Солдатова Н.А.</i> Вопросы комкообразования при сушке высоковлажных тонкодисперсных волокнообразующих полимеров во взвешенном слое .....	132
<i>Корнилов М.А., Корочкина Е.Е.</i> Моделирование теплового режима микропроцессорной аппаратуры тканепечатного агрегата .....	135
<i>Абдуова А.А., Джанпаизова В.М.</i> Совершенствование технических средств очистки сточных вод легкой промышленности .....	139
<b>Информационные технологии</b>	
<i>Корнилович А.В., Кузьмичев В.Е., Шунци Мэй.</i> Моделирование формы сегмента контура крыла костюма для парашютных видов спорта .....	143
<b>Механика нити и полотен</b>	
<i>Гончарова О.А., Школа Н.Н., Щербаков В.П.</i> Автоматизированные экспериментальные исследования трикотажного полотна комбинированной структуры методом расчета коэффициентов функциональных математических моделей .....	148
<i>Башков А.П., Байжанова С.Б., Башкова Г.В., Сарыбаева Э.Е.</i> Моделирование механических свойств интерлочного трикотажа .....	153
<i>Лапшин В.В.</i> Упруговязкие характеристики деформации изгиба текстильных материалов .....	158

## Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

<i>Гончаренко Ю.А., Шаломин О.А., Гусев Б.Н.</i> Формирование методического обеспечения для построения базы данных смесовых тканых полотен .....	162
<i>Глушкова М.Е., Строганов Б.Б.</i> Исследование свойств чулочно-носочных изделий .....	165
<i>Панкратов С.А., Фирсов А.В.</i> Разработка ИТ-стратегии и автоматизация процессов усиления защиты информационного обеспечения производственно-заготовительного холдинга .....	167

## CONTENTS

### Economics and Production Planning

<i>Gavrilova I.M.</i> the Factors Defining Strategic Partnership of Textile Enterprises .....	5
<i>Stashkova E.Yu.</i> Renovation Problems of Ivanovo Textile and Sewing Complex Manpower .....	9
<i>Kochetkova T.S.</i> Assessment of the Effectiveness of Management Processes of a Textile Enterprise .....	12
<i>Bushueva M.A., Korovin D.I., Masyuk N.N.</i> Financial Motivation of the Cluster Members and Decision-Making Methods Based on Local Tradeoffs .....	15

### Textile Materials

<i>Besshaposhnikova V.I., Aleksandrova T.V., Zagorujko M.V., Pulina K.I.</i> Development of the Methods of Definition of Composite Materials Resistance to the Thermal Flow Influence .....	23
<i>Kuznetsov A.A., Vorotilina I.V.</i> Research of Destruction of Polypropylene Threads Under the Influence of UV-Radiation .....	25
<i>Dyagilev A.S., Kogan A.G., Murychev P.V.</i> Research of Sorption Properties of Mixed Flax-Containing Yarn .....	28
<i>Dyomkina A.V., Kurdenkova A.V., Shustov Yu.S., Vorobyova N.A.</i> Research of Mechanical Properties of Needle-Punched Geotextile Nonwoven Fabrics .....	33
<i>Osipenko N.I., Kolcheva D.V.</i> Development of Consumer Typology Concerning Tapestries .....	35

### Preliminary Treatment. Raw Materials

<i>Kovalenko N.I., Razin S.N., Sokolov A.V.</i> Influence of the Distance Between Pressure Rollers on the Clamp Force in Scutching Machine Belts.....	40
<i>Kiselev N.V., Pashin E.L., Ivanov E.E.</i> Modeling of the Process of Drying the Moving Layer of Linen Stock Variable Along Its Width .....	43
<i>Boyko G.A., Chursina L.A., Golovenko T.N., Menyajlo-Basistaya I.A.</i> Perspectives of Using the Mixes of Oilseed Flax Fibers with Other Natural Fibers .....	47

### Spinning

<i>Skulanova N.S., Popova E.R., Artikov A.O.</i> Designing Strength of Worsted Yarn with Polyacrylonitrile Fibers .....	51
<i>Plehanov A.F., Komisaruk L.V., Noskova S.A.</i> Simulation of Different Types of Sliver Location in a Basin and the Process of Half-Finished Products Package Formation .....	54
<i>Bazunov D.A., Rodionov V.A.</i> Technology of Making Cords with Lowered Shrinkage .....	57
<i>Pavlov K.Yu., Shchepochkin A.M., Pavlova I.A.</i> Micro Dust Extraction System For Distribution of Fibers Along a Hackle .....	60

### Weaving

<i>Nazarova M.V., Romanov V.Yu.</i> Evaluation of Weaving Equipment Tension during Producing the Fabrics of Various Interweaving .....	63
<i>Kashcheev O.V., Razumeev K.E., Nikolaev S.D.</i> Development of New Types of Fabrics For Children Clothes .....	67
<i>Evsyukova E.V.</i> Development of the Structure and Research of the Properties of Carbon Fabrics For Composites .....	74
<i>Kulida N.A., Demidov N.A., Kruglov A.V.</i> Determination of Density of Section Beam Winding on the Basis of the Process Kinematic Parameters .....	77

## Finishing

<i>Menshova I.I., Safonov V.V., Bululukova I.I.</i> Application of Shungite Sorbent Material in Adsorption Refining of Sewage Containing Water Soluble Dyes .....	82
<i>Tsyrkina O.G., Nikiforov A.L.</i> Influence of Electromagnetic Vibrations on Mechanical Characteristics of Textile Materials .....	85

## Technology of Non-Wovens

<i>Grachev A.V., Gorinov L.Yu., Lazarenko S.V.</i> Calculation of Frequency Rate of Fibers Transition in Recycle Formed Zones of Consequent Technological Chain .....	91
<i>Kiselev M.V., Treshchalyn Yu.M.</i> Creation and Study of Composite Materials Based on Nonwoven Fabrics .....	95

## Knitting

<i>Filicheva T.V., Zavaruev V.A., Viktorov V.N., Borovkov V.V.</i> Shaping of Jersey with Dumped Loops .....	101
--	-----

## Sewing and Design

<i>Shcherbakova A.V., Morozova E.V.</i> Printed Textile of Great Britain in the 1950s .....	105
<i>Kozlova T.V., Mizonova N.G.</i> Application of Russian National Motives in the World Fashion .....	108
<i>Pokrovskaya E.P., Meteleva O.V., Kozlova O.V.</i> Providing the Increased Visibility of Children's Clothes .....	115

## Textile Machines and Aggregates

<i>Grekov M.E., Fomin Yu. G., Komissarov I.I., Demidov A.V., Parshukov V.E.</i> Forced Vibrations of Skeletons of Finishing Equipment .....	119
<i>Labay N.Yu., Palochkin S.V.</i> Experimental Research of Vibrations Damping in a Reeling Mechanism .....	121
<i>Ishmatov A.B., Tyagunov V.A., Starinets I.V.</i> The Modernized AWPR-100 (Automatic Weaving Pneumatic Rapiere) Loom Rapiere .....	125

## Automation of Technological Processes

<i>Glazunov V.F., Filichev V.T., Vilkov P.V.</i> Stabilization of Fabric Processing Time in a Plait in Continuously Working Equipment .....	128
---	-----

## Ecological and Industrial Safety. Heat Engineering

<i>Sazhin B.S., Sazhina M.B., Vilkova T.A., Osmanov Z.N., Borodina E.S., Soldatova N.A.</i> Questions on Clumping During Drying of High-Moisture Fine-Dispersed Fiber-Forming Polymers in Suspension Layer .....	132
<i>Kornilov M.A., Korochkina E.E.</i> Modeling of Heating Rate of Electronic Apparatus of a Tissue-Print Unit ..	135
<i>Abduova A.A., Janpaizova V.M.</i> Improvement of Technical Means of Sewage Treatment in Light Industry ..	139

## Information Technologies

<i>Kornilovich A.V., Kuzmichev V.E., Shuntsi Mey.</i> Design of Shape of the Segment of a Suit Wing Contour for Parachute-Sports .....	143
--	-----

## Mechanics of Threads and Fabrics

<i>Goncharova O.A., Shkola N.N., Shcherbakov V.P.</i> Automated Experimental Research of Knitted Cloth of Combined Structure by the Method of Calculation the Coefficients of Functional Mathematical Models .....	148
<i>Bashkov A.P., Bayzhanova S.B., Bashkova G.V., Sarybaeva E.E.</i> Simulation of Mechanical Properties of Interlock Jersey .....	153
<i>Lapshin V.V.</i> Elastic and Viscous Characteristics of Deformation of a Bend of Textile Materials .....	158

## Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items

<i>Goncharenko Yu.A., Shalomin O.A., Gusev B.N.</i> Formation of Methodological Provision for Building the Data Base of Mixed-Woven Fabrics .....	162
<i>Glushkova M.E., Stroganov B.B.</i> Investigation of the Properties of Hosiery .....	165
<i>Pankratov S.A., Firsov A.V.</i> Development of IT-Strategy and Automation of the Processes of Strengthening the Protection of Dataware of an Industrial and Storage Holding Company .....	167

**Вниманию авторов!**

*Редакция принимает статьи и сопроводительные документы к ним, направленные только обычными письмами в адрес редакции журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности": 153000, г. Иваново, Шереметевский просп., 21, к. Г.352. Редакция журнала, ответственному секретарю.*

*Статьи и документы к ним должны быть оформлены согласно Правилам для авторов, которые публикуются в конце номера журнала.*

**Корреспонденция, направленная заказными письмами, не рассматривается.**

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ**

Редакция просит авторов, направляющих статьи в журнал "Технология текстильной промышленности" серии "Известия вузов", руководствоваться следующими правилами.

1. Редакция принимает только статьи, содержащие оригинальный материал, соответствующий профилю журнала, нигде не опубликованные и не переданные в редакции других изданий. В статье должно быть представлено четкое изложение полученных автором результатов без повторения данных в тексте статьи, таблицах и рисунках.

2. Статьи, написанные от руки, оформленные небрежно и не имеющие необходимых сопроводительных документов (см. п. 7), не рассматриваются.

Вопрос об опубликовании статьи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала и ее решение является окончательным.

3. В редакцию представляются два экземпляра статьи. Объем статей с учетом таблиц не должен превышать 6 страниц текста, который располагается на одной стороне листа писчей бумаги белого цвета формата А4 (210×297 мм). Размер шрифта основного текста 12. Поля могут быть произвольными, но не менее 15 мм. Текст необходимо печатать через два интервала. К бумажному варианту статьи должен быть приложен идентичный вариант на электронном носителе. Текстовый редактор Word (формат \*.doc, \*.rtf), редактор формул Microsoft Equation, графический редактор Adobe Photoshop (формат \*.psx, \*.bmp, \*.jpg).

4. Получить информацию по оформлению статей и списка литературы к ним можно на сайте Текстильного института ИВГПУ. В список литературы, помещаемый в конце статьи, включаются только опубликованные работы, на которые имеются ссылки в статье. Данный список следует оформлять по примеру списков литературы в конце статей, публикуемых в журнале.

5. Чертежи, графики, структурные формулы выполнять по правилам ГОСТа "Единая система конструкторской документации" чисто и четко в двух экземплярах (формата не более 13х18 см с учетом последующего полиграфического уменьшения в 2...2,5 раза), надписи и обозначения должны быть четкими и понятными. На обороте рисунка указывать его номер и название; "верх" и "низ" рисунка. Название рисунка и все обозначения должны вноситься в текст статьи. Фотографии (тоновые рисунки) принимаются только на глянцевой бумаге (без гляцевания) формата не менее 9х12 см (с учетом последующего уменьшения). Не принимаются рисунки, выполненные от руки, небрежно, карандашом или шариковой ручкой.

Все рисунки помещать в конце статьи на отдельных листах (не вставляя их в текст) и сопровождать описью с указанием их номеров и названий. Количество рисунков в статье не должно превышать четырех.

6. В начале статьи (над ее названием) проставлять индекс Универсальной десятичной классификации (УДК). Под заголовком указать инициалы, фамилии авторов и полное название института (организации), в котором работают авторы, адрес электронной почты (E-mail). Далее следует расположить аннотацию на русском языке, отражающую основное содержание статьи, не более 10 строк, а после нее – основной текст статьи. Если в статье есть таблицы, то их заголовки следует вносить в текст. Статья должна заканчиваться конкретными выводами.

7. К статье прилагать следующие документы:

а) сопроводительное письмо с перечнем всех документов, направляемых в редакцию, с указанием организации, где проведена описываемая работа, а также места работы, должности, ученой степени и ученого звания, фамилии, имени и отчества автора (авторов), точного домашнего адреса и адреса для переписки, номеров служебного и домашнего телефонов, E-mail;

б) заверенную выписку из протокола заседания кафедры, рассмотревшего направляемую статью. В выписке должны содержаться рекомендации кафедры к публикации в журнале, а также полное (без сокращений) наименование кафедры. К статье должны быть приложены документы, подтверждающие возможность ее открытого опубликования;

в) аннотации статей на русском и английском языках; ключевые слова к статье;

г) название статьи, фамилию и инициалы автора (авторов), место работы и должность на английском языке.

8. Плата с аспирантов дневной формы обучения, выступающих единым автором работы, за публикацию статьи не взимается.

9. С целью ускорения публикаций статей переписку, связанную с исправлениями материалов, желательно осуществлять по электронной почте: E-mail: [ttp@igta.ru](mailto:ttp@igta.ru)

\* \* \*

Редакция обращает внимание авторов на необходимость соблюдения изложенных правил, что ускоряет прохождение статьи в производстве, сокращает время ее напечатания и способствует уменьшению ошибок и опечаток.

Статьи, отклоненные от публикации, не возвращаются.

Авторский гонорар не выплачивается.

РЕДАКЦИЯ