

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

**№ 8 (329)  
2010**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор *Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ*.

Заместители главного редактора: *Н.М. АШНИН, М.Н. ГЕРАСИМОВ, Б.Н. ГУСЕВ, К.И. КОБРАКОВ, Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ, В.Л. МАХОВЕР, А.К. РАСТОРГУЕВ, Б.С. САЖИН, Б.Б. СТРОГАНОВ.*

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

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ*.

*Адрес редакции: 153000, г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 21.*

*Тел.: (4932) 35-78-87. 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 01.12.2010. Подписано в печать 25.12.2010. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. 16,74 усл.-печ. л.; 16,99 усл. кр.-отт. Заказ 225.

Тираж 450 экз.

---

ОАО "Ивановская областная типография"  
153008, г. Иваново, ул. Типографская, 6.  
E-mail: 091-018@rambler.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**

**№ 8 (329)  
2010**

EDITORIAL BOARD

Chief editor *G.I. CHISTOBORODOV*.

Deputy editors: *N.M. ASHNIN, M.N. GERASIMOV, B.N. GUSEV, K.I. KOBRAKOV, R.V. KORABELNIKOV*,  
*V.L. MAKHOVER, A.K. RASTORGUEV, B.S. SAJIN, B.B. STROGANOV*.

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

Executive secretary *S.L. KHALEZOV*.

The articles are published in authors' editions.

*Address: 153000, Ivanovo, F. Engels av., 21.*

*Tel.: +7(4932)35-78-87, 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 01.12.2010.  
Signed for printing on 25.12.2010. Format 60×84 1/8. Book/journal paper. Offset printing. 16.74 conventional sheets.  
16.99 conventional. Order 225.

Circulation of 450.

---

Ivanovo Regional Printing House  
153008, Ivanovo, Tipografskaya, 6.  
E-mail: 091-018@rambler.ru

УДК 658.51.:677

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ С УЧЕТОМ ЛИНЕЙНОЙ ЦЕНОВОЙ ФУНКЦИИ СПРОСА

М.Ю. СОМКОВА, А.А. ПАХОМОВ, А.В. ФИРСОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
E-mail: office@msta.ac.ru

*В работе рассматривается модель оптимизации производственной программы с учетом линейной ценовой функции спроса для многономенклатурного производства.*

*The optimisation model of the production program taking into account a linear price function of the demand for multinomenclature production is considered in the given paper.*

**Ключевые слова:** оптимизация производственной программы, многономенклатурное производство, маркетинговые исследования, ценовая функция спроса, группы однородных артикулов продукции.

При выпуске большого числа артикулов продукции, различающихся по объему переменных затрат, большая роль в получении прибыли отводится ассортиментной политике предприятия, одним из элементов которой является планирование ассортимента продукции с учетом рыночного спроса.

Обозначим через  $N_i$  объем планируемого выпуска продукции  $i$ -го вида артикула продукции ( $i$ -й группы однородных видов артикулов) за определенный период времени (квартал, год).

При линейной аппроксимации рыночной цены  $i$ -го вида артикула имеем:

$$Ц_i = a_i N_i + b_i, \quad (1)$$

где  $Ц_i$  – цена единицы продукции  $i$ -го вида артикула;  $N_i$  – объем продукции  $i$ -го вида артикула;  $a_i$ ,  $b_i$  – постоянные коэффициенты  $a < 0$ , методика оценки которых изложена [1, с.119; 2, с.83].

Функция прибыли при ценовой функции, выражаемой формулой (1), будет иметь вид:

$$\begin{aligned} \Pi &= \sum_{i=1}^n Ц_i N_i - \left( \sum_{i=1}^n З_i N_i + З_{\text{пост}} \right) = \sum_{i=1}^n (a_i N_i + b_i) N_i - \sum_{i=1}^n З_i N_i - З_{\text{пост}} = \\ &= \sum_{i=1}^n a_i N_i^2 + \sum_{i=1}^n (b_i - З_i) N_i - З_{\text{пост}}, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $z_i$  – переменные затраты на единицу  $i$ -го вида артикула;  $z_{i \text{ пост}}$  – постоянные затраты, списываемые на объем выпуска  $i$ -го вида артикула.

Ставится задача определения такого объема  $N_i$ , при котором общая прибыль была бы наибольшей и при этом общий объем производства всех видов артикулов не превосходил бы заданного значения  $N_m$ . В качестве  $N_m$  может быть взята производственная мощность предприятия.

Математическая модель постановки задачи имеет вид:

$$\begin{cases} \Pi = \sum_{i=1}^n a_i N_i^2 + \sum_{i=1}^n (b_i - z_i) N_i - z_{\text{пост}} \rightarrow \max, \\ \sum_{i=1}^n N_i \leq N_m. \end{cases} \quad (3)$$

Данная задача решается нахождением условного экстремума с помощью множителей Лагранжа.

Функция Лагранжа имеет вид:

$$L(N_i, \lambda) = \sum_{i=1}^n [ a_i N_i^2 + (b_i - z_i) N_i ] + \lambda (\sum_i N_i - N_m) - z_{\text{пост}}. \quad (4)$$

Тогда значения  $N_i$  и  $\lambda$  определяются из системы уравнений:

$$\begin{cases} L'_{N_i}(N_i, \lambda) = 0, \\ \sum_{i=1}^n N_i = N_m. \end{cases} \quad (5)$$

В данном случае система  $(n+1)$  уравнений (7) имеет вид:

$$\begin{cases} 2a_i N_i + b_i - z_i + \lambda = 0, \\ \sum_{i=1}^n N_i = N_m, \end{cases} \quad i = 1 \div n, \quad (6)$$

$$N_i = -\frac{b_i - z_i + \lambda}{2a_i}, \quad i = 1 \div n, \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^n N_i = -\sum_{i=1}^n \frac{b_i - z_i + \lambda}{2a_i} = N_m.$$

Из этого следует, что:

$$\lambda = -\frac{2N_m + \sum_{i=1}^n \frac{b_i - z_i}{a_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{a_i}}. \quad (8)$$

Подставляя формулу (8) в (7) получаем значение  $N_i$ .

**П р и м е р.** Пусть имеются данные о трех группах артикулов продукции для планирования производственной программы (табл. 1).

Согласно формуле (8) находим значение множителя Лагранжа  $\lambda$ :

$$\lambda = \frac{2 \cdot 2100 - \left( \frac{0,509}{0,028} + \frac{0,867}{0,0090} + \frac{0,901}{0,022} \right)}{\frac{1}{0,028} + \frac{1}{0,009} + \frac{1}{0,022}} = 22,651.$$

Т а б л и ц а 1

Показатели	Группа артикулов		
	1	2	3
Переменные затраты (дол/м)	3,20	3,87	4,70
Значения коэффициентов линейной ценовой функции $a_i$	-0,028	$-9,0 \cdot 10^{-3}$	-0,022
$b_i$	2,691	3,003	3,799
Максимальный объем выпуска всех видов артикулов (т.п.м)	2100		

Согласно формуле (7) находим объемы производства каждой группы артикулов:

$$N_1 = -\frac{0,509 + 22,651}{-2 \cdot 0,028} = 395,39 \text{ т.п.м.},$$

$$N_2 = -\frac{0,867 + 22,651}{-2 \cdot 0,009} = 1210,22 \text{ т.п.м.},$$

$$N_3 = -\frac{0,901 + 22,651}{-2 \cdot 0,022} = 494,32 \text{ т.п.м.}$$

$$N_1 + N_2 + N_3 = 2099,93 < N_{\max} = 2100.$$

## ВЫВОДЫ

1. Предложенный метод оптимизации производственной программы для многономенклатурного производства может быть применен на предприятиях текстильной и легкой промышленности.

2. Оптимизационный план многономенклатурной продукции максимизирует прибыль в пределах производственной мощности предприятия.

3. Оптимизация производственной программы осуществляется с учетом идентификации ценовой функции спроса по группам однородных артикулов продукции. Данная идентификация осуществляется в рамках маркетинговых исследований.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лальк В.М., Пахомов А.А., Петрова Т.В., Сомкова М.Ю. Контроллинг: Монография. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2005.

2. Друри К. Введение в управленческий и производственный учет. – М.: Аудит, 1994.

Рекомендована кафедрой экономики. Поступила 11.06.10.

УДК 332.1:677

## ИНТЕГРАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ТЕКСТИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

С.М.СТЕПАНОВА, С.В. ГОРИНОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)  
E-mail: ttp@igta.ru

*В статье рассмотрены проблемы управления промышленными региональными текстильными комплексами и представлены пути их решения, одним из которых является многоуровневое интеграционное управление (МИУ). Представлены особенности МИУ, актуальность и условия, а также эффективность от его внедрения.*

*The article deals with the problems of management of textile industry regional systems and shows the ways of their solving, one of which is multilevel integration management (MIM). The MIM' features and urgency, conditions and results of its introduction are presented herein.*

**Ключевые слова:** многоуровневое интеграционное управление, промышленный региональный текстильный комплекс, факторы управления текстильным комплексом, эффекты от реализации интеграционного управления.

В современных условиях хозяйствования действующая структура экономики региона, промышленных региональных отраслевых комплексов зачастую вступает в противоречие с целями, задачами перспективного комплексного социально-экономического развития региона в целом, с его новым стратегическим выбором.

Особенно ярко данное противоречие наблюдается в последние годы, когда изменения в производстве повлекли за собой изменения в региональных промышленных комплексах. Наибольшее снижение индекса промышленного производства произошло в обрабатывающих производствах, в особенности в текстильном и швейном производствах, а также в производстве машин и оборудования. Наиболее тяжелый период для российской экономики был в

1992-1994 гг. [1]. Индекс промышленного производства снизился на 43,17%, причем на предприятиях текстильного и швейного производств – на 68,79%. Начиная с 2004 г. в мире и в России наблюдается экономический кризис, что сразу отражает индекс промышленного производства. Наибольший удар приходится на текстильное и швейное производства, которые напрямую связаны с международными рынками. Несмотря на общие заверения о выходе страны из экономического кризиса, показатель индекса промышленного производства говорит об обратном (табл. 1 – индексы производства по отдельным видам экономической деятельности Российской Федерации (в % к предыдущему году)) [2].

Таблица 1

Годы	1992	1994	2002	2004	2005	2007	2008	2009
Отрасль промышленности								
Промышленное производство	84	78,4	103,1	108,0	105,1	106,8	100,6	90,7
Текстильное и швейное производство	71,9	55	97,5	96,0	103,6	99,5	94,6	83,8
Производство машин и оборудования	84,4	62,6	91,2	120,8	99,7	126,7	99,5	68,5

Эта проблема актуальна и для Ивановского региона, в особенности для промышленного текстильного комплекса, находящегося в очень сложном положении, которое вряд ли можно назвать устойчивым, хотя по данным статистики наблюдается положительная динамика. Так, индекс промышленного производства в 2010 г. в текстильном и швейном производствах составил 115,9% [3].

В последние годы в связи с огромными сложностями социальных и политических преобразований и системным кризисом во всех сферах хозяйственной деятельности

объем текстильного и швейного производств Ивановской области сократился в 2 раза, в целом же по России – более чем в 5 раз.

В этих условиях особенно четко актуализируется необходимость разрешения противоречия между целями развития региона и развития промышленного комплекса. Разрешение этого противоречия состоит в изменении подхода к управлению промышленным комплексом со стороны всех органов власти, позволяющем эффективно решать широкий спектр про-



блем развития как самого отраслевого комплекса, так и региона.

Следует отметить, что старая система управления промышленным региональным текстильным комплексом (ПРТК) разрушена, а новая находится в стадии формирования. На наш взгляд, необходим переход к многоуровневому интеграционному управлению (МИУ) ПРТК, которое будет проявляться как в расширении и углублении производственно-технических связей, совместном использовании ресурсов, объединении капиталов, так и в создании ПРТК и региону благоприятных условий осуществления экономической деятельности, снятии взаимных барьеров. Целью МИУ является объединение ресурсов (финансовых, материальных, сырьевых, человеческих) ПРТК и региона для повышения эффективности предпринимательской деятельности, конкурентоспособности участников объединения. С этих позиций многоуровневое интеграционное управление подразумевает солидарное взаимодействие различных структур власти при принятии управленческих решений по деятельности ПРТК.

На микроуровне МИУ проявляется в укреплении взаимодействия и взаимозависимости различных структур, входящих в ПРТК, и предусматривает взаимодействие органов управления ПРТК и исполнительных органов государственной власти Ивановской области, результатом которого будет являться реализация мероприятий, направленных на формирование устойчивой тенденции социально-экономического развития Ивановской области, позволяющей в долгосрочной перспективе повысить качество жизни населения до уровня наиболее развитых регионов ЦФО.

Многоуровневому интеграционному управлению промышленным комплексом присущи следующие свойства:

- открытость, характеризуемая интенсивностью обмена информацией и ресурсами с предприятиями как самого промышленного комплекса, так и с предприятиями и организациями региона и других субъектов Российской Федерации;

- активность, обусловленная наличием у предприятий промышленного комплекса собственных интересов и предпочтений и возможностью выбора направлений собственного стратегического развития с учетом потребностей региона;

- динамичность, характеризуемая постоянным изменением внутренних и внешних связей между предприятиями, входящими в состав промышленного комплекса, и другими предприятиями региона, изменением условий их функционирования;

- синергизм, проявляющийся в значительном повышении суммарного действия управленческих воздействий руководителей промышленного комплекса и руководителей регионов на всех уровнях власти в отличие от их простого аддитивного сложения.

Кроме этого, многоуровневое интеграционное управление ПРТК предусматривает:

- формирование контура обратной связи между промышленным комплексом и государственными органами власти, органами местного самоуправления путем создания реально действующих коллегиальных органов по изучению факторов, препятствующих развитию ПРТК и, как следствие, социально-экономическому уровню региона, а также выявлению соответствующих резервов роста;

- разработку и реализацию региональных программ, способствующих процессу реформирования и развития системы местного самоуправления и комплексному социально-экономическому развитию муниципальных образований, что опосредованно влияет на повышение эффективности промышленного производства региона;

- формирование эффективного механизма проведения конкурсов на предоставление правительством или администрацией региона проектных инвестиционных грантов промышленным предприятиям комплекса и, наоборот, финансирование со стороны руководства ПРТК инновационных проектов, согласующихся с целями развития ПРТК;

– формирование и использование комплекса целевых социально-экономических показателей на основе реализации социального проектирования в сфере использования ресурсной базы ПРТК и региона.

Совокупные эффекты от использования интеграционного управления ПРТК представлены на рис.1.

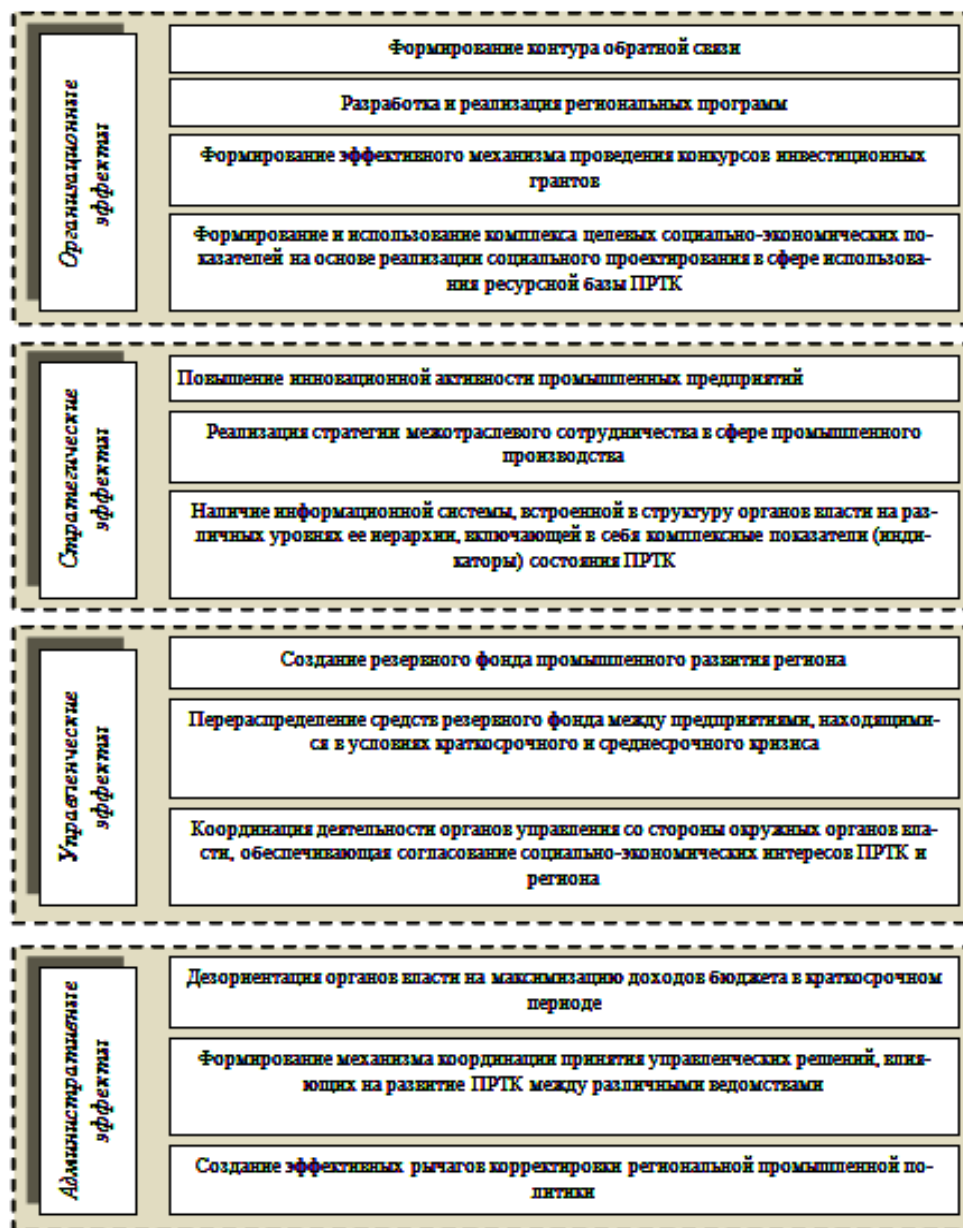


Рис. 1

На наш взгляд, интеграционное управление позволит устранить дестабилизирующие факторы управления промышленным комплексом: воздействие окружных органов власти на ПРТК преимущественно административными методами при отсутствии у органов власти федерального округа эффективных рычагов корректировки

региональной промышленной политики; ориентацию органов власти на максимизацию доходов бюджета в краткосрочном периоде; отсутствие механизма координации принятия управленческих решений, влияющих на развитие ПРТК между различными ведомствами. Результаты МИУ ПРТК представлены на рис.2.

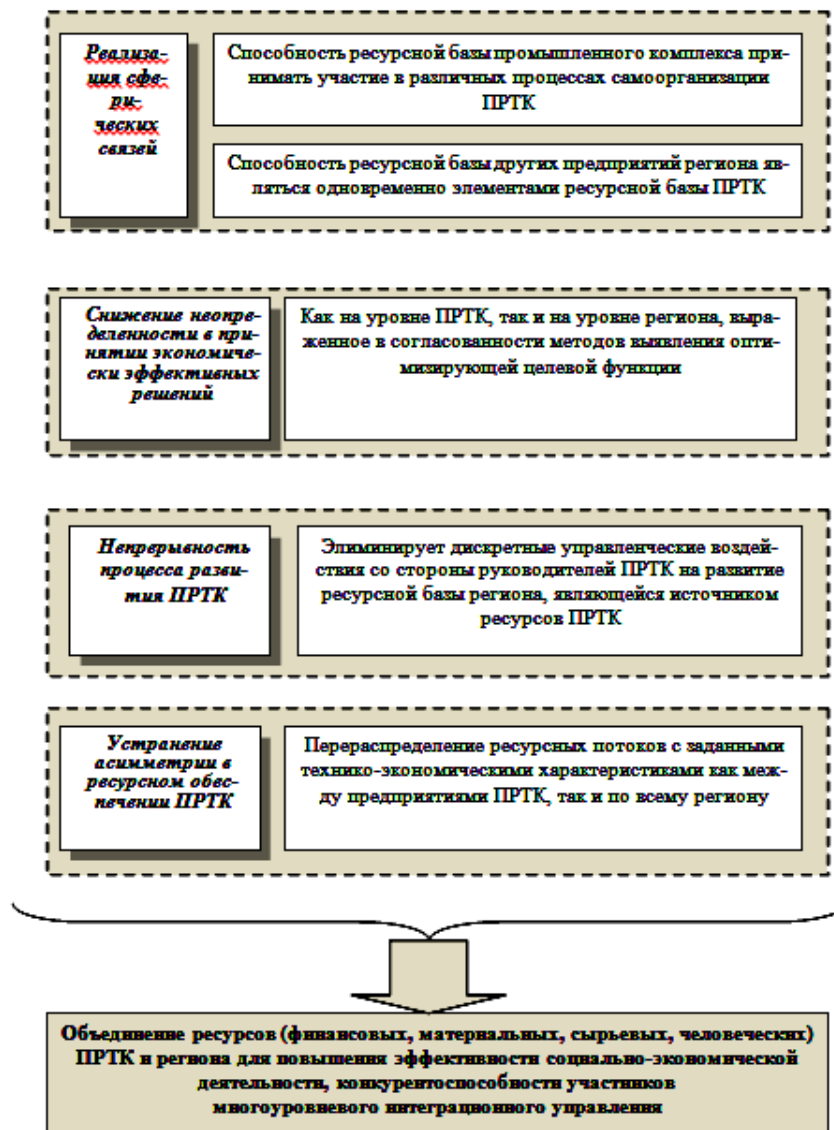


Рис. 2

Более того, интеграционное управление ПРТК ориентирует руководство на создание условий для повышения инновационной активности промышленных текстильных предприятий и реализацию стратегии межотраслевого сотрудничества в сфере промышленного производства путем совместного определения органами власти и ПРТК целей региональной промышленной (экономической) политики и выбора методов ее реализации.

Интеграционное управление позволит совершенствовать организационно-управленческий механизм развития ПРТК, в частности, создать резерв ресурсов промышленного развития региона и аккумуляции

средств в нем; перераспределение ресурсов между предприятиями, находящимися в условиях краткосрочного и среднесрочного кризиса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Татевосян Г.М., Писарева О.М., Седова С.В., Симонова Н.И. Сравнительный анализ экономических показателей регионов РФ//Экономика и мат. методы. – 2004. Вып. 4, т. 40.
2. Российский статистический ежегодник. 2008: Стат.сб./ Росстат. – М., 2007.

Рекомендована кафедрой менеджмента. Поступила 20.11.10.

УДК 669.058

**МОДИФИКАЦИЯ ФРИКЦИОННЫХ СВОЙСТВ  
КОМПЛЕКСНЫХ ПОЛИЭФИРНЫХ НИТЕЙ  
ПУТЕМ ИХ ЭМУЛЬСИРОВАНИЯ**

*Т.Ю. СТЕПАНОВА, С.Г. САХАРОВА*

(Ивановский государственный химико-технологический университет)

E-mail: cergce@mail.ru

*Проведена оценка влияния эмульсирования на фрикционные свойства и электризуемость комплексной полиэфирной нити. Установлено, что составы на основе неионогенных веществ значительно снижают электризацию комплексной полиэфирной нити, увеличивают разрывную нагрузку, не уменьшая разрывного удлинения.*

*The estimation of the emulsifying influence on the friction properties and the electrifying of a complex polyester thread is carried out. It is installed that the contents on the basis of nonionic substances reduce the electrization of a complex polyester thread considerably, increase a breaking weight, without reducing a breaking elongation.*

**Ключевые слова:** электризуемость, поверхностно-активные вещества, коэффициент трения нити, эмульсирование.

Предварительный анализ исследования целого ряда ПАВ на фрикционные свойства нити [1, 2] позволил из числа анализируемых веществ отобрать наиболее эффективные (снижающие коэффициент трения нити по металлу и поверхностное электростатическое сопротивление): препарат ОС-20, полиэтиленгликоль марки ПЭГ-400 и глицерин.

В работе оценивали влияние эмульси-

рования на фрикционные свойства и электризуемость комплексной полиэфирной нити 16,5 текс (табл. 1).

Анализ данных, приведенных в таблице, показывает, что в результате эмульсирования ткацких основ составами ПАВ значения динамического коэффициента трения нитей по металлу снижаются в среднем на 21 %, а электризуемость – на 2-3 порядка.

№ п/п	Показатель		Удлинение, %	Разрывная нагрузка, сН	Динамический коэффициент трения нити по металлу	ПЭС, Ом
	Рецепт эмульсии, %					
	Необработанная пряжа		17	480	0,320±0,052	1,59 · 10 <sup>11</sup>
1	Авиваж НТП 1		17	520	0,300±0,042	2,51 · 10 <sup>9</sup>
2	ПЭГ-400	0,46	16	540	0,240±0,030	1,26 · 10 <sup>9</sup>
	Стеарокс-6	0,46				
	Этиловый спирт	0,08				
3	ПЭГ-400	0,57	17	600	0,239±0,028	1,21 · 10 <sup>8</sup>
	Глицерин	0,20				
	Стеарокс-6	0,2				
	Этиловый спирт	0,03				
4	ПЭГ-400	0,80	18	610	0,231±0,020	1,15 · 10 <sup>8</sup>
	ОС-20	0,10				
	Глицерин	0,10				

На снижение коэффициента трения нити по металлу, что является основной задачей процесса эмульсирования, наиболее заметное влияние оказывает состав № 4: динамический коэффициент трения нити по металлу снижается на 27,8 %.

Молекулы ПАВ адсорбируются на поверхности нити, образуя граничный слой, который обладает малой толщиной, но

нейтрализует действие молекулярных сил притяжения между телами, вследствие чего уменьшается коэффициент трения (рис. 1 – адсорбционный слой эмульсии на поверхности полиэфирной нити: 1 – волокно; 2 – слой ПАВ) и его колебания по длине нити (рис. 2 – колебания динамического коэффициента трения по длине комплексной полиэфирной нити).

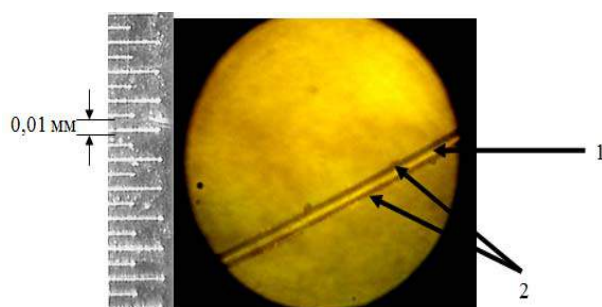


Рис. 1

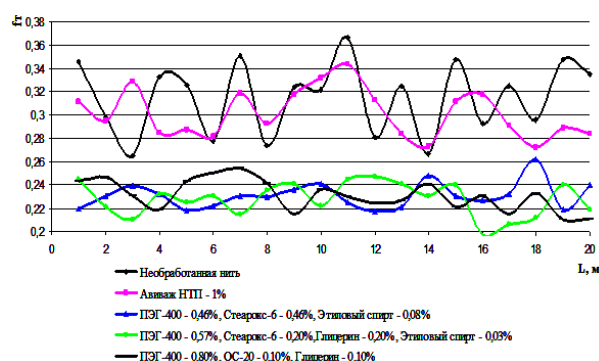


Рис. 2

Кроме того, в работе оценивали влияние исследуемых эмульсирующих составов ПАВ на физико-механические свойства комплексной нити. Сравнительный анализ значений поверхностного электростатического сопротивления обработанных нитей показал, что составы на основе исследуемых неионогенных веществ значительно снижают электризацию комплексной полиэфирной нити. Установлено, что наибольшей нейтрализацией статического электричества у синтетических нитей об-

ладает состав № 4. Использование этого состава позволит снизить поверхностное электростатическое сопротивление на 3 порядка по сравнению с необработанной нитью и на 1 порядок – по сравнению с другими составами ПАВ. Анализ физико-механических свойств эмульсированных комплексных полиэфирных нитей показал, что при использовании неионогенных ПАВ разрывная нагрузка увеличивается в среднем на 18%, а разрывное удлинение нити не уменьшается.

## ВЫВОДЫ

Показано, что составы на основе неионогенных ПАВ (ОС-20, ПЭГ-400) обеспечивают легкое скольжение комплексной полиэфирной нити по металлу, способствуя тем самым повышению производительности ткацкого станка.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Степанова Т.Ю., Мельников В.Г., Комарова Т.Г. Исследование влияния текстильно-

вспомогательных веществ на коэффициент трения скольжения нити по металлу // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2003. Т. 46. Вып. 7. С.121...123.

2. Степанова Т.Ю., Мельников В.Г., Комарова Т.Г. Влияние фрикционных свойств пряжи на обрывность основ в ткачестве // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2003. Т. 46. Вып. 8. С. 126...127.

Рекомендована кафедрой механики. Поступила 12.05.10.

УДК 677.017.632

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАПИЛЛЯРНОСТИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРЯЖИ

О.В.СТЕНЮГИНА, И.Н.СИНЯЕВА, Ю.П.ГУСЕВА

(Ивановская государственная текстильная академия,  
ОАО Юрьев-Польская ткацко-отделочная фабрика "Авангард")  
E-mail: root@igta.asinet.iwanowo.ru, sinaeva@avangardtex.ru

*На основании проведенного анализа нормативных документов на определение гигроскопических свойств хлопчатобумажной пряжи и в результате исследований предложена методика определения количественного показателя свойства капиллярности хлопчатобумажной пряжи в зависимости от влияния двух факторов: от свойств толщины и скрученности нитей.*

*On the basis of the carried out analysis of standard documents concerning determination of hygroscopic properties of a cotton yarn and as a result of the research the technique of determination of a quantitative index of the capillarity properties of a cotton yarn depending on two factors: the thickness properties and threads torsion, is offered herein.*

**Ключевые слова:** хлопчатобумажная пряжа, гигроскопические свойства, капиллярность, линейная плотность, крутка.

Для производства хлопчатобумажных махровых изделий из одиночной и крученой пряжи основными показателями качества являются их гигроскопические свойства: влажность, водопоглощаемость, гигроскопичность, капиллярность и намокаемость. Для определения показателей влажности, гигроскопичности и водопоглощаемости существуют соответствующие методики в виде стандартов [1], [2].

Однако определение количественных показателей свойства капиллярности пряжи не имеет соответствующего методического обоснования.

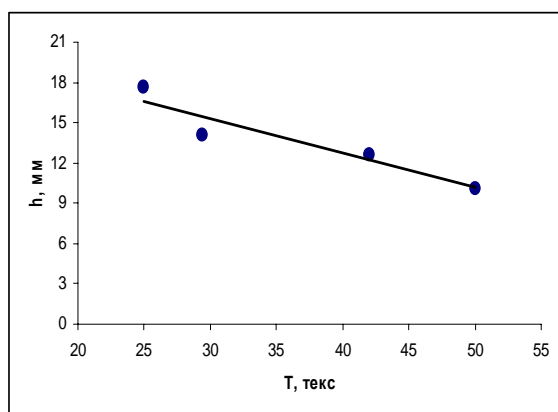
В качестве объекта исследования выбрана однониточная и крученая хлопчатобумажная пряжа различной линейной плотности. Основные характеристики строения пряжи, сформированные в три группы, представлены в табл. 1.

Группы	Строение пряжи		Линейная плотность, текс		Крутка, кр/м
			номинальная	фактическая	
1	Одиночная		25,0	24,9	365
			29,4	29,4	330
			42,0	41,9	320
			50,0	49,8	318
2	Крученая	Переменной линейной плотности	15,3×2	30,2	490
			16,5×2	33,6	483
			18,5×2	36,8	476
			25,0×2	49,9	430
3	Крученая	Постоянной линейной плотности	25,0×2	50,2	445
			25,0×2	49,9	452
			25,0×2	50,0	416
			25,0×2	49,9	430

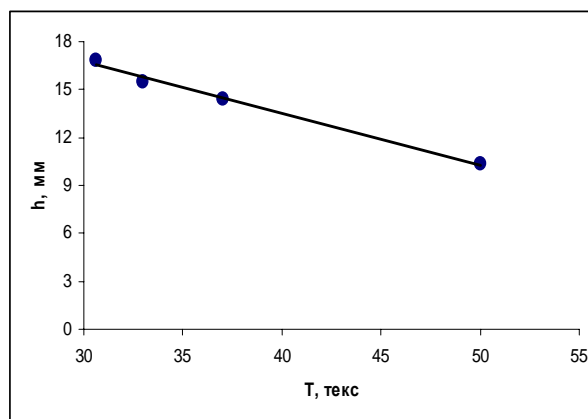
Количественным показателем свойства капиллярности выбрана высота ( $h$ ) подъема жидкости вследствие опускания концов пряжи в окрашенный раствор. Методика проведения исследования осуществлялась следующим образом: от каждой паковки отделяли пучок из десяти нитей, длина которых в пучке равнялась 600 мм. Грузы массой 2 г прикреплялись к концам пучка нитей так, чтобы нулевое деление линейки совпало с уровнем окрашенного раствора. При этом пучок нитей складывался пополам, а кончики завязывались узлом и за узел подвешивались на иглу планки. Через 60 минут по линейке отмечалась высота

подъема раствора. За окончательный результат испытания принимали среднее арифметическое значение результатов десяти испытаний, вычисленное с погрешностью не более 1 мм.

На первом этапе осуществляли исследование высоты ( $h$ ) подъема жидкости в зависимости от изменения линейной плотности ( $T$ ) как одиночной, так и крученой пряжи. Результаты испытаний представлены на рис. 1-а – для одиночной и 1-б – для крученой пряжи, где выделенные результаты по оси абсцисс отражают ее номинальные значения.



а)



б)

Рис. 1

По приведенным экспериментальным данным построены уравнения взаимосвязи (регрессии) исследуемых характеристик в виде:

– для одиночной пряжи  
 $h = 23,15 - 0,25 T$ ;

– для крученой пряжи

$$h = 26,44 - 0,32 T.$$

Так как уравнения регрессии представлены в натуральных координатах, то необ-

ходимо иметь в виду, что коэффициенты при линейной плотности ( $T$ ) имеют единицу измерения, обратную линейной плотности с добавлением в числителе единицы длины в миллиметрах.

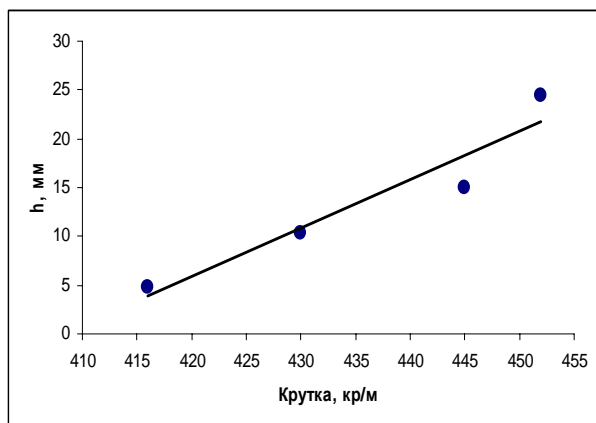
Анализ графиков, представленных на рис. 1, показывает, что для одиночной и крученой пряжи просматривается тенденция снижения значения капиллярности в зависимости от увеличения линейной плотности пряжи, что связано с изменением уровня равновесности пряжи.

На следующем этапе проводили исследования по изучению влияния значений крутки ( $K$ ) на изменение показателя  $h$ . Для этой цели использовали крученую пряжу одинаковой линейной плотности. Результаты испытаний представлены на рис. 2 и

соответствующим уравнением регрессии, которое имеет вид:

$$h = -201,12 + 0,49 K.$$

Данные, представленные на рис. 2-а, показывают, что с увеличением вторичной крутки высота подъема жидкости увеличивается. Это подтверждает и данные, представленные на рис. 2-б, то есть испытания в зависимости от строения пряжи (одиночная или крученая). Общее среднее значение по исследованной одиночной пряже получилось  $h_{\text{ср}} = 13$  мм, а для крученой пряжи различной линейной плотности  $h_{\text{ср}} = 14$  мм. Общее среднее значение крутки для одиночной пряжи  $K_{\text{ср}} = 333,25$  кр/м, а для крученой пряжи постоянной линейной плотности среднее значение составило  $K_{\text{ср}} = 435$  кр/м.



а)



б)

Рис. 2

Таким образом, приведенные на рис. 2 результаты исследования показывают, что высота подъема жидкости для крученой пряжи выше, чем у однониточной. Это увеличение вызвано за счет дополнительного числа капилляров, характерных для строения крученой пряжи.

## ВЫВОДЫ

Разработана методика исследования количественного показателя свойства капиллярности хлопчатобумажной пряжи в зависимости от влияния двух факторов, а

именно от свойств толщины и скрученности нитей.

## ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 3816–81. Ткани текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств.
- ГОСТ 6611.4–73. Нити текстильные. Методы определения влажности.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения ИГТА. Поступила 23.09.10.



УДК 677.1/2

**ВЛИЯНИЕ ШИРИНЫ СЛОЯ СТЕБЛЕЙ ЛЬНА  
НА ЕГО ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ  
ПЕРЕД МЯЛЬНО-ТРЕПАЛЬНЫМ АГРЕГАТОМ\***

А.А. БАРИНОВ, С.Е. МАЯНСКИЙ

(Костромской государственной технологической университет)

E-mail: info@kstu.edu.ru

*Проведено моделирование процесса изменения  $X_{opt}$  в зависимости от ширины стеблевого слоя в условиях случайного (по нормальному закону) распределения других параметров качества: средних квадратических отклонений комлевых и вершинных концов стеблей, а также угла их дезориентации.*

*The process modelling of the  $X_{opt}$  change depending on the width of a stalk layer in the conditions of casual (under the normal law) distributions of other quality parametres: average quadratic deflections of bottom and top stalks' ends, and also an angle of their disorientation, is carried out herein.*

**Ключевые слова:** мяльно-трепальный агрегат, ширина слоя стеблей, показатель пригодности к трепанию, короткостебельный лен, осевая линия МТА.

Основной причиной низкого выхода длинного льняного волокна на отечественных льнозаводах является пониженное технологическое качество обрабатываемого сырья, и в связи с этим неудовлетворительная его подготовка перед трепанием при обработке на мяльно-трепальном агрегате (МТА) [1]. Установлено, что в обрабатываемых рулонах льна, поступающих на льнозаводы, сильно варьируют основные параметры льна, в том числе и длина стеблей. При этом имеют место трендовые изменения.

Согласно теоретическим представлениям А.М. Ипатова [2] о влиянии длины

стеблей и общей ширины слоя  $L$  на координату оптимального положения слоя  $X_{opt}$  по отношению к зажимному транспортеру трепальной машины следует, что с увеличением этих параметров  $X_{opt}$  изменяется. Однако А.М. Ипатовым не установлены зависимости этого изменения с учетом угловой дезориентации стеблей и условий обработки на трепальной машине. В [3] указанные изменения учтены при оценке показателя пригодности стеблевого слоя к трепанию ( $P$ ). Между тем, для оптимизации расположения слоя перед обработкой на МТА практический интерес представляет зависимость  $X_{opt} = f(L)$ .

\* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Е.Л. Пашина.

С этой целью, используя зависимость показателя пригодности  $P$  от совокупности технологических параметров льна [3], было проведено моделирование процесса изменения  $X_{\text{опт}}$  в зависимости от ширины стеблевого слоя в условиях случайного (по нормальному закону) распределения других параметров качества: средних квадратических отклонений комлевых и вершинных концов стеблей, а также угла их

дезориентации. Указанное моделирование провели применительно к реальным интервалам варьирования указанных параметров и к конструкции трепальной машины агрегата МТА-2Л.

Результаты моделирования представлены графически на рис. 1 – зависимость координаты оптимального положения слоя от его ширины при случайном изменении факторов.

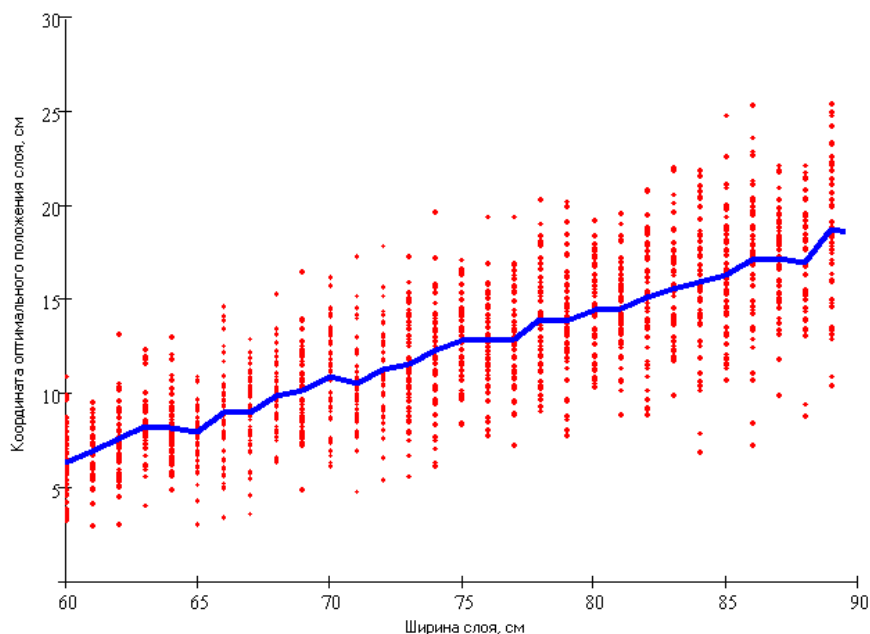


Рис. 1

Его анализ позволяет заключить следующее. С увеличением ширины слоя значение  $X_{\text{опт}}$  возрастает. Так, при изменении ширины стеблевого слоя с 60 до 90 см значение оптимального значения  $X$  увеличивается до 20 см. Иными словами, для обеспечения оптимизации показателя пригодности к трепанию при обработке короткостебельного льна стеблевой слой требуется смещать к осевой линии МТА. Заметим, что значения  $X_{\text{опт}}$  имеют разброс, из которого следует зона минимальной "чувствительности" к изменению параметра  $L$ : 15...20 см.

Полученные данные следует использовать при разработке систем управления

положением слоя в зависимости от свойств льняного сырья.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пашин Е.Л. Агропроизводство и технологическое качество льна. – Кострома: ВНИИЛК, 2004.
2. Ипатов А.М. Теоретические основы механической обработки стеблей лубяных культур. – М.: Легпромбытиздат, 1989.
3. Маянский С.Е., Баринов А.А., Пашин Е.Л. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, № 4С.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 01.10.09.

## ОСОБЕННОСТИ НАГРУЖЕНИЯ СЫРЦА В НАЧАЛЕ ТРЕПАЛЬНОЙ СЕКЦИИ\*

С.М. ВИХАРЕВ, Н.М. ФЕДОСОВА

(Костромской государственной технологической университет)  
E-mail:svixarev@ya.ru; fedosovanm@mail.ru

*Теоретически и экспериментально установлено, что существующая конструкция входной части трепальных барабанов (противонамоточный желоб) способствует локальному сгуживанию сырца при перемещении его вдоль трепальной секции и росту сил натяжения прядей.*

*It is theoretically and experimentally established that the existing design of an inlet side of scutching drums (an anti-winding chute) promotes the local unloading of a raw under its movement along a scutching section and to the increasing of the strands' tension forces.*

**Ключевые слова:** трепание льна, трепальный барабан, противонамоточный желоб, натяжение прядей.

В промышленности первичной обработки льна при трепании сырца применяются различные устройства, обеспечивающие постепенный ввод материала в зону трепания. Одним из таких устройств, предназначенных для борьбы с намотами на шейку вала трепальных барабанов, является так называемый противонамоточный желоб или "воронка" [1]. В зоне "воронки" наблюдается сгуживание волокон, приводящее к резкому попаданию сырца в зону обработки при ударе бил барабана, что может повлечь за собой дополнительные нагрузки на материал и, следовательно, дополнительные отходы. Целью данной работы является количественная оценка влияния этого явления на нагружение пряди при трепании. Для этого рассмотрим два варианта входа материала в зону трепания: удар по материалу без воронки (вариант 1) и удар по нему при ее наличии (вариант 2).

В первом случае длина пряди от точки удара до ее конца равна  $L$ , масса этого участка  $m$ , линейная плотность материала в начале участка (в точке удара) –  $\mu_0$ , в конце пряди –  $\mu_1$ . При наличии воронки

масса участка пряди от точки удара до ее конца и линейная плотность в точке удара остаются неизменными, длина обрабатываемого участка уменьшается до  $L'$ , линейная плотность конца пряди увеличивается до  $\mu_1'$  (происходит сгуживание материала). При этом считаем, что закон изменения линейной плотности загрузки остается прямолинейным в обоих случаях. Параметры движения трепальных барабанов также не изменяются.

Рассчитаем силу, действующую на конец пряди, исходя из допущения, что после удара прядь сохраняет прямолинейную форму при движении по дуге вокруг точки удара (вокруг била). Это позволяет считать скорость движения пряди, равной скорости била барабана  $v$ . При этом сила  $F$ , действующая на точку пряди с координатой  $x$  (начало координат в точке удара), равна

$$F = \int_0^x \omega^2 x dm, \quad (1)$$

где  $\omega$  – угловая скорость движения конца пряди вокруг бил трепального барабана, рад/с.

\* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №09-08-97500 р\_центр\_а.

Исходя из предложенных допущений:

$$dm = \frac{(\mu_0 + \mu l)}{2} dx. \quad (2)$$

Для точки конца пряжи  $x=L$ , таким образом, (1) примет вид:

$$F = \int_0^L \omega^2 x \frac{(\mu_0 + \mu l)}{2} dx. \quad (3)$$

Проинтегрировав (3), получим выражение для вычисления силы, действующей на конец пряжи:

$$F = \frac{\omega^2 L^2 (\mu_0 + \mu l)}{4}. \quad (4)$$

Учитывая, что

$$\mu l = \frac{2m}{L} - \mu_0, \quad (5)$$

получаем

$$F = \frac{\omega^2 L m}{2}. \quad (6)$$

Учитывая равенство линейных скоростей пряжи и била, частоту вращения трепальных барабанов  $n$ , рассчитаем угловую скорость конца пряжи:

$$\omega = \frac{n\pi R}{30L}. \quad (7)$$

где  $R$  – радиус барабана, м.

Таким образом,

$$F = \frac{(\pi n R)^2 m}{1800L}. \quad (8)$$

Из (8) очевидно, что при уменьшении длины пряжи  $L$  сила удара будет увеличиваться. На рис. 1 показана зависимость силы удара от длины обрабатываемого участка материала  $L'$  для случая с воронкой

при следующих параметрах:  $L=0,5$  м;  $m=0,0245$  кг;  $R=0,37$  м;  $n=250$  мин<sup>-1</sup>.

При уменьшении длины пряжи от 0,5 до 0,1 м наблюдается увеличение силы удара от 2,3 до 11,5 Н.

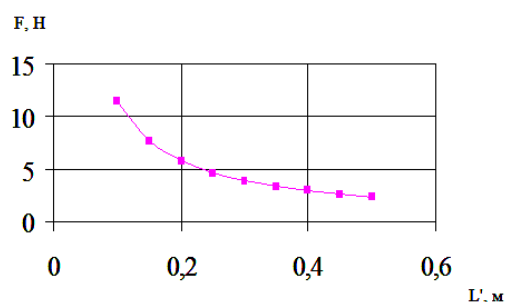


Рис. 1

Для экспериментальной проверки полученных зависимостей использовали лабораторный трепальный станок КТИ, имитирующий обработку льняного сырья на мяльно-трепальном агрегате МТА-1Л. Станок двустороннего действия с возможностью регулирования ряда технологических и конструктивных параметров. Во всех экспериментах длина барабанов составляла 1,14 м, межосевое расстояние 0,55 м. Используются специально изготовленные двухбильные трепальные барабаны основного диаметра 740 мм с длиной конусной части 400 мм и начальным диаметром 550 мм [2]. Скорость движения транспортера с зажатым льносырцом во всех опытах 25 м/мин.

Опыты проводили таким образом, чтобы исключить влияние сгруживания и сопутствующих ему эффектов. Для этого трепанию подвергалась только контрольная пряжа, закрепленная на консоли тензодатчика. При трепании осуществляли запись сил натяжения в конусной части трепального барабана (вариант 1, рис 2-а). На рис. 2. представлены тензограммы сил натяжения пряжи сырца при трепании (на тензограммах приведено изменение сил натяжения на конусной части барабана).

Статистические параметры зафиксированных усилий приведены в табл. 1.

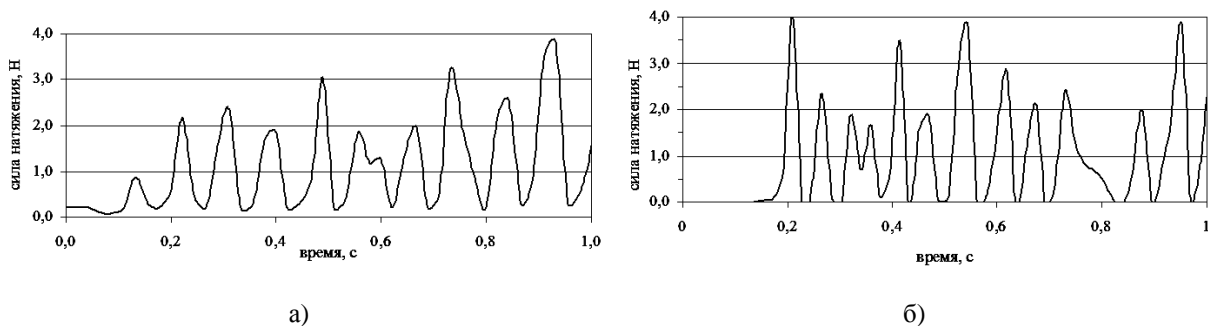


Рис. 2

Анализ тензограммы позволяет заключить, что исследуемый процесс трепания протекает с постепенным увеличением силы натяжения обрабатываемой пряжи.

Для исследования силового нагружения льносырца при вводе его через противонамоточный желоб (вариант 2, рис. 2-б) осуществили имитацию его установки посредством закрепления на высоте, соответствующей краю желоба, деревянного бру-

са. Таким образом, производилось адекватное реальному изменению положения пряжи перед вводом в зону трепания. Перед контрольной пряжью также закреплялся слой льносырца для обнаружения сгуживания. Результаты замера сил натяжения для этого варианта представлены на рис. 2-б и в табл. 1. В качестве контроля использовали результат варианта 1.

Таблица 1

Среднее значение по длине конуса, Н	СКО, Н	Вариация, %	Относительная ошибка, %	Абсолютная ошибка, Н
Вариант 1				
0,75	0,09	12,12	8,4	0,06
Вариант 2				
1,26	0,14	11,60	8,0	0,10

Анализ характера сил натяжения пряжей при наличии желоба позволяет заключить, что в результате сгуживания сырца наблюдается неоправданный рост натяжения (рис. 2-б). Сравнивая характер нагружения пряжей без желоба, следует отметить следующее. Взаимодействие бил с сырцом начинается несколько позднее, что следует отнести к задержке пряжи на кромке желоба (рис. 2). Это свидетельствует о том, что прядь начинает взаимодействие с барабанами не в начале конусной части барабана, а несколько позднее.

При исследовании влияния противонамоточного желоба на технологические эффекты при трепании установлено, что его наличие может вызывать снижение выхода длинного волокна на 1,5...3,0% [2].

## ВЫВОДЫ

Теоретически и экспериментально установлено, что существующая конструкция входной части трепальных барабанов (противонамоточный желоб) способствует локальному сгуживанию сырца при перемещении его вдоль трепальной секции и росту сил натяжения пряжей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сулов Н.Н., Левитский И.Н., Иванов М.И. Ремонт и монтаж оборудования заводов первичной обработки лубяных волокон: Учебник для сред. спец. учеб. заведений. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.
2. Вихарев С.М. Совершенствование конструкции и технологических параметров машины для трепания льна: Дис.... канд. техн. наук. – Кострома, 2003.

Рекомендована кафедрой автоматизации и микропроцессорной техники. Поступила 18.03.10.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СТЛАНЦЕВОЙ ЛЬНЯНОЙ ТРЕСТЫ ОТ ВЛАЖНОСТИ В РАЗНЫХ ЗОНАХ ПО ДЛИНЕ СТЕБЛЕЙ\*

Ю.В. ВАСИЛЬЕВ, Е.Л. ПАШИН, Н.В. КИСЕЛЁВ

(Костромской государственной технологической университет)

E-mail: cardiff@bk.ru

*Предложен нетрадиционный вариант повышения эффективности обработки льняной тресты на основе использования дифференцированной по длине стеблей их подсушки.*

*The nonconventional variant of efficiency increasing of the processing of a linen layer straw on the basis of utilisation of the drying differentiated endways the stalks is offered herein.*

**Ключевые слова:** стланцевая льняная треста, влажность, длина стеблей, разрывное удлинение волокна, сушка, обескостривание.

При анализе исследований [1], связанных с обескостриванием льна, было обращено внимание на зависимости остаточного содержания костры, а также прочности льняного волокна на разрыв от влажности обрабатываемых стеблей. Оказывается, при изменении влажности тресты от 10 до 25% разрывное усилие волокна имеет разные тенденции изменения. Вначале наблюдается рост, а далее, после достижения максимума (при влажности  $\approx 20...24\%$ ), происходит снижение.

Анализ зависимости массовой доли костры от влажности стеблей доказывает, что с уменьшением влажности содержание костры снижается.

Указанные факты позволили предложить нетрадиционный вариант повышения эффективности обработки льняной тресты на основе использования дифференцированной по длине стеблей их подсушки. Среднюю часть стеблей с учетом ее меньшего нагружения при трепании для повышения вероятности удаления костры целесообразно пересушить (относительно уровня рекомендуемой влажности: 12...14%), а концевые участки – наоборот – не досушить, доведя влажность волокна до 20...24%. В последнем случае разрывное усилие прядей будет иметь повы-

шенное значение, что приведет к их сохранности при трепании.

Для проверки такого варианта подготовки тресты к трепанию путем дифференцированной подсушки стеблей по их длине в течение двух лет проводили экспериментальные исследования. Для этого использовали льняную стланцевую тресту разной степени вылежки: нормальную (в среднем за два года показатель отделяемости составил 5,73 ед.) и недолежалую (в среднем – 3,05 ед.). С использованием стандартных методик испытания [2] был определен показатель отделяемости волокна от древесины, косвенно характеризующий способность стеблей к обескостриванию. Кроме этого, в исследуемых партиях льняной тресты была определена разрывная нагрузка волокна. Указанные показатели были получены при анализе вершинной, комлевой и срединной зон стеблей. Участки стеблей каждой зоны испытывали при трех уровнях влажности 5...6%, 14% и 22%.

Статистическую обработку полученных экспериментальных данных проводили, применяя метод дисперсионного анализа с использованием ППП "Statistika". Было исследовано два массива данных: один – применительно к разрывной нагрузке; другой – к показателю отделяемости.

\* При получении экспериментальных данных принимали участие студенты Мохов А.А., Валамин Н.А., Ерлашова Н.В., Горячева Т.С.

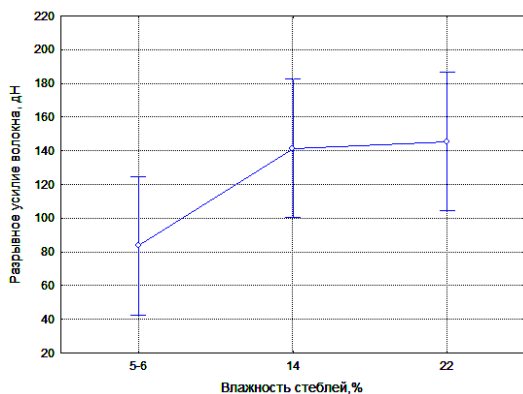


Рис. 1

В результате установлено, что на формирование разрывного усилия волокна статистически значимо при доверительной вероятности 93,4% влияет фактор влажности (рис. 1 – изменение разрывного усилия волокна по уровням влажности тресты). Полученный результат подтвердил указанные выше выводы опубликованных работ – при влажности тресты ниже технологического уровня разрывное усилие снижается. Оказалось, что при влажности 14...22% разрывное усилие волокна примерно одинаковое, но превышает в 1,75 раза разрывную нагрузку, которая наблюдается при влажности 5...6%.

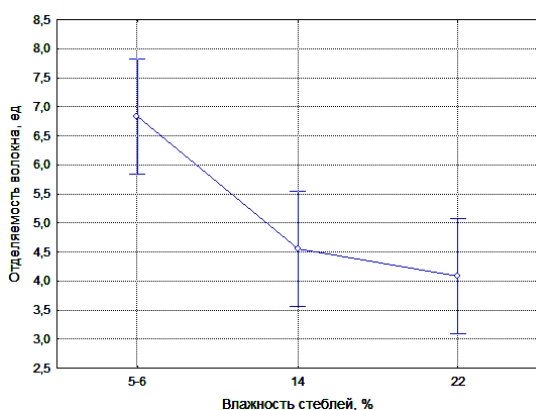


Рис. 2

Влажность тресты также сильно влияет на показатель отделяемости волокна от древесины. Степень ее влияния более значительна, чем на разрывное усилие. Этот вывод вытекает из статистической значи-

мости данного фактора при 98,6% доверительной вероятности. Чем меньше влажность, тем выше показатель отделяемости. Наихудшая отделяемость волокна от древесины наблюдается у стеблей тресты с влажностью 22% (рис. 2 – изменение отделяемости волокна по уровням влажности тресты).

Другие изучаемые факторы (зона стебля по его длине и степень вылежки тресты) не оказали статистически доказуемого влияния на изучаемые свойства тресты.

## ВЫВОДЫ

1. Изменение влажности стеблей тресты от 5...6% до 14...22% приводит к увеличению разрывного усилия волокна в 1,75 раза. Такое увеличение примерно наблюдается во всех зонах по длине стеблей с разной их степенью вылежки. Наряду с этим указанное изменение влажности приводит к уменьшению показателя отделяемости до 40%, ухудшая при этом способность стеблей тресты к обескостриванию.

2. Повышение отделяемости волокна от древесины при влажности стеблей ниже технологической и одновременный рост разрывного усилия волокна при влажности в пределах 14...22% позволяет рекомендовать для улучшения условий трепания льна новый способ подготовки стеблей тресты на основе дифференцированного по их длине подсушивания, а именно – среднюю часть стеблей следует пересушивать, а концевые участки – доводить до уровня 14...22%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Волков В.В. Исследование технологического значения влажности стеблей льна в процессе лубовыделения: Дис...канд. техн. наук. – Смоленск, 1970.
2. Городов В.В, Лазарева С.Е., Лунёв И.Я. и др. Испытания лубоволокнистых материалов. – М.: Легкая индустрия, 1969.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 07.05.10.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕХАНИЗМА ВЫДЕЛЕНИЯ СОРНЫХ ЧАСТИЦ ИЗ ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА ПРИ СДВИГАНИИ СЛОЕВ (РАЗРЕЖЕНИИ)\*

А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Д.А. ЛЕБЕДЕВ

(Костромской государственной технологической университет)

E-mail: tmm@kstu.edu.ru

*В статье представлен анализ механики выделения сорных примесей при разрежении массы волокна вследствие сдвига волокнистых слоев. Материалы статьи будут полезны при выборе кинематических параметров очистительных машин.*

*The analysis of mechanics of the trash allocation at the depression of a fiber mass owing to the moving of fibrous layers is presented in the article. Article materials will be useful when choosing kinematic parameters of recleaners.*

**Ключевые слова:** механика процесса очистки волокна, миграция сора в волокнистой среде, волокноочистители, льняное волокно, хлопок.

В волокнистом материале, например, в хлопковом или льняном волокне, содержатся минеральные и органические примеси в виде отдельных частиц, которые имеют различные геометрические и весовые характеристики, а также разную связь с волокнистым материалом. Обычно, эти сорные примеси распределены достаточно равномерно по всему объему. Часть примесей, расположенных на открытой поверхности образца волокнистого материала, может быть достаточно легко удалена при ударных воздействиях и встряхивании [1]. Основная часть сора, расположенного внутри объема образца, окружена многослойной волокнистой рубашкой [2]. Для удаления этих примесей простого встряхивания недостаточно. При механической обработке волокнистого материала требуются специальные операции, например, сдвигание слоев, разрежение и обработка в зажатом состоянии [3].

Ранее нами рассмотрен механизм выделения сорных примесей из волокна при его разрежении [4], [5]. В свете развития теории воздействия на сорные частицы,

находящиеся внутри волокнистого материала (теории «миграции») [6], рассмотрим эту задачу с целью определения параметров процесса для возможной реализации в очистительных машинах.

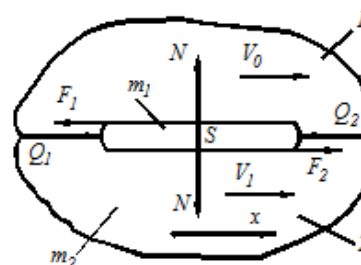


Рис. 1

На рис. 1 показана схема взаимодействия волокнистого материала с частицей, находящейся на границе смещающихся слоев. Представим себе, что волокнистый поток движется между питающими валиками со скоростью  $V_0$ . Нижний слой 2 захватывается рабочим органом (пильчатым, игольчатым и т.д.) и ему сообщается ско-

\* Работа выполнена при поддержке гранта Федерального агентства по образованию Российской Федерации в рамках реализации целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы» (2009 – 2010 гг.) по разделу 2.1.2.



рость  $V_1$ . При этом на частицу будут действовать силы:  $F_1$  и  $F_2$  – силы трения о верхний 1 и нижний 2 слой волокна;  $N$  – сила, сжимающая частицу;  $Q_1$  и  $Q_2$  – упругие силы, действующие на сорную частицу со стороны волокнистых слоев.

Для упрощения задачи примем следующие допущения:

- считаем силы трения  $F_1$  и  $F_2$  постоянными и коэффициент трения частицы о верхний слой меньшим, чем о нижний слой, то есть  $\mu_2 > \mu_1$ ;

- примем, что слои волокна состоят из отдельных частиц с параметрами, близкими к длине волокон;

- коэффициенты жесткости волокнистого материала, взаимодействующего с частицей и с рабочим органом, считаем постоянными;

- демпфирующими свойствами пренебрегаем.

Рассмотрим схему разрезания волокнистого материала, изображенную на рис. 2 (схема взаимодействия волокна с рабочим органом: 1 – питающие валики; 2 – волокнистый материал; 3 – рабочий орган). Она приближена к рабочим органам очи-

стительной машины и аналогична схеме [1], [5]. На участке  $L$  происходит разрежение волокнистого материала, то есть сдвигание слоев. Величина  $L$  зависит от длины волокна перерабатываемого материала и других факторов.

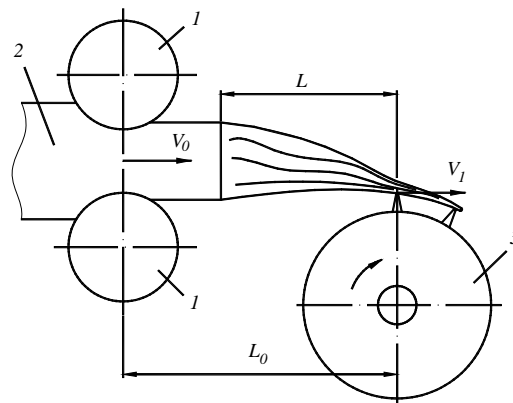
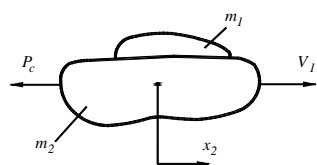
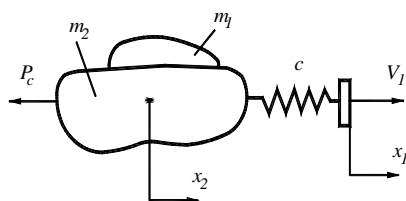


Рис. 2

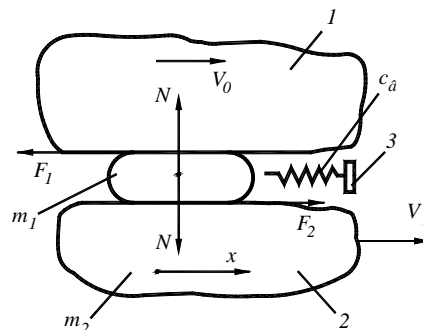
Для раскрытия физики процесса и оценки качественного и количественного влияния параметров разрезания рассмотрим следующие возможные варианты.



а)



б)



в)

Рис. 3

Первая схема (рис. 3-а): рабочий орган захватывает частицу волокнистого материала  $m_2$  с сорной частицей  $m_1$  и сообщает ей мгновенную скорость  $V_1$ , что вызывает возникновение больших ускорений. Такие же ускорения будут действовать и на сорные частицы, расположенные на вновь образованной в результате разрезания открытой поверхности частицы.

Будем считать, что  $(m_1 + m_2) = m$ . Тогда дифференциальное уравнение движения частицы в момент разрезания можно записать как

$$\frac{md^2x_2}{dt^2} = -P_c, \quad (1)$$

где  $P_c$  – сила сопротивления отделения частицы волокна, или:

$$\frac{d^2x_2}{dt^2} = \frac{-P_c}{m}. \quad (2)$$

Запишем:

$$\frac{dx}{dt} = V, \quad \frac{d^2x_2}{dt^2} = \frac{dV}{dt},$$

тогда:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{-P_c}{m}. \quad (3)$$

Проинтегрировав (3), получим:

$$V = -\frac{P_c}{m}t + C. \quad (4)$$

Из начальных условий (при  $t=0$ :  $V=V_0$ ) определим, что  $C=V_0$ .

Тогда:

$$V = V_0 - \frac{P_c}{m}t. \quad (5)$$

Проинтегрировав (5) и считая при этом, что  $V = \frac{dx}{dt} = V_0 - \frac{P_c}{m}t$ , получим

$$x = V_0t - \frac{P_c}{2m}t^2 + C_1.$$

Из начальных условий (при  $t=0$ :  $x=0$ ) определим, что  $C_1=0$ .

Тогда:

$$x = V_0t - \frac{P_c}{2m}t^2. \quad (6)$$

Из выражения (5) определим продолжительность разгона частицы до скорости  $V=V_1$ , тогда получим:

$$t_p = \frac{(V_0 - V_1)m}{P_c}. \quad (7)$$

Для сорных частиц можно записать условие отделения:

$$m_1 a = m_1 \frac{d^2x_2}{dt^2} = m_1 \frac{V_0 - V_1}{t_p} \geq F_{сц}, \quad (8)$$

где  $F_{сц}$  – сила сцепления сора с волокном.

И для выбора скоростей рабочих органов для разрезания можно найти:

$$\Delta V = V_0 - V_1 = \frac{F_{сц} t_p}{m_1}. \quad (9)$$

Вторая схема (рис. 3-б): рабочий орган захватывает частицу волокнистого материала через упругую связь с коэффициентом жесткости  $c$ . При составлении модели сделаем допущение: так как нас интересует нагружение в начальный период нагружения, то демпфирующими свойствами волокна пренебрегаем, а силу сопротивления будем считать постоянной.

Тогда запишем дифференциальное уравнение для движения упругой системы (причем считаем, что  $(m_1 + m_2) = m$ ):

$$m \ddot{x}_2 = (x_1 - x_2)c - P_c. \quad (10)$$

Так как  $x_1 = V_1 t$ , то

$$m \ddot{x}_2 + c x_2 = c V_1 t - P_c. \quad (11)$$

Общее решение уравнения (11) будет:

$$x_2 = A \sin \omega_0 t + B \cos \omega_0 t + V_1 t - \frac{P_c}{c}. \quad (12)$$

Из начальных условий с учетом предварительной деформации упругого элемента [1] получим:

$$B = 0, \quad A = -\frac{1}{\omega_0}(V_1 - V_0). \quad (13)$$

Тогда:

$$x_2 = (V_1 t - \frac{P_c}{c}) - \frac{1}{\omega_0}(V_1 - V_0) \sin \omega_0 t, \quad (14)$$

где  $\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}}$  – круговая частота свободных колебаний упругой системы.

Если ранее [1] нами изучался вопрос нагрузки на упругую связь частицы с рабочим органом при разрезании, то здесь нас интересуют условия отделения сорных частиц от волокнистой частицы в результате действия сил инерции. Это условие запишется так:

$$P_1^n \geq F_{\text{сц}}, \quad (15)$$

где  $F_{\text{сц}}$  – сила сцепления сора с волокном.

Так как  $P_1^n = a_{\text{max}} m_1$ , то дважды продифференцировав (14), получим:

$$\frac{d^2 x_2}{dt^2} = \omega_0 (V_1 - V_0) \sin \omega_0 t, \quad (16)$$

а максимальное значение ускорения будет:

$$a_{\text{max}} = \frac{d^2 x_2}{dt^2} = \omega_0 (V_1 - V_0). \quad (17)$$

Тогда условие отделения сора можно записать следующим образом:

$$m_1 \omega_0 (V_1 - V_0) \geq F_{\text{сц}}. \quad (18)$$

Разность скоростей рабочих органов машины:

$$\Delta V = (V_1 - V_0) \geq \frac{F_{\text{сц}}}{m_1 \omega_0} = \frac{F_{\text{сц}}}{m_1} \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{c}}. \quad (19)$$

Анализируя выражение (19), можно видеть, что в отличие от первого случая на нагружение при отделении сорных частиц влияет масса отделяемых волокнистых частиц и особенно упругие свойства волокна. Известно, что упругие свойства волокна (хлопка, льна) существенно зависят от влажности: чем менее влажный материал, тем выше упругие свойства. Этот момент весьма важен и является одной из практических рекомендаций по результатам теоретических исследований.

Третья схема (рис. 3-в): при сдвигании слоев 1 и 2 сорная частица массой  $m_1$  находится между ними. На нее действуют силы согласно рис. 1. Изложенные выше допущения дополним следующим: при перемещении частицы с нижним слоем волокна наступает момент, когда частица упирается в какой-то выступ 3 с упругим элементом  $c_b$  [4].

Перемещение частицы с нижним слоем волокна до встречи ее с упругим упором будем считать первым этапом, который характеризуется условиями:

$$x \approx V_1 \text{ и } F_2 > F_1. \quad (20)$$

При встрече частицы  $m_1$  с упором начнется второй этап, при котором движение продолжается со скоростью  $V_1$  до момента  $t_1$ , когда суммарная сила сопротивления достигает величины  $F_2$ :

$$F_2 \geq F_1 + Q_2 = F_1 + c_b x_0, \quad (21)$$

где  $x_0$  – деформация упругого упора, при которой общая сила сопротивления будет равна движущей силе  $F_2$ .

Если считать, что  $x_0 = (V_1 - V_0)t_1$ , то время, при котором будет достигнуто положение неустойчивого равновесия и начнутся колебания частицы (автоколебания) [1] [4], можно определить так:

$$t_1 = \frac{F_2 - F_1}{c_b (V_1 - V_0)}. \quad (22)$$

Как отмечалось ранее [1] [4], автоколебательные процессы не рассматриваются из-за небольшой длительности процесса, определенной длиной волокнистых частиц.

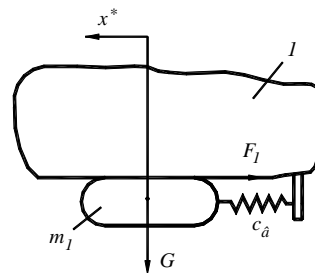


Рис. 4

Представляет интерес движение сорной частицы после потери контакта с нижним слоем. Для описания этого процесса составим новую динамическую модель (рис. 4 – расчетная схема), где  $x_*$  – координата перемещения частицы сора. Считая  $F_1 = 0$ , составим уравнение движения частицы  $m_1$  под действием сжатого упругого упора.

Уравнение движения частицы:

$$m_1 \ddot{x}_* + c_B x_* = c_B x_0. \quad (23)$$

Решением дифференциального уравнения (23) будет:

$$x_* = A \sin \omega_0^* t + B \cos \omega_0^* t + \frac{c_B x_0}{m_1 \omega_0^{*2}}, \quad (24)$$

где  $\omega_0^* = \sqrt{\frac{c_B}{m_1}}$  – круговая частота свободных колебаний частицы.

С учетом начальных условий получим:

$$x_* = -\frac{c_B x_0}{m_1 \omega_0^{*2}} \cos \omega_0^* t + \frac{c_B x_0}{m_1 \omega_0^{*2}}, \quad (25)$$

или

$$x_* = -x_0 \cos \omega_0^* t + x_0 = x_0 (1 - \cos \omega_0^* t). \quad (26)$$

Ускорение, действующее на частицу:

$$\ddot{x}_* = \omega_0^{*2} x_0 \cos \omega_0^* t. \quad (27)$$

Условие отделения частицы определится как:

$$m_1 \ddot{x}_{* \max} \geq F_{\text{сц}} \quad (28)$$

или

$$m_1 \omega_0^{*2} x_0 = c_B x_0 \geq F_{\text{сц}}. \quad (29)$$

Таким образом, эффективность сорной выделенной и по третьей схеме зависит от упругих свойств волокна в слоях.

С учетом выражения (21) можно записать:

$$c_B x_0 = F_2 - F_1, \quad (30)$$

то есть, чем больше разница между трением слоев о частицу сора, тем больше вероятность выделения сорной частицы из волокнистого материала при его разрезании. Разница фрикционных свойств сорной частицы, как отмечалось нами ранее, зависит как от природных свойств, так и от расположения волокон в слоях, их параллелизации.

## ВЫВОДЫ

Рассмотрены основные теоретические аспекты механизма выделения сорных частиц из волокнистого материала при разрезании (сдвигании слоев), что позволяет:

– выбрать кинематические параметры очистительных машин при их проектировании;

– считать, что чем выше упругие свойства материала, тем эффективнее будет процесс выделения сорных частиц (это говорит о необходимости сушить волокно перед его очисткой).

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* Теория и практика совершенствования очистителей волокна: Монография. – Кострома: КГТУ, 2001.
2. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* Повышение способности волокнистого материала к очистке // Вестник КГТУ. – №2, 2000. С. 54...56.
3. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Лебедев Д.А.* Теоретические аспекты процесса очистки волокна при разрезании слоев // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, № 6.
4. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* Об одной проблеме выделения крупных сорных примесей из волокнистого материала // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 3.
5. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* Об одной проблеме выделения сорных примесей из волокна при его разрезании // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 4.
6. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Лебедев Д.А.* Теоретические предпосылки изучения процесса перемещения (миграции) инородных примесей в волокнистой массе // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 2.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 20.05.10.

УДК 677.022.954

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАТЯЖЕНИЯ ВОЛОКОН  
В ТРЕУГОЛЬНИКЕ КРУЧЕНИЯ**

*Н.В. СТЕПНОВ, А.С. СМИРНОВ*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина)

E-mail: office@msta.ac.ru

*В ходе исследования получены математические зависимости, описывающие связь натяжения волокна в треугольнике кручения от различных углов наклона волокна к оси входящего продукта.*

*During the research the mathematical dependences describing the connection of a fiber tension in a spinning triangle from various angles of a fiber taper to an axis of the outgoing product are received herein.*

**Ключевые слова:** вытяжной прибор, натяжение волокна, выходящая мычка, треугольник кручения, относительное удлинение волокон, асимметричность.

В процессе формирования пряжи в зажиме вытяжного прибора выпускной линии выходящая мычка имеет ослабленный участок, представляющий собой треугольник кручения, характеризующийся шириной  $b$ , высотой  $h$  и углами у его вершины  $\chi_i$  и  $\chi_j$ . (рис. 1 – модель распределения натяжения волокон в треугольнике кручения). Кроме основных размеров треуголь-

ник кручения имеет дополнительный показатель – асимметричность  $\xi$ . Она вызвана смещением вершин треугольника кручения (асимметричный треугольник кручения) относительно оси симметрии (рис. 1-б) и обусловлена степенью наладки выпускной зоны. В частном случае, при  $\xi = 0$  формируется симметричный треугольник кручения (рис. 1-а).

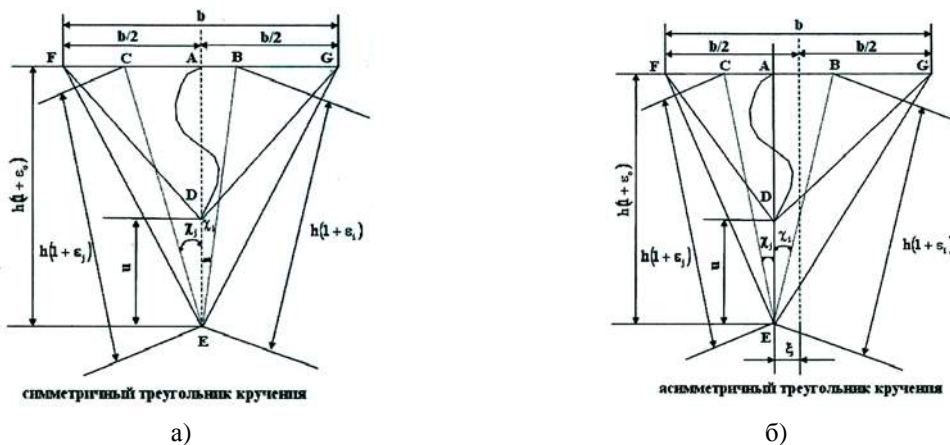


Рис. 1

При исследовании натяжения волокон в треугольнике кручения делаем допущение, что волокна равномерно распределены по поверхности треугольника кручения.

В ненагруженном состоянии, согласно расчетной схеме на рис. 1, треугольник кручения имеет ширину  $FG$ , равную  $b$ , высоту  $AD$ , равную  $h$ , асимметричность  $\xi$  (рис. 1-б) и углы  $\chi_i$  и  $\chi_j$  при вершине треугольника кручения справа и слева соответственно от центральной оси. Под воздействием натяжения пряжи  $T$  вершина треугольника кручения переместится от точки  $D$  до точки  $E$  на величину  $u$ . Причиной этого перемещения является относительное удлинение волокон  $\varepsilon$  ( $\varepsilon_0$  – относительное удлинение центральных волокон  $\varepsilon_i$  и  $\varepsilon_j$  – относительное удлинение волокна по обеим сторонам треугольника кручения). В результате длина центральных волокон в треугольнике кручения составит  $h(1 + \varepsilon_0)$ , а текущая длина остальных волокон – справа и слева от центральной оси  $h(1 + \varepsilon_i)$  и  $h(1 + \varepsilon_j)$ , соответственно. Для учета влияния асимметричности на распределение натяжения в треугольнике кручения вводится параметр  $\beta$ , определяемый следующим образом:

$$\beta = \frac{\frac{b}{2} + \xi}{\frac{b}{2} - \xi} = \frac{\text{tg}\chi_m}{\text{tg}\chi_n} = \frac{m}{n}, \quad (1)$$

где  $\chi_m$  и  $\chi_n$  – максимальные значения углов при вершине по обе стороны треугольника кручения;  $m$ ,  $n$  – число волокон на правой и левой стороне треугольника кручения, соответственно.

В общем случае натяжение волокна определяется по следующей формуле [1]:

$$U(u) = S_{\text{вол}} h \left[ \frac{E}{2} \left( \frac{u}{h} \right)^2 \right] + S_{\text{вол}} h \left\{ \frac{E}{2} \sum_{i=1}^n \left[ \frac{u(1 + \text{tg}^2 \chi_i) + 0,5h \text{tg}^2 \chi_i}{h} \right]^2 \right\} + S_{\text{вол}} h \left\{ \frac{E}{2} \sum_{j=1}^m \left[ \frac{u(1 + \text{tg}^2 \chi_j) + 0,5h \text{tg}^2 \chi_j}{h} \right]^2 \right\}. \quad (6)$$

$$P_{i(j)} = ES_{\text{вол}} \varepsilon_{i(j)}, \quad (2)$$

где  $E$  – модуль упругости волокна, сН/мм<sup>2</sup>;  $S_{\text{вол}}$  – площадь поперечного сечения волокна, мм<sup>2</sup>;  $\varepsilon_i$  и  $\varepsilon_j$  – относительное удлинение волокна по обеим сторонам треугольника кручения.

Модуль упругости  $E$  для хлопкового волокна находится в диапазоне от  $5 \cdot 10^5$  до  $10^6$  сН/мм<sup>2</sup> [2], [3].

Площадь поперечного сечения волокна может быть найдена так:

$$S_{\text{вол}} = \frac{\pi d_{\text{вол}}^2}{4}, \quad (3)$$

где  $d_{\text{вол}}$  – диаметр волокна, мм, определяемый [2]:

$$d_{\text{вол}} = 0,0357 \sqrt{\frac{T_{\text{вол}}}{\delta}}, \quad (4)$$

где  $T_{\text{вол}}$  – линейная плотность волокна, текс;  $\delta$  – объемная плотность, мг/мм<sup>3</sup>.

Для определения относительного удлинения каждого волокна воспользуемся энергетическим методом [4], который представляется в общем виде:

$$V = U + W, \quad (5)$$

где  $V$  – общая энергия;  $U$  – внутренняя энергия, возникающая при растяжении волокон;  $W$  – работа, совершаемая внешними силами (натяжением).

Внутренняя энергия  $U$  при растяжении волокон в треугольнике кручения имеет следующий вид [5]:

Работа  $W$ , совершаемая под воздействием натяжения, определяется:

$$W = -T u. \quad (7)$$

Таким образом, выражение (5) примет вид:

$$V = U + W = S_{\text{вол}} h \left[ \frac{E}{2} \left( \frac{u}{h} \right)^2 \right] + S_{\text{вол}} h \left\{ \frac{E}{2} \sum_{i=1}^n \left[ \frac{u(1 + \text{tg}^2 \chi_i) + 0,5h \text{tg}^2 \chi_i}{h} \right]^2 \right\} + S_{\text{вол}} h \left\{ \frac{E}{2} \sum_{j=1}^m \left[ \frac{u(1 + \text{tg}^2 \chi_j) + 0,5h \text{tg}^2 \chi_j}{h} \right]^2 \right\} - Tu. \quad (8)$$

Удовлетворяя принципу минимизации

общей энергии  $\frac{dV(u)}{du} = 0$  и выразив  $u$ , получим [6]:

$$u = \frac{T - \frac{S_{\text{вол}} E}{2} \left[ \sum_{i=1}^n (1 + \text{tg}^2 \chi_i) \text{tg}^2 \chi_i + \sum_{j=1}^m (1 + \text{tg}^2 \chi_j) \text{tg}^2 \chi_j \right]}{\frac{S_{\text{вол}} E}{h} \left[ 1 + \sum_{i=1}^n (1 + \text{tg}^2 \chi_i)^2 + \sum_{j=1}^m (1 + \text{tg}^2 \chi_j)^2 \right]}. \quad (9)$$

Учитывая, что  $u = h \varepsilon_0$ , определим  $\varepsilon_0$ :

$$\varepsilon_0 = \frac{T - \frac{S_{\text{вол}} E}{2} \left[ \sum_{i=1}^n (1 + \text{tg}^2 \chi_i) \text{tg}^2 \chi_i + \sum_{j=1}^m (1 + \text{tg}^2 \chi_j) \text{tg}^2 \chi_j \right]}{S_{\text{вол}} E \left[ 1 + \sum_{i=1}^n (1 + \text{tg}^2 \chi_i) + \sum_{j=1}^m (1 + \text{tg}^2 \chi_j) \right]}. \quad (10)$$

Между относительным удлинением центрального волокна  $\varepsilon_0$  и относительным удлинением текущего волокна  $\varepsilon_i$  и  $\varepsilon_j$  для обеих сторон треугольника кручения существует взаимосвязь:

$$\varepsilon_i = \frac{1 + \varepsilon_0}{\cos \chi_i} - 1, \quad (11)$$

$$\varepsilon_j = \frac{1 + \varepsilon_0}{\cos \chi_j} - 1. \quad (12)$$

Следовательно, натяжение текущего волокна с обеих сторон треугольника кручения будет определяться:

$$P_i = \frac{ES_{\text{вол}}}{\cos \chi_i} + \frac{T - \frac{S_{\text{вол}} E}{2} \left[ \sum_{i=1}^n (1 + \text{tg}^2 \chi_i) \text{tg}^2 \chi_i + \sum_{j=1}^m (1 + \text{tg}^2 \chi_j) \text{tg}^2 \chi_j \right]}{ES_{\text{вол}} \cos \chi_i \left[ 1 + \sum_{i=1}^n (1 + \text{tg}^2 \chi_i)^2 + \sum_{j=1}^m (1 + \text{tg}^2 \chi_j)^2 \right]} - ES_{\text{вол}}, \quad (13)$$

$$P_j = \frac{ES_{\text{вол}}}{\cos \chi_j} + \frac{T - \frac{S_{\text{вол}} E}{2} \left[ \sum_{i=1}^n (1 + \text{tg}^2 \chi_i) \text{tg}^2 \chi_i + \sum_{j=1}^m (1 + \text{tg}^2 \chi_j) \text{tg}^2 \chi_j \right]}{ES_{\text{вол}} \cos \chi_j \left[ 1 + \sum_{i=1}^n (1 + \text{tg}^2 \chi_i)^2 + \sum_{j=1}^m (1 + \text{tg}^2 \chi_j)^2 \right]} - ES_{\text{вол}}. \quad (14)$$

На основании полученных формул (13) и (14) было проведено исследование влияния ширины  $b$  (от 1 до 3 мм), высоты  $h$  (от 1 до 2 мм) и асимметричности  $\xi$  (от 0,1 до 3 мм) на распределение натяжения волокон в треугольнике кручения. Расчет осуществлялся в среде MatLab при натяжении мычки  $T=10$  сН и числе волокон в треугольнике кручения  $N=100$ . Результаты представлены на рис. 2...4: рис. 2 – влияние ширины треугольника кручения  $b$  на

распределение натяжения в волокнах (при постоянной высоте треугольника кручения  $h=1,5$  мм); рис. 3 – влияние высоты треугольника кручения  $h$  на распределение натяжения волокон (при постоянной ширине треугольника кручения  $b=1$  мм); рис. 4 – влияние асимметричности на распределение натяжения волокон (при постоянной ширине  $b=1$  мм и высоте  $h=1,5$  мм треугольника кручения).

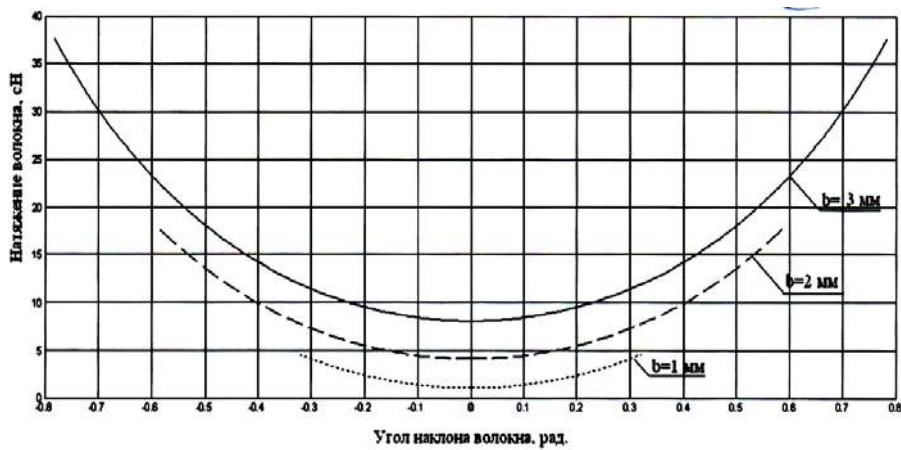


Рис. 2

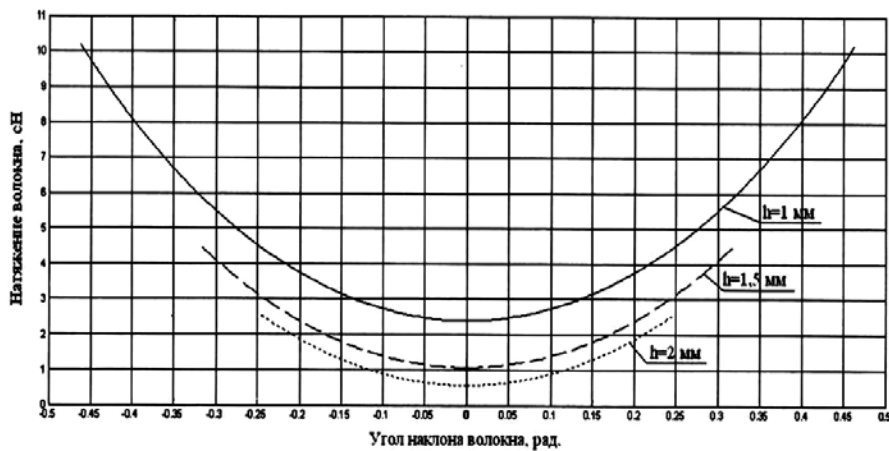


Рис. 3



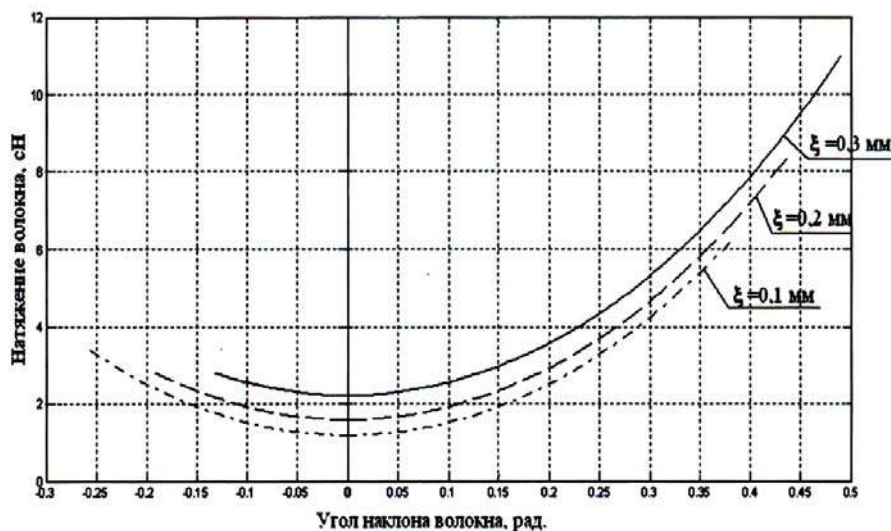


Рис. 4

Проведенные аналитические исследования (рис. 2, 3) показали, что для создания минимального натяжения каждого волокна рекомендуется уменьшать углы при вершине треугольника  $\chi_i$  и  $\chi_j$  путем уменьшения ширины мычки  $b$  (рис. 2) или увеличения высоты треугольника кручения  $h$  (рис. 3). Снижение асимметричности  $\xi$  позволяет сократить диапазон распределения натяжений волокон (рис. 4) и обеспечить одинаковое натяжение волокон, находящихся под одним углом наклона, то есть  $\chi_i + \chi_j$ , по обе стороны треугольника кручения.

## ВЫВОДЫ

1. Полученные аналитические зависимости позволяют рассчитать натяжение волокна с учетом его положения в выходящей мычке.

2. Снижение натяжения волокна в мычке достигается уменьшением углов при вершине треугольника кручения  $\chi_i$  и  $\chi_j$  путем уменьшения ширины мычки  $b$  или увеличения высоты треугольника кручения  $h$ .

3. Наличие асимметричности  $\xi$  в треугольнике кручения увеличивает диапазон колебаний натяжения волокон в мычке.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Щербаков В.П. Прикладная механика нити: Учебное пособие для вузов. – М.: РИО МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2001.
2. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение. – М.: Легпромбыт-издат, 1989.
3. Бархоткин Ю.К. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, №3. С.50...53.
4. Стёпин П.А. Сопротивление материалов. – М.: Высшая школа, 1988.
5. Najar S. An analysis of the twist triangle in ring spinning // Thesis University of New South Wales. – Australia, 1996. С. 10...15.
6. Hua T. and a. Effects of Geometry of ring spinning triangle on yarn torque part I: Analysis of fiber tension distribution // Textile Research journal. – 2007, v.77, №11. P. 853...863.

Рекомендована кафедрой прядения хлопка. Поступила 01.08.09.

УДК 677.064.001.2

**АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
И АНАЛИЗА СТРУКТУР ТКАНЕЙ  
С УЧЕТОМ ПОРЯДКА ФАЗЫ ИХ СТРОЕНИЯ**

С. Г. КЕРИМОВ

(Научно-исследовательский институт технических тканей, г. Ярославль)  
E-mail: ttp@igta.ru

**Установлена функциональная аналитическая зависимость пофазного изменения величин основных параметров строения тканей при различном соотношении диаметров нитей основы и утка.**

*The functional analytical dependence of phase-by-phase changes of the key parameters rates of the fabrics structure at a various ratio of threads diameters of a warp and a weft is stated herein.*

**Ключевые слова:** параметры строения ткани, порядок фазы строения, тканое изделие, аналитические формулы, соотношения диаметров нитей основы и утка.

Ткани характеризуются комплексом различных структурно-геометрических, физико-механических, эксплуатационных и других показателей. Классификация и оценка структур тканых изделий в зависимости от применяемых критериев оценки может производиться по одному или нескольким обобщенным признакам.

Основным структурным показателем, определяющим взаиморасположение нитей основы и утка в тканых изделиях, является величина их взаимоиэгибов, которую принято называть порядком фазы строения. Понятие о фазах строения было введено Н.Г. Новиковым, который предложил различать девять фаз строения тканей. Принадлежность структуры тканого изделия к той или иной фазе строения определяется соотношением взаимоиэгибов нитей основы и утка.

Теория фаз явилась удачной концепцией систематизации и классификации тканей по основным геометрическим признакам строения. Классификация взаимоиэгибов нитей, определяющих количественные соотношения основных геометрических элементов тканей, позволяет производить сравнение, анализ и проектирование этих изделий по заданным параметрам строения. При этом оценку принадлежности ткани к определенной фазе строения можно проводить как по отношению высот волн изгиба, так и по величинам отношений линейных заполнений по основе и утку.

Рассмотрим совмещенные по горизонтальным осям схемы продольных сечений нитей основы и утка элементов тканых изделий, принадлежащих к 1, 5 и 9-й фазам строения (рис. 1).

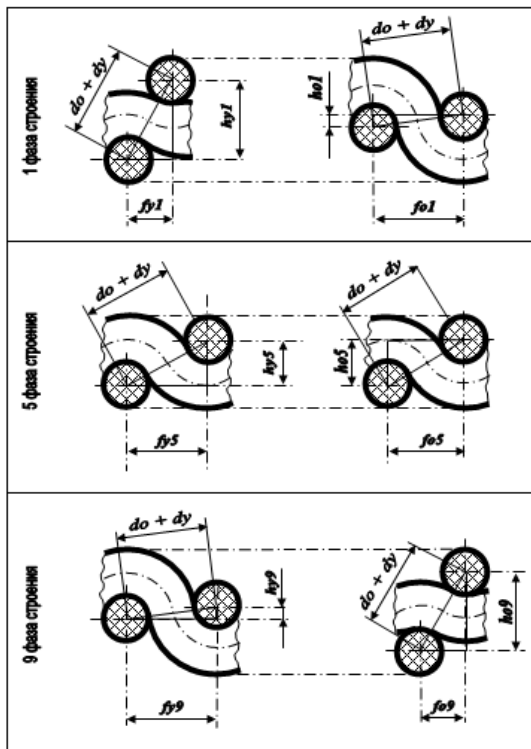


Рис. 1

Обозначим отношения диаметров нитей основы и утка через  $K_d$ :

$$\begin{aligned} d_o / d_y &= K_d; d_o = d_y K_d; \\ d_y &= d_o / K_d; d_o + d_y = d_y(1 + K_d), \end{aligned} \quad (1)$$

$$f_{y1} = d_y; f_{o1} = d_y \sqrt{(K_d + 1)^2 - \left[ (K_d + 1) - \sqrt{(K_d + 1)^2 - 1} \right]^2}, \quad (5)$$

$$h_{o1} = d_y \left[ (K_d + 1) - \sqrt{(K_d + 1)^2 - 1} \right], h_{y1} = d_y \sqrt{(K_d + 1)^2 - 1}, \quad (6)$$

$$f_{o1} = d_y \sqrt{(K_d + 1)^2 - \left[ (K_d + 1) - \sqrt{(K_d + 1)^2 - 1} \right]^2}, \quad (7)$$

$$h_{o5} = d_y; h_{y5} = d_y K_d, \quad (8)$$

$$f_{o5} = d_y \sqrt{(K_d + 1)^2 - 1}, f_{y5} = d_y \sqrt{(K_d + 1)^2 - K_d^2}, \quad (9)$$

$$f_{o9} = d_y K_d; f_{y9} = d_y \sqrt{(K_d + 1)^2 - \left[ (K_d + 1) - \sqrt{(K_d + 1)^2 - K_d^2} \right]^2}, \quad (10)$$

$$f_{h9} = d_y \sqrt{(K_d + 1)^2 - K_d^2}, h_{y9} = d_y \left[ (K_d + 1) - \sqrt{(K_d + 1)^2 - K_d^2} \right], \quad (11)$$

тогда известные зависимости [1] примут удобный для преобразований вид:

$$h_o = \sqrt{d_y^2 (1 + K_d)^2 - f_o^2}, \quad (2)$$

$$h_y = \sqrt{d_y^2 (1 + K_d)^2 - f_y^2},$$

$$f_o = \sqrt{d_y^2 (1 + K_d)^2 - h_o^2}; \quad (3)$$

$$f_y = \sqrt{d_y^2 (1 + K_d)^2 - h_y^2},$$

$$h_o + h_y = d_o + d_y = d_y(K_d + 1), \quad (4)$$

где  $K_d$  – отношение диаметров нитей основы и утка;  $d_o$ ,  $d_y$  – расчетный диаметр нитей основы и утка, мм;  $h_o$ ,  $h_y$  – высота волны изгиба нитей основы и утка, мм;  $f_o$ ,  $f_y$  – геометрическая плотность нитей основы и утка, мм.

Определим основные структурно-геометрические параметры тканых изделий в 1, 5, 9-й фазах строения.

Геометрические плотности и высоты волн изгиба нитей основы и утка:

где  $f_{01}, f_{05}, f_{09}, f_{y1}, f_{y5}, f_{y9}$  – геометрическая плотность нитей основы и утка в 1, 5, и 9-й фазах строения, мм;  $h_{01}, h_{05}, h_{09}, h_{y1}, h_{y5},$

$h_{y9}$  – высота волны изгиба нитей основы и утка в 1, 5 и 9-й фазах строения, мм.

Отношения высот волн изгиба нитей основы и утка:

$$K_{h1} = h_{01} / h_{y1} = \frac{(K_d + 1) - \sqrt{(K_d + 1)^2 - 1}}{\sqrt{(K_d + 1)^2 - 1}}, \quad (12)$$

$$K_{h5} = h_{05} / h_{y5} = 1 / K_d, \quad (13)$$

$$K_{h9} = h_{09} / h_{y9} = \frac{\sqrt{(K_d + 1)^2 - K_d^2}}{K_d + 1 - \sqrt{(K_d + 1)^2 - K_d^2}}, \quad (14)$$

где  $K_{h1}, K_{h5}, K_{h9}$  – отношения высот волн изгиба нитей основы и утка в 1, 2 и 9-й фазах строения.

Линейные заполнения тканого изделия по основе и утку:

$$Z_{01} = \frac{100K_d}{\sqrt{(K_d + 1)^2 - \left[ (K_d + 1) - \sqrt{(K_d + 1)^2 - 1} \right]^2}}, \quad Z_{y1} = 100 \quad (\%), \quad (15)$$

$$Z_{05} = \frac{100K_d}{\sqrt{(K_d + 1)^2 - 1}}, \quad Z_{y5} = \frac{100}{\sqrt{(K_d + 1)^2 - K_d^2}}, \quad (16)$$

$$Z_{09} = 100 \quad (\%), \quad Z_{y9} = \frac{100}{\sqrt{(K_d + 1)^2 - \left[ (K_d + 1) - \sqrt{(K_d + 1)^2 - K_d^2} \right]^2}}, \quad (17)$$

где  $Z_{01}, Z_{05}, Z_{09}, Z_{y1}, Z_{y5}, Z_{y9}$  – линейное заполнение тканого изделия по основе и

утку в 1, 5, 9-й фазах строения, %.

Отношения заполнений по основе и утку:

$$K_{Z1} = Z_{01} / Z_{y1} = \frac{K_d}{\sqrt{(K_d + 1)^2 - \left[ (K_d + 1) - \sqrt{(K_d + 1)^2 - 1} \right]^2}}, \quad (18)$$

$$K_{Z5} = Z_{05} / Z_{y5} = \frac{K_d \sqrt{(K_d + 1)^2 - K_d^2}}{\sqrt{(K_d + 1)^2 - 1}}, \quad (19)$$

$$K_{Z9} = Z_{09} / Z_{y9} = \sqrt{(K_d + 1)^2 - \left[ (K_d + 1) - \sqrt{(K_d + 1)^2 - K_d^2} \right]^2}. \quad (20)$$

Задаваясь значениями отношений диаметров нитей  $K_d$  в пределах от 0,25 до 4,0 с интервалом 0,25 и подставляя эти значения в уравнения (15)...(20), находим значения  $K_{h1}, K_{h5}, K_{h9}, Z_{01}, Z_{05}, Z_{09}, Z_{y1}, Z_{y5},$

$Z_{y9}, K_{Z1}, K_{Z5}, K_{Z9},$  наносим их на графики как точки координат и, соединив между собой одноименные точки, соответствующие 1, 5 и 9-й фазам строения, получаем графики пофазного изменения основных

параметров строения тканых изделий при различных значениях отношений диаметров нитей основы и утка. На рис. 2...4 приведены графики пофазного изменения основных параметров строения тканых изделий: отношений высот волн (рис. 2); линейных заполнений по основе и утку (рис. 3); отношений линейных заполнений

по основе и утку (рис. 4). Графики пофазного изменения основных параметров строения тканых изделий образуют ломаные линии, проходящих через три известные фиксированные точки, координаты которых соответствуют этим параметрам в 1, 5 и 9-й фазах строения.

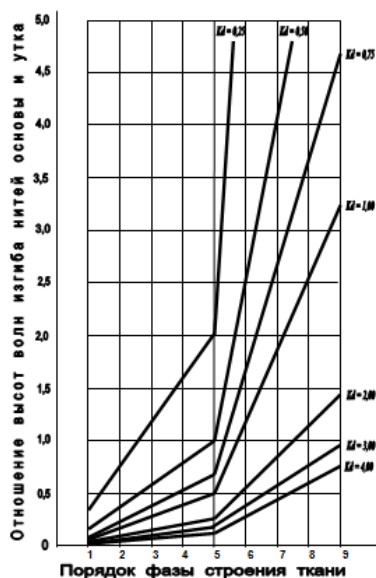


Рис. 2

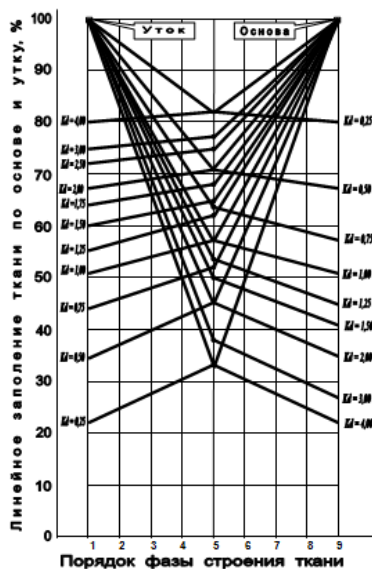


Рис. 3

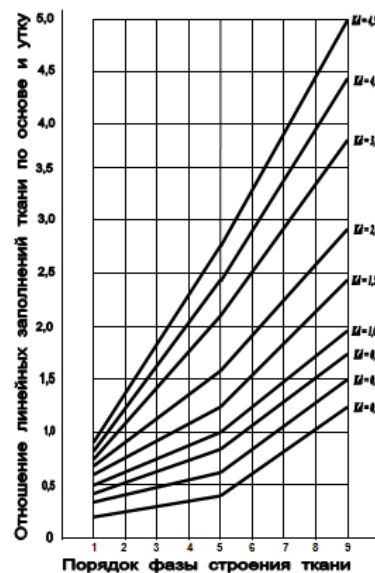


Рис. 4

Сравнительный анализ графиков пофазного изменения параметров строения тканых изделий при различных значениях отношений диаметров нитей основы и утка показывает, что при равенстве между собой величин отношений высот волн или отношений линейных заполнений порядки их фаз и строения различны.

Записав в принятых обозначениях уравнения прямых, образующих ломаные линии на графиках (рис. 2...4), получим аналитические формулы для определения пофазного изменения основных структурно-геометрических параметров строения тканых изделий в дискретных интервалах фаз от 1 до 5 и от 5 до 9.

Для интервала фаз $1 \leq n \leq 5$	Для интервала фаз $5 \leq n \leq 9$
$K_{h(1\div5)} = K_{h1} + \frac{K_{h5} - K_{h1}}{4} (n - 1)$	$K_{h(5\div9)} = K_{h5} + \frac{K_{h9} - K_{h5}}{4} (n - 5) \quad (21)$
$Z_{o(1\div5)} = Z_{o1} + \frac{Z_{o5} - Z_{o1}}{4} (n - 1)$	$Z_{o(5\div9)} = Z_{o5} + \frac{Z_{o9} - Z_{o5}}{4} (n - 5) \quad (22)$
$Z_{y(1\div5)} = Z_{y1} - \frac{Z_{y1} - Z_{y5}}{4} (n - 1)$	$Z_{y(5\div9)} = Z_{y5} - \frac{Z_{y5} - Z_{y9}}{4} (n - 5) \quad (23)$
$K_{z(1\div5)} = K_{z1} + \frac{K_{z5} - K_{z1}}{4} (n - 1)$	$K_{z(5\div9)} = K_{z5} + \frac{K_{z9} - K_{z5}}{4} (n - 5) \quad (24)$

Высоты волн изгиба нитей основы и утка в любом интервале фаз от 1 до 9:

$$h_o = \frac{K_h (d_o \eta_o + d_y \eta_y)}{K_h + 1},$$

$$h_y = \frac{(d_o \eta_o + d_y \eta_y)}{K_h + 1}, \quad (25)$$

где  $h_o, h_y$  – расчетное значение высот волн изгиба нитей основы и утка, мм;  $K_h$  – расчетное значение отношения высот волн изгиба нитей основы и утка;  $\eta_o, \eta_y$  – коэффициент смятия нитей основы и утка в тканом изделии.

При проектировании структур тканых изделий по заданной фазе строения порядок фазы изначально задан. При анализе структур тканых изделий порядок фазы определяется путем предварительного

расчета по формуле (19) значения отношения линейных заполнений по основе и утку ( $K_{Z5}$ ) с последующим сравнением с ( $K_Z$ ) анализируемого тканого изделия.

При этом если  $K_{Z5} \geq K_Z$ , анализируемое тканое изделие имеет порядок фазы строения в интервале от 1 до 5, а если  $K_{Z5} \leq K_Z$ , анализируемое тканое изделие имеет порядок фазы строения в интервале от 5 до 9. Далее порядок фазы строения анализируемого тканого изделия в зависимости от установленного интервала фаз может быть определен по одной из формул (26).

Для интервала фаз $1 \leq n \leq 5$	Для интервала фаз $5 \leq n \leq 9$
$n = 1 + \frac{4(K_{Z(1+5)} - K_{Z1})}{K_{Z5} - K_{Z1}}$	$n = 5 + \frac{4(K_{Z(5+9)} - K_{Z5})}{K_{Z9} - K_{Z5}} \quad (26)$

Т а б л и ц а 1

Наименование параметров строения тканых изделий		Расчетная формула или обозначение	Марка ткани		
			ткань полиэфирная тентовая	ткань брекерная ТКБ для конвейерных лент	бельтинг фильтровальный БФ
Вид сырья и структура нити:	основы	$T_o$	НПЭф 27,7 текс x 4 $A=0,042691$	НПам 93,5 текс $A=0,047434$	Пр. х/бум. 50 текс x 10 $A=0,039528$
	утка	$T_y$	НПЭф 27,7 текс x 4 $A=0,042691$	НПам 93,5 текс x 3 $A=0,047434$	Пр. х/бум. 50 текс x 10 $A=0,039528$
Расчетный диаметр нити, мм	основы	$d_o = A\sqrt{T_o}$	0,449370	0,458667	0,88388
	утка	$d_y = A\sqrt{T_y}$	0,449370	0,794430	0,88388
Отношение диаметров нитей основы и утка		$K_d = d_o / d_y$	1,00	0,58	1,00
Число нитей на 10 см по	основе	$\Pi_o$	$96 \pm 2$	$95 \pm 2$	$98 \pm 2$
	утку	$\Pi_y$	$92 \pm 2$	$72 \pm 2$	$58 \pm 2$
Линейное заполнение тканого изделия, %, по	основе	$Z_o = \Pi_o d_o$	43,14	43,57	86,62
	утку	$Z_y = \Pi_y d_y$	41,34	57,20	51,27
Отношение линейных заполнений по основе и утку		$K_z = Z_o / Z_y$	1,035	0,762	1,690
Расчетные значения отношений линейных заполнений тканого изделия с заданным $K_d$ по основе и утку в	5-й фазе	$K_{Z5}$ (19)	1,00000	0,694747	1,00000
	9-й фазе	$K_{Z9}$ (20)	1,981969	1,573547	1,981969
Порядок фазы строения ткани		$n$ (26)	5,16	5,41	7,88

Примеры анализа структур серийных тканей технического назначения и проектирования тканей по заданной фазе строения по предложенным формулам приведены в табл. 1 и 2.

В табл. 1 приняты следующие условные обозначения: НПэф – нить полиэфирная (лавсановая); НПам – нить полиамид-

ная (капроновая); Пр. х/бум – пряжа хлопчатобумажная; А – коэффициент для определения расчетного диаметра нитей. В табл. 1 и 2 цифры, заключенные в скобки, указывают на номер расчетной формулы, по которой определен данный параметр строения тканого изделия.

Т а б л и ц а 2

Наименование и обозначение параметра		Рассчитываемые параметры строения проектируемых тканей											
		93,5 текс x 1			93,5 текс x 2			93,5 текс x 4			93,5 текс x 3		
Линейная плотность и расчетный диаметр полиамидных (капроновых) нитей основы и утка, мм	To	93,5 текс x 1			93,5 текс x 2			93,5 текс x 4			93,5 текс x 3		
	d <sub>o</sub>	0,45867			0,64865			0,91733			0,79443		
	Ty	93,5 текс x 3			93,5 текс x 2			93,5 текс x 2			93,5 текс x 1		
	dy	0,70443			0,64865			0,64865			0,45867		
Отношение диаметров нитей	K <sub>d</sub>	0,7071			1,0			1,4142			1,7132		
Расчетное значение линейного заполнения по основе в 1, 5 и 9-й фазах строения при заданном значении отношений диаметров нитей, %	Z <sub>o1</sub> (15)	42,186			50,455			58,816			63,551		
	Z <sub>o5</sub> (16)	51,108			57,735			64,359			68,125		
	Z <sub>o9</sub> (17)	100,000			100,000			100,000			100,000		
Расчетное значение линейного заполнения по утку в 1, 5 и 9-й фазах строения при заданном значении отношений диаметров нитей, %	Z <sub>y1</sub> (15)	64,360			100,000			100,000			100,000		
	Z <sub>y5</sub> (16)	58,816			57,735			51,108			47,330		
	Z <sub>y9</sub> (17)	-			50,455			42,186			37,581		
Заданная фаза строения	n	3	5	8	3	5	8	3	5	8	3	5	8
Линейное заполнение проектируемой ткани по основе и утку, %	Z <sub>o</sub> (22)	46,6	51,1	87,8	54,1	57,7	89,4	61,6	64,4	91,1	65,8	68,1	92,0
	Z <sub>y</sub> (23)	82,2	64,4	60,2	78,9	57,7	52,3	75,5	51,1	44,4	73,7	60,5	40,0
Технологическая плотность проектируемой ткани по основе и утку, нитей/дм (P <sub>o</sub> = Z <sub>o</sub> /d <sub>o</sub> ; P <sub>y</sub> = Z <sub>y</sub> /d <sub>y</sub> )	P <sub>o</sub>	102	111	191	83	89	138	95	99	110	83	86	116
	P <sub>y</sub>	104	81	76	122	89	81	117	79	69	161	103	87

Полученные аналитические формулы позволяют проводить проектирование и анализ структур тканей с учетом фазы строения. При этом степень соответствия расчетных данных данным, получаемым практическим способом, достигает 98%.

## В Ы В О Д Ы

1. Установлена функциональная зависимость пофазного изменения величин основных параметров строения тканей при различном соотношении диаметров нитей основы и утка.

2. Выведены аналитические формулы для расчета основных структурно-геометрических параметров строения и анализа структур тканых изделий с учетом порядка фазы их строения.

3. Приведены примеры проектирования и анализа структур тканых изделий с учетом фазы строения.

1. С.Г. Керимов, Е.Д. Ефремов // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности – 1978, № 6. С.49...54.

Рекомендована заседанием ученого совета. Поступила 13.07.10.

УДК 677.023

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МОТАЛЬНЫХ ПАКОВОК СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ РАЗВЕРТОК

С.Д.НИКОЛАЕВ, М.И.ПАНИН, И.Н.ПАНИН

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина)

E-mail: nsd@msta.ac.ru

*В статье исследованы прочностные характеристики нитей и разверток мотальных паковок, используемых для предохранения композиционных материалов, которые представляют собой тела вращения.*

*The article studies the strength characteristics of threads and sweeping of reeling packages, used for protecting composite materials which correspond rotation bodies.*

**Ключевые слова:** мотальные паковки, угол сдвига витков, давление, осевая нагрузка, развертки, прочность.

Ряд композиционных материалов, применяемых в приборостроении, в авиа- и автомобилестроении, могут формироваться на базе мотальных паковок специального назначения, так как являются телами вращения и намотка нитей на них не предназначена для разматывания. Данные материалы – оплетки оправок, чередующиеся многослойные структуры из намоток и тканей – относятся к анизотропным материалам. Их конструкции предназначены чаще всего для преодоления внешних силовых воздействий и придания изделиям дополнительной прочности.

К таким композитным материалам также относятся многослойные неоднородные по структуре резинотекстильные изделия (оплетки рукавных шлангов). При расчете

их прочности необходимо учитывать направление внешних усилий, прилагаемых к изделиям и непосредственно к нитям, составляющим оплетку (намотку) или армирующий слой, на которые приходится основное приложение внешней нагрузки.

Качественные показатели таких изделий и их прочностные характеристики имеют важное значение, но ввиду сложности конструкции по структуре и форме они трудно поддаются расчету. Поэтому изыскание способов упрощения расчетов композитов, образованных намоткой, является актуальной задачей, решить которую можно с использованием разверток намотки мотальных паковок.

В работе [1] отмечается, что в напорных рукавах с тканевыми прокладками,



расположенными под углом  $45^\circ$  к их оси, распределение внутреннего давления будет более равномерным, и это обусловлено смещением нитей каркаса до момента совпадения с направлением внутренних сил в каркасе, вызываемых воздействием потока жидкости. В работе также отмечается, что при проектировании композиционных материалов можно заранее установить наиболее рациональное направление расположения нитей каркаса, соответствующее его равновесному (устойчивому к внешним воздействиям) состоянию, однако методики расчета оптимального угла скрещивания витков не приводится, и задача получения оптимальной структуры армирующих нитей не решена.

Действительно, взаимное расположение нитей в структуре одного объемного слоя намотки (при движении нитераскладчика слева направо и справа налево) определяется углом скрещивания витков  $\beta$ , а при многослойной структуре – взаимным расположением нитей в смежных слоях с учетом изменения (уменьшения его при увеличении диаметра намотки) угла скрещивания витков  $\beta$  и перераспределения давления между различными слоями. При этом необходимо принимать во внимание то обстоятельство, что каждый последующий слой композиционного материала будет воспринимать меньшую нагрузку (направляемую на него от внутреннего или внешнего воздействия), по сравнению с предыдущим.

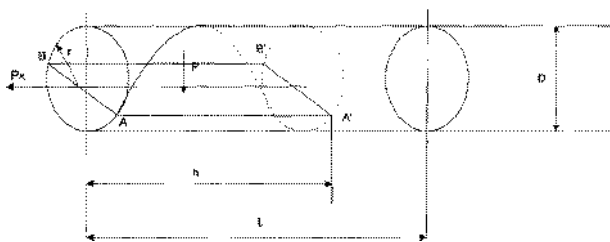


Рис. 1

Так, для определения сопротивления разрыву под воздействием внутреннего гидравлического давления  $P$ , бар, в напорных многослойных рукавах, сформированных из прорезиненных и пластиковых сло-

ев армированных намоткой (оплеткой), рассмотрим элемент рукава (рис. 1) и развертку намотки (оплетки) элемента на отрезке одного шага намотки  $h$  (рис. 2).

Давление  $P$ , приходящееся на площадь прямоугольника  $AA'BB'$ , которая является проекцией двух полуцилиндров на горизонтальную плоскость, равно:

$$P = 2hpr, \quad (1)$$

где  $p$  – внутреннее гидравлическое давление, бар;  $r$  – радиус намотки оплетки.

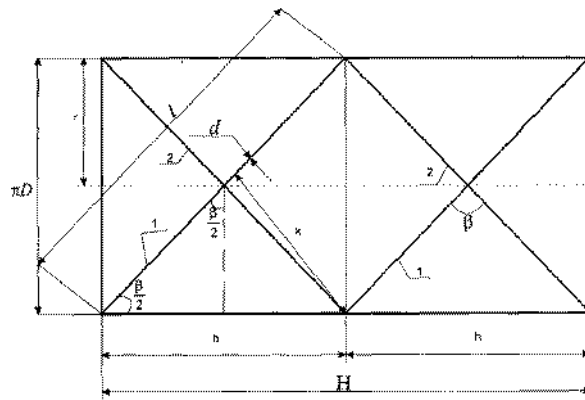


Рис. 2

Давление  $P$  вызывает тангенциальную и осевую нагрузку  $P_y$ , бар, и  $P_x$ , бар, по всей длине рукава, поэтому в общем случае можно записать:

$$P_y = \frac{2L Pr}{2L} = Pr. \quad (2)$$

Осевая нагрузка на стенки рукава (намотки) радиуса  $r$  составляет:

$$P_\phi = \frac{P\pi r^2}{2\pi r} = 0,5 Pr. \quad (3)$$

Из формул (2) и (3) видно, что осевая нагрузка, приходящаяся на элемент рукава, вдвое меньше тангенциальной, однако следует отметить, что такое распределение нагрузок характерно только для тонкостенных изотропных материалов (оборочек), находящихся под воздействием внутреннего потока жидкости или газа. Для

многослойных, неоднородных по структуре и сырьевому составу композитов, с использованием текстильных материалов, такое соотношение осевой и радиальной нагрузок соблюдается не всегда. Так, при расчете прочности анизотропных материалов (армирующих намоток, оплеток) следует учитывать направление усилий по отношению к составляющим их элементам (расположению нитей в структуре намотки и углу скрещивания витков  $\beta$ ).

При формировании армирующих оплеток можно заранее установить наиболее рациональное расположение нитей в структуре паковки, при котором разрушающие воздействия на намотку со стороны внешних прилагаемых усилий будут минимальными (намотка будет воспринимать основную нагрузку, приходящуюся на композит оплетки (намотка формируется двумя слоями нитей 1 и 2), цилиндрического рукава диаметром  $D$  (рис.2)).

Шаг намотки одного витка определяется из соотношения окружной  $v_0$  скорости вращения паковки (рукава) при формировании оплетки и переносной  $v_n$  скорости раскладки нити вдоль обрабатываемой паковки (рукава).

Угол наклона витков нитей к оси паковки также можно задавать соотношением скоростей  $v_n$  и  $v_0$ .

Так, известно[2, с. 12], что

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{v_n}{v_0} = \frac{hn_{\text{в}}}{\pi D n_{\text{в}}} = \frac{h}{2\pi r}, \quad (4)$$

где  $h$  – шаг намотки;  $r$  – радиус намотки паковки;  $n_{\text{в}}$  – частота вращения паковки (каркаса рукава);  $\ell$  – длина одного витка оплетки.

Из рис. 2 видно, что в одном слое намотки  $h$  может укладываться несколько нитей (или групп нитей-слоев) до полного заполнения отрезка  $\chi$ . Очевидно, что при максимальном заполнении этого расстояния на паковке (в оплетке) будет формироваться сомкнутая намотка (намотка нитей или лент без промежутков – такая намотка используется при оплетке трубопроводов изоляционными лентами).

Размер отрезка  $\chi$  можно определить по формуле:

$$\chi = \pi D \cos \frac{\beta}{2}, \quad (5)$$

а шаг намотки  $h$  равен:

$$h = \frac{\pi D}{\operatorname{tg} \frac{\beta}{2}}. \quad (6)$$

Максимальное заполнение оплетки нитями диаметра  $d$  будет наблюдаться при условии:

$$m = \frac{\chi}{d} = \frac{\pi D \cos \frac{\beta}{2}}{d}. \quad (7)$$

При сомкнутой структуре намотки и наличии двух слоев нитей в оплетке рукава на развертке вдоль его образующей максимально может приходиться  $2m \sin \frac{\beta}{2}$  элементов нитей, а в направлении окружности –  $2m \cos \frac{\beta}{2}$  элементов.

Если обозначить через  $P_1$  нагрузку, приходящуюся на один элемент оплетки армирующего каркаса, то нагрузка, приходящаяся на все нити в развертке, в направлении образующей будет равна:

$$P_y = 2P_1 m \sin^2 \frac{\beta}{2}. \quad (8)$$

Нагрузка, приходящаяся на все нити в направлении оси армирующего каркаса (оплетки):

$$P_x = 2P_1 m \cos^2 \frac{\beta}{2}. \quad (9)$$

Из рис. 2 видно, что отношение:

$$\frac{P_y}{P_x} = \operatorname{tg}^2 \frac{\beta}{2}. \quad (10)$$

Учитывая, как показано ранее что нагрузка, приходящаяся на армирующую оп-

летку рукава в радиальном направлении, вдвое выше, чем в направлении оси, полагаем, что можно определить значение угла  $\beta$  (угла скрещивания витков намотки), при котором деформирующее усилие  $P_1$ , приходящееся на один элемент намотки каркаса (на одну нить), является равнодействующей от осевой и радиальной нагрузок.

Очевидно, что в этом случае:

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \sqrt{2} = 1,414,$$

или

$$\frac{\beta}{2} = 54^\circ 44' ; \beta \approx 109^\circ .$$

Такое значение угла скрещивания витков  $\beta$  можно обеспечить при формировании оплеток за счет подбора осевой  $v_g$  и переносной  $v_n$  скоростей раскладки нитей на каркасе, то есть за счет настройки прецизионного мотального механизма (механизма с раздельным действием намотки и раскладки нити).

Суммарная нагрузка, приходящаяся на нити одного армирующего слоя в оплетке, при максимальном заполнении его нитями (при сомкнутой намотке)  $m$  составит:

$$P_c = \frac{P_1 m}{2} . \quad (11)$$

Суммарная величина разрывных усилий, действующих на нити одного ручья оплетки на шаге  $h$ , под воздействием внутреннего давления  $P_c$  в момент его разрыва составляет:

$$P_c = \frac{P_1 \pi D^2}{8} \sqrt{4 \operatorname{ctg}^2 \frac{\beta}{2} + 1} = \frac{P_1 \sqrt{3} D^2}{8} . \quad (12)$$

Приравнивая выражения (11) и (12) и решая относительно  $P_1$ , определим значение разрывной нагрузки одиночной нити, обеспечивающей прочность оплетки рукава до разрыва.

С учетом требуемого запаса прочности каркаса можно рассчитать количество нитей в оплетке в зависимости от величины внутреннего давления  $P$  (внешней нагрузки, прикладываемой к композиту). Если максимальное число нитей в одном слое оплетки  $m$ , формируемой при сомкнутой структуре намотки (оплетки), недостаточно для сопротивления внешнему воздействию, то число слоев оплетки можно увеличить, однако при этом следует уже рассматривать распределение нагрузки между смежными слоями намотки.

Методика расчета давления в смежных слоях намотки приведена в [2, с.32], но без учета величины угла скрещивания витков  $\beta$ , то есть без учета структуры намотки и взаимного расположения витков в различных слоях намотки нити. Применяя различные структуры намотки (сомкнутые, замкнутые, спиралевидные) в качестве армирующих слоев, можно создавать новые виды композитов с заданными свойствами (прочность, пористость, проницаемость) при использовании нитей различного сырьевого состава, и линейной плотности.

Следует также учитывать, что при многослойной оплетке (намотке композитов) жесткость рукавов на изгиб увеличивается.

## В Ы В О Д Ы

1. Для предохранения композиционных материалов, представляющих собой тела вращения, от внешних воздействий, часто используются оплетки (намотки) одно- и многослойной структуры.

2. Прочностные характеристики оплеток могут быть обеспечены как за счет прочностных свойств нитей, применяемых в оплетке, так и за счет структуры их намотки на каркас, а также расчета оптимального угла скрещивания витков  $\beta$ .

3. Использование разверток намоток позволяет не только изучить структуру паковок, но и определять их прочностные характеристики по геометрическим параметрам расположения нитей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Ленетов В.А.* Резиновые технические изделия. – М.: Химия, 1965.

2. *Гордеев В.А., Волков П.В.* Ткачество: Учебник для вузов. – М.: Легкая промышленность, 1984.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 14.07.10.

УДК 677.21 (043.3)

### СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО ИЗВИЛИСТОГО ПОРОВОГО КАНАЛА В МОТАЛЬНЫХ ПАКОВКАХ СПИРАЛЕВИДНОЙ НАМОТКИ

*С.С. ЮХИН, Е.С. ЕРШОВА*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

E-mail: yss@staff.msta.ac.ru ,yershovaelena@gmail.com

*Предложен способ формирования мотальной структуры фильтра с возможностью задавать степень извилистости поровых каналов. Получена математическая модель изменения угла сдвига между нитями слоев с увеличением радиуса намотки патрона.*

*The method of forming of reeling framework of the filter with the possibility to set an amount of pore tortuosity is offered herein. The mathematical model of change of the shift angle between threads of layers with the add-on of radius of a chuck twisting is received.*

**Ключевые слова:** фильтры, бобины, перемотка, структура пор.

Эффективность разделения твердых частиц от жидкости характеризуется полнотой и тонкостью фильтрования. Полнота фильтрования является показателем, по которому оценивают долю задержанных фильтром загрязнений от общего содержания загрязнений в фильтруемой среде. Тонкость фильтрования характеризует качественный эффект процесса очистки — способность задерживать частицы определенного размера.

Если тонкость фильтрации можно изменять путем увеличения числа замыканий на мотальных паковках замкнутого типа, что приводит к увеличению числа поровых каналов при уменьшении эквивалентного диаметра порового канала, то на изменение полноты фильтрации можно воздействовать путем изменения геометрии поры. Изменение геометрии поры позволит повысить эффективность фильтрования в тех случаях, когда увеличивать число замыканий становится нецелесообразным по при-

чине закупорки пор, образования слоя осадка на наружной поверхности фильтра и, как результат, роста гидравлического сопротивления на паковке, но повысить полноту фильтрования все же необходимо.

В паковках замкнутого типа намотки поровые каналы имеют форму призмы и располагаются по нормали к поверхности паковки. Замкнутую намотку можно считать частным или нулевым случаем, поскольку поровый канал в таких паковках прямой, не изогнутый. Для того чтобы придать извилистость поровому каналу — призме нужно использовать спиралевидный способ намотки. В этом случае на торце паковки можно увидеть, как поровые каналы изогнуты по часовой стрелке — опережающая намотка или против часовой стрелки — отстающая намотка [1].

Если для управления движением веретена и кулачка нитеводителя использовать привод с частотным преобразователем, то можно сформировать паковку с плавным

переходом от опережающей намотки к отстающей. В этом случае на торце бобины мы будем наблюдать волнообразную форму порового канала (рис. 1).

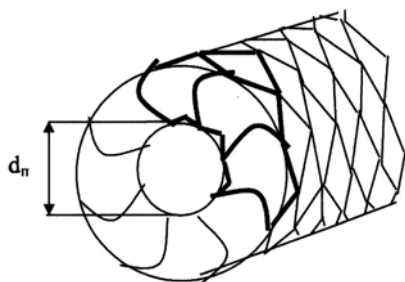


Рис. 1

У бобин спиралевидной намотки угол сдвига между витками  $m$ -й и  $(m+p)$ -й пар слоев намотки:

$$\text{опережающая } 360z + \psi_c > \psi_{m,p+m} > 360z;$$

$$\text{отстающая } 360z > \psi_{m,p+m} > 360z - \psi_c,$$

где  $z$  – кратность замыканий;  $\psi_c$  – угол сдвига между витками пар слоев.

Для того чтобы канал был более извилистым, необходимо увеличивать угол сдвига между витками пар слоев. Напри-

мер, намотка с углом сдвига  $\psi_c = 2^\circ$  более извилистая, нежели  $\psi_c = 1^\circ$ . Для того чтобы нити последующего слоя укладывались в стык с нитями предыдущего слоя, угол сдвига должен изменяться с увеличением диаметра намотки. Для расчета угла сдвига воспользуемся уравнением длины дуги окружности:

$$L = \psi_c R,$$

откуда

$$\psi_c = L/R,$$

где  $L$  – длина дуги окружности, которая должна быть не больше диаметра нити, в противном случае нити слоев будут укладываться с зазором;  $R$  – радиус намотки, см.

Получается, что для бобины с радиусом патрона 3,75 см и линейной плотностью наматываемой хлопчатобумажной нити 25 текс угол сдвига должен изменяться, как показано в табл. 1 (параметры слоев намотки).

Таблица 1

№ слоя	1	2	10	50	100	150	200	220
$\psi_c$ , град	0,3013	0,3005	0,2996	0,2953	0,2901	0,2852	0,2805	0,2786
$R_{\text{намотки}}$ , см	3,77	3,77	3,78	3,84	3,90	3,97	4,04	4,07
$K_{\text{изв}}$	-	2,00	1,11	1,02	1,02	1,03	1,05	1,06

Радиус намотки последующих слоев нитей при спиралевидной намотке, где нити слоев укладываются со сдвигом по оси окружности, увеличивается не пропорционально диаметру наматываемой нити, поскольку нити будут смещаться еще по направлению радиуса намотки. Предполагается, что нить второго слоя опустится по направлению к патрону (рис. 2 – направ-

ление смещения слоев нитей в спиралевидных намотках). Расстояние, на которое опустится нить, зависит от угла сдвига или, иначе говоря, от того, как далеко смещены нити последующего слоя относительно предыдущего по окружности. В то же время величина, на которую опустится нить, не должна превышать половины диаметра нити.

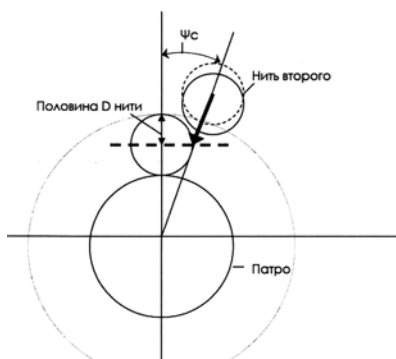


Рис. 2

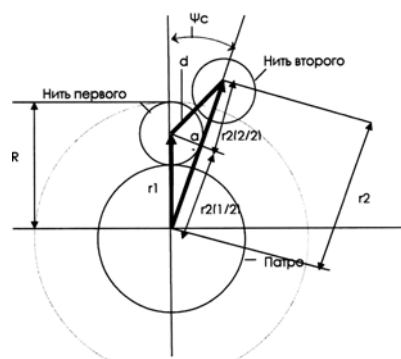


Рис. 3

Принимая во внимание тот факт, что диаметр намотки увеличивается не пропорционально диаметру нити, величину угла сдвига необходимо скорректировать в соответствии с полученным радиусом намотки каждого конкретного слоя. Вычислить радиус намотки нового слоя можно через треугольники (рис. 3 – параметры для расчета радиуса намотки и угла сдвига после смещения нити по направлению к патрону). Для этого соединим центры нитей первого и второго слоев отрезком, равным диаметру нити –  $d_n$  (он получится таковым в результате смещения нити второго слоя по направлению к патрону (рис. 2)).

По известным радиусам намотки первого слоя по центру нити  $r_1$  и по верхней точке нити  $R_1$  найдем угол сдвига:

$$\psi_1 = L/R_1,$$

где  $L = d_n$  – длина дуги окружности, см;  $R_1$  – радиус намотки по внешней точке нити, см.

Опустим перпендикуляр из центра нити первого слоя намотки к вектору нити второго слоя. Определим длину опущенного перпендикуляра:

$$a_1 = r_1 \sin \psi_1.$$

Зная длину стороны  $a_1$  и пользуясь свойствами прямоугольных треугольников, определим составные части радиуса второго слоя:

$$r_{2(1/2)} = \sqrt{r_1^2 - a_1^2}, \quad r_{2(2/2)} = \sqrt{d_n^2 - a_1^2}.$$

Радиус намотки второго слоя по центру нити:

$$r_2 = r_{2(1/2)} + r_{2(2/2)}.$$

Радиус намотки второго слоя по верхней точке нити, требуемый для расчета угла сдвига нити третьего слоя относительно второго, равен:

$$R_2 = r_{2(1/2)} + r_{2(2/2)} + 0,5d_n.$$

Для расчета угла сдвига нити третьего слоя относительно второго, а также всех последующих слоев следует повторить приведенный выше порядок расчета для каждого из слоев в отдельности. В табл. 1 углы сдвига и диаметры намоток, соответствующие каждому из указанных слоев, рассчитаны с учетом смещения нити по радиусу.

Извилистость порового канала характеризуется коэффициентом извилистости и рассчитывается как отношение протяженности канала ( $\ell_1$ ) к длине отрезка, соединяющего начало и конец канала ( $\ell_2$ ):

$$K_{изв} = \ell_1/\ell_2.$$

Так как нити слоев укладываются по спирали без зазоров и, следовательно, расстояние между ними равно диаметру нити, то длину порового канала можно рассчитать по формуле:

$$\ell_1 = d_n n_{сл},$$

где  $d_n$  – диаметр нити, см;  $n_{сл}$  – число наматываемых слоев.

Длину отрезка, соединяющего начало и конец канала ( $\ell_2$ ), найдем из треугольников (рис. 4 – параметры для расчета длины отрезка, соединяющего начало и конец канала).

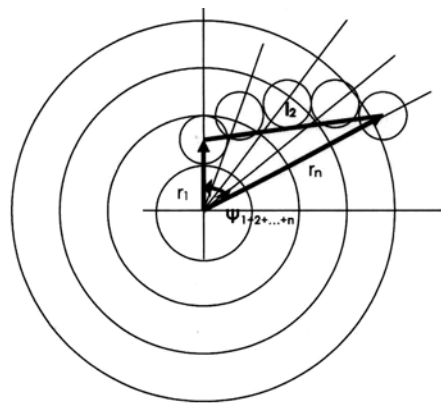


Рис. 4

Из рисунка следует, что:

$$\ell_2 = \sqrt{r_1^2 + r_n^2 - 2r_1 r_n \cos \psi_{1+2+\dots+n}}.$$

Расчетные данные извилистости порового канала для каждого из слоев приведены в табл. 1.

## ВЫВОДЫ

1. Изменяя угол сдвига по мере формирования паковки, можно получить форму поры, закрученную по спирали в большей или меньшей степени, то есть сделать поровый канал более или менее извилистым.

2. В спиралевидных намотках, в отличие от замкнутых, где нити слоев укладываются друг на друга, радиус намотки увеличивается непропорционально диаметру наматываемой нити. Нити каждого из слоев будут смещаться по направлению к па-

трону до соприкосновения с нитью предыдущего слоя, но на расстояние не ниже половины диаметра нити.

3. Для того чтобы нити слоев укладывались по спирали без зазоров и формировался сплошной поровый канал, угол сдвига должен изменяться с увеличением радиуса намотки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Панин И.Н.* Разработка и исследование структуры текстильных паковок специального назначения: Дис....докт. техн. наук. – М., 1996.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 06.09.10.

УДК 677.027.4:677.21:536.4

**ТЕРМОАКТИВИРУЕМОЕ "ЗОНДОВОЕ" КРАШЕНИЕ  
ТКАНЕЙ ИЗ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН**

Н.А.ЯКУНИН

(Институт химии растворов РАН, г. Иваново)

E-mail: nay@isc-ras.ru

*Разработана специальная методика проведения экспериментов для изучения возможности инициирования процессов массопереноса красителей в целлюлозных волокнах только за счет термической энергии. Исследовано термоактивируемое крашение хлопчатобумажной и вискозной тканей в области температур 110...170°C.*

*The special technique of carrying out of experiments is developed for the study of possibility of the initiation of mass transfer processes of dyes in cellulose fibers only at the expense of thermal energy. Thermoactivated dyeing of cotton and viscose fabrics in the temperature scope 110 ... 170 °C is studied herein.*

**Ключевые слова:** целлюлоза, прямой краситель, диффузия, термическая активация, релаксационный переход.

Как показали результаты работ [1], [2], использование модели диффузии, основанной на принципе свободного объема, перспективно также и для описания закономерностей крашения гидрофильных целлюлозных волокон. Ключевое значение в ней имеет температура стеклования, выше которой происходит диффузия молекул красителя в полимер, благодаря тепловым колебаниям фрагментов его макроцепи. Однако для более широкого применения данного подхода по отношению к целлюлозе необходимо более детальное выяснение молекулярной природы ряда обнаруженных в ней релаксационных переходов, среди которых наиболее дискуссионный характер имеет трактовка перехода в температурном диапазоне 120...130°C.

Целью проведенного исследования являлось определение температуры, при которой аморфные области целлюлозных волокон становятся диффузионно-проницаемыми по отношению к красителям, и оценка влияния на нее сорбированной влаги. Применение красителей в качестве зондов молекулярной подвижности в целлюлозе удобно тем, что за изменением их содержания в полимерной матрице достаточно легко можно следить с помощью относительно простых оптических методов.

Была разработана специальная методика крашения тканых целлюлозных материалов, в которой активация диффузионного массопереноса в системе волокнообразующий полимер – краситель осуществлялась только за счет подвода термической



энергии. Для обеспечения контакта красителя с целлюлозной полимерной матрицей на молекулярном уровне образцы хлопчатобумажной ткани (размер 16×24 см) предварительно пропитывали в течение 5 с водным красильным раствором, а затем, после отжима, высушивали в эксикаторах над пятиокисью фосфора до сухого состояния. Перед проведением термообработки каждый из подготовленных образцов разрезали на более мелкие части (размер 5×7 см), которые при выбранной температуре подвергали различной по продолжительности обработке горячим воздухом в термощкафу с системой внутреннего обдува. Такая процедура обеспечивала одинаковое начальное содержание и распределение красителя в сравниваемых образцах каждой из серий.

Другая важная методическая проблема заключалась в необходимости выделения из общего содержания красителя в окрашенных образцах именно той его части, которая в ходе обработок проникала непосредственно в волокна. Для ее решения было изучено изменение оптической плотности промывного раствора  $D$  в ходе промывки окрашенной хлопчатобумажной ткани миткаль холодной водой (рис. 1).

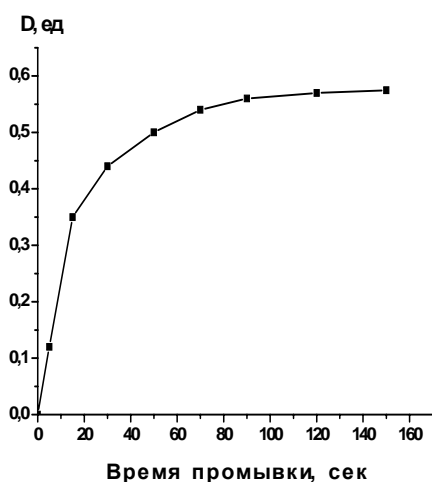


Рис. 1

На кинетической десорбционной кривой можно выделить три стадии, которые, согласно представлениям современной теории промывки текстильных материалов

[3], [4], соответствуют последовательному удалению красителя из определенных областей тканого материала. На первой стадии (продолжительностью ~ 10...15 с) определяющим является процесс перехода в раствор красителя, находящегося на поверхности нитей и в крупных межнитевых промежутках. Он проходит с постоянной скоростью. На второй стадии, протекающей с меньшей и переменной скоростью и заканчивающейся через 90...100 с, основным становится удаление красителей из межволоконных капилляров. Заключительный период промывки (>100 с) является наиболее медленным и характеризует диффузионное удаление красителя из волокон. Исходя из полученных результатов, окрашенные образцы каждой серии одновременно подвергали фиксированной по времени (120 с) промывке (модуль ванны 1:1000) при интенсивном перемешивании, что позволяло гарантированно удалять поверхностно нанесенный краситель.

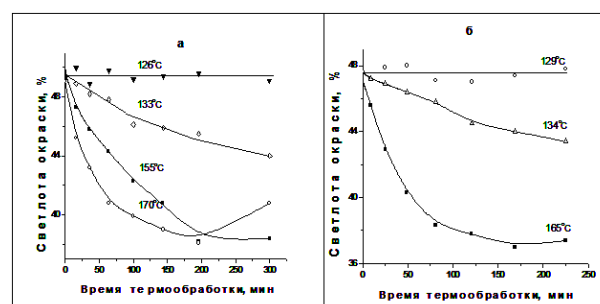


Рис. 2

С использованием данной методики исследовано изменение светлоты окраски образцов хлопчатобумажной (рис. 2-а) и вискозной (рис. 2-б) тканей с нанесенным при пропитке красителем (прямой яркоголубой светопрочный) в ходе обработки горячим воздухом в температурном диапазоне 110...170°C.

Наличие начальной окраски у всех образцов еще до проведения термообработки обусловлено проникновением красителя в волокна уже на предварительных стадиях пропитки и высушивания. Повышение интенсивности окраски образцов хлопчатобумажной ткани, обратно пропорциональное наблюдаемому снижению их светлоты,

происходит при температурах выше 126°C. Для ткани из вискозных волокон температура начала проникновения красителя в аморфные области составила 129°C. По мере увеличения температуры обработки скорость проникновения прямого красителя в целлюлозные волокна возрастает.

Полученные результаты свидетельствуют о взаимосвязи проявляемого в температурном интервале 115...130°C релаксационного перехода с развитием в аморфных областях целлюлозы взаимосогласованной ("кооперативной") подвижности кинетических элементов, поскольку только при ее наличии возможно образование свободного объема, необходимого для диффузии крупных органических молекул. Важно отметить, что типичная для гибкоцепных полимеров сегментальная подвижность в жесткоцепной целлюлозе проявляться не может [5]. Молекулярное движение в основной цепи целлюлозы связано с поворотной изомерией глюкопиранозных циклов, которая реализуется за счет изменения их взаимного пространственного расположения посредством очень ограниченных поворотов вокруг гликозидных связей [6]. Активационный объем, необходимый для реализации локальной подвижности этих кинетических элементов целлюлозы, составляющий  $\sim 0,2 \text{ нм}^3$  [7], очень близок к объему ( $0,4...0,9 \text{ нм}^3$ ) статистических сегментов в гибкоцепных полимерах. Поэтому неудивительно, что в результате развития взаимосогласованной конформационной подвижности глюкопиранозных звеньев при 115...130°C аморфные области целлюлозы становятся диффузионно-проницаемыми для больших по размеру молекул прямых красителей.

Температуру начала их проникновения в аморфные области можно существенно снизить за счет увлажнения волокон. Процесс сорбции паров воды целлюлозой носит не поверхностный, а объемный характер. Основным механизмом его является растворение молекул воды в аморфных участках с образованием однофазного раствора, что подтверждено методом рентгеноструктурного анализа [8]. При этом вода, разрушая систему водородных связей в

целлюлозе, может смещать температуру релаксационного перехода при 115...130°C в область более низких температур.

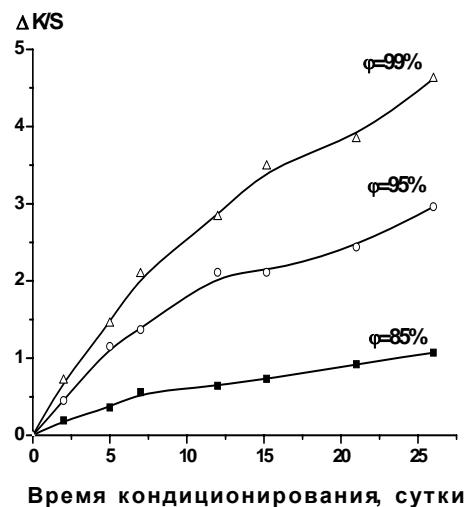


Рис. 3

На рис. 3 представлены данные, характеризующие прирост интенсивности окрасок ( $\Delta K/S$ ) образцов хлопчатобумажной ткани с нанесенным при пропитке красителем прямым алым в ходе кондиционирования при 20°C в воздухе с разной относительной влажностью. Подготовку и промывку образцов проводили аналогично вышеизложенной методике. Возрастание интенсивности окрасок начинается с относительной влажности воздуха  $\phi=85\%$ . В этих условиях влагосодержания хлопковых волокон (11,5%) достаточно для снижения температуры проявления в аморфных областях целлюлозы согласованной конформационной подвижности от 125...130°C до 20°C. Рост уровня подвижности кинетических элементов в увлажненных аморфных областях по мере дальнейшего увеличения относительной влажности воздуха приводит к повышению показателя  $\Delta K/S$ .

## ВЫВОДЫ

С помощью специально разработанной методики крашения тканей из целлюлозных волокон показано, что механизм диффузии в них красителей в сухом и увлаж-

ненном состоянии принципиально имеет тот же характер, что и для термопластичных полимеров, и обусловлен тепловым движением фрагментов макроцепи. Диффузионная проницаемость сухой целлюлозы по отношению к красителям проявляется в температурном интервале 125...130°C, когда в ее аморфных областях развивается взаимосогласованная конформационная подвижность глюкопиранозных звеньев.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Якунин Н.А., Мерлян П.С., Морыганов А.П. // Текстильная химия. – 1998, № 3. С. 34...39.
2. Баранов А.В. // Химические волокна. – 2006, № 6. С. 22...25.
3. Смирнов В.И. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1987, № 2. С. 68...72.

4. Сажин Б.С. Сушка и промывка текстильных материалов: теория, расчет процессов. – М.: Легпромышлениздат, 1990.

5. Калашиник А.Т., Папков С.П. // Высокомолекулярные соединения. – 1985. Т. 27А, № 12. С. 2503...2506.

6. Жбанков Р.Г., Козлов П.В. Физика целлюлозы и ее производных. – Минск: Наука и техника, 1983.

7. Гумеров Ф.М., Силаев В.А., Сотин В.Ф., Марченко Г.Н. // Высокомолекулярные соединения. – 1991. Т. 33А, № 3. С. 627...631.

8. Якунин Н.А., Завадский А.Е. // Высокомолекулярные соединения. – 2004. Т.46А, №6. С.1023...1029.

Рекомендована научно-техническим семинаром ИХР РАН. Поступила 26.09.10.

УДК 677.027

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЛЯ ТВЧ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОТЕКАНИЯ ХИМИКО-ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ОТДЕЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

О.Г. ЦИРКИНА, М.Б. ЕРМОЛАЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия  
Ивановский государственный химико-технологический университет)  
E-mail: ttp@igta.ru; rector@isuct.ru

*В настоящей работе предпринята попытка свести воедино влияние множественных факторов, которые имеют место при отделке тканей, на эффективность диэлектрического нагрева полимерного материала, пропитанного различными технологическими растворами.*

*The attempt to reduce together the influence of plural factors, which take place at finishing of fabrics, on the efficiency of dielectric heating of the polymeric material impregnated with various technological solutions is undertaken in the given paper.*

**Ключевые слова:** математическое моделирование, частота внешнего электромагнитного поля, хлопчатобумажные ткани, концентрация мочевины, щелочного агента красителя; эффективность нагрева целлюлозного материала в поле ТВЧ.

Целью математического моделирования любого технологического процесса является определение и анализ качественных и количественных характеристик режимов обработки полимерного материала и показателей качества готовой продукции. Изучение таких взаимосвязей осложнено тем, что они не являются строгими, функциональными зависимостями. Эти зависимости стохастичны по своей природе, то есть позволяют устанавливать вероятностные логические соотношения между изучаемыми явлениями. Сам процесс выявления взаимосвязей осуществляется, как правило, на основании статистического наблюдения за анализируемыми переменными. Решение задачи построения качественной математической модели, соответствующей эмпирическим данным и целям исследования, является весьма сложным и многоступенчатым процессом.

В настоящей работе нами предпринята попытка свести воедино влияние множественных факторов, которые имеют место при отделке тканей, на эффективность диэлектрического нагрева полимерного материала, пропитанного различными технологическими растворами.

Известно, что при использовании микроволнового нагрева мощность, выделяющаяся в объеме материала, описывается формулой [1]:

$$P = 5,55 \cdot 10^{-12} \operatorname{tg} \delta \varepsilon E^2 f, \quad (1)$$

где  $P$  – мощность, выделяемая в единице объема материала [Вт/м<sup>3</sup>];  $\operatorname{tg} \delta$  – тангенс угла диэлектрических потерь;  $\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость материала;  $f$  – частота внешнего электромагнитного поля [Гц];  $E$  – напряженность поля [В/м].

Универсальным критерием подобия нагрева полимерных материалов в ВЧ-поле является удельная мощность [2], которая определяется набором показателей, зависящих от состава и концентрации компонентов технологических растворов. В состав водных растворов, применяемых для облагораживания текстильных материалов, входят различные электролиты, способные в значительной степени влиять на

величину тангенса угла диэлектрических потерь ( $\operatorname{tg} \delta$ ) и диэлектрическую проницаемость материала ( $\varepsilon$ ). Поэтому от их суммарной величины напрямую зависит и эффективность нагрева текстильного материала в ВЧ/СВЧ-поле.

В качестве объектов исследования выбраны хлопчатобумажные ткани, обладающие разными объемными характеристиками: поверхностной плотностью и толщиной, а также водные растворы с различным содержанием щелочного агента ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) и мочевины ( $\text{CN}_2\text{H}_4\text{O}$ ). Ранее нами была составлена база данных, связывающих величину  $\operatorname{tg} \delta$  и  $\varepsilon$  с составом технологических растворов, температурой обработки и исходной влажностью тканей, на основании чего по методу регрессионного анализа и строится предложенная математическая модель.

Предположим, что функционирование изучаемого реального объекта (обработка суровой хлопчатобумажной ткани в отделочном производстве) описывается набором переменных:

а)  $x^{(1)}, \dots, x^{(m)}$  – так называемые "входные" переменные, описывающие условия функционирования (в нашем случае концентрации составляющих красильного раствора);

б)  $y^{(1)}, \dots, y^{(s)}$  – выходные переменные, характеризующие поведение или результат функционирования (величины  $\operatorname{tg} \delta, \varepsilon$ );

в)  $v^{(1)}, \dots, v^{(s)}$  – латентные случайные компоненты, отражающие влияние на выходные переменные неучтенных факторов, а также случайные ошибки в измерении анализируемых показателей (величины, учитываемые математической моделью, но не зависящие от произведенных нами измерений).

Исходя из вышесказанного общая задача анализа зависимостей может быть сформулирована следующим образом:

по результатам  $n$  измерений

$$\{(x_i^{(1)}, \dots, x_i^{(m)}; y_i^{(1)}, \dots, y_i^{(s)})\}_{i=1, \dots, n}$$

исследуемых переменных построить такую функцию:

$$\hat{f}(x^{(1)}, \dots, x^{(m)}) = \begin{pmatrix} \hat{f}^{(1)}(x^{(1)}, \dots, x^{(m)}) \\ \dots \\ \hat{f}^{(s)}(x^{(1)}, \dots, x^{(m)}) \end{pmatrix},$$

которая позволила бы восстанавливать значения результирующих (прогнозируемых) переменных:

$$\bar{y} = \text{col}(y^{(1)}, \dots, y^{(s)})$$

по заданным значениям объясняющих переменных  $\bar{x} = (x^{(1)}, \dots, x^{(m)})$ .

Сформулированная таким образом задача может быть решена методом корреляционно-регрессионного анализа [3] в зависимости от природы результирующих и объясняющих переменных, так как все выводы в данном исследовании строятся на основании имеющихся исходных статистических данных.

При изучении изменения какого-либо показателя (в частности,  $\text{tg}\delta$ ) необходимо рассматривать его во взаимосвязи не с одним, а с целым рядом влияющих на него факторов. Модель, отражающая взаимосвязь одной переменной с несколькими, влияющими на нее, является множественной регрессией и может быть представлена в виде:

$$y = f(x_1, x_2, K, x_m; v). \quad (2)$$

Здесь  $y$  – зависимая (результующая) переменная,  $x_1, x_2, \dots, x_m$  – независимые, объясняющие переменные,  $v$  – случайная составляющая.

$$\begin{aligned} \text{tg}\delta = & -8,72 \cdot 10^{-2} - 5,71 \cdot 10^{-6} x_1 + 1,11 x_2 + 2,75 \cdot 10^{-5} x_3 + 5,02 \cdot 10^{-10} x_4 - \\ & - 2,42 \cdot 10^5 x_5 + 4,43 \cdot 10^{-8} x_6 - 2,84 \cdot 10^{-4} x_7 - 1,07 \cdot 10^{-2} x_8 + 2,78 \cdot 10^{-2} x_9. \end{aligned} \quad (3)$$

Качество построенного уравнения может быть измерено на основе ряда показателей. Основным показателем оценки качества регрессии, имеющим универсальный характер, является так называемый коэффициент детерминации  $R^2$  [3]. На

Основной задачей регрессионного анализа является выявление регулярной составляющей  $\hat{f}(x_1, x_2, \dots, x_m)$ , максимально соответствующей имеющемуся массиву статистических данных. При этом массив статистических данных представляет собой ряд статистических наблюдений переменных, присутствующих в модели, которые можно записать с помощью табл. 1.

Т а б л и ц а 1

№ наблюдений	y	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	...	x <sub>m</sub>
1	y <sub>1</sub>	x <sub>11</sub>	x <sub>21</sub>	...	x <sub>m1</sub>
2	y <sub>2</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>22</sub>	...	x <sub>m2</sub>
...	...	...	...	...	...
n	y <sub>n</sub>	x <sub>1n</sub>	x <sub>2n</sub>	...	x <sub>mn</sub>

В нашем случае в качестве зависимой (результующей) переменной  $y$  выступает  $\text{tg}\delta$ , а в качестве объясняющих  $x_1, \dots, x_9$ :  $x_1$  – поверхностная плотность ткани, г/м<sup>3</sup>;  $x_2$  – толщина ткани, м;  $x_3$  – влажность ткани, %;  $x_4$  – частота внешнего электромагнитного поля, Гц;  $x_5$  – диэлектрическая проницаемость материала;  $x_6$  – напряженность внешнего электромагнитного поля, В/м;  $x_7$  – концентрация мочевины в пропиловом растворе, г/л;  $x_8$  – концентрация щелочного агента (сода), г/л;  $x_9$  – концентрация красителя в растворе, г/л.

На первой стадии предполагалось, что воздействия перечисленных факторов носят линейный характер.

Построение регрессионного уравнения выполнялось с помощью пакета "Анализ данных", входящего в MS Excel 2003. В результате было получено следующее выражение для  $\text{tg}\delta$ :

практике при значительном числе наблюдений, чем ближе значение  $R^2$  к единице, тем качественнее построенное уравнение регрессии и тем сильнее влияние переменных  $x_1, x_2, \dots, x_m$  на переменную  $y$ . В нашем случае число наблюдений ( $k_2 = 164$ ) и

число объясняющих переменных ( $k_1 = 9$ ) на порядок отличаются друг от друга, поэтому коэффициент детерминации  $R^2=0,978$  говорит о высоком качестве полученной математической модели.

Статистическая значимость регрессии в целом может быть оценена с помощью F-критерия Фишера. Согласно известной методике [4] рассчитывается наблюдаемое значение F-статистики, в нашем случае  $F_{\text{набл}} = 821,02$ . Сравнивая полученное значение с критическим значением  $F_{\text{табл}} = 3,301$ , соответствующим принятому уровню значимости  $\alpha = 0,001$  со степенями свободы  $k_1=9$  и  $k_2=164$ , делаем вывод о значимости регрессии в целом.

Наконец, еще одним показателем общего качества построенной модели явля-

ется статистическая значимость коэффициентов, устанавливаемая на основе критерия Стьюдента. Эмпирические значения соответствующих t-статистик были рассчитаны на основе выходной информации, полученной при использовании пакета "Анализ данных". При сравнении этих значений с критическим значением при том же уровне значимости  $\alpha = 0,001$  была установлена значимость параметров при переменных  $x_4$ ,  $x_7$ ,  $x_8$ , и  $x_9$ . Таким образом, были выявлены факторы, в наибольшей степени влияющие на исследуемый результирующий показатель. Поэтому полученное нами уравнение (3) не вполне адекватно отражает исследуемую зависимость. После корректировки выражение для  $\text{tg}\delta$  приобретает следующий вид:

$$\text{tg}\delta = 1,11 \cdot 10^{-2} + 2,48 \cdot 10^{-10} x_4 - 2,84 \cdot 10^{-4} x_7 - 1,29 \cdot 10^{-2} x_8 + 3,09 \cdot 10^{-2} x_9. \quad (4)$$

Коэффициент детерминации немного уменьшается:  $R^2 = 0,960$ , однако по-прежнему свидетельствует о высоком статистическом качестве модели.

## ВЫВОДЫ

1. Выявлено, что вариация  $u$  (величина  $\text{tg}\delta$ ) на 97,8% определяется совокупным воздействием факторов  $x_1, \dots, x_9$  (составом и концентрацией компонентов технологических растворов).

2. Оценка статистической значимости регрессии с помощью F-критерия Фишера показала значимость регрессии в целом.

3. Предложенная математическая модель подтвердила полученные экспериментальным путем данные о влиянии частоты внешнего электромагнитного поля, а также концентрации мочевины, щелочного

агента и красителя на эффективность нагрева целлюлозного материала в поле ТВЧ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Глуханов Н.П., Федоров И.Г. Высокочастотный нагрев диэлектрических материалов в машиностроении. – Л.: Машиностроение, 1983. С.160
2. Кулыгин Ю.Н., Циркина О.Г., Никифоров А.Л., Мельников Б.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 2. С.57...60.
3. Кендалл М.Дж., Стьюарт А. Статистические выводы и связи. – М.: Наука, 1973.
4. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ: в 2-х книгах. – М.: Финансы и статистика, 1986.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов ИГХТУ. Поступила 26.09.10.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИИ АЛЮМОСИЛИКАТОВ ШЕРСТЯНЫМ ВОЛОКНОМ

Е.Л.ВЛАДИМИРЦЕВА, Л.В. ШАРНИНА, И.Б.БЛИНИЧЕВА, Ю.А.ЕГОРОВА, А.С.ЖЕЛНОВА

(Ивановский государственный химико-технологический университет)

E-mail: ctfm@isuct.ru; sharnina@isuct.ru

*В работе оценивается способность шерстяного волокна сорбировать мелкодисперсную фракцию глин из водной среды.*

*The ability of a woollen fiber to sorb fine-dispersed fraction of natural clay from water is estimated in the paper.*

**Ключевые слова:** алюмосиликаты, глинистые минералы, сорбция, шерстяное волокно.

Различного вида силикаты являются самым многочисленным классом распространенных на Земле минералов, к числу которых относятся все глинистые материалы, обладающие слоистой структурой. Несмотря на то, что природные силикатные системы благодаря своей сорбционной способности широко используются в различных областях техники, сведения о практическом применении их в текстильной промышленности ограничены. Природная измельченность глинистых пород, самопроизвольная диспергируемость в воде, высокая адсорбционная и обменная способность могут быть востребованы в технологии отделки текстильных материалов.

Предпосылкой к проведению исследования послужило успешное использование алюмосиликатов в процессах перексидного отбеливания текстильных материалов. Обладая развитой поверхностью, они сорбируют ионы металлов переменной валентности и способны связывать свободные радикалы, обрывая цепную реакцию разложения пероксида водорода [1], [2].

Кроме того, было отмечено, что при последующем крашении хромовыми красителями шерстяных материалов, отбеленных в присутствии алюмосиликатов, цвет красителей на волокне проявляется сразу, без обработки солями хрома. Шерсть,

представляющая собой натуральное волокно, имеет на поверхности поры и пустоты, в которые могут проникать частицы глин и силиката. Наличие в составе минералов алюминия, способного образовывать комплексы с хромовым красителем, приводит к изменению окраски и фиксации красителя на волокне [2], [3].

Таким образом, предположили, что наличие в порошках силикатов наноразмерной фракции, сорбируемой из водной дисперсии шерстяным волокном, может быть использовано для модификации свойств волоконобразующих полимеров при условии решения проблемы их прочного закрепления на полимерном субстрате.

В настоящей работе оценена способность шерстяного волокна "поглощать" из водной дисперсии алюмосиликаты.

Объектами исследования служили природные глинистые материалы, отличающиеся месторождением, составом и наличием примесей, обуславливающими их характеристики и цвет исходных образцов: глины (Никифоровская, Малоступкинская, Веселовская, Пелгусовская), бентонит, а также синтетический алюмосиликат САС, являющийся побочным продуктом в синтезе фторида алюминия. Примерный химический состав используемых в работе препаратов представлен в табл.1 [4].

Алюмосиликаты		Состав	Цвет
Глины	Веселовская	Основа: $x\text{SiO}_2:y\text{Al}_2\text{O}_3:z\text{TiO}_2 \approx 55:30:20$ Примеси: $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{CaO}+\text{MgO}:\text{K}_2\text{O}:\text{Na}_2\text{O}:\text{SO}_3$	Серый
	Малоступкинская		Серый
	Пелгусовская	Примеси: $\text{TiO}_2: \text{CaO}+\text{MgO}:\text{K}_2\text{O}:\text{Na}_2\text{O}:\text{SO}_3$	Коричневый
	Никифоровская		Рыжий
Бентонит		Основа: $x\text{SiO}_2:y\text{Al}_2\text{O}_3:z\text{Fe}_2\text{O}_3 \approx 60:30:10$ Примеси: $\text{TiO}_2: \text{CaO}+\text{MgO}:\text{K}_2\text{O}:\text{Na}_2\text{O}:\text{SO}_3$	Коричневый
САС		$x\text{SiO}_2:y\text{Al}_2\text{O}_3:z\text{AlF}_3$	Белый
Речной песок		$\text{SiO}_2$	Рыжий

Были проведены эксперименты, в ходе которых шерстяное волокно обрабатывалось дисперсией алюмосиликатов на шейк-установке (water bath shaker type 357) при постоянном встряхивании. При этом варьировались температурные и временные параметры обработки.

Предварительно алюмосиликаты просеивались через сита с фиксированным размером ячеек. Таким образом, были выделены крупная и мелкая фракции с размерами частиц  $\geq 0,315$  мм и  $\leq 0,25$  мм соответственно.

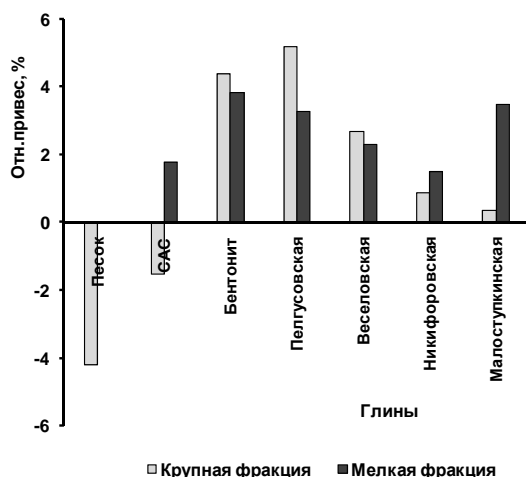


Рис. 1

На рис.1 представлено изменение массы шерстяного волокна после обработки его в дисперсии алюмосиликатов, отличающихся размером частиц. Как видно из представленных данных, при оценке сорбционных характеристик алюмосиликатов важную роль играет их гранулометрический состав. Так, при обработке шерсти крупной фракцией САС наблюдается снижение массы волокна, тогда как привес с мелкой фракцией составляет около 2%. Аналогичные результаты наблюдаются и с

глинами Малоступкинская и Никифоровская.

На наш взгляд, связано это в первую очередь с тем, что глины представляют собой природные минералы, имеющие в своем составе абразивные частицы. При этом обработка волокна в дисперсиях минералов сопровождается, с одной стороны, поглощением нанодисперсии глин, а с другой стороны, – истиранием самого волокна "жесткими" частицами минералов, что приводит к потере массы волокна. Одновременное действие обоих факторов, иногда преобладание одного из них, затрудняет точное определение изменения массы образца. Доказательством этого предположения может служить значительная (более 4 %) убыль массы шерстяного волокна при обработке его с речным песком, практически представляющим собой абразив.

Вместе с тем, следует отметить, что высокая сорбционная активность характеризует в первую очередь минералы, обладающие природной дисперсностью и склонностью к самоэмульгированию.

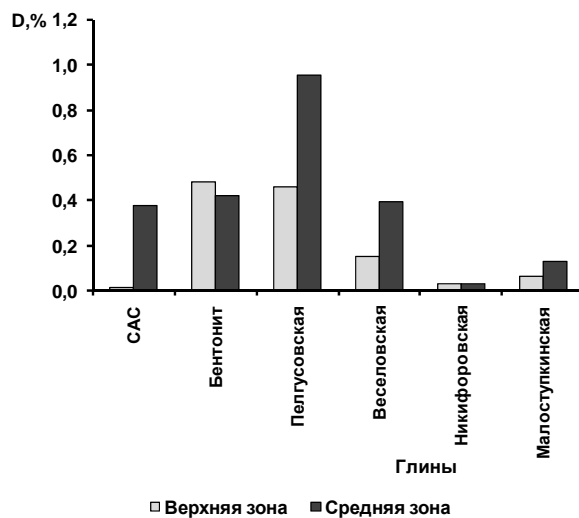


Рис. 2



На рис.2 представлено изменение оптической плотности суспензий минералов после выстаивания в высоких цилиндрах в течение трех суток. Пробы были взяты из верхней и средней зон по высоте общего объема суспензии.

Как показали визуальные и особенно инструментальные исследования, ряд алюмосиликатов за трое суток не полностью оседают, мельчайшие их частицы остаются в виде взвеси в воде, заметно меняя ее оптические характеристики. Наибольшее замутнение имеет место с такими минералами, как бентонит, глины Пелгусовская и Веселовская, которые и обеспечивают наиболее высокий привес шерстяного волокна независимо от размерности частиц (рис.1).

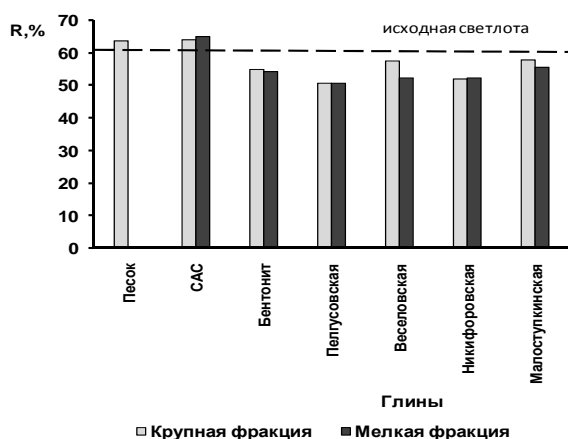


Рис. 3

При исследовании зависимости изменения массы волокна от времени обработки были получены однотипные кривые, имеющие экстремальный характер. В качестве примера на рис. 4 приведены зависимости для глин Пелгусовская (кривая 1) и бентонит (кривая 2). Как видно из представленных данных, обработка в дисперсиях глин сопровождается монотонным увеличением массы в течение определенного времени – в нашем случае это 25...30 мин. При дальнейшей обработке наблюдается снижение привеса. Вероятнее

Кроме того, доказательством сорбционной активности шерстяного волокна по отношению к алюмосиликатам может служить изменение его колористических характеристик.

Поглощение глин, содержащих в своем составе большое количество примесей и имеющих темный цвет, сопровождается изменением цветовых характеристик волокна, что было зафиксировано спектрофотометрическим способом на приборе Спекол-11 по изменению коэффициента отражения R (%). Поглощение шерстью порошков САС, имеющих белый цвет, сопровождается повышением белизны волокна с 60% (исходный образец) до 64...65 % (рис. 3).

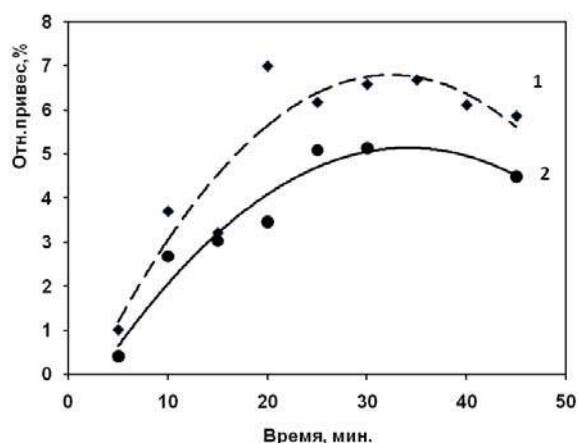


Рис. 4

всего, на первой стадии наноразмерные частицы минералов активно сорбируются шерстяным волокном. Однако позже, после заполнения "пустот" и "каверн" волокна, преобладающим становится процесс истирания чешуек шерсти мельчайшими абразивными частицами, примесями глинистого минерала.

При этом температура, при которой проводится обработка, не имеет существенного значения (табл.2), и из приведенных данных видно, что для эффективной обработки достаточно 30°C.

Температура обработки, °С	Привес шерстяного волокна (отн.%) после обработки в суспензии алюмосиликата:			
	бентонит	глина Пелгусовская	глина Веселовская	САС
20...24	4,2	4,7	2,4	1,8
30	4,2	4,8	2,4	1,9
40	4,1	4,7	2,4	1,9
50	4,2	4,7	2,4	1,9
60	4,1	4,6	2,5	2,0

## ВЫВОДЫ

На основании проведенных исследований установлено, что при обработке шерстяного волокна в дисперсиях алюмосиликатов происходит поглощение мельчайших частиц порошка, которое зависит от фракционного состава глин, способности их к самодиспергированию и условий обработки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Блиничева И.Б., Шарнина Л.В., Тихонов С.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, №2. С.43...47.

2. Шарнина Л.В., Блиничева И.Б., Владимирцева Е.Л., Лецева О.А. Новые технологии подготовки текстильных материалов из белковых волокон под крашение // Мат. V Междунар. симпозиума (Россия-Корея-Китай). – Иваново, 2007. С.92...95

3. Владимирцева Е.Л., Блиничева И.Б. Синтетический алюмосиликат как полифункциональный препарат в технологии отделки текстильных материалов // Сб. тез. док. III Междунар. научн.-техн. конф. "Достижения текстильной химии – в производство" (Текстильная химия-2008). – Иваново, 2008. С. 76

4. Уорелл У. Глины и керамическое сырье // Пер. с англ.; под ред. В.П. Петрова. – М.: Мир, 1978.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 26.09.10.

УДК 677.027.625.31: 677.017.633

## АЛКОКСИСИЛАНЫ С 3,5-ДИХЛОРПИРИДИНСОДЕРЖАЩИМИ ГРУППАМИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ БИОПОВРЕЖДЕНИЙ

Б.А. ИЗМАЙЛОВ, В.А. ВАСНЕВ, Е.Н. РОДЛОВСКАЯ, О.В. ЯМБУЛОВА, Б.А. УВАРОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина, институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, г. Москва)  
E-mail: yamb-oksana@yandex.ru

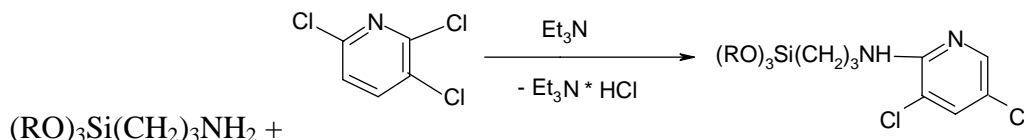
*Разработан метод синтеза биологически активных 3,5-дихлорсодержащих 2-триалкоксилалкиламинопиридинов. Проведен анализ эффективности их биозащитных свойств и показана возможность использования их для эффективной защиты текстильных материалов от биоповреждений.*

*The method of synthesis of biologically active 3,5-dichloropyridinecontaining 2-trialkoxysilylalkylaminopyridines is developed. The analysis of efficiency of their biodefensive properties is carried out and the possibility of their utilisation for the effective protection of textile materials from biodeterioration is shown.*

**Ключевые слова:** текстильные материалы, биоповреждения, процесс синтеза, биологическая активность, органосилоксаны, содержащие фармакофорные группы.

Проведенные в Московском государственном текстильном университете им. А.Н. Косыгина исследования процесса синтеза и биологической активности органосилоксанов, содержащих фармакофорные группы, позволили выделить в группах, например, 3,5-дихлорпиридин-содержащие фрагменты, наличие которых в молекуле органосилоксана предопределяет проявление биоцидных свойств [1], [2].

В настоящей работе нами разработан метод синтеза биологически активных 3,5-дихлорсодержащих 2-триалкоксисилилпропиламинопиридинов реакцией аминопропилтриалкоксисиланов с 2,3,5-трихлорпиридином в присутствии триэтиламина (схема 1).



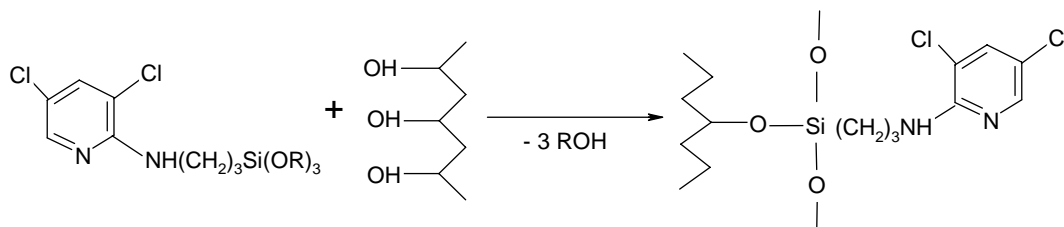
где R = CH<sub>3</sub> (I), C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> (II), C<sub>3</sub>H<sub>7</sub> (III), C<sub>4</sub>H<sub>9</sub> (IV).

Синтезированные соединения (I-IV) представляют собой бесцветные продукты, хорошо растворимые в алифатических и ароматических углеводородах, спиртах, эфире, ТГФ, диоксане, ацетоне и не растворимые в воде.

Пропитку текстильного материала, в том числе и музейного экспоната из текстиля, производят методом смачивания материала раствором в органическом растворителе или водной эмульсией соедине-

ния (I - IV) заданной концентрации – 0,01; 0,1; 0,5; 1,3 %-ной, сушкой при комнатной температуре, после чего производят химическое закрепление биоцидного соединения при 100° С в течение 10 минут, либо выдержкой на воздухе в течение суток.

В результате указанной обработки соединения (I - IV) ковалентно закрепляются на поверхности текстильных волокон вследствие конденсации алкоксигрупп соединения с функциональными группами полимера волокон (схема 2).



где R = CH<sub>3</sub> (I), C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> (II), C<sub>3</sub>H<sub>7</sub> (III), C<sub>4</sub>H<sub>9</sub> (IV).

Определение устойчивости образцов текстильного материала из шерстяного, полиамидного, хлопчатобумажного и других волокон, обработанных соединениями (I - IV), к плесневому заражению проводили по методике почвенного метода (ГОСТ 9.060–75) и оценивали по показателю коэффициента устойчивости к микробиологическому разрушению (Π, %).

Текстильный материал считается устойчивым к биоповреждениям, если значение Π ≥ 80%.

Было установлено, что модифицированная ткань почти не подвергается микробиологическому разрушению: коэффициент устойчивости (Π) составляет 91...98,6%, в зависимости от количества модифицирующего соединения и количества стирок (табл. 1). Ткань сохраняет антимикробные свойства после 5...7 стирок, проведенных по ГОСТу 12.4.049–87.

Соединение		Коэффициент устойчивости к микробиологическому разрушению, (П, %)		
№	Кол-во, % масс.	до стирки	после 5-й стирки	после 7-й стирки
I	0,1	89,2	88	85,6
	0,2	97,9	95,3	93,7
II	0,1	88,5	88,0	85,7
	0,2	98,3	95,5	93,3
III	0,1	89,4	88	85,0
	0,2	99,6	95,3	93,0
IV	0,1	90,0	88	84,8
	0,2	98,3	95,7	93,2
Контроль	0	50	-	-
	0	49	-	-

## ВЫВОДЫ

1. Разработан метод синтеза биологически активных 3,5-дихлорсодержащих 2-триалкоксисилилалкиламинопиридинов.

2. Проведен анализ эффективности их биозащитных свойств и показана возможность использования их для эффективной защиты текстильных материалов от биоповреждений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Измайлов Б.А., Журавлева Н.В., Скрипникова В.С. Специальный выпуск // Текстильная промышленность. – 2005, № 7-8. С. 70...72.
2. Скрипникова В.С., Измайлов Б.А., Астапов Б.А. // Пластические массы. – 2007, №6. С. 53...56.
3. Дмитриева М.Д. Традиции и современность // В сб.: Экология и крепкогенная ботаника в России. – Санкт-Петербург, 2000. С. 106...107.

Рекомендована кафедрой аналитической, физической и коллоидной химии МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 11.09.10.

УДК 677.076.4.017.86

**НЕТКАНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ОБЛАДАЮЩИЕ  
БИОЦИДНЫМИ СВОЙСТВАМИ.  
ИММОБИЛИЗАЦИЯ ФЕНОКСИЭТАНОЛА НА  
ПОВЕРХНОСТИ ВОЛОКНА**

*Е.М. КОЗЛЯТНИКОВА, В.М. ГОРЧАКОВА, Б.А. ИЗМАЙЛОВ*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
E-mail: office@msta.ac.ru

*Целью исследования является разработка нетканого материала, обладающего биоцидными свойствами.*

*The purpose of the given paper is exploitation of the nonwoven possessing bio-cide properties.*

**Ключевые слова:** нетканые материалы, биоповреждения, синтез органосилоксановых олигомеров, модификаторы, антимикробные свойства.

Одним из наиболее эффективных способов, прерывающих развитие и передачу инфекций, является введение в текстильные нетканые материалы бактерицидных препаратов, обеспечивающих им самодезинфицирующие свойства.

В настоящей работе исследовано влияние синтезированных нами новых кремнийорганических модификаторов – олигоэтоксисилоксановых производных феноксиэтанола на биоцидные и физико-механические свойства нетканых материалов.

Синтез органосилоксановых олигомеров осуществляли таким образом, чтобы

полученный олигомер одновременно обладал эффективными биоцидными свойствами и содержал химически активные функциональные группы, способные взаимодействовать с волокнами обрабатываемых нетканых материалов с образованием прочных химических связей.

Модификаторы синтезированы из олиго(этокси)силоксана и сильного фунгицида – феноксиэтанола в разных соотношениях 1:1 (соединение 1) и 1:2 (соединение 2), синтез проводили по схеме, представленной на рис. 1.

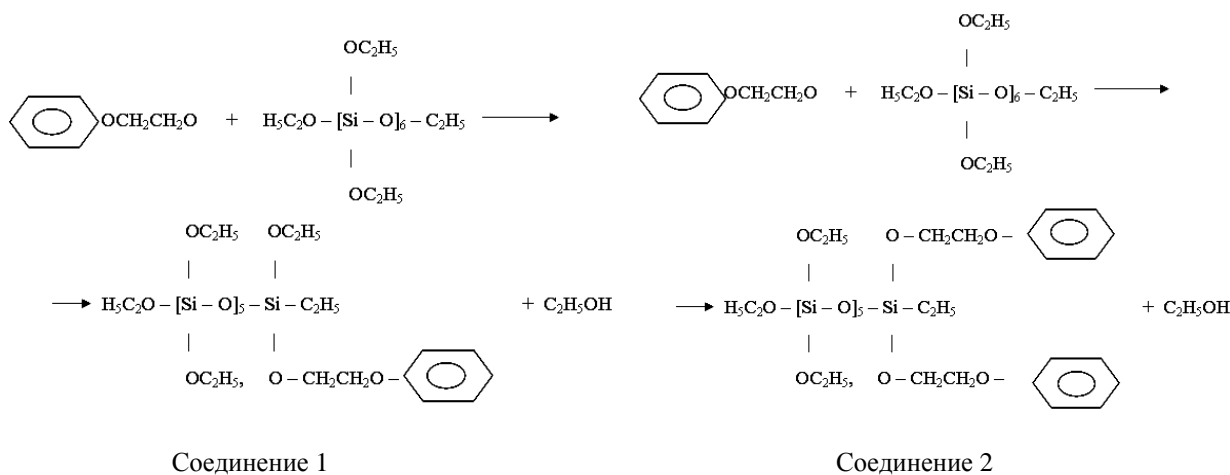


Рис. 1

Были изучены физико-химические свойства соединений 1 и 2, представленные в табл. 1. Плотность веществ определяли в соответствии с ГОСТом 18995.1–73 с помощью пикнометра согласно [1], показатель преломления – с помощью рефрактометра согласно [2].

Установлено, что олигоэтоксисилоксановые производные феноксиэтанола представляют собой вязкие жидкости (до 1063,504 г/моль) светло-бурого (соедине-

ние 1) и янтарного (соединение 2) цвета, не растворимые в воде.

Были сняты ИК-спектры соединения 1 на спектрометре марки SPECORD 75 IR в области от 4000 до 400 см<sup>-1</sup> (табл. 2).

Образцы нетканого материала поверхностной плотностью 50 ± 5 г/м<sup>2</sup> были получены из смеси вязкозных (хлопковых) и полиэфирных волокон в соотношении 70:30 на гидроструйной установке AquaJet [3].

Т а б л и ц а 1

Соединение	d <sup>20</sup> , г/см <sup>3</sup>	n <sub>d</sub> <sup>20</sup>	Брутто-формула	Молекулярная масса, г/моль
1	1,096	1,422	C <sub>34</sub> H <sub>74</sub> Si <sub>6</sub> O <sub>20</sub>	971,412
2	1,100	1,417	C <sub>40</sub> H <sub>78</sub> Si <sub>6</sub> O <sub>21</sub>	1063,504

Т а б л и ц а 2

Функциональные группы	Волновое число излучения ν, см <sup>-1</sup>
Si – O – Si	1020
Si – C	1250
C=O	1740
C=C <sub>аром.кольца</sub>	1600
	1500
	1400
CH <sub>2</sub> -R	2980

Соединения 1 и 2 наносили в виде спиртового раствора на нетканый материал в количестве 1...10% масс. соответственно. После нанесения модификатора образцы подвергались термообработке в течение 10 мин при температуре T=140°C.

Изучено влияние содержания модификатора 1 и 2 на биоцидные и физико-механические свойства нетканого материала (табл.3).

Был определен коэффициент биостойкости по ГОСТу 9.060–75 [4]:

$$\Pi = 100 \frac{P_T}{P_O}$$

где P<sub>T</sub> – разрывная нагрузка испытуемой пробной полоски (после климатической камеры), Н; P<sub>O</sub> – разрывная нагрузка исходной пробной полоски (до климатической камеры), Н.

Полотно устойчиво к микроорганизмам, если коэффициент устойчивости к микробиологическому разрушению Π=80±5%.

Анализ данных табл. 3 показывает, что микробиологическая устойчивость зависит от природы волокна и модификатора. Устойчивость образцов из смеси хлопковых и полиэфирных волокон выше, чем у образцов из смеси вязкозных и полиэфирных волокон. Максимальная устойчивость дос-

тигается при обработке образцов соединением 1 в количестве 5 и 7% масс. – П=128% и 98% соответственно.

Следует заметить, что активность модификатора 1 выше, чем модификатора 2, и это проявляется в большей степени для смеси, содержащей хлопковые волокна.

Зависимость физико-механических свойств от содержания модификатора носит сложный характер. Это можно объяснить различным расположением молекул модификатора на волокне и его химическим взаимодействием с функциональными группами волокна, образованием химических связей между соседними волокнами [5].

Влияние кремнийорганических соединений на свойства нетканого материала обуславливается образованием на поверх-

ности волокна ковалентно связанной силоксановой пленки.

При обработке волокон растворами олигомеров при комнатной температуре этоксигруппы олигомеров вступают в химические реакции с функциональными группами полимера волокна (–COOH, –C=O, –OH), а остальные легко гидролизуются влагой, которая адсорбирована на поверхности волокон, превращаясь в силанольные группы, подвергающиеся последующей конденсации, в то время как формокафорные группы в этих условиях не подвергаются химическим превращениям и остаются ковалентно связанными с атомами кремния, то есть олигомеры закрепляются на поверхности волокон ковалентными связями, одновременно превращаясь в гидратированную окись кремния – HO(SiO<sub>2</sub>)<sub>x</sub>OH [5].

Таблица 3

Модификатор		Волокнистый состав холста 70:30	Физико-механические свойства нетканого материала				Коэффициент устойчивости к микробиологическому разрушению П, %
№	Содержание на волокне, % масс.		до климатической камеры		после климатической камеры		
			P <sub>p</sub> , Н	ξ <sub>p</sub> , %	P <sub>p</sub> , Н	ξ <sub>p</sub> , %	
1	0	хлопковое волокно: полиэфирное волокно	54,40	37,00	35,40	46,00	65
	1		33,87	51,33	37,26	48,30	110
	5		29,63	55,00	38,00	53,00	128
	7		31,73	59,33	34,20	53,00	107
	10		28,30	53,33	34,20	50,00	121
1	0	вискозное волокно: полиэфирное волокно	53,80	34,50	33,40	44,00	62
	1		33,63	37,67	27,80	32,00	82
	5		35,60	39,67	28,40	29,70	80
	7		24,73	46,33	24,20	49,00	98
	10		32,40	53,67	25,45	58,00	79
2	0	хлопковое волокно: полиэфирное волокно	54,40	37,00	35,40	46,00	65
	1		33,90	45,00	30,50	48,00	90
	5		27,90	58,00	28,20	48,00	101
	7		29,40	52,33	23,40	44,00	80
	10		28,00	47,00	29,10	49,00	103
2	0	вискозное волокно: полиэфирное волокно	53,80	34,50	33,40	44,00	62
	1		36,40	35,00	14,90	27,30	40
	5		35,00	35,00	16,30	26,00	47
	7		35,50	35,67	12,80	24,00	36
	10		37,70	34,67	14,80	27,00	39

Биоцидный препарат, связанный с полимером волокна, постепенно отщепляется вследствие гидролиза связи, диффундирует из волокнистого материала к микробным клеткам и вступает с ними во взаимо-

действие, подавляя их, таким образом проявляется антимикробный эффект.

Была изучена микробиологическая устойчивость нетканого материала по методике питательных сред (табл. 4).

№ п/п	Волокнистый состав холста 70:30	Модификатор		Результат микробиологических испытаний
		№	содержание, % масс.	
1	хлопковое волокно : ПЭТ	1	1	чисто
2	хлопковое волокно : ПЭТ	1	5	черная плесень <i>Aspergillus niger</i>
3	хлопковое волокно : ПЭТ	1	10	чисто
4	хлопковое волокно : ПЭТ	2	1	чисто
5	хлопковое волокно : ПЭТ	2	5	черная плесень <i>Aspergillus niger</i>
6	хлопковое волокно : ПЭТ	2	10	чисто
7	вискозное волокно : ПЭТ	1	1	черная плесень <i>Aspergillus niger</i>
8	вискозное волокно : ПЭТ	1	10	хорошо
9	вискозное волокно : ПЭТ	2	1	черная плесень <i>Aspergillus niger</i>
10	вискозное волокно : ПЭТ	2	10	чисто
11	хлопковое волокно : ПЭТ	без обработки	0	хорошо
12	вискозное волокно : ПЭТ	без обработки	0	черная плесень <i>Aspergillus niger</i>

Из табл. 4 видно, что нетканый материал, содержащий хлопковое волокно в холсте, более устойчив, чем с вискозным. Материал с содержанием вискозного волокна обладает устойчивостью только при нанесении соединения 2 в количестве 10% масс. Нетканый материал без нанесения модификатора не устойчив к микроорганизмам.

## ВЫВОДЫ

1. Разработан метод синтеза олиго(этоксид)силоксановых производных феноксиэтанола – новых эффективных кремнийорганических соединений для придания нетканым материалам антимикробных свойств.

2. Изучены физико-химические свойства соединений 1 и 2, механизм взаимодействия с вискозным, хлопковым и полиэфирным волокнами. Установлено, что модификатор закрепляется на поверхности волокнистого холста ковалентными связями.

3. Исследовано влияние содержания препаратов на бактерицидные и физико-механические свойства нетканого материала, изготовленного по технологии «Спанлейс» из смеси вискозных (хлопковых) и полиэфирных волокон (70:30).

4. Установлено, что для защиты нетканого материала из смеси вискозных и полиэфирных волокон от биоповреждений соединения 1 наносятся в количестве 1% масс., для защиты нетканого материала из смеси хлопковых и полиэфирных волокон соединения 1 и 2 наносят в количестве 1% масс.

## ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 18995.1–73 Продукты химические жидкие. Методы определения плотности.
- Методы физических измерений (лабораторный практикум по физике) / Ред. проф. Солоухин Р.И. – Новосибирск: Наука, 1975.
- Горчакова В.М., Сергеевков А.П., Волощук Т.Е. Оборудование для производства нетканых материалов. – М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2006.
- ГОСТ 9.060–75 ЕСЗКС. Ткани. Метод лабораторных испытаний на устойчивость к микробиологическому разрушению.
- Савинкин А. В. Разработка технологии нетканых материалов с антимикробными свойствами: Дис...канд. техн. наук. – М., 2005.
- Горчакова В.М., Измайлов Б.А., Савинкин А.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №6. С.55...58.
- Горчакова В.М., Измайлов Б.А. // Нетканые материалы. – 2008, № 1(2). С. 10...14.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов. Поступила 12.06.10.



## РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО РАЗРЫХЛЕНИЯ МАШИНЫ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТХОДОВ

*Е.В. ПОЛЯКОВА, С.М. ИВАНОВ, Т.В. ШМЕЛЕВА, А.А. СИЗОВ, О.Н. ВОЛЫНКИН*

(Ивановская государственная текстильная академия)

E-mail: tiktr@mail.ru

*В статье рассматривается конструкция новой машины для регенерации отходов и вопрос определения жесткостных характеристик узла колковых барабанов в модуле предварительного разрыхления машины.*

*The design of the new car for waste regeneration and the question of determination of the pinning drums rigidity characteristics in the preliminary shredding module of the machine is considered in the article.*

**Ключевые слова:** модуль, разрыхление, регенерация, отходы, колебания, жесткость, колковый барабан, ступенчатый вал.

В практике работы лабораторий отечественных хлопкопрядильных фабрик при исследовании волокнистых отходов разрыхлительно-трепальных агрегатов и чесальных машин на засоренность последовательно используют прибор для определения засоренности ПЗС и анализатор хлопка АХМ. В первом приборе основным рабочим органом является колковый барабан, колки которого находятся на отрицательной разводке по отношению к неподвижным колкам корпуса, а во втором – пильчатый барабан. Таким образом, в первой стадии разрыхления волокнистая масса подвергается ударному воздействию, вследствие чего из нее удаляются крупные сорные примеси, а во второй стадии – расчесыванию с удалением мелкого сора, пуха и пыли.

По аналогии с совокупностью данных приборов в СКИБ ИГТА разработана машина для непрерывной регенерации отходов (МНРО), представленная на рис.1 [1], которая содержит секцию питания, образованную бункером 1, имеющим в нижней выходной части два бесконечных транспортерных полотна 2 с питающим валиком 3; секцию или модуль предварительного разрыхления, включающий установленные на отрицательную разводку колковые барабаны 4 и установленные к ним на отрицательную разводку неподвижные колки 5

и смонтированные под ними колосники; секцию промежуточного слоеформирования, состоящую из конденсорной системы 7, уплотнительного валика 8 и пары питающих валиков 9.

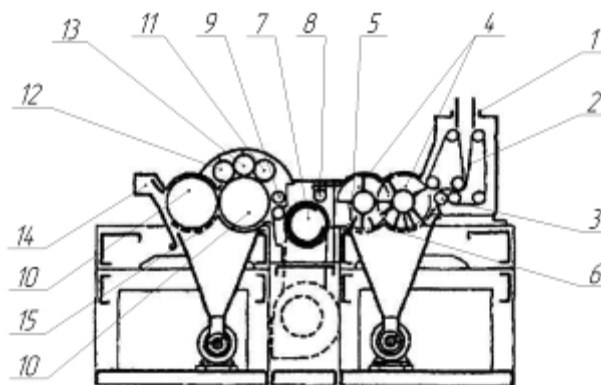


Рис. 1

Далее во взаимодействии с валиками 9 расположена секция (модуль) окончательной тонкой очистки и волокноотделения, состоящая из группы рабочих 11, 12 и чистительного 13 валиков, установленных над первым по ходу продукта пильчатым барабаном 10 и волокноотделяющее устройство 14, а под пильчатыми барабанами 10 и 15 – колосниковые решетки.

При теоретическом исследовании колебаний машины приходится оперировать системами, включающими в себя многие

десятки и даже сотни дифференциальных уравнений, решение которых невозможно без применения вычислительной техники. Для этого используем агрегирование, то есть расчет колебаний всего узла в сборе, а не отдельных деталей, входящих в узел. Однако этот метод применим только в том случае, если для исследователя не являются важными взаимные колебания деталей друг относительно друга, а интересует только общая картина динамики узла.

При этом возникает вопрос об определении жесткостных характеристик узла и изыскания возможных способов повышения устойчивости колкового барабана. Если жесткость отдельных деталей определяется по известным формулам сопротивления материалов, то взаимное влияние жесткостей входящих в узел элементов еще не достаточно изучено.

При расчете на жесткость колковый барабан можно рассматривать как ступенчатый вал (рис. 2) [2], [3].

Принимаем, что ступенчатый вал имеет упругую линию, описываемую формулой:

$$y = f \sin \frac{\pi x}{l}, \quad (1)$$

где  $y$  – прогиб в соответствующей координате  $x$ ;  $f$  – максимальный прогиб вала;  $x$  – текущая координата;  $l$  – длина вала.

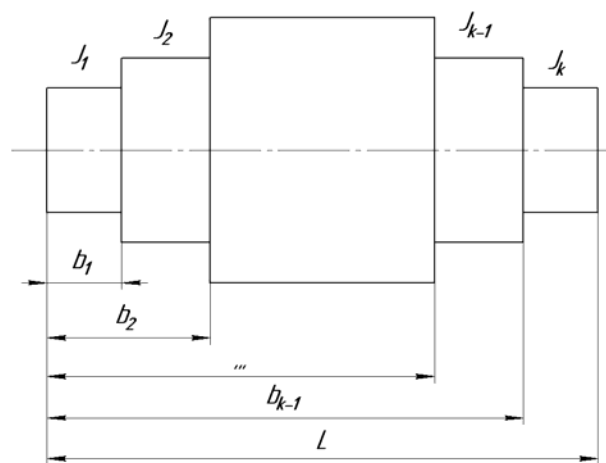


Рис. 2

Определяем потенциальную энергию изгиба такого вала как сумму энергий отдельных участков:

$$U = \frac{1}{2} \int_0^l EJ \left( \frac{d^2 y}{dx^2} \right)^2 dx = f^2 \frac{\pi^4 E}{2l^4} \times \left[ J_1 \int_0^{b_1} \sin^2 \frac{\pi x}{l} dx + J_2 \int_{b_1}^{b_2} \sin^2 \frac{\pi x}{l} dx + \dots + J_{k-1} \int_{b_{k-2}}^{b_{k-1}} \sin^2 \frac{\pi x}{l} dx + J_k \int_{b_{k-1}}^l \sin^2 \frac{\pi x}{l} dx \right], \quad (2)$$

где  $E$  – модуль упругости 1-го рода;  $J$  – момент инерции сечения вала.

Проинтегрировав и введя обозначения, получим:

$$\frac{b_i}{l} = \frac{\sin^2 \frac{\pi b_i}{l}}{2\pi} = \Phi \left( \frac{b_i}{l} \right), \quad (3)$$

где  $b_i$  – расстояние от начала вала до начала  $i$ -го участка.

Получим:

$$U = f^2 \frac{\pi^4 E}{2l^2} \times \left[ (J_1 - J_2) \Phi \left( \frac{b_1}{l} \right) + (J_2 - J_3) \Phi \left( \frac{b_2}{l} \right) + \dots + (J_{k-1} - J_k) \Phi \left( \frac{b_{k-1}}{l} \right) + J_k \right]. \quad (4)$$

Потенциальная энергия вала постоянного сечения равна:

$$U_0 = EJ_{\text{пр}} f^2 \frac{\pi^4}{2l^4}. \quad (5)$$

$$J_{\text{пр}} = (J_1 - J_2) \Phi\left(\frac{b_1}{l}\right) + (J_2 - J_3) \Phi\left(\frac{b_1}{l}\right) + \dots + (J_{k-1} - J_k) \Phi\left(\frac{b_{k-1}}{l}\right) + J_k. \quad (6)$$

С помощью полученной формулы (6) был составлен алгоритм расчета для определения влияния изменений определенных параметров колкового барабана на его приведенную жесткость.

На рис. 3 схематично изображен колковый барабан с указанием на нем размеров.

Исходные данные:  $L=1,28$  м;  $M=5$ ;  $d_1=0,035$  м;  $d_{y1}=0$ ;  $d_2=0,08$  м;  $d_{y2}=0,076$ ;  $d_{y3}=0,129$  м;  $d_4=0,08$  м;  $d_{y4}=1,079$  м;  $d_5=0,035$  м;  $d_{y5}=1,132$  м;  $T=3$ ;  $d_{от}=0,065$  м;  $E_b=2 \cdot 10^{11}$  Па.

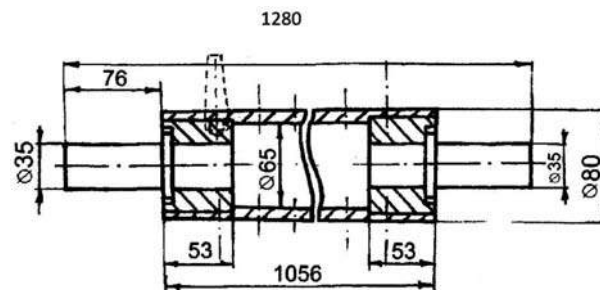


Рис. 3

В табл. 1 и 2 представлены зависимости жесткости от диаметра вала.

Таблица 1

Изменение внешнего диаметра $d_1=d_5=0,35$ на 1 %	EJ	Изменение толщины стенки на 1 %	EJ
100	2,2791795E+0005	100	2,2791795E+0005
99	2,2791140E+0005	99	2,2787147E+0005
98	2,2790505E+0005	98	2,2782526E+0005
97	2,2789890E+0005	97	2,2777793E+0005
96	2,2789293E+0005	96	2,2773364E+0005
95	2,2788714E+0005	95	2,2768822E+0005
94	2,2788153E+0005	94	2,2764308E+0005
93	2,2787610E+0005	93	2,2759820E+0005
92	2,2787084E+0005	92	2,2755359E+0005
91	2,2786575E+0005	91	2,27509224E+0005

Изменяя диаметр вала  $d_1=d_5=0,035$  м (от исходного размера уменьшая на 1%), можно проследить по полученным результатам расчета незначительное изменение приведенной жесткости колкового барабана. Наглядно убедиться в этом можно,

анализируя графики, приведенные на рис. 4 (график 1 соответствует табл. 1, график 2 – табл. 2 и т.д.). Изменение толщины стенки колкового барабана в сторону уменьшения на 1% также незначительно повлияло на его приведенную жесткость (табл. 2).

Таблица 2

Изменение $d_2=d_3=d_4=0,08$ на 1 %	EJ	Изменение внутренней полости $d_{от}=0,065$ на 1 %	EJ
100	2,2791795E+0005	100	2,2791795E+0005
99	2,1894362E+0005	99	2,2102182E+0005
98	2,1023715E+0005	98	2,1391778E+0005
97	2,0179317E+0005	97	2,0660171E+0005
96	2,9360635E+0005	96	1,9906941E+0005
95	2,8567140E+0005	95	1,9131667E+0005
94	2,7798311E+0005	94	1,8333923E+0005
93	2,7053632E+0005	93	1,7513279E+0005
92	2,6332592E+0005	92	1,6669301E+0005
91	2,5634684E+0005	91	1,5801551E+0005

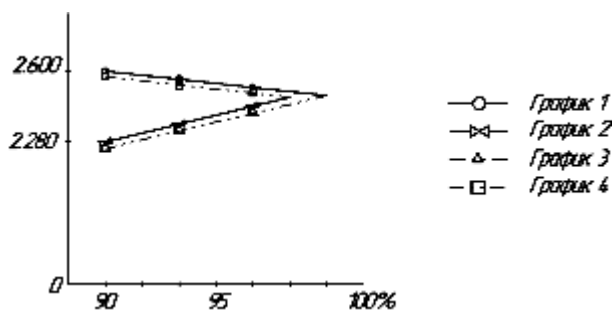


Рис. 4

Уменьшение на 1% внешнего диаметра колкового барабана  $d_2=d_3=d_4=0,08$  м, график 3) и увеличение на 1% внутренней полости колкового барабана (график 4) значительно влияют на его приведенную жесткость, что можно проследить на рис. 4.

## ВЫВОДЫ

Проведенное исследование позволит подобрать оптимальные размеры колкового барабана для эффективной работы всего узла предварительного рыхления.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Патент №2134316 РФ, МКИ D01G 15/72, 11/00. Машина для регенерации отходов волокнистого материала / Зарубин В.М., Иванов С.М. и др. Ивановская государственная текстильная академия. – 98115471/12, заявл. 11.08.98; опубл. 10.08.99 Бюл. №22 – 4 с, ил.
2. Максютенко И.Н. Исследование динамики узлов главного барабана и остова малогабаритной чесальной машины для хлопка: Дис....канд. техн. наук. – Л., 1974.
3. Парамонов С.Д. и др. Основы современных методов расчета на прочность в машиностроении. – М.: Машгиз, 1952.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 01.10.10.

УДК 677-486.2:539.11

**ПРИМЕНЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ  
К РАСЧЕТУ ДВУМЕРНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ТРИКОТАЖА**

*Л.А. КУДРЯВИН, О.Ф. БЕЛЯЕВ, В.А. ЗАВАРУЕВ, О.С. КОТОВИЧ*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
E-mail: office@msta.ac.ru

*Описана программа, основанная на математическом пакете MATLAB, позволяющая определить форму повторяющегося элемента после деформации и рассчитать относительную деформацию такого элемента при деформации образца, а следовательно, рассчитать относительную деформацию самого образца.*

*The program based on MATLAB mathematical package, allowing to define the form of a repeating element after deformation and to count a relative deformation of such element under the deformation of the sample and, consequently, to count a relative deformation of the sample, is described herein.*

**Ключевые слова:** трикотаж, повторяющийся элемент, относительная деформация, программа, основанная на математическом пакете MATLAB, форма повторяющегося элемента после деформации.

В большинстве текстильных материалов, кроме некоторых (например, нетканых), можно выделить в нити (или в волокне) сравнительно простой повторяющийся элемент, относительная деформация которого соответствует относительной

деформации всего образца. Например, на рис. 1-а показана микрофотография металлического трикотажа, повторяющимся элементом в котором является элемент ABCD. Его аналогами будут элементы DCEF, EFKL и т.д.



а)



б)

Рис. 1

Рассчитав относительную деформацию такого повторяющегося элемента, получаем относительную деформацию всего образца. Поскольку волокна и нити при деформации образца растягиваются мало, деформация материалов из них осуществляется в основном за счет изгиба данных волокон и нитей. Для расчета деформации удобно использовать нелинейную теорию упругости. Будем полагать, что на рассматриваемый повторяющийся элемент (сокращенно – упругую линию) не действуют распределенные, а действуют только сосредоточенные силы,

Следует отметить, что если нить, например, в металлическом трикотаже (трикотаже, изготовленном из микроволокон), аккуратно препарировать (освободить от взаимодействия с другими нитями – микропроводами), то форма и размер петель мало меняются при освобождении микропровода от взаимодействия с другими микропроводами (рис.1-б), то есть микропровода при изготовлении трикотажа пластически деформируется. Возможно, что такое же явление имеет место и при использовании в качестве нити других материалов.

Рассмотрим упругую линию, полученную в результате того, что нить произвольной начальной кривизны (например, пластически деформированная при создании текстильного материала) нагружена некоторым конечным числом сосредоточенных сил и внешних моментов.

Используем подход, предложенный в работе Попова Е.П. [1].

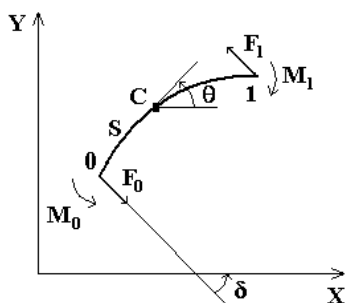


Рис. 2

Упругую линию в этом общем случае всегда можно разделить на участки так,

чтобы сосредоточенные силы  $F_0$  и  $F_1$  и внешние изгибающие моменты  $M_0$ ,  $M_1$  были приложены только по концам 0 и 1 (рис.2) рассматриваемого участка упругой линии (силы и моменты взяты с учетом действия отрезанных частей нити на участок 0-1). Если на участке 0-1 отсутствуют распределенные силы, то из условия равновесия участка имеем  $F_0+F_1=0$  или  $F_0=-F_1$ . Условимся направление силы  $F_0$ , приложенной в начальной точке рассматриваемого участка 0-1 упругой линии, считать основным направлением.

Введем угол  $\delta$ , отсчитываемый против часовой стрелки от направления силы  $F_0$  к направлению оси X (или по часовой стрелке от направления оси X к направлению силы  $F_0$ ). Начальную кривизну упругой линии (стержня, нити) (кривизна – величина, обратная радиусу кривизны R) будем считать переменной по длине s (s – это расстояние по нити от начальной точки 0 участка до рассматриваемой точки C).

Основным уравнением в нелинейной двумерной теории упругости тонких стержней является следующее дифференциальное уравнение второго порядка [1]:

$$d^2\theta/ds^2 - d^2\theta_0/ds^2 = -(F/H)\sin(\theta+\delta). \quad (1)$$

Здесь  $\theta$  и  $\theta_0$  – углы наклона касательной к упругой линии в произвольной точке C к оси X в деформированном и недеформированном состояниях рассматриваемого участка нити; F – величина силы, действующей на концы выделенного участка; H – жесткость нити при изгибе.

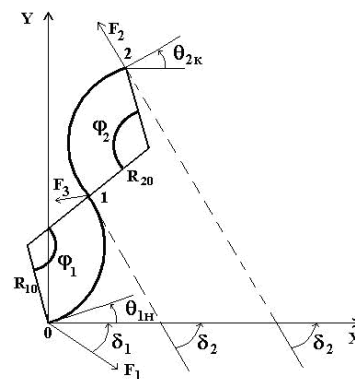


Рис. 3

Производные  $d\theta/ds = 1/R$  и  $d\theta_0/ds = 1/R_0$  определяют с учетом знака кривизну и радиус кривизны нити в данной точке в деформированном и в недеформированном состояниях образца. Если, например, угол  $\theta$  растет с увеличением  $s$  (участок 0-1 на рис.3), кривизна и радиус кривизны считаются положительными, если, наоборот, угол  $\theta$  уменьшается с увеличением  $s$  (участок 1-2 на рис.3), они считаются отрицательными.

Производные  $d^2\theta/ds^2 = d(d\theta/ds)/ds$  и  $d^2\theta_0/ds^2 = d(d\theta_0/ds)/ds$  показывают, как быстро меняется первая производная (кривизна нити) по мере увеличения  $s$ .

В качестве исходной модели повторяющегося элемента используем плоскую геометрическую модель, состоящую из чередующихся частей окружностей разного радиуса и отрезков прямых линий. Такая модель наиболее универсальна и может описать практически любую форму рассматриваемого элемента. Для каждой части повторяющегося элемента (участка элемента) составляется уравнение (1) и, учитывая, что кривизна каждого участка в исходном состоянии одинакова в разных его местах  $d^2\theta_0/ds^2 = d(d\theta_0/ds)/ds = -d(1/R_0)/ds = 0$ , вместо уравнения (1) будем иметь:

$$d^2\theta/ds^2 = -(F/H)\sin(\theta+\delta). \quad (2)$$

Для решения уравнения (2) необходимо задать два граничных условия, например, значения углов  $\theta$  в начальной и конечной точках рассматриваемого участка или значения угла  $\theta$  в начальной точке участка и производной  $d\theta/ds$  в конечной точке участка и т.п. Решение этого уравнения можно получить, например, методом так называемых эллиптических параметров, методом упругих параметров или с помощью довольно сложного и громоздкого пакета математических программ, описанных в [1]. Наиболее удобным из перечисленного является использование математических программ, поскольку оно не требует от пользователя специальных математических знаний. После выхода работы [1] (1986 г.) методы программирования очень

сильно развились, появилось много математических пакетов, значительно облегчающих программирование и уменьшающих объем программ. Поэтому решение краевой задачи проводилось не по программам, описанным в [1], а по программе, разработанной нами на основе математического пакета MATLAB, которая значительно менее сложная и менее громоздкая, чем программы, описанные в [1].

Обычно повторяющийся элемент в исходном состоянии образца состоит из нескольких различных участков. Как указывалось выше, дифференциальное уравнение (2) упругой линии составляется для каждого участка, затем записываются 2 условия связи на стыках этих участков, что дает необходимое и достаточное число уравнений для решения задачи, то есть находится зависимость угла  $\theta$  от  $s$ . После нахождения этой зависимости определяется численная связь между координатами  $x$  и  $y$  отдельных точек повторяющегося элемента как в недеформированном, так и в деформированном состояниях образца, вычерчивается форма данного элемента в обоих состояниях и рассчитывается относительная деформация этого элемента, а следовательно, и образца.

В качестве примера опишем программу расчета деформации повторяющегося элемента, состоящего первоначально (до деформации образца) из двух окружностей радиусами  $R_{10}$  и  $R_{20}$ , идущих друг за другом и закручивающихся в противоположные стороны. Угол раскрытия первой окружности  $\varphi_1$ , второй  $\varphi_2$  (рис.3). Углы измеряются в радианах. Первая окружность имеет длину  $L_1 = \varphi_1 \cdot \text{abs}(R_{10})$ , вторая  $L_2 = \varphi_2 \cdot \text{abs}(R_{20})$  (здесь учитывается, что  $R_{10}$  и  $R_{20}$  могут быть отрицательными, а длины  $L_1$  и  $L_2$  должны быть положительными). Общая длина двух окружностей  $L = L_1 + L_2$ .

Уравнение должно быть записано отдельно для каждой окружности с учетом того, что для них значения  $F$  и  $\delta$  могут отличаться. Величина  $s$  для первой окружности меняется от 0 до  $L_1$ , а для второй – от  $L_1$  до  $L = L_1 + L_2$ .

На рис. 3  $F_1$  – сила, действующая на начало первого участка;  $F_2$  – действующая

на конец второго участка;  $F_3$  – действующая в точке соединения двух участков. Если рассматривать отдельно второй участок, то из условия равновесия сил следует, что на его начало будет действовать сила, равная по величине  $F_2$ , но противоположно ей направленная, то есть направленная вдоль пунктирной линии от точки 1 к оси X. Там же показан угол  $\delta_2$ . Если сила  $F_3$  отсутствует, то  $F_1=F_2$ ,  $\delta_1=\delta_2$ . Величины сил и их направления определяются, исходя из структуры материала и величины сил, деформирующих его. Следует отметить, что если появляется дополнительная сила  $F$  или момент силы  $M$ , приложенные, например, к какой-либо точке участка 0-1, то повторяющийся элемент 0-2 должен быть разделен не на два, а на три участка.

Для упрощения программы перейдем от  $s$  к новой переменной  $\tau$ . Выберем ее так, чтобы на каждой окружности она бы менялась от 0 до 1. Для этого для первой окружности примем  $\tau=s/L_1$  (в этом случае при  $s=0$   $\tau=0$ , а при  $s=L_1$  –  $\tau=1$ ), а для второй  $\tau=(s-L_1)/L_2$  (при  $s=L_1$   $\tau=0$ , при  $s=L_1+L_2$  –  $\tau=1$ ). При этом переходе вместо  $d\theta/ds$  будем использовать  $d\theta/d\tau$ . Тогда для первой окружности, как нетрудно показать,  $d\theta_1/d\tau=L_1/R_1$ , а для второй  $d\theta_2/d\tau=L_2/R_2$ .

Обозначим  $\theta_1=y_1$ ,  $d\theta_1/d\tau=y_2$ ,  $A_1=F_1L_1^2/H$ ,  $\theta_2=y_3$ ,  $d\theta_2/d\tau=y_4$ ,  $A_2=F_2L_2^2/H$ . Тогда после небольших преобразований уравнение (2) для первой и второй окружностей будет иметь соответственно вид:

$$\begin{aligned} dy_2/d\tau &= -A_1 \sin(y_1 + \delta_1); \\ dy_4/d\tau &= -A_2 \sin(y_3 + \delta_2). \end{aligned} \quad (3)$$

Далее записываем краевые условия для начала и конца повторяющегося элемента (для начала первого участка и конца второго) и условие стыковки участков (оно

является краевым условием для конца первого участка и для начала второго).

После решения записанных уравнений программа определяет форму повторяющегося элемента до и после деформации образца, и относительную деформацию элемента по осям X и Y. Это и будет относительной деформацией образца в этих направлениях. В тексте программы вместо  $y_1, y_2, y_3, y_4$  используются обозначения  $y(1), y(2), y(3), y(4)$ .

В заключение следует отметить, что данная программа применима только в том случае, если точки приложения сил и моментов сил относительно нити практически не перемещаются. Это условие, как правило, не выполняется при одноосной деформации ряда материалов, например, трикотажа, но обычно достаточно хорошо выполняется при его двумерной деформации.

## ВЫВОДЫ

В большинстве текстильных материалов имеется повторяющийся элемент, относительная деформация которого соответствует относительной деформации всего образца. Описана программа, основанная на математическом пакете MATLAB, позволяющая определить форму повторяющегося элемента после деформации и рассчитать относительную деформацию такого элемента при деформации образца, а следовательно, рассчитать относительную деформацию самого образца.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Попов Е.П. Теория и расчет упругих стержней. – М.: Наука, 1986. С. 294.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 10.09.10.



## ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ИГЛ НА ПЛОСКОВЯЗАЛЬНЫХ МАШИНАХ

М.В. ЖЕЛТИКОВ, Е.Н. КОЛЕСНИКОВА, Т.В. МУРАКАЕВА

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
E-mail: office@msta.ac.ru

*Предложено для перемещения игл в замковой системе трикотажных машин вместо механического воздействия замковых систем использовать электромагнитные силы.*

*It is offered to use electromagnetic forces for needles movement in the locking system of knitting machines instead of mechanical influence of locking systems.*

**Ключевые слова:** плосковязальные машины, петлеобразующие органы, перемещение игл, электромагнитные системы, программные коды.

На плосковязальных машинах таких фирм, как Stoll, Shima Seiki, Steiger, Universal используются механические системы управления петлеобразующими органами. При использовании таких систем отсутствуют технологические возможности образования некоторых элементов структуры трикотажа, образующихся, например, при процессах  $Z_1 \cdot AP_1 \cdot K_2$  и  $Z_0 \cdot OP_0 \cdot K_2$ , и так далее, где  $Z_1$  – выход иглы на уровень полного заключения;  $Z_0$  – на уровень переноса;  $A$  – прокладывание нити;  $OP_0$  – отсутствие нити;  $K_2$  – операция без кулирования, при которой не происходит сбрасывания ЭСТ за спинки игл. Также на современном оборудовании нельзя задавать значение плотности вязания индивидуально для каждой иглы. При максимальной скорости движения каретки, критических значениях плотности вязания или выработке полотна со сложной пе-

тельной структурой возникают большие нагрузки на петлеобразующие органы, что приводит к их поломке. Эти недостатки замковых систем современных плосковязальных машин создают ограничения в разработке нового ассортимента, повышают затраты на изготовление продукции, создают дополнительные затраты на ремонт оборудования, понижают рентабельность производства.

С целью устранения этих недостатков было предложено отказаться от механического воздействия замковых систем на петлеобразующие органы и использовать для перемещения игл электромагнитные силы.

При разработке схем электромагнитного управления петлеобразующими органами за основу были взяты электромагнитная матрица и электромагнитная трубка.

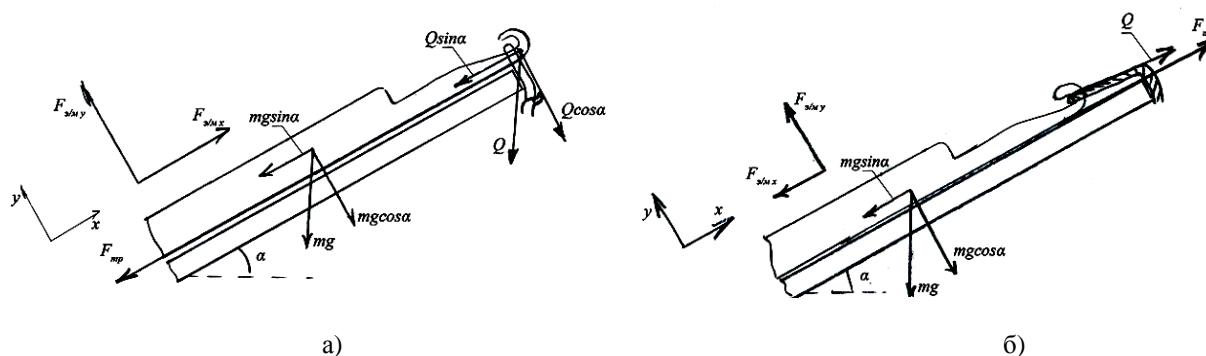


Рис. 1

Для точного управления иглами с помощью электромагнитов были произведены расчеты необходимых усилий, прилагаемых к игле (рис. 1) в момент операций прокладывания (рис. 1-а) и формирования (рис. 1-б). Во время операции прокладывания на иглу воздействуют силы: тяжести, трения, оттяжки и воздействия электромагнита. В результате были записаны уравнения суммы усилий по осям X и Y:

$$\begin{aligned}\Sigma F_x &= F_{\text{э/м}x} - F_{\text{тр}} - m g \sin\alpha - Q \sin\alpha = 0, \\ \Sigma F_y &= F_{\text{э/м}y} - m g \cos\alpha - Q \cos\alpha = 0.\end{aligned}$$

Решив эти уравнения относительно  $F_{\text{э/м}x}$  и  $F_{\text{э/м}y}$ , имеем:

$$\begin{aligned}F_{\text{э/м}x} &= F_{\text{тр}} + m g \sin\alpha + Q \sin\alpha, \\ F_{\text{э/м}y} &= m g \cos\alpha + Q \cos\alpha.\end{aligned}$$

В момент выполнения операции формирования к игле приложены те же силы, но в другом направлении. При этом уравнения примут следующий вид:

$$\begin{aligned}\Sigma F_x &= -F_{\text{э/м}x} + F_{\text{тр}} - m g \sin\alpha + Q = 0, \\ \Sigma F_y &= F_{\text{э/м}y} - m g \cos\alpha = 0.\end{aligned}$$

И, следовательно, электромагнитные силы будут равны:

$$\begin{aligned}F_{\text{э/м}x} &= F_{\text{тр}} - m g \sin\alpha + Q, \\ F_{\text{э/м}y} &= m g \cos\alpha.\end{aligned}$$

Расчеты показали, что при условии угла наклона игольницы, равном  $36^\circ$ , коэффициенте трения о поверхность игольницы, принятом 0,15 (при движении металла по металлу), массе иглы, равной 4 г, и силе оттяжки, равной 20 сН, рассчитанные электромагнитные силы, позволяющие управлять иглой, равны: при операции прокладывания 14,5 сН по оси X и 19,4 сН по оси Y; при операции формирования 18,2 сН по оси X и 3,2 сН по оси Y. Проведенные расчеты позволили установить минимумы электромагнитных усилий, которые необходимо прикладывать к иглам для их перемещения вдоль паза.

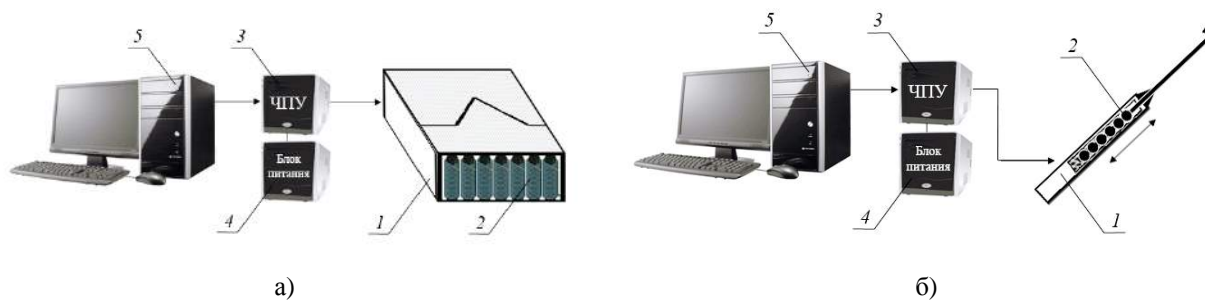


Рис. 2

Для проверки возможности передвижения игл по заданному закону были изготовлены два экспериментальных стенда. Первый стенд (рис. 2-а) представлял собой матрицу 1, собранную из электромагнитных катушек 2. К матрице было подключено устройство числового программного управления (ЧПУ) 3 с блоком питания 4. Устройство ЧПУ подсоединялось к компьютеру 5.

Для работы первого экспериментального стенда были разработаны программные коды, посредством которых проверялись силы взаимодействия электромагнитных катушек с перемещающимися объектами, в

качестве которых использовался цилиндр из намагниченной стали диаметром 2 мм и высотой 3 мм.

На основании проведенных экспериментов был найден диапазон частот подачи сигнала, который варьировался от 1,67 до 16,13  $\text{с}^{-1}$ , и скорость перемещения объекта, которая варьировалась от 0,017 до 0,161 м/с.

Эксперимент подтвердил возможность передвижения объекта под воздействием электромагнитных сил по заданному контуру, но скорость передвижения объекта оказалась ниже требуемой для перемеще-

ния игл в промышленных условиях, которая в среднем составляет 0,7 м/с.

При этом максимальная масса объекта, которым управляли при проведении эксперимента, составляла 1...1,5 г, что также меньше массы иглы, составляющей 4 г.

Недостатки проведенного эксперимента потребовали проведения дополнительных экспериментальных разработок.

Второй стенд (рис. 2-б) представлял собой электромагнитную трубку 1. На пластиковый каркас наматывались два медных провода с шагом 0,5 см, создающих электромагнитный поток. Кроме того, внутри трубки помещался сердечник 2, состоящий из набранных и плотно прижатых друг к другу постоянных магнитов цилиндрической формы с соответствующими длиной и диаметром. Чтобы взаимодействие обмотки и сердечника было более эффективным, постоянные магниты в сердечнике соединялись одноименными по-

люсами. К сердечнику подсоединялся стержень с иглой, который через открытый конец внешней трубки выходил наружу. К трубке подсоединялось устройство ЧПУ 3 с блоком питания 4, которое соединялось с компьютером 5. Посредством программного обеспечения производилось управление движением сердечника в электромагнитной трубке.

После проведения экспериментов были получены следующие результаты: частота подачи сигнала равнялась  $1 \text{ с}^{-1}$ , соответственно скорость перемещения сердечника и иглы равнялась 0,0045 м/с. При испытании на нагрузку устройство работало с двойным перекрытием сил, выбранных при расчете нагрузок на иглу.

Данная схема также продемонстрировала возможность перемещения иглы. Недостаточную скорость перемещения иглы планируется исправить созданием более мощной электромагнитной трубки.

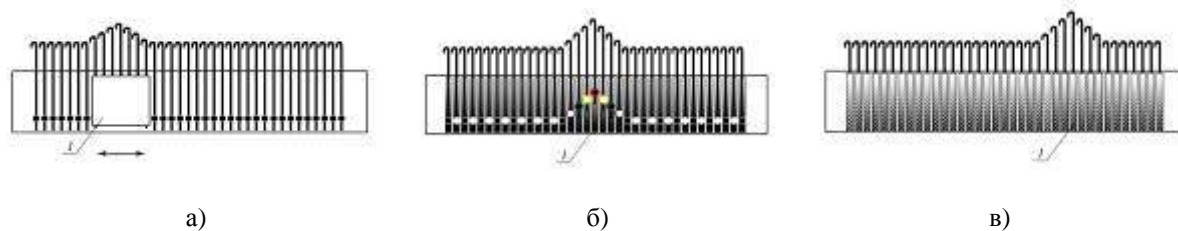


Рис. 3

По результатам экспериментальной проверки двух систем были предложены три электромагнитные системы перемещения иглами на плосковязальных машинах: а) – система перемещения иглами с движущейся электромагнитной матрицей 1 (рис. 3-а), которая работает по принципу современных плосковязальных машин; б) – система перемещения иглами со стационарными электромагнитными матрицами (рис. 3-б), состоящая из множества однополосных электромагнитных матриц 1, расположенных под каждой иглой; в) – система петлеобразования со стационарными электромагнитными трубками (рис. 3-в), состоящая из множества электромагнитных трубок 1, расположенных вдоль игольницы.

Анализ частоты подачи сигнала, скорости перемещения объектов, усилий на объекты перемещения при использовании разных электромагнитных систем показал, что предпочтительной является третья система в связи с большей эффективностью и надежностью управления процессом перемещения иглы вдоль паза. На основании проведенных экспериментов было установлено, что перемещение игл при индивидуальном их управлении от электромагнитов по сложным заданным законам возможно. Однако для повышения скоростных режимов перемещения объекта-иглы требуется увеличение мощности электромагнитов.

## ВЫВОДЫ

Усовершенствование системы перемещения игл с помощью электромагнитных систем позволит вывести технологии петлеобразования на новый уровень, а также уменьшит расход игл и количество дефектной продукции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Ступель Ф.А.* Расчет и конструкция электромагнитных реле. – М.: Государственное энергетическое издание, 1950.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 30.06.10.

---

УДК 677.052.952

## ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ БОБИНОДЕРЖАТЕЛЬ ФРИКЦИОННОГО ТИПА

*П.А.БАШАШИН*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
E-mail: pavelbashashin@yandex.ru

*В статье рассмотрены основные требования, предъявляемые к высокоскоростным бобинодержателям, описание конструкции и принцип работы разработанного высокоскоростного бобинодержателя фрикционного типа.*

*The basic requirements shown to high-speed bobbin holders, the description of the construction and the principle of work of the developed high-speed bobbin holder of a friction type are considered in the article.*

**Ключевые слова:** высокоскоростной бобинодержатель, центрирование бобины, динамическая балансировка вращающихся масс, зажимающее бобину устройство.

К высокоскоростным бобинодержателям относятся такие устройства, в которых центробежные силы вращающихся звеньев в сотни и даже в тысячи раз превосходят технологические нагрузки, действующие на эти звенья. Надежность и срок службы таких устройств зависят не только от их конструктивного исполнения, но и от точности центрирования бобины и точности динамической балансировки вращающихся масс, включая массы бобины и тела намотки.

Исследования высокоскоростных бобинодержателей отечественного производства показали, что применение в качестве зажимающих бобину весьма податливых звеньев, не имеющих между собой жесткой кинематической связи, а также сосредоточение больших масс на конце консольной части вращающейся оси и наличие больших кинематических зазоров ме-

жду вращающимися звеньями зажимающего бобину устройства не позволяют обеспечить высокую точность центрирования бобины, что ведет при увеличении скорости наматывания и массы выходной пачки к дополнительной разбалансировке бобинодержателя, увеличению его виброактивности, снижению надежности и срока службы опор качения, нарушению технологического процесса и увеличению расходуемой мощности [1]. Кроме того, результаты исследований зажимающих бобину устройств показали, что высокая точность центрирования бобины обеспечивается только при выполнении следующих условий: центрирование бобины должно осуществляться в двух ее поперечных сечениях, удаленных от концов бобины на расстояние 15...35 мм; в каждом поперечном сечении центрирование бобины должно осуществляться по трем

равноудаленным друг от друга точкам, расположенным на одной окружности, соосной с осью вращения бобинодержателя; две противоположные точки центрирования, находящиеся в указанных выше поперечных сечениях, должны располагаться на одной образующей бобины; три точки центрирования, расположенные на одной окружности, должны во время зажатия бобины одновременно перемещаться в радиальном направлении на одинаковое расстояние и иметь индивидуальный привод

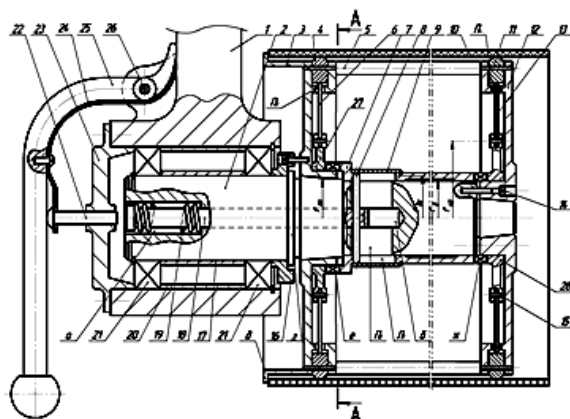


Рис. 1

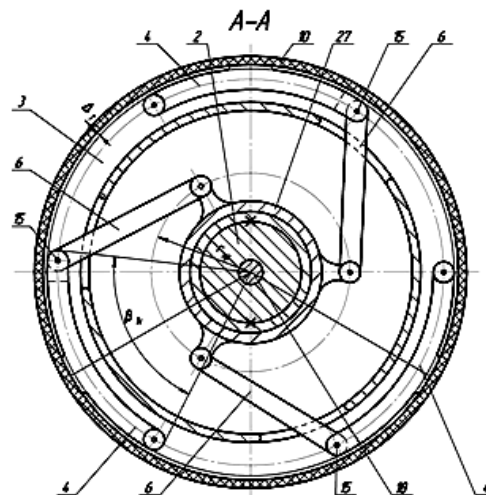


Рис. 2

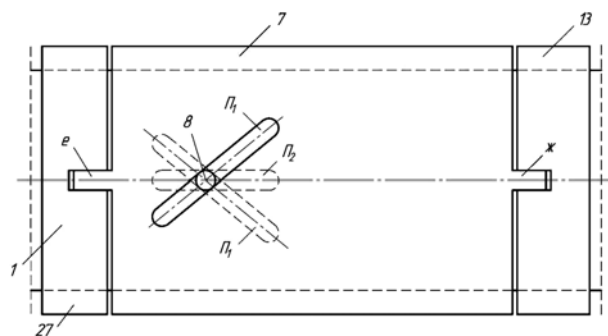


Рис. 3

Разработанный бобинодержатель (рис. 1...3, где рис. 1 – эскизная схема кулачкового бобинодержателя с вращающейся осью (продольный разрез): 1 – рычаг; 2 – ось; 3 и 12 – диски; 4 и 11 – кулачки; 5 – направляющая; 6 и 13 – шатуны; 7 – втулка зубчатая; 8 – палец; 9 – гильза; 10 – бобина; 14 – винт; 15 и 26 – оси; 16 – кольцо; 17 и 20 – втулки; 18 – шток; 19 – пружина сжатия; 21 – шарикоподшипник; 22 – толкатель; 23 – крышка подшипника 21; 24 –

[2]; зажимающие бобину звенья и передаточные звенья к ним должны иметь достаточную жесткость и высокую точность изготовления.

Ни в одном отечественном высокоскоростном бобинодержателе эти условия не выполняются. Поэтому нами была разработана (на базе авторского свидетельства [3]) новая конструкция высокоскоростного бобинодержателя фрикционного типа, в которой выполняются все вышеперечисленные условия.

пластинчатая пружина; 25 – рукоятка; 27 и 28 – кривошипные диски; П<sub>1</sub> – винтовой паз; П<sub>2</sub> – прямой паз; П<sub>3</sub> и П<sub>4</sub> – кольцевые пазы; а и б – отверстия; г и д – буртики; е и ж – зубья втулки 7; рис. 2 – эскизная схема кулачкового бобинодержателя (поперечное сечение по А-А, см. рис. 1) (расшифровка позиций дана на рис. 1); рис. 3 – схема соединения зубчатой втулки 7 со ступицами кривошипных дисков 13 и 27: 1 – вращающаяся ось 2; 8 – палец; П<sub>1</sub> – винтовые (наклонные) пазы; П<sub>2</sub> – прямой паз; е и ж – зубья втулки 7) содержит вращающуюся ось 2, опоры качения которой смонтированы в бобышке качающегося рычага 1, кулачковые диски 3 и 12, жестко закрепленные на конических участках оси 2, кривошипные диски 13 и 27, свободно сидящие соответственно на цилиндрических ступицах диска 12 и 3, зубчатую втулку 7, палец

8, шесть зажимающих кулачков 4, 11, размещенных по три в кольцевых пазах  $\Pi_3$  и  $\Pi_4$ , выполненных в дисках 3 и 12, шесть шатунов 6, передающих движение от кривошипных дисков зажимающим кулачкам, шток 18, пружину сжатия 19, толкатель 22 и рукоятку 25.

В осевом отверстии оси 2 размещается пружина 19 со штоком 18, на правом конце которого предусмотрено сквозное диаметрально отверстие для пальца 8, свободные концы которого проходят через прямой диаметральный паз  $\Pi_2$ , выполненный в оси 2, и сквозные винтовые пазы  $\Pi_1$ , выполненные в зубчатой втулке 7.

В ступицах дисков 13 и 27 имеются открытые с торцов прямые пазы для размещения в них зубьев ж и е втулки 7.

Зажимающее бобину устройство работает следующим образом.

Для освобождения бобины от силового воздействия зажимающих кулачков 4 и 11 необходимо принудительно с помощью толкателя 22 переместить шток 18 вправо на заданное расстояние. В результате этого перемещения палец 8 поворачивает зубчатую втулку 7 и кривошипные диски относительно оси 2 по часовой стрелке и отводит при этом все кулачки от бобины. После съема наработанной паковки и установки на бобинодержатель сменной бобины освобождают толкатель 22 от внешнего силового воздействия. Пружина сжатия 19 возвращает шток 18 и все остальные звенья зажимающего устройства в исходное рабочее положение, зажимая бобину с

заданной силой. Если угол наклона винтовых пазов  $\Pi_1$  к образующей втулки 7 меньше угла трения между втулкой 7 и пальцем 8, то зажимающее устройство будет самотормозящее.

Данный бобинодержатель прост по конструктивному исполнению и обеспечивает высокую точность центрирования сменной бобины.

## ВЫВОДЫ

Разработан бобинодержатель, который можно применять на высокоскоростных формовочных, мотальных, перемоточных и текстурирующих нить машинах, на которых тело намотки приводится во вращение с помощью фрикционного цилиндра.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Прошков А.Ф. Расчет и проектирование машин для производства химических нитей и волокон: Учебник для вузов. – М.: РИО МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2001.
2. Теория механизмов и машин: Учебник для вузов / К.В. Фролов, С.А. Попов, А.К. Мусатов и др.; Под ред. К.В. Фролова. – М.: Высшая школа, 1987.
3. SU, авт. свид. № 962164, В65Н, 54/54, Прошков А.Ф., О.А. Мельникова. Бобинодержатель, 1982.

Рекомендована кафедрой проектирования машин для производства химических волокон и кра- сильно-отделочного оборудования. Поступила 18.06.10.

УДК 629.065

**К ВОПРОСУ О ПОСТРОЕНИИ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ  
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ  
ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ**

*А.Б. КОЗЛОВ, Е.А. РЫЖКОВА*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
E-mail: office@msta.ac.ru

*В настоящей статье предлагается методика построения структурной схемы системы управления погрузочно-разгрузочными устройствами.*

*The technique of construction of the block diagramme of a control system of cargo handling devices is offered in the article.*

**Ключевые слова:** погрузочно-разгрузочные устройства, автоматическое управление, построение системы управления, алгоритм, штабелер, информационные сигналы.

Начальным этапом разработки системы управления погрузочно-разгрузочными и транспортными устройствами, на котором осуществляется выбор оборудования и предварительный технико-экономический анализ этой системы, является составление структурной схемы. Структурную схему можно получить на основе заданного алгоритма функционирования устройства с учетом его функциональной схемы.

При составлении алгоритма функционирования соответствующего устройства необходимо сделать предположения о его характере, принципе действия и способе управления. Поэтому алгоритм должен нести в себе достаточно информации для назначения оперативного пространства системы управления, то есть выбора количества и функциональных признаков ос-

новных блоков: датчиков, счетчиков сигналов, схем сравнения и т.п. Дополняя полученное пространство необходимыми связями между его элементами, в соответствии с алгоритмом, и отметив места выработки и поступления информационных и управляющих сигналов, мы получим структурную схему операционной части системы управления. Включение в эту схему блока управления даст структурную схему всей системы в целом.

Так, например, при построении системы управления штабелером, осуществляющим загрузку разбракованных рулонов ткани промежуточного склада вместимостью 12 ячеек, необходимо сначала построить алгоритм функционирования этого штабелера (рис. 1).



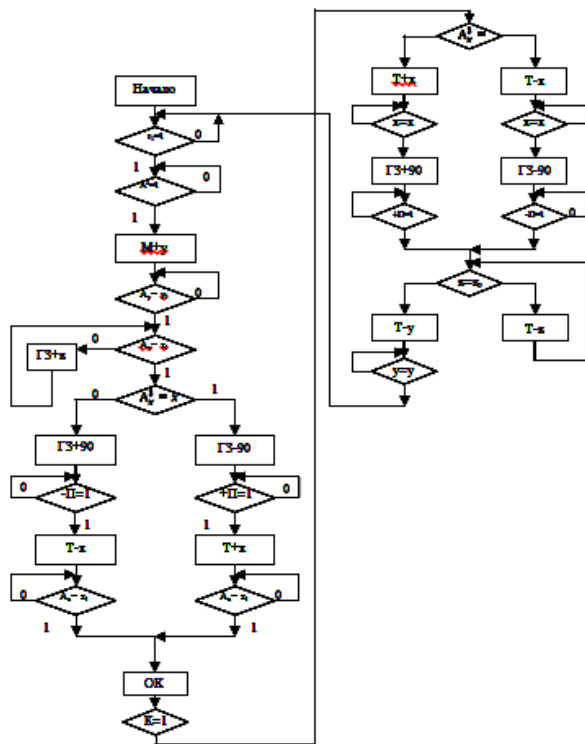


Рис. 1

Здесь ГЗ±90 – поворот грузового захвата вокруг оси Z на 90° по (+) или против (-) часовой стрелки; ГЗ±z – подъем (+), опускание (-) грузового захвата; М+y – движение моста штабелера вдоль оси Oy; ОК – опускание контейнера с рулонами ткани; Т±x – движение тележки штабелера вдоль оси Ox; К – наличие (отсутствие) контейнера; ±П – поворот грузового захвата по или против часовой стрелки; i – номер ячейки стеллажа; А – адрес требуемой ячейки стеллажа, определяемый координатами (xi, yi, zi); r1 – запрос на загрузку стеллажа; A<sup>3</sup>=1 – наличие сигнала о задании адреса ячейки склада; x0, y0, z0 – координаты исходного состояния.

Штабелер по условиям работы перемещается по всем трем координатным осям и поэтому должен иметь механизмы горизонтального и вертикального перемещения и механизм выдвигания вилок, оснащенные индивидуальными приводами. Для выработки сигналов о выполнении

требований, записанных в условных вершинах, необходимо в соответствующих местах установить датчики.

Достижение штабелером точки пространства ( $X = X_T$  и  $Z = Z_T$ ), в которой расположен транспортер, могут фиксировать координатные датчики  $X_T$  и  $Z_T$ ; положение грузового захвата штабелера могут отмечать концевые выключатели  $Y_H$  и  $Y_K$  и, наконец, наличие рулона будет фиксироваться датчиком давления G на вилы. Очевидно, что сигналы всех этих датчиков должны иметь характер "да" – "нет", что реализуется наиболее просто.

Важным вопросом является поиск нужной ячейки склада. Обычно он осуществляется сравнением показаний датчиков адреса ячеек ( $Sч_x$  и  $Sч_z$ ) с задатчиком. С этой целью можно использовать фотодатчики или любые считывающие устройства. Загрузка может производиться только в пустую ячейку. А наличие места на складе, в простейшем случае, можно определить при помощи логической схемы И–НЕ.

В соответствии с алгоритмом (рис.1) движение штабелера начинается только после поступления указанного запроса, а достижение им ячейки с заданным адресом ( $X = X_i$ ,  $Z = Z_j$ ) фиксируется сигналами X и Z, поступающими от схем сравнения вертикального и горизонтального адреса.

Объединяя перечисленные элементы, мы получим оперативное пространство в соответствии с которым строится структурная схема системы управления, показанная на рис. 2.

При автоматической обработке штабелером заданной программы от системы управления в соответствии с этой программой поступают сигналы, по которым происходит включение соответствующих приводов и сбрасывание в 0 показаний счетчиков горизонтального и вертикального адреса после достижения нужной ячейки. На схеме эти сигналы обозначены стрелками.

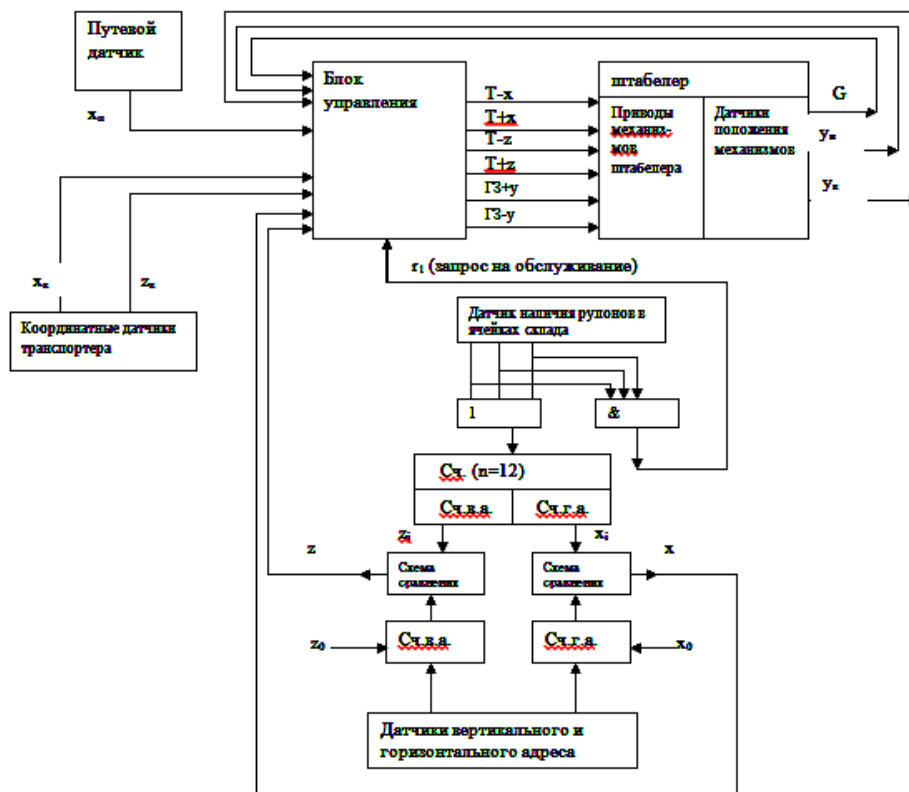


Рис. 2

Таким образом, функцией блока управления является анализ информационных сигналов и выработка на этой основе серии управляющих сигналов, распределенных во времени и пространстве в соответствии с программой, заданной алгоритмом, изображенным на рис. 1.

На базе составленной схемы может быть выбрана система датчиков и другое оборудование операционной части устройства управления, а также выполнен необходимый ее анализ. Степень детализации структурной схемы зависит от конкретных требований. Рассуждая аналогичным образом, достаточно просто составить структурную схему любой системы управления погрузочно-разгрузочным устройством, задавшись алгоритмом его функционирования. Однако при этом не исключена возможность получения нескольких различных ее вариантов, и тогда следует оценить оптимальность каждого из них.

Обобщенной математической моделью системы управления, имеющей структуру, показанную на рис. 2, является система, которая в общем случае задается множеством из пяти элементов:

$$S = \{A, X, Y, \delta, \lambda\},$$

где  $A$  – множество состояний;  $X$  – множество входных сигналов;  $Y$  – множество выходных сигналов;  $\delta$  – функция переходов;  $\lambda$  – функция выходов.

Для построения такой автоматической системы используются специальные логические схемы с  $n$  входами и  $m$  выходами, которые описываются системой из  $m$  булевых функций. В общем виде такую схему можно записать так:

$$Y = F(X),$$

где  $X = \bigwedge_{i=1}^n x_i$ .

Каждому набору входных сигналов  $x_1, x_2, \dots, x_n$  здесь соответствует определенная комбинация выходных сигналов  $y_1, y_2, \dots$ .

При функционировании погрузочно-разгрузочных и транспортных устройств длительность отдельных простейших операций (поворот, захват, перемещение по какой-либо оси и т.д.) существенно различается, причем даже время выполнения одной и той же микрооперации не всегда

остаётся постоянным, так как зависит от исходного положения ряда рабочих органов. Поэтому для управления устройствами рассматриваемого класса целесообразно разработать управляющую программу, в которой переключение состояний исполнительных органов происходило бы только под действием сигналов с датчиков ( $X$ ) о положении исполнительных механизмов. Сигналы ( $X$ ) фиксируют состояние исполнительных механизмов и не меняют своего значения в течение всего времени выполнения каждой операции, то есть они носят потенциальный характер.

Выполнение всех микроопераций осуществляется путем включения соответствующих исполнительных приводов. Моменты включения и время работы этих приводов должны задаваться управляющими сигналами  $u_k$ , время действия которых ( $T$ ) определяется сигналами  $X$ .

Если каждой операции поставить в соответствие некоторое состояние  $A_i$  и принять, что переключение состояний происходит в моменты  $i$  изменения значения логической функции  $X_i$ , то закон функционирования системы управления можно описать следующим образом:

$$\begin{aligned} A_i &= \delta(A_{i-1}, X_i), \\ Y_i &= \lambda(A_i, X_i), \\ t_{yi} &= t_{xi} + \Delta. \end{aligned}$$

где  $X_i = \bigwedge x_i$ ;  $Y_i = \{y_{1i}, y_{2i}, \dots, y_{ki}, \dots\}$ ,  $i = 0, 1, 2, \dots$ ;  $t_{yi}$  – время действия выходных сигналов;  $t_{xi}$  – время действия входных сигналов;  $\Delta$  – запаздывание. Причем время действия выходных сигналов  $t_{yi}$  всегда будет меньше времени действия входных сигналов  $t_{xi}$  на величину запаздывания, которая зависит от принципиальной схемы системы управления и физической природы используемых элементов.

## В Ы В О Д Ы

1. В статье предлагается методика построения структурной схемы системы управления погрузочно-разгрузочными устройствами, основанная на детальной проработке вариантов перемещения погрузочно-разгрузочного устройства.

2. Получена обобщенная математическая модель системы управления с учетом времени выполнения управляющего сигнала.

Рекомендована кафедрой автоматики и промышленной электроники. Поступила 14.07.10.

УДК 681.5.03:677.31.021.185

## ПОСТРОЕНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СИЛОЙ ЧЕСАНИЯ ВОЛОКОН НА ГРЕБНЕЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЕ

*А.А. МАКАРОВ, В.А. ГАНЯВИН, Е.И. БИТУС*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,  
Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности)

E-mail: office@msta.ac.ru; office@roszitlp.ru

*Рассматривается технологический процесс отделения волокон и протаскивания их через верхний гребень и гребень питания отделительного механизма гребнечесальной машины.*

*The technological process of fibers separation and their dragging through a top comb and a feed gill of a separating mechanism of a combing machine is considered herein.*

**Ключевые слова:** гребнечесальная машина, процесс отделения волокон, компьютерная имитационная модель, зависимость усилий чесания волокон от угловой скорости двигателя, временные диаграммы.

В настоящее время в текстильной промышленности, в частности, в шерстопрядении, важной задачей является сохранение свойств дорогостоящего натурального сырья при его обработке на технологическом оборудовании. Известно, что в гребенной системе прядения значительный процент разрыва волокон происходит в процессе гребнечесания, а именно – при отделении волокнистых порций и протаскивании их через верхний гребень и гре-

бень питания [1]. Несовершенство работы отдельных узлов влияет на показатели качества продукции и определяет в значительной степени производительность гребнечесальных машин. Обеспечение протекания процесса гребнечесания с максимальной сохранностью волокон может быть достигнуто правильным выбором рационального режима работы машины, зависящего от различных условий и входных параметров процесса.

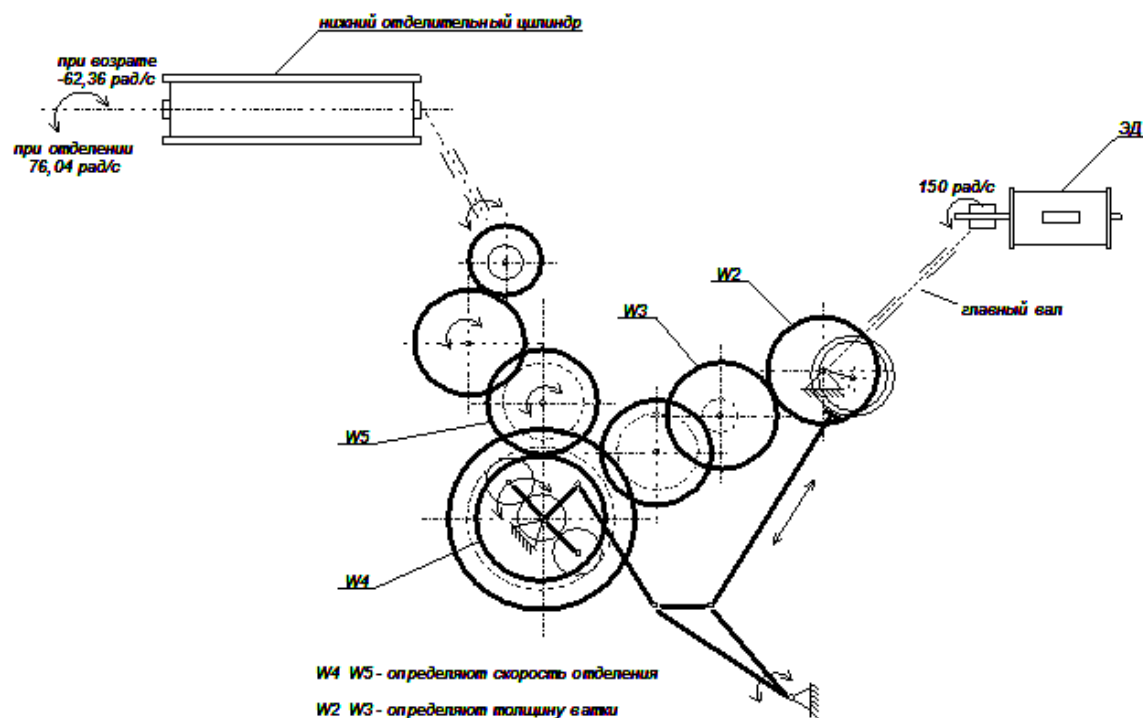


Рис. 1

В данной работе по структурно-кинематической схеме (рис. 1) передачи движения отделительным цилиндрам от вала двигателя гребнечесальной машины Текстима-1603 [5], была построена имитационная компьютерная модель процесса

отделения волокнистых порций и протаскивания их через верхний гребень и гребень питания, отражающая зависимость усилий чесания волокон при отделении от угловой скорости двигателя.

Реверсивное вращательное движение нижний отделительный цилиндр получает в результате сложения двух скоростей: движение с переменной скоростью солнечного центрального колеса дифференциала с внутренним зацеплением с рядом шестерен. От привода рабочих органов отделительного механизма требуется, чтобы он обеспечивал изменение частоты вращения электродвигателя при изменении усилий отделения волокон. Исследование поведения рабочих органов отделительного механизма в переходных режимах осложняется тем, что необходимо учитывать не-

равномерное распределение дифференциалом механических величин между приводными точками машины.

Разработка и моделирование электро-механической системы представлены в приложении Simulink пакета MATLAB 7 [2], [3]. Полученная имитационная компьютерная модель механической части электропривода отделительного механизма гребнечесальной машины как объекта управления и системы управления представлена в виде структурной схемы на рис. 2.

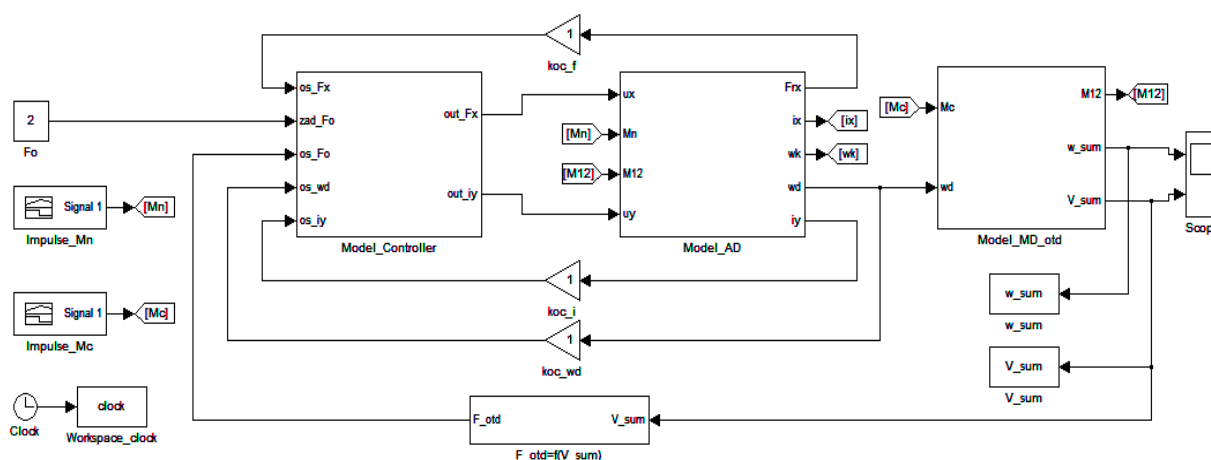


Рис. 2

Модель состоит из трех встраиваемых блоков: блок системы регулирования (Model\_Controller), блок модели асинхронного двигателя (Model\_AD) и технологический блок движения отделительных цилиндров (Model\_MD\_otd). Первые два блока моделируют механическое движение асинхронного двигателя (АД) и регулирование скорости его вращения. Технологический блок реализует реверсивное вращательное движение отделительного механизма при чесании волокон.

В основу построения электро-механической системы управления силой чесания волокон положен алгоритм, основанный на структуре векторного управления [4]. Положив вектор потокосцепления ротора с осью  $x$ , уравнения в операторной форме можно записать так:

$$\begin{cases} u_o = r(T_{si}p + 1)i_x - \omega_k L_{si} i_y - \frac{k_r}{T_r} \Psi_{Rx}, \\ u_y = r(T_{si}p + 1)i_y + \omega_k L_{si} i_x + k_r p' \omega_d \Psi_{Rx}, \\ 0 = -k_r R_r i_x + \frac{1}{T_r} + \Psi_{Rx} p, \\ 0 = -k_r R_r i_y + (\omega_k - p' \omega_d) \Psi_{Rx}, \\ M_d = \frac{3}{2} p' k_r \Psi_{Rx} i_y, \\ J_r p \omega_d = M_d - N_n, \end{cases} \quad (1)$$

где  $u_x, u_y$  – эквивалентные составляющие напряжения статора АД в системе координат  $(x, y)$ ;  $i_x, i_y$  – эквивалентные составляющие вектора тока статора;  $p'$  – число

пар полюсов;  $R_r, R_s$  – активные сопротивления ротора и статора;  $L_r, L_s$  – индуктивность ротора и статора;  $L_m$  – индуктивность, учитывающая магнитную связь обмотки статора (ротора) с тремя обмотками ротора (статора);  $\omega_k$  – угловая скорость вращения системы координат (x, y);  $\omega_d$  – угловая скорость вращения ротора АД;  $M_d$  – развиваемый вращающийся момент АД;  $M_n$  – момент сопротивления волокон;  $\Psi_{Rk}$  – вектор потокосцепления ротора в системе координат (x, y);  $T_r = \frac{L_r}{R_r}$  – постоянная времени цепи ротора;  $k_r = \frac{L_m}{L_r}$  – коэффициент связи ротора;  $J_r$  – момент инерции АД;  $L_{sl} = (L_s - \frac{L_m^2}{L_r})$  – приведенная к статору результирующая индуктивность неподвижного АД без активных сопротивлений и замкнутом накоротко ротором;  $r = (R_s + k_r^2 R_r)$  – эквивалентное сопротивление цепи ротора и статора;  $T_{sl} = \frac{L_{sl}}{r}$  – постоянная времени цепи статора.

Выразив из системы линейных уравнений (1) переменные, являющиеся контролируемыми, получаем:

$$\begin{cases} \dot{i}_y = (u_y - \omega_k L_{si} i_x - k_r p' \omega_d \Psi_{Rk}) \frac{1/r}{(T_{sl} p + 1)}, \\ \dot{i}_x = (u_x + \omega_k L_{si} i_y + \frac{k_r}{T_r} \Psi_{Rk}) \frac{1/r}{(T_{sl} p + 1)}, \\ \Psi_{Rk} = k_r R_r i_x \frac{T_r}{T_r p + 1}, \\ \omega_k = \frac{1}{\Psi_{Rk}} k_r R_r i_y + p' \omega_d, \\ \omega_d = \frac{1}{J_r p} \left( \frac{3}{2} p' k_r \Psi_{Rk} i_y - M_n - M_{12} \right), \end{cases} \quad (2)$$

Система уравнений (2) представляет основу блока модели АД. Построение осуществляется по принципу записи уравнений в блоки и их соединения.

Блок системы регулирования состоит из регуляторов, входящих в контуры контролируемых величин. Внутренние контуры

потокосцепления, тока и скорости предназначены для стабилизации частоты вращения АД, а внешний – для регулирования усилия отделения волокон. Синтез базовой структуры, включающей блок модели АД и блока системы регулирования, параметров и алгоритмов работы регуляторов выполнен на основе принципов подчиненного регулирования с учетом компенсации влияния перекрестных связей и структурной линеаризации контуров регулирования. При выполнении настроек контуров регулирования, коэффициенты пропорциональной и интегральной составляющих ПИ-регуляторов тока, потока и скорости определены при настройке на оптимум по модулю.

Технологический блок движения отделительных цилиндров реализует процесс чесания волокон при их отделении и возврате в имитационном виде. Согласно [1] максимальное установившееся значение угловой скорости с достаточной степенью точности можно описать гармонической функцией вида:

$$\omega_{sum} = \omega_{amp} \sin(\omega_d t), \quad (3)$$

где  $\omega_d$  – угловая скорость главного вала;  $\omega_{amp}$  – амплитуда угловой скорости отделительных цилиндров при отделении и возврате, причем  $\omega_{amp}$  и  $\omega_d$  определяются по кинематической схеме.

Для учета влияния деформаций гибких звеньев на процесс рассогласования скоростей рабочих органов в технологический блок были введены гибкие обратные связи между АД и главным валом и главным валом и нижним отделительным цилиндром.

Визуализация выходных параметров производится в осциллографе Scope. Имеется возможность просмотра следующих параметров: угловая скорость ротора АД, рад/с; аппроксимированные угловые скорости при отделении и возврате, рассчитанные по мгновенным максимальным точкам, рад/с; угловая скорость нижнего отделительного цилиндра, рад/с.

В ходе имитационного моделирования были получены следующие временные диаграммы переходных процессов элект-



троемеханической системы: реакция угловой скорости ротора АД ( $w_d$ ) и отделительных цилиндров ( $w_{otd}$ ) на задающее воздействие (рис. 3); реакция угловой скорости отделительных цилиндров при импульсном воздействии момента сопротивления волокон – скачок  $d(t)$  (рис. 4).

Анализ временных диаграмм показывает, что при угловой скорости ротора АД, равной 150 рад/с, максимальная амплитуда

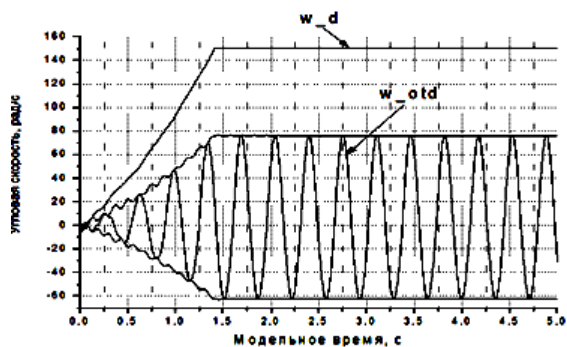


Рис. 3

На основании анализа представленных временных диаграмм можно сделать вывод, что данная компьютерная имитационная модель, отражающая зависимость усилий чесания волокон от угловой скорости двигателя, адекватна по отношению к реальному технологическому процессу, то есть свойства и характеристики реального процесса воспроизводятся моделью достаточно точно.

## ВЫВОДЫ

1. Рассмотрены и формализованы общие закономерности процесса отделения волокон с использованием механической части электропривода.

2. Впервые разработана компьютерная имитационная модель, отражающая зависимость усилий чесания волокон при отделении от угловой скорости двигателя. Получены временные диаграммы и их аналитическое представление.

3. В ходе анализа показано, что данную модель можно использовать при прогнози-

отделительных цилиндров достаточно точно воспроизводит реальные рабочие динамические характеристики машины [1], что составляет при отделении и возврате 76,04 и 62,36 рад/с соответственно. При этом, указав переводной коэффициент угловой скорости отделительных цилиндров в линейную, было получено изменение линейной скорости на уровне 0,9...1,2 м/с.

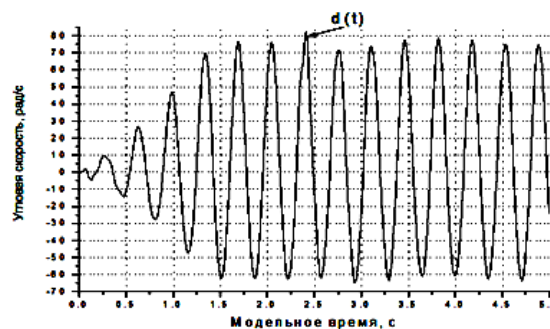


Рис. 4

ровании и оптимизации рационального режима работы машины.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Битус Е.И. Компьютерное моделирование и оптимизация процессов формирования гребенной ленты в шерстопрядении. – М.: Информ-Знание, 2007.
2. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0. – СПб: КОРОНА-принт, 2001.
3. Карлацук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. Моделирование элементов аналоговых систем на Electronics Workbench и MATLAB. – М.: Солон-Пресс, 2006.
4. Куделько А.Р. Автоматизированный частотно-регулируемый электропривод с асинхронными двигателями. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного государственного университета, 1992.
5. Паспорт на гребнечесальную машину для шерсти Текстима-1603, 1976.

Рекомендована кафедрой автоматики и промышленной электроники МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 08.09.10.

УДК 66.011

## ГИДРОДИНАМИКА ВИХРЕВОЙ СУШИЛКИ ДЛЯ ВОЛОКНООБРАЗУЮЩИХ ПОЛИМЕРОВ

Л.М. КОЧЕТОВ, Б.С. САЖИН, М.Б. САЖИНА, М.П. ТЮРИН

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,  
Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности)

E-mail: sazhinbc@pochta.ru; office@roszitlp.ru

*Предложены расчетные соотношения для оценки потерь напора в дисковой вихревой камере в условиях двухфазного потока газа при сушке дисперсных материалов, в частности, волокнообразующих полимеров.*

*Settlement ratios for an estimation of a pressure loss in the disk-type vortex chamber in the conditions of a diphasic gas flow, when drying dispersed materials, fibre-forming polymers in particular, are offered herein.*

**Ключевые слова:** гидродинамика, вихревые сушилки, дисперсные материалы, полимерные волокна.

Рассматриваются гидродинамические особенности дисковых вихревых камер, предназначенных для сушки тонкопористых дисперсных материалов, в том числе волокнообразующих полимеров.

Дисковые вихревые камеры имеют форму короткого цилиндра с тангенциальным газозоводом для входа и центральным отверстием для выхода газозовеси. Присутствие дисперсного материала в вихревой камере существенно влияет на величину и распределение скоростей газового потока, а также на величину гидравлического сопротивления камеры. За счет передачи части кинетической энергии дисперсному материалу скорость газа непосредственно за входным створом резко снижается. Степень снижения скорости возрастает с увеличением количест-

ва дисперсного материала, загруженного в камеру.

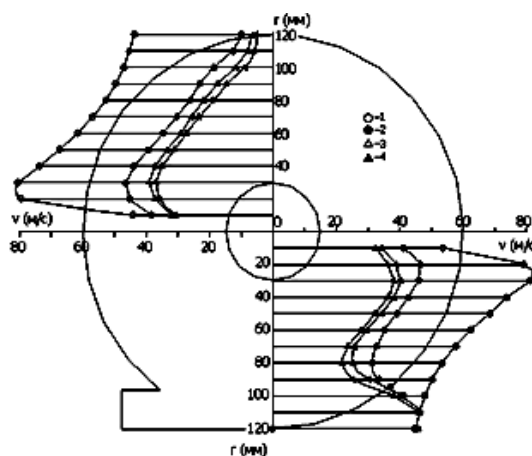


Рис. 1



На рис. 1 представлен характер изменения окружных скоростей газа вдоль вертикальной оси в камере,  $R=120$  мм, при различных загрузках дисперсного материала  $q$ : 1 –  $q=0$ ; 2 –  $q=0,25q_0$ ; 3 –  $q=0,5q_0$ ; 4 –  $q=q_0$ ;

Видно, что наибольшие изменения профиля окружных скоростей имеют место в периферийной зоне камеры, где движется основная масса дисперсного материала. При этом при загрузках, составляющих менее 50% максимально возможной загрузки (удерживающей способности камеры  $q_0$ ), изменения скорости газового потока наиболее существенны. При дальнейшем увеличении загрузки камеры, до значений  $q=q_0$ , профиль скоростей изменяется менее резко.

В центральной области камеры, за пределами периферийного кольцевого слоя материала, характер течения потока, близкий к осесимметричному, сохраняется и для двухфазной системы. При этом линии тока газа, направление которых можно было визуальным образом наблюдать с помощью тонких нитей, закрепленных в различных точках камеры, в случае двухфазного потока проходят более круто, то есть отношение  $v_\phi/v_r$  уменьшается. Это свидетельствует о снижении окружных скоростей газа в центральной зоне камеры. Линии тока газа, определенные по направлению ориентации нитей, в свободной от дисперсного материала центральной части камеры оказываются одинаковыми для различных материалов. При этом материалы могут существенно отличаться по своим свойствам, в первую очередь, по дисперсному составу. Расход газа также практически не влияет на направление линий тока, что свидетельствует об автономности значения  $v_\phi/v_r$  по отношению к расходу газа.

Изменение профиля окружных скоростей газа в результате загрузки в камеру дисперсного материала оказывает существенное влияние на величину гидравлического сопротивления камеры.

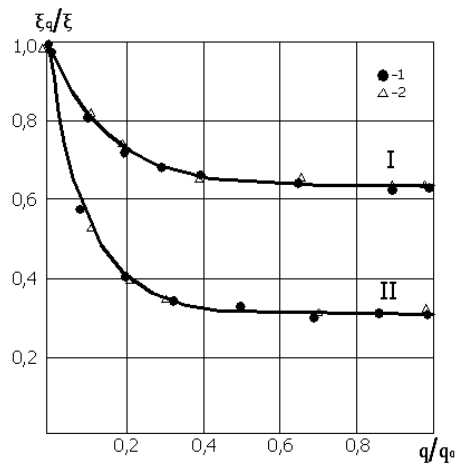


Рис. 2

На рис.2 показаны зависимости  $\xi_q/\xi$  от  $q/q_0$ , (где  $\xi$  и  $\xi_q$  – коэффициенты сопротивления камеры в одно- и двухфазных потоках); I –  $R=60$  мм;  $h_1=14$  мм;  $r_0=25$  мм; II –  $R=240$  мм;  $h_1=28$  мм;  $r_0=30$  мм; 1 – сополимер ДВБ,  $d_q=1,2-1,5$  мм; 2 – кварцевый песок,  $d_q=0,5$  мм.

Можно отметить, что коэффициент  $\xi_q$  наиболее существенно снижается при относительно малых загрузках аппарата  $q/q_0 \leq 0,4$ . В дальнейшем величина  $\xi_q$  изменяется мало, достигая минимальных значений при  $q \approx q_0$ .

Наиболее значительное снижение величины  $\xi_q/\xi$  имеет место при небольшом радиусе центрального выходного отверстия  $r_0$ , что обусловлено более высоким уровнем окружных скоростей потока газа в выходном створе. При этом изменения значений  $\xi_q/\xi$  происходят главным образом за счет  $\xi$ , тогда как величина  $\xi_q$  в диапазоне значений  $r_0/R=0,25-0,4$  изменяется не более чем на 10%, поскольку в загруженной камере доля потерь напора в выходном створе существенно ниже, чем в однофазном потоке.

Особенностью вихревых камер, работающих с двухфазным дисперсным потоком, является постоянство потерь напора для различных материалов при одинаковых значениях расхода газа и одинаковых

относительных загрузках дисперсного материала  $q/q_0$ .

$$h = h_1 e^{\frac{1}{R\alpha}}, \quad (1)$$

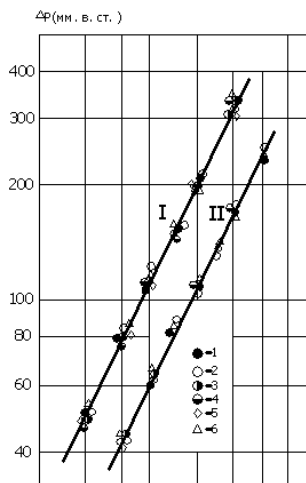


Рис. 3

На рис. 3 представлены зависимости  $\Delta p = f(V)$  при  $q \approx q_0$ , полученные в камерах: I –  $R=120$  мм;  $h_1=15$  мм;  $r_0=60$  мм; II –  $R=120$  мм;  $h_1=28$  мм;  $r_0=60$  мм; для различных материалов: 1 – зерна мака; 2 – зерна проса; 3 – сополимер ДВБ,  $d_c=0,2...0,5$  мм; 4 – сополимер ДВБ,  $d_c=1,2-1,5$  мм; 5 – сополимер ДВБ,  $d_c=2,0-2,5$  мм; 6 – кварцевый песок.

Экспериментальные точки хорошо описываются квадратичной зависимостью. При этом значения  $q_0$  по каждому конкретному материалу могли различаться в несколько раз. Автомодельность потерь напора в камере по отношению к физико-механическим свойствам дисперсного материала указывает на подобие полей скоростей газового потока, несмотря на существенные различия в свойствах материалов.

На участке входа (разгона твердых частиц) происходит снижение скорости газового потока, в результате чего струя газа расширяется.

Принимая, что в периферийной зоне камеры радиальный сток газа имеет место только в пределах разгонного участка камеры и распределен по нему равномерно, можно оценить величину расширения газовой струи по длине разгонного участка в результате передачи кинетической энергии дисперсному материалу [1], [2]:

где  $\ell$  – расстояние от створа тангенциального канала до рассматриваемого сечения;  $\alpha$  – угловой сектор, на котором происходит радиальный сток газа;  $h$  – ширина газовой струи;  $h_1$  – высота тангенциального канала.

Для однофазного потока, с учетом осесимметричности течения газа,  $\alpha = 2\pi$ . В случае двухфазного потока сектор радиального стока газа уменьшается тем в большей степени, чем выше относительная загрузка камеры материалом,  $q/q_0$ . При  $q/q_0=1$  зона радиального стока уменьшается до размеров участка, на котором происходит разгон твердых частиц, а именно  $\alpha \approx 2 \arccos(1 - h_1/R)$ .

Степень расширения газовой струи в конце разгонного участка можно оценить по формуле (1) при  $\ell=S \approx R\alpha$ :

$$h_2 = e h_1. \quad (2)$$

Тогда скорость газового потока  $v_2$  в конце разгонного участка ( $\ell = S$ ):

$$v_2 = v_1 / e. \quad (3)$$

Из уравнения (3) можно заключить, что при  $q/q_0 = 1$ , скорость газового потока в конце участка разгона частиц зависит только от начальной скорости газа  $v_1$ . Поэтому при одинаковых расходах газа и одинаковой конфигурации входного створа наблюдается аналогичность полей скоростей газа в камере независимо от свойств дисперсного материала. Это обстоятельство обуславливает постоянство потерь напора для различных материалов при одинаковых значениях расхода газа и одинаковых относительных загрузках дисперсного материала  $q/q_0$ . Как видно из уравнения (3), скорость газа  $v_2$  значительно меньше скорости  $v_1$ , в результате чего окружная скорость газа на уровне выходного центрального отверстия камеры достигает в соответствии с уравнением (1) меньших значений, что обуславливает меньшие потери напора в аппарате.

Суммарные потери напора в вихревой камере в присутствии твердой фазы, как и для однофазного потока, определяются как сумма потерь напора непосредственно при входе газового потока в камеру  $\Delta P_{\text{ВХ}}$ , потерь напора в объеме камеры  $\Delta P_{\text{ОБ}}$  и потерь напора при выходе потока газа из камеры  $\Delta P_{\text{ВЫХ}}$ . Однако, в отличие от однофазного потока, в этом случае основная доля общих потерь приходится на величину  $\Delta P_{\text{ВХ}}$ . Принимая во внимание, что статическое давление вдоль газовой струи, поступающей в камеру, остается практически неизменным, потери напора газа при входе в камеру можно охарактеризовать уравнением:

$$\Delta p_{\text{ВХ}} = \frac{1}{2} \rho_{\Gamma} v_1^2 (1 - 1/e^2 + \xi_1) = \xi_{\text{ВХ}} \frac{1}{2} \rho_{\Gamma} v_1^2, \quad (4)$$

где  $\xi_{\text{ВХ}} = (1 - 1/e^2 + \xi_1)$ .

Потери напора в объеме камеры  $\Delta P_{\text{ОБ}}$ , в случае двухфазного потока, можно определить по тем же уравнениям, что и для однофазного потока [3]. При этом значение коэффициента  $C$  определяется из соотношения:

$$C_2 = v_2 R^k.$$

Тогда:

$$\Delta P_{\text{ОБ}} = \xi_{\text{ОБ}} \frac{\rho_{\Gamma} v_1^2}{2}, \quad (5)$$

где

$$\xi_{\text{ОБ}} = \frac{R^{2k}}{k e^2} \left( \frac{1}{r_0^{2k}} - \frac{1}{R^{2k}} \right) + \frac{1}{e^2} \left[ 1 - \left( \frac{R}{r_0} \right)^{2k} \right] + \frac{h_1^2}{4\pi^2} \left[ \frac{1}{R^2} - \frac{1}{r_0^2} \right].$$

Пренебрегая значением последнего слагаемого, получим:

$$\xi_{\text{ОБ}} \approx \frac{1}{e^2} \left( \frac{1-k}{k} \right) \left[ \left( \frac{R}{r_0} \right)^{2k} - 1 \right]. \quad (6)$$

В створе центрального выходного отверстия камеры окружные скорости газа, как и в случае однофазного потока, достигают максимальных значений. Для этого уровня величина окружных скоростей газа может быть охарактеризована уравнением:

$$v_{\text{мф}} = v_2 (R / r_m)^k = (R / m r_0)^k v_1 / e, \quad (7)$$

где  $r_m = m r_0$  – радиус зоны максимальных окружных скоростей газа.

$$v_{\text{мр}} = \frac{V}{2\pi B r_m} = \frac{v_1 h_1}{2\pi m r_0}. \quad (8)$$

Абсолютная скорость газа на уровне выходного створа:

$$v_m = (v_{\text{мф}}^2 + v_{\text{мр}}^2)^{0.5}. \quad (9)$$

Тогда потери напора в выходном створе составят:

$$\Delta p_{\text{ВЫХ}} = \xi_{\text{ВЫХ}} \frac{\rho_{\Gamma} v_1^2}{2}, \quad (10)$$

$$\text{где } \xi_{\text{ВЫХ}} = \frac{(R / m r_0)^{2k}}{e^2} + \left( \frac{h_1}{2\pi m r_0} \right)^2.$$

Учитывая, что величина второго слагаемого уравнения мала по сравнению с первым, получим:

$$\xi_{\text{ВЫХ}} = \frac{1}{e^2} (R / r_0)^{2,3k}. \quad (11)$$

Полные потери напора в камере, заполненной материалом до значения ее удерживающей способности  $q_0$ , определяются по уравнению:

$$\Delta p = \xi \frac{v_1^2}{2g} \rho_{\Gamma}, \quad (12)$$

где общий коэффициент сопротивления  $\xi$ , как и для однофазного потока, является суммой частных коэффициентов ( $\xi = \xi_{\text{ВХ}} + \xi_{\text{ОБ}} + \xi_{\text{ВЫХ}}$ ).

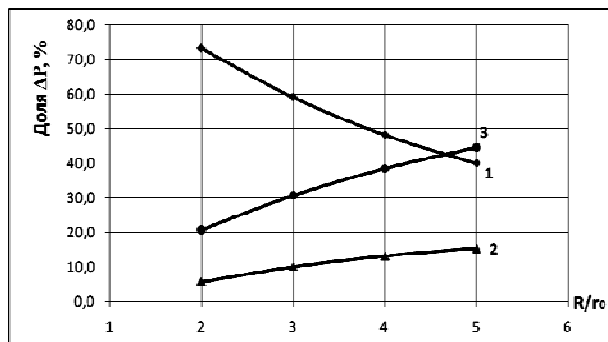


Рис. 4

На рис. 4 представлены расчетные зависимости относительных потерь напора  $\Delta P_{вх}$ ;  $\Delta P_{об}$ ; и  $\Delta P_{вых}$  в вихревой камере от отношения  $R/r_0$  для двухфазного потока газа при  $q=q_0$ . Расчеты были выполнены для значений:  $\varepsilon = 0,95$  и  $k = 0,65$ .

Видно, что, как и для однофазного потока, с увеличением отношения  $R/r_0$  доля потерь напора при входе газа в камеру уменьшается, тогда как доля потерь напора в объеме камеры и при выходе из нее возрастают. Также видно, что для двухфазного потока, 40...70% общих потерь напора приходится на входной створ камеры, тогда как потери напора в объеме и в выходном створе камеры ниже, особенно при малых значениях  $R/r_0$ . Такой характер распределения потерь напора объясняется более низким, чем для однофазного потока, уровнем окружных скоростей газа в выходном створе камеры.

## ВЫВОДЫ

1. Предложены расчетные соотношения для оценки потерь напора в дисковой вихревой камере в условиях двухфазного дисперсного потока газа.

2. Показано, что общий коэффициент сопротивления  $\xi$  не зависит от расхода газа и при определенных геометрических соотношениях камеры является величиной постоянной.

3. Установлено, что зависимость потерь напора в вихревой камере как в случае однофазного, так и двухфазного потоков, от расхода газа имеет квадратичный характер, что подтверждается результатами экспериментов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кочетов Л.М., Сажин Б.С., Тюрин М.П., Отрубянников Е.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – № 3, 2008.
2. Кочетов Л.М., Сажин Б.С., Отрубянников Е.В. Расчет продолжительности обработки дисперсных материалов в вихревых сушилках/ Изв. вузов. Химия и химическая технология – 2010, №4. Т.53.
3. Кочетов Л.М., Сажин Б.С., Тюрин М.П., Сажина М.Б. Математическая модель гидродинамики вихревой сушилки для волокнообразующих полимеров // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №4.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 01.10.10.

УДК 004.92:687.016

**ПРОГРАММИРОВАННОЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЕ  
ТЕКСТИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ***Н.Б. ЯКОВЛЕВА, Л.Б. КАРШАКОВА*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

E-mail:office@msta.ac.ru

*Выявлена взаимосвязь информационных технологий и метода программированного преобразования. Осуществлено моделирование и внедрение этой технологии в учебный процесс.*

*The interrelation of information technology and the programmed transformation method is revealed. Modelling and introduction of this technology in a training process is done.*

**Ключевые слова:** программирование, формообразование текстильных объектов, комбинаторика, алгоритм проектирования, учебный процесс.

В настоящее время информационные технологии являются неотъемлемой частью современного дизайна. Применение программирования на различных этапах творческой деятельности художника-стилиста актуально и необходимо для современного промышленного проектирования изделий [1].

Предпосылкой к творческой работе является взаимодействие человека с окружающим его миром, с изучением природы, объектов материальной и духовной культуры общества, которые принято называть творческим источником. Так, в поиске новой формы используется несколько методов работы с творческим источником: метод ассоциативного решения; метод аналогии; структурно-графический метод [2].

Предлагаемое программированное формообразование в разработке различных

объектов дизайна позволяет, используя возможности компьютерной графики, упростить процесс преобразования творческого источника, создать из творческих символов серии самых фантастических и непредсказуемых образов, основным качеством которых является новизна, острота и индивидуальность графической интерпретации творческого источника [3].

Разработка авторской концепции проектирования может реализовываться в рамках определенной компьютерной графической программы (Adobe Illustrator) в двух взаимосвязанных направлениях – комбинаторике и трансформации формы.

Трансформация заключается в изменении общей формы объекта в другую, отличную от исходной, а также преобразовании деталей внутри одной формы (рис. 1).

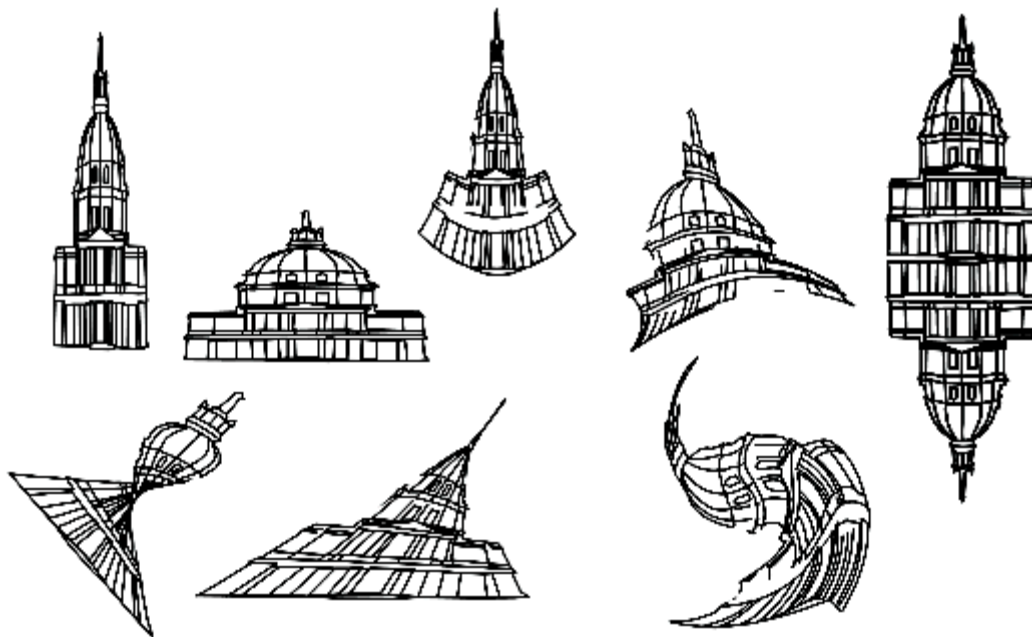


Рис. 1

Комбинаторика – это изменение исходной формы объекта путем различных комбинаций его элементов. За счет перестановок, новых сочетаний элементов, группировки, переверота, организации ритмов

достигается нахождение различных вариантов формы в пределах количественного состава исходных элементов объекта творчества (рис. 2).

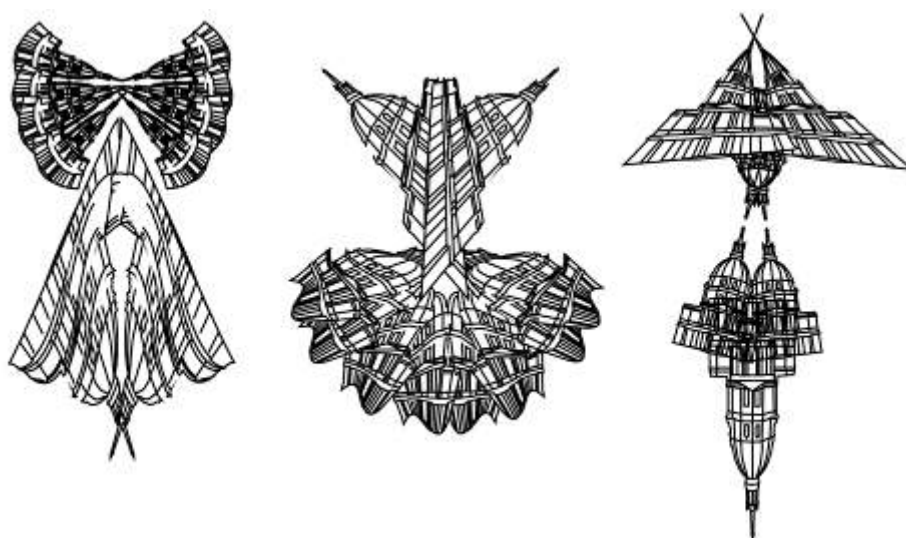


Рис. 2

Алгоритм проектирования новой формы на основе программированного формообразования включает шесть основных взаимосвязанных позиций. Они представ-

лены в табл. 1 вместе с инструментами графического редактора, позволяющими выполнять необходимые действия.

	Этап формообразования	Инструмент
1	Выбор исходного объекта – творческого источника (рис. 3-а)	Перевод в цифровой вид, импорт изображения в графический редактор
2	Линейное построение структуры выбранного объекта (рис. 3-б)	Трассировка, инструменты рисования и редактирования
3	Преобразование исходной формы выбранного объекта и ее элементов методом трансформации (рис. 1)	Инструменты трансформирования и деформации, фильтры
4	Преобразование исходных элементов объекта методом комбинаторных преобразований (рис. 2 и 4-а)	Перемещение, отражение, поворот, масштабирование, зеркальное отражение
5	Разработка форэскизов (рис. 4-б)	Перемещение, масштабирование, поворот, группирование
6	Перевод форэскиза в чистовой эскиз (рис. 4-с)	Инструмент – кисть, деформация контуров и формы объекта



а



б



а



б



с

Рис.3

Рис. 4

Наиболее важными и заслуживающими особого внимания являются два последних этапа, где помимо формального преобразования объекта необходим личностный критический фактор проектировщика. Пятый этап – разработка форэскизов – должен включать использование пространственно-линейного преобразования выделенных необходимых признаков и получение формообразующего поискового ряда (рис. 4-б).

Завершающий этап имеет следующие особенности. При переводе заложенного в форэскизе формального, структурного кода модели в чистовой эскиз необходимо использовать художественное воображение и творческое видение. Надо учитывать ассортимент формы и ее элементов, линейную пластику ткани с учетом категории реальности разработанной модели. Особого внимания заслуживает требование ин-

формативности как всей формы, так и ее элементов (рис. 4-с).

Предложенный метод программированного формообразования объектов дизайна апробирован и внедрен в учебный процесс. Разработанные для закрепления теоретического материала упражнения направлены на формирование у студента образного мышления и навыков работы с современными методами информационных технологий.

## В Ы В О Д Ы

1. Выявлена взаимосвязь информационных технологий и метода программированного преобразования.

2. Разработан и внедрен в учебный процесс метод программированного формообразования объектов дизайна.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Каршакова Л.Б., Лебедева В.И., Яковлева Н.Б. Использование информационных технологий в работе художника-стилиста // Междунар. научн.-техн. конф.: Современные технологии и оборудование текстильной промышленности (Текстиль-2008). – М., 2008.

2. Козлова Т.В., Рытвинская Л.Б., Тимашева З.Н. Основы моделирования и художественного оформления одежды. – М.: Легкая индустрия, 1979.

3. Петушкова Г.И. Проектирование костюма. – М.: Издательский центр "Академия", 2004.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и компьютерного дизайна. Поступила 20.10.10.

УДК 677.022:519.8:62.50

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТКАНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ

Д.А. ЗАБРОДИН, П.А. СЕВОСТЬЯНОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

E-mail: office@msta.ac.ru

*Предлагается модель для прогнозирования изменения функциональных свойств специальных тканей на примере их огнестойкости, и излагаются результаты исследования зависимости прогноза от вариаций и неопределенности в исходных данных.*

*The method of forecasting of the reduction of a special fabric functionality is offered on the basis of the offered computer model, and the results of the influence on the variations forecast and the initial data uncertainty are resulted in the article.*

**Ключевые слова:** функциональность ткани, компьютерное моделирование, комплексный показатель, теория надежности.

В [1] предложен метод моделирования динамики изменения и потери функциональности сложной системой на примере изменения огнестойкости ткани. Здесь рассмотрено развитие данного подхода применительно к свойствам огнезащиты тканей для спецодежды. Выделим следующие характеристики, по которым оценивается способность такой ткани выполнять свои функции:  $W_1$  – время остаточного горения;  $W_2$  – время остаточного тления;  $W_3$  – поверхностная плотность;  $W_4$  –

разрывная нагрузка по основе;  $W_5$  – разрывная нагрузка по утку.

Перечислим факторы, от которых зависят эти характеристики:  $x_1$  – концентрация аппрета,  $x_2$  – плотность нитей основы,  $x_3$  – плотность нитей утка,  $x_4$  – разрывная нагрузка нитей основы,  $x_5$  – разрывная нагрузка нитей утка,  $x_6$  – поверхностная плотность ткани, которая сама, в свою очередь, зависит от некоторых из перечисленных выше факторов.



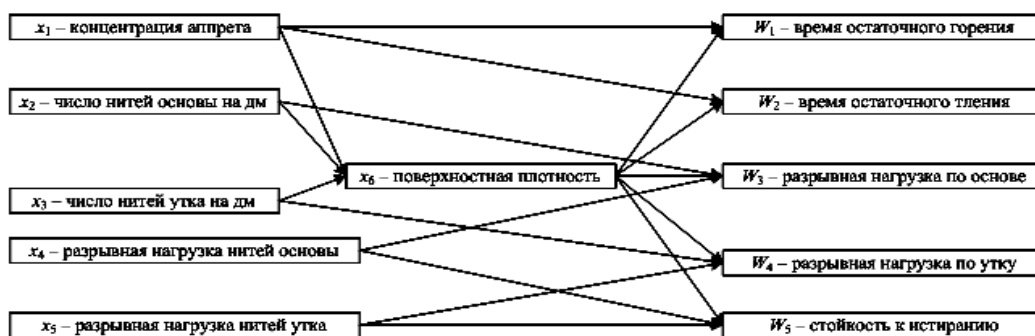


Рис. 1

На рис. 1 приведена структура связей между свойствами нитей и ткани и показателями функциональности по огнестойкости рассматриваемой ткани. Характерным для данной структуры является присутствие как прямых причинно-следственных связей, например,  $x_1 \rightarrow W_1$ , так и опосредованных связей, например,  $x_1 \rightarrow x_6 \rightarrow$

$W_1$ , причем в данном случае все опосредованные связи проходят через одну и ту же характеристику ткани  $x_6$ .

В качестве индикатора функциональности материала по каждому из показателей  $W_1 - W_5$  можно использовать функцию  $F_k(t)$ :

$$F_k(t) = 1 \text{ при } t < T_k \text{ и } F_k(t) = 0 \text{ при } t \geq T_k, \quad k = 1, \dots, 5. \quad (1)$$

Здесь  $T_k$  – момент потери функциональности материалом по  $k$ -му показателю.

С учетом весомости  $C_k$  каждого показателя в функционировании материала функциональность материала в целом можно оценить аддитивным критерием:

$$F_s(t) = C_1 F_1(t) + \dots + C_5 F_5(t). \quad (2)$$

Весовые множители удобно выбрать так, чтобы они отвечали условиям нормировки:  $C_k > 0$  и  $C_1 + \dots + C_5 = 1$ . В этом случае значения  $F_s(t)$  находятся в пределах от нуля до единицы. При снижении уровня  $F_s(t)$  ниже выбранного критического значения  $F_{cr}$  материал считается полностью утратившим свою функциональность.

Прогнозирование уровня функциональности может быть осуществлено методами компьютерного моделирования [2]. Процедура прогнозирования уровня функциональности  $F_s(t)$  материала на момент  $t$  включает следующие шаги: 1) – моделирование значений времени  $t_j$ , в течение которого сохраняется функциональность  $j$ -го

признака; 2) – вычисление наибольшего времени  $T_k$  сохранения функциональности материалом по  $k$ -му показателю; 3) – расчет значения показателя (2), оценивающего функциональность материала в целом; 4) – сравнение вычисленного значения показателя (2) с критическим уровнем, принятие решения о потере материалом функциональности и фиксация момента времени  $T_s$ , при котором произошла эта потеря функциональности.

Поскольку значения  $t_j$  являются случайными величинами, то для получения статистически устойчивого прогноза следует описанную процедуру повторить многократно и затем найти статистически усредненные оценки показателей. Вычисление моментов  $T_k$  времени в соответствии с рис.1 выполняется по формулам:

$$\begin{aligned} T_1 &= \max\{t_1; \min\{t_1; t_6\}; \min\{t_2; t_6\}; \min\{t_3; t_6\}\}, \\ T_2 &= \max\{t_1; \min\{t_1; t_6\}; \min\{t_2; t_6\}; \min\{t_3; t_6\}\}, \\ T_3 &= \max\{t_2; \min\{t_1; t_6\}; \min\{t_2; t_6\}; \min\{t_3; t_6\}; t_4\}, \\ T_4 &= \max\{\min\{t_1; t_6\}; \min\{t_2; t_6\}; \min\{t_3; t_6\}; t_3; t_5\}, \end{aligned}$$

$$T_5 = \max\{\min\{t_1; t_6\}; \min\{t_2; t_6\}; \min\{t_3; t_6\}; t_4; t_5\} .$$

Для практического использования описанной процедуры следует изучить ее чувствительность к вариациям и неопределенности в исходных данных. С этой целью проведены вычислительные эксперименты. В первом из них исследовано распределение времени функционирования материала  $T_s$  в зависимости от вида распределения  $t_j$ . Для этого при прочих равных условиях значения  $t_s$  генерировались согласно экспоненциальному распределению  $t_{j1} \sim E_x$  и согласно распределению Вейбулла  $t_{j2} \sim W_b$ , причем два параметра этого распределения выбирались так, чтобы средние значения и коэффициенты вариации  $t_{j1}$  и  $t_{j2}$  совпадали. Степень расхождения между распределениями  $T_s$  оценивалась по критериям  $\chi^2$  и двухвыборочному критерию Колмогорова – Смирнова. Проверка показала, что при любом выборе критического уровня функциональности  $F_{cr}$  в диапазоне от 0,01 до 0,95 различие в выборочных значениях для  $t_{j1} \sim E_x$  и  $t_{j2} \sim W_b$  является значимым на уровне значимости 0,05.

В рассматриваемой структуре (рис.1) ключевую роль играет показатель  $x_6$ . Поэтому во втором эксперименте рассмотрено влияние среднего значения случайной величины интервала времени  $t_6$  сохранения функциональности материалом по этому показателю на распределение и среднее значение  $T_s$ . В эксперименте интервалы времени  $t_j$  для всех показателей генерировались по экспоненциальному закону, а варьируемая величина (среднее значение

$Sr\_t6$ ) изменялась на шести равноотстоящих уровнях от минимального до максимального значения средних для всех  $t_j$ . Для оценки значений  $T_s$  выполнено 5000 повторных прогонов модели при каждом уровне значений  $Sr\_t6$ .

На рис.2 приведены гистограммы значений  $T_s$ . Видно, что форма распределения  $T_s$  практически не зависит от  $Sr\_t6$  и является унимодальной с положительными модой и асимметрией и весьма протяженным правым "хвостом".

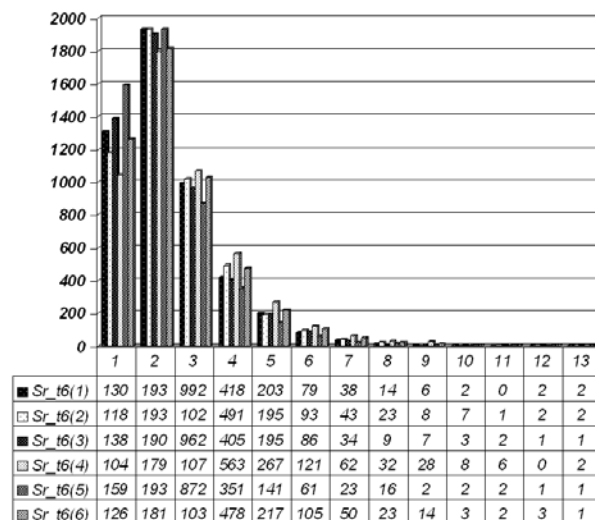


Рис. 2

В табл.1 приведены оценки средних  $SrTs$ , медиан  $MeTs$ , мод  $MoTs$  и коэффициентов вариации  $CvTs$  при различных значениях  $Sr\_t6$ , из которых следует, что и числовые характеристики распределения  $T_s$  не зависят от значений среднего времени сохранения функциональности материала по показателю  $x_6$ .

Т а б л и ц а 1

	$Sr\_t6(1)$	$Sr\_t6(2)$	$Sr\_t6(3)$	$Sr\_t6(4)$	$Sr\_t6(5)$	$Sr\_t6(6)$
$SrTs$	8,329	8,495	8,330	8,460	8,274	8,392
$MeTs$	6,909	7,1576	7,026	7,034	6,966	7,058
$MoTs$	0,594	0,761	0,416	0,337	0,546	0,482
$CvTs$	66,82	66,78	65,67	67,32	65,79	67,11

## ВЫВОДЫ

Предложена модель прогнозирования функциональности тканого материала на примере его огнестойкости. Выполнена оценка времени сохранения материалом

его функциональности и исследована зависимость этого времени от характеристик показателей, влияющих на огнестойкость ткани. Установлено, что при прогнозировании функциональности материала необходимо знать не только усредненные чи-

словые характеристики отдельных показателей материала, но и их законы распределения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Забродин Д.А., Севостьянов П.А.* Моделирование потери свойств текстильных материалов как задача теории надежности // Химические волокна. – 2009, №4. С.41...43.

2. *Кельтон В., Лоу А.М.* Имитационное моделирование. Классика СС. – 3-е изд. – Спб.: Питер; Киев: Издательская группа ВНУ, 2004.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и систем автоматизированного проектирования. Поступила 15.09.10.

УДК 677.014/.017:004.9

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА КОМПЬЮТЕРНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПРОШИВКИ МНОГОСЛОЙНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН

*М.А. ЛЫСОВА, Б.Н. ГУСЕВ, Н.А. КОРОБОВ*

(Ивановская государственная текстильная академия)

E-mail: ttp@igta.ru

*Рассматривается компьютерный метод определения плотности прошивки многослойных текстильных полотен. В основу метода положено понятие автокорреляционной функции входного сигнала яркости изображения.*

*The computer method of insertion density test of multilayer textile canvases is considered. The method is based on the concept of autocorrelation function of an input signal of the image brightness.*

**Ключевые слова:** многослойные текстильные полотна, нетканые материалы, показатели качества, компьютерные методы.

В настоящее время в текстильной промышленности актуальна проблема контроля качества продукции на основе достижений современных информационных технологий и компьютерных средств. В частности, один из показателей качества многослойных текстильных изделий, который может быть определен с применением компьютерной техники, – это плотность прошивки (число петель на единицу площади). Объектом исследования было выбрано махровое нетканое полотно "Ли-

ропль" арт. С88, производимое Юрьев-Польской ткацко-отделочной фабрикой "Авангард" (Владимирская область).

В основе компьютерного метода определения плотности прошивки в многослойных текстильных полотнах лежит понятие автокорреляционной функции входного сигнала яркости изображения [1]. На заданном изображении (рис. 1) выделяется небольшой участок (например, в виде квадрата) и смещается в двух направлениях (горизонтальном и вертикальном).

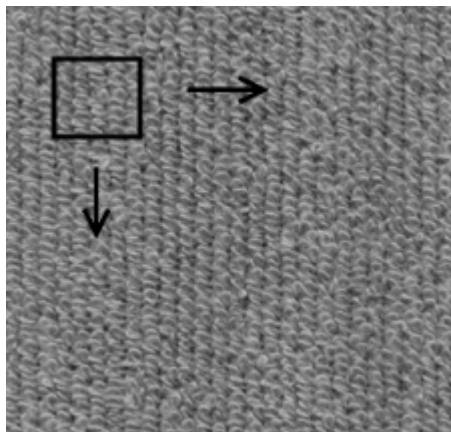


Рис. 1

Смещаемый участок изображения и само изображение рассматриваются как две случайные функции распределения коэффициента яркости изображения соответственно по горизонтали и вертикали. В плоскости изображения вводим систему прямоугольных декартовых координат  $Oxy$ . В этом случае распределение коэффициента яркости изображения по горизонтали и по вертикали будет функциями этих координат:  $f_1 = f(x)$ ,  $\phi_1 = \phi(y)$ . При смещении участка изображения на один пиксель это распределение описывается теми же функциями  $f_2 = f(x')$ ,  $\phi_2 = \phi(y')$ , отнесенными к смещенной системе координат:

$$f_2(x') = f_1(x + \Delta x), \quad \phi_2(y') = \phi_1(y + \Delta y),$$

где  $\Delta x, \Delta y$  – смещение по горизонтали и по вертикали, соответственно.

Функции  $f_i = f(x)$ ,  $\phi_j = \phi(y)$  являются дискретными, так как их значения вычисляются по пикселям. Таким образом, в результате смещения участка изображения относительно самого изображения получаем два набора значений функций входного сигнала яркости изображения:

$$\begin{aligned} F(x) &= [f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)], \\ \Phi(y) &= [\phi_1(y), \phi_2(y), \dots, \phi_m(y)], \end{aligned} \quad (1)$$

где  $n$  – число пикселей по горизонтали в выделенном участке изображения;  $m$  – число пикселей по вертикали в выделенном участке изображения.

Для каждого из наборов значений функции определяется автокорреляционная функция по формуле:

$$R(z_k, z_{k+\tau}) = \frac{E[(z_k - \mu_k)(z_{k+\tau} - \mu_{k+\tau})]}{\sigma_k \sigma_{k+\tau}}, \quad (2)$$

где  $z_k$  – значение сигнала яркости изображения в пикселе  $k$ ;  $z_{k+\tau}$  – значение сигнала яркости изображения в пикселе  $k + \tau$ ;  $E(z)$  – математическое ожидание;  $\mu$  – среднее значение;  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение.

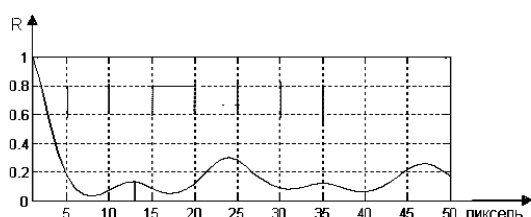
Отметим, что во всех случаях технического применения автокорреляционная функция формируется в течение конечного времени. Математическое же определение функции предполагает бесконечно большое время наблюдения. В.Б. Давенпортом разработана теория [2], которая позволяет оценить погрешность, которую можно ожидать при образовании кратковременной автокорреляционной функции из-за конечного времени наблюдения.

Метод компьютерного определения плотности прошивки многослойных текстильных полотен основан на понятии вышеприведенной автокорреляционной функции входного сигнала яркости изображения и включает в себя следующие основные операции.

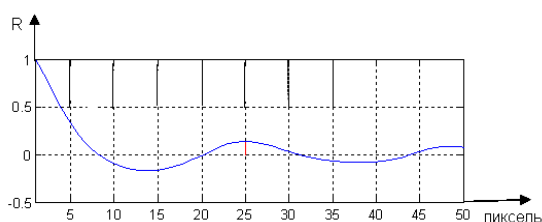
Формируют пробу многослойного текстильного полотна размером, равным размеру рабочей поверхности оптического сканера, и устанавливают ее на рабочей поверхности сканера таким образом, чтобы процесс сканирования происходил по длине пробы (вертикальное направление) и перпендикулярно ширине пробы (горизонтальное направление). Сканирование пробы проводили в отраженном свете с разрешающей способностью 300 пикселей на дюйм (1 дюйм  $\approx$  2,541 см) с использованием сканера марки Epson Perfection 1670. При более высокой разрешающей способ-

ности процесс распознавания и обработки изображения значительно увеличивается во времени.

На полученном изображении выделили область в виде квадрата, сторона которого соизмерима с шириной петельного ряда и шириной петельного столбика. Задали на изображении начальную точку и выделенную область перемещали последовательно в вертикальном (по длине) и горизонтальном (по ширине) направлениях (рис. 1). При этом формируются два набора значений функции входного сигнала яркости изображения (1). Для каждого из наборов вычисляется автокорреляционная функция по формуле (2) и строится коррелограмма (рис. 2).



а)



б)

Рис. 2

По первому локальному максимуму автокорреляционной функции вычисляется число пикселей  $\lambda$ , соответствующих по яркости числу петельных рядов (вертикальное направление) или числу петельных столбиков (горизонтальное направление) на 1 см соответственно. Число петель на 1 см определяется по формуле:

$$П = 300 / (\lambda \cdot 2,541). \quad (3)$$

Таким образом, вычислив число петель по длине (вертикали)  $П_{д}$  и ширине (горизонтали)  $П_{ш}$  многослойного текстильного полотна, определяется плотность прошив-

ки на  $25 \text{ см}^2$   $П_{с}$  в соответствии с [3] по формуле:

$$П_{с} = 25 П_{д} П_{ш}. \quad (4)$$

Метод компьютерного определения плотности прошивки (числа петель на единицу площади) сравнили с применяемым в настоящее время ручным методом подсчета числа петель на единицу площади в соответствии с ГОСТом 15902.2–2003 [2] по критерию производительности определения данного показателя. В качестве единицы площади была выбрана площадь  $25 \text{ см}^2$  и проведено пять испытаний с целью определения продолжительности подсчета числа петель по предлагаемому способу  $t$  и по существующему  $t_0$ . Результаты испытаний приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Номер образца	Предлагаемым способом $t$ , с	Базовым способом $t_0$ , с	Абсолютное отклонение
1	3	100	97
2	3	105	102
3	3	96	93
4	3	102	99
5	3	108	105

Полученные результаты показывают, что скорость подсчета петель по предлагаемому способу увеличивается приблизительно в 30 раз, по сравнению с ручным методом.

Метод компьютерного определения плотности прошивки многослойных полотен был реализован в среде MatLab, окно программы которой показано на рис. 3.

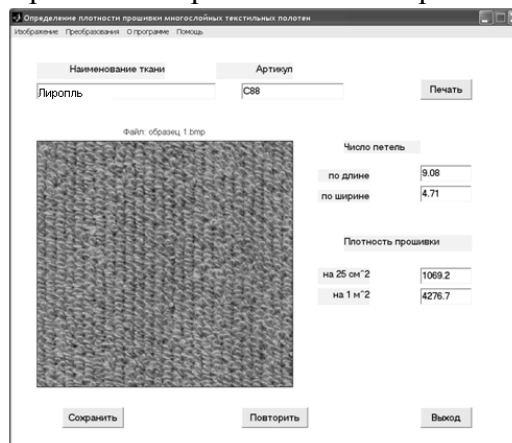


Рис. 3  
В Ы В О Д Ы

Проведено теоретическое обоснование и исследование компьютерного метода определения плотности прошивки многослойных полотен, являющегося основным показателем качества данных изделий.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Козубовский С.Ф.* Корреляционные экстремальные системы. – Киев.: Изд-во Наукова думка, 1973.

2. *Давенпорт В.Б.* Статистические ошибки при измерении случайных функций времени. – М.: Наука, 1970.

3. ГОСТ 15902.2–2003. Полотна нетканые. Методы определения структурных характеристик. М.: ИПК "Издательство стандартов", 2004.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения. Поступила 07.09.10.

---

УДК 677.024

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ПРОЧНОСТНОГО РАСЧЕТА  
НАПОРНЫХ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ  
ПРИ ГИДРАВЛИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ\****Л.В. МОТОРИН, О.С. СТЕПАНОВ, Е.В. БРАТОЛЮБОВА***(Ивановская государственная текстильная академия)**

E-mail: ttp@igta.ru

*Получена математическая модель для прочностного расчета ткани несущей оболочки напорного пожарного рукава при гидравлическом воздействии.*

*The mathematical model for the cloth strength calculation of a bearing coating of a pressure fire hose under hydraulic influence is received herein.*

**Ключевые слова:** нелинейная теория изгиба гибких нитей, математическая модель, прочностный расчет ткани, несущая оболочка напорного рукава, гидравлическое воздействие.

Напорные пожарные рукава представляют собой гибкие трубопроводы, применяемые для подачи воды и водных растворов пенообразователей на расстояние под давлением. Согласно ГОСТу Р 51049–97 их изготавливают как прорезиненными, покрытыми только внутри слоем резины, привулканизированной к ткани рукава, так и с двухсторонним покрытием, когда слоем резины пожарный рукав покрыт как снаружи, так и внутри, а также латексированными, покрытыми внутри и снаружи, слоем латекса. При пожаротушении используются также непрорезиненные рукава, изготовленные из льняной оческовой пряжи.

Важным элементом напорного пожарного рукава является армирующий каркас, представляющий собой тканую несущую оболочку. Именно тканая несущая оболоч-

ка полностью воспринимает усилия, обусловленные наличием давления жидкости внутри пожарного рукава, если речь идет о непрорезиненных пожарных рукавах, и в определяющей степени – в случае прорезиненных, латексированных рукавов. Поэтому расчет на прочность пожарных рукавов сводится в основном к расчету на прочность их тканой несущей оболочки. Анализ тканей несущих оболочек напорных пожарных рукавов показал, что все они представляют собой однослойные ткани, которые могут быть отнесены к тканям полотняного переплетения. При этом по окружности пожарного рукава располагаются уточные нити, которые взаимно переплетены с основными нитями, проложенными по его длине. Прочность тканой несущей оболочки определяется в основном прочностью уточных нитей.

\*Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук С.Г.Степанова.

Анализ литературных источников по гидравлическому расчету напорных пожарных рукавов показал, что они в основном сводятся к расчету потерь напора в пожарных рукавах. К настоящему времени нам удалось обнаружить лишь один литературный источник [1], в котором принята попытка по получению соотношений для расчета на прочность напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии. Однако подход, предлагаемый автором, имеет ряд существенных недостатков, что не может не сказаться на точности прочностного расчета рукавов. Вместе с тем, разработка методики расчета на прочность напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии с приемлемой точностью необходима, так как имеют место случаи их разрыва при тушении пожара. Кроме того, эта методика может быть востребована при проектировании и создании новых видов напорных пожарных рукавов.

Структура тканей несущих оболочек пожарных рукавов делает неприемлемым использование наработок по теории расчета сетчатых оболочек, в которых нити расположены по геодезическим линиям поверхности оболочки.

Тем не менее, многие положения теории строения ткани полотняного переплетения могут быть использованы при разработке метода расчета на прочность напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии при учете ряда важных особенностей взаимодействия нитей в тканом каркасе рукава, а именно наличия внутреннего гидравлического давления в нем, а также того, что, в отличие от рассматриваемых в литературе тканей плоской структуры, тканые каркасы пожарных рукавов представляют собой цилиндрическую оболочку, что связано с дополнительным изгибом нитей утка в элементе ткани.

При теоретическом исследовании взаимодействия нитей в тканой несущей оболочке напорного пожарного рукава принимаем следующие допущения применительно к нити и к материалу, из которого она состоит.

1. Нити принимаем жесткими на растяжение и на изгиб.

2. Материалы нитей считаем однородными и изотропными.

3. Принимаем гипотезу сплошности для нитей.

4. Сдвиги не учитываем (справедлива гипотеза плоских сечений Бернулли).

5. Перемещения точек осевой линии нити могут быть большими, но материал нити работает в пределах закона Гука.

Помимо изложенных нами будут приняты еще ряд допущений, которые целесообразно обосновать и привести непосредственно по ходу решения задачи.

Учитывая, что толщины слоев резины в прорезиненных или слоев латекса в латексированных пожарных рукавах малы (они составляют менее 1 мм), а резина и латекс обладают существенно меньшей жесткостью, чем нити тканой несущей оболочки, не будем учитывать слои резины и латекса при расчете, а считаем, что вся нагрузка от гидравлического давления внутри пожарных рукавов воспринимается только нитями тканой несущей оболочки.

При получении математических моделей строения ткани несущей оболочки пожарного рукава принимаем, что последний представляет собой длинное цилиндрическое тело с поперечным сечением в виде кольца, толщина которого равна толщине ткани. Считаем, что на тканую несущую оболочку непрорезиненного пожарного рукава изнутри передается равномерно распределенное по ее площади давление интенсивностью  $p$  от жидкости, заполняющей пожарный рукав. В случае прорезиненного или латексированного пожарного рукава такое давление будет передаваться не непосредственно на тканую несущую оболочку, а через внутренний слой резины или латекса.

Рассмотрим равновесие выделенных из тканой несущей оболочки рукава жестких на изгиб отрезков уточной нити (рис.1-а), расположенной по окружности пожарного рукава, и основной нити (рис.1-б), проложенной по его длине.



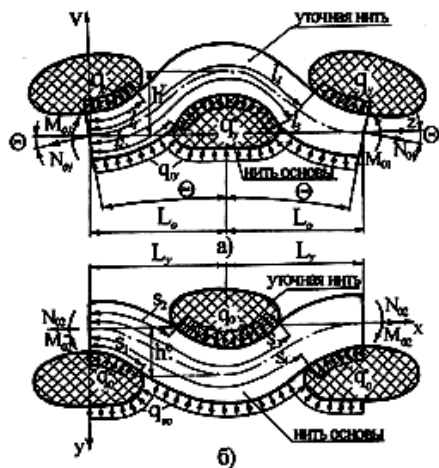


Рис. 1

В тканой несущей оболочке пожарного рукава эти отрезки утка и основы (рис. 1-а, б) взаимно переплетены, взаимодействуют друг с другом и представляют собой элемент последней. Нетрудно убедиться, что угол между двумя прямыми, исходящими из центра поперечного сечения пожарного рукава и проходящими через центры поперечных сечений двух соседних нитей основы (рис. 1-а), с достаточной точностью определяется по формуле:

$$\theta = \frac{L_o}{R}, \quad (1)$$

где  $L_o$  – геометрическая плотность по основе;  $R$  – радиус поперечного сечения пожарного рукава.

При наличии гидравлического давления внутри пожарного рукава интенсивностью  $p$  на каждую основную и уточную нить передаются давления, которые в пересчете на единицы длин нитей будут:

для уточной нити

$$q_{uy} = pL_y, \quad (2)$$

для основной нити

$$q_{oy} = pL_o, \quad (3)$$

где  $L_y$  – геометрическая плотность по утку.

Следует отметить, что в случае прорезиненного или латексированного пожарного рукава давления  $q_{uy}$  и  $q_{oy}$  будут переда-

ваться на нити тканой несущей оболочки через внутренний слой резины или латекса (на рис. 1-а, б эти слои резины или латекса не показаны).

Давления  $q_{uy}$  и  $q_{oy}$  считаем равномерно распределенными и направленными по нормальям к осям и контурам поперечных сечений нитей (рис. 1-а, б). Поскольку кривые контуров поперечных сечений нитей не представляется возможным установить, введем следующее допущение: принимаем, что все действующие на контуры поперечных сечений нитей распределенные нагрузки  $q_{uy}$  и  $q_{oy}$  передаются в зоны контакта между нитями с теми же интенсивностями  $q_{uy}$  и  $q_{oy}$ , которые продолжаем считать равномерно распределенными и направленными по нормальям к осям нитей. Однако, помимо нагрузок  $q_{uy}$  и  $q_{oy}$ , обусловленных гидравлическим давлением жидкости внутри пожарного рукава, в зонах контакта между нитями будут действовать распределенные нагрузки, обусловленные как ненулевыми изгибными жесткостями нитей, так и их натяжением. Обозначим суммарные нагрузки от этих факторов со стороны средней основной нити на уток в зоне контакта от  $l_2$  до  $l_3$  (рис. 1-а) соответственно  $q_y^*$ , а со стороны крайних уточин на основу в зонах контакта от 0 до  $s_1$  и от  $s_4$  до крайнего правого сечения основы соответственно  $q_o^*$  (рис. 1-б). Со стороны крайних нитей основы на уток в зонах контакта от 0 до  $l_1$  и от  $l_4$  до крайнего правого сечения утка будет передаваться нагрузка интенсивностью  $q_y$ , со стороны средней уточной нити на основу в зоне контакта от  $s_2$  до  $s_3$  будет воздействовать нагрузка интенсивностью  $q_o$  (рис. 1-б). Здесь  $l_1, l_2, l_3, l_4, s_1, s_2, s_3, s_4$  (рис. 1-а, б) представляют собой координаты, определяющие действие распределенных нагрузок в зонах контакта уточной и основной нитей.

Помимо нагрузок  $q_o, q_y, q_y^*, q_o^*, q_{uy}, q_{oy}$ , которые принимаем равномерно распределенными и направленными по нормальям к осям нитей, на нити обеих систем в краевых сечениях будут действовать внутренние изгибающие моменты

$M_{O_1}, M_{O_2}$  и внутренние продольные силы  $N_{O_1}, N_{O_2}$  (рис. 1-а, б).

Введем системы координат  $vO_1z$  и  $yO_2x$ , начала которых  $O_1$  и  $O_2$  совпадают с точками пересечения осевых линий нитей с плоскостями, проходящими через центры соответственно основной (рис. 1-а) и уточной (рис. 1-б) нитей.

Получим сначала математическую модель равновесия отрезка уточной нити.

Выделим на участке  $l_1$  (рис. 1-а) элемент нити длиной  $d\ell$  (рис. 2 – равновесие элемента уточной нити под действием внешних и внутренних сил) с распределенной нагрузкой  $q^y$  (под  $q^y$  следует понимать равнодействующую нагрузку – результат сложения нагрузок  $q_y, q_{гy}$ , ее значение будет конкретизировано ниже). Этот элемент будет находиться в равновесии под действием одной внешней нагрузки  $q^y$  и внутренних сил в сечениях элемента (рис. 2): изгибающих моментов  $M_y, M_y+dM_y$ ; продольных сил  $N_y, N_y+dN_y$ ; поперечных сил  $Q_y, Q_y+dQ_y$ .

Углы между касательными к оси нити и осью абсцисс обозначим  $\alpha, \alpha + d\alpha$ .

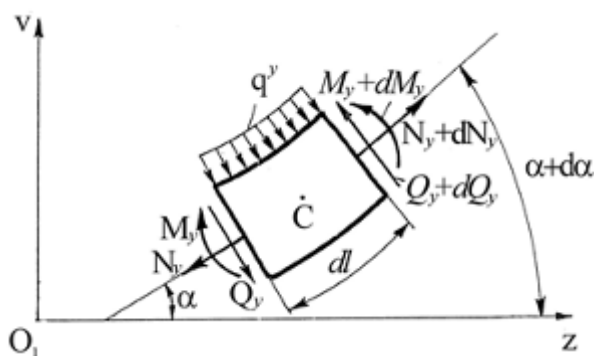


Рис. 2

Записывая уравнения проекций сил на оси  $z$  и  $v$ , уравнения моментов сил относительно т. С (рис. 2), выполняя преобразования аналогичные тем, которые имели место при получении уравнений равновесия уточных нитей в зоне формирования ткани (2, с. 34...38), и добавляя к полученным уравнениям зависимости между координатами осевой линии нити и углом  $\alpha$ , имеем

$$\frac{dN_y}{d\ell} - Q_y \frac{d\alpha}{d\ell} = 0, \quad (4)$$

$$\frac{dQ_y}{d\ell} + N_y \frac{d\alpha}{d\ell} - q^y = 0, \quad (5)$$

$$A_y \frac{d^2\alpha}{d\ell^2} + Q_y = 0, \quad (6)$$

$$\frac{dv}{d\ell} = \sin \alpha, \quad (7)$$

$$\frac{dz}{d\ell} = \cos \alpha, \quad (8)$$

где  $A_y$  – изгибная жесткость уточной нити.

Аналогичная система уравнений была получена для отрезка основной нити (рис. 1-б):

$$\frac{dN_o}{ds} - Q_o \frac{d\phi}{ds} = 0, \quad (9)$$

$$\frac{dQ_o}{ds} + N_o \frac{d\phi}{ds} - q^o = 0. \quad (10)$$

$$A_o \frac{d^2\phi}{ds^2} + Q_o = 0, \quad (11)$$

$$\frac{dy}{ds} = \sin \phi, \quad (12)$$

$$\frac{dx}{ds} = \cos \phi, \quad (13)$$

где  $N_o, Q_o$  – текущие значения соответственно продольной и поперечной сил в сечениях уточной нити;  $s$  – текущая координата изогнутой оси основной нити;  $\phi$  – текущее значение угла поворота плоскости сечения основной нити;  $y, x$  – координаты произвольной точки осевой линии основной нити в осях соответственно  $O_2y$  и  $O_2x$ ;  $A_o$  – изгибная жесткость основной нити.

Распространив действие  $q^y, q^o$  на весь рассматриваемый отрезок соответственно уточной (рис. 1-а) и основной (рис. 1-б) нити, получим:

$$q^y = q_y [1 - H(\ell - \ell_1) + H(\ell - \ell_4)] - q_y^* [H(\ell - \ell_2) - H(\ell - \ell_3)] - q_{ry} [1 - H(\ell - \ell_2) + H(\ell - \ell_3)], \quad (14)$$

$$q^o = q_o^* [1 - H(s - s_1) + H(s - s_4)] - q_o [H(s - s_2) - H(s - s_3)] + q_{ro} [H(s - s_1) - H(s - s_4)], \quad (15)$$

где  $H(\ell - \ell_j)$ ,  $H(s - s_j)$  – функции Хевисайда [3].

Из условий равенства усилий в зоне контакта имеем интегральное соотношение:

$$\int_{\ell_2}^{\ell_3} q_y^* \cos \alpha \, d\ell = \int_{s_2}^{s_3} q_o \cos \phi \, ds. \quad (16)$$

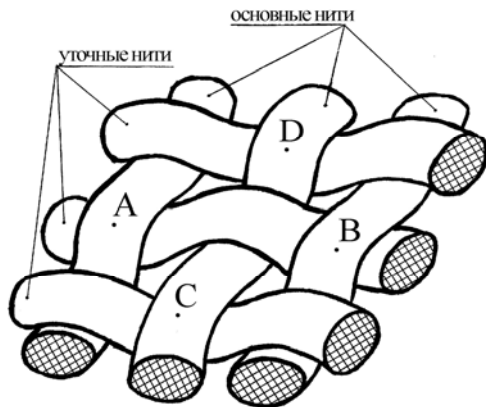


Рис. 3

На рис. 3 показано взаимодействие нитей основы и утка в тканой несущей оболочке напорного пожарного рукава. Отрезок утка АВ соответствует отрезку уточной нити на рис. 1-а, а отрезок основы CD – отрезку основной нити на рис. 1-б. При этом точки А, В, С, D принадлежат центрам пятен контакта между нитями основы и утка. Анализ взаимодействия нитей в переплетении позволяет сделать вывод, что контактное взаимодействие основы и утка в точках А и С ( а также в точках В и D) полностью идентично. Следовательно, в этих точках должны быть равны силы, действующие со стороны утка на основу и со стороны основы на уток. В обозначениях, представленных на рис. 1-а и б это означает:

$$\int_0^{\ell_1} q_y \cos \alpha \, d\ell = \int_0^{s_1} q_o^* \cos \phi \, ds. \quad (17)$$

Запишем основное геометрическое соотношение Н. Г. Новикова для однослойных тканей полотняного переплетения – сумма высот волн изгиба нитей основы и утка равна сумме их диаметров с учетом вертикального смятия нитей:

$$h^o + h^y = d_o \eta_{ов} + d_y \eta_{ув}, \quad (18)$$

где  $h^o$ ,  $h^y$  – высоты волн изгиба отрезков соответственно основной и уточной нитей (рис. 1-а, б);  $d_o$ ,  $d_y$  – диаметры поперечных сечений нитей основы и утка;  $\eta_{ов}$ ,  $\eta_{ув}$  – коэффициенты вертикального смятия нитей.

Соотношение Н. Г. Новикова (18) получено для плоских тканей. В случае пожарного рукава одна из систем, а именно система уточных нитей, расположена по окружности, что в выбранной системе координат  $vO_1z$  приводит к увеличению высоты волны изгиба рассматриваемого отрезка уточной нити. Нетрудно убедиться, что это увеличение составляет величину второго порядка малости и ею можно пренебречь. Поэтому соотношение Н.Г. Новикова применительно к тканям пожарных рукавов сохранит прежний вид (18).

Высоты волн изгиба нитей основы и утка  $h^o$ ,  $h^y$  связаны с функциями  $v$  и  $y$  соотношениями:

$$v|_{z=L_o} = h^y, \quad (19)$$

$$y|_{x=L_y} = h^o. \quad (20)$$

Записывая уравнение равенства нулю суммы проекций всех сил, действующих на отрезок основной нити (рис. 1-б), на ось  $y$ , получим:

$$-\int_0^{S_1} q_0^* \cos \phi ds - \int_{S_1}^{S_4} q_{r0} \cos \phi ds + \int_{S_2}^{S_3} q_0 \cos \phi ds - \int_{S_4}^{S_*} q_0^* \cos \phi ds = 0, \quad (21)$$

где  $S_*$  – полная длина рассматриваемого отрезка основной нити (рис. 1-б).

Учитывая симметрию нагрузки, имеем:

$$\int_{S_4}^{S_*} q_0^* \cos \phi ds = \int_0^{S_1} q_0^* \cos \phi ds = 0.$$

С учетом последнего равенства выражение (21), связывающее  $q_0$  и  $q_0^*$ , принимает вид:

$$-2 \int_0^{S_1} q_0^* \cos \phi ds - \int_{S_1}^{S_4} q_{r0} \cos \phi ds + \int_{S_2}^{S_3} q_0 \cos \phi ds = 0. \quad (22)$$

Записывая уравнение равенства нулю суммы проекций всех сил, действующих

на отрезок уточной нити (рис. 1-а), на ось  $v$ , получим:

$$\int_0^{\ell_2} q_{ry} \cos \alpha dl + \int_{\ell_3}^{\ell_*} q_{ry} \cos \alpha dl + \int_{\ell_2}^{\ell_3} q_y^* \cos \alpha d\alpha - \int_0^{\ell_1} q_y \cos \alpha dl - \int_{\ell_4}^{\ell_*} q_y \cos \alpha dl - 2N_{01} \sin \theta = 0, \quad (23)$$

где  $\ell_*$  – полная длина рассматриваемого отрезка уточной нити (рис. 1-а).

С учетом симметрии нагрузки имеем:

$$\int_{\ell_3}^{\ell_*} q_{ry} \cos \alpha dl = \int_0^{\ell_2} q_{ry} \cos \alpha dl; \quad \int_{\ell_4}^{\ell_*} q_y \cos \alpha dl = \int_0^{\ell_1} q_y \cos \alpha dl.$$

Учитывая два последних равенства, а также то, что для малого параметра  $\theta$  име-

ем  $\sin \theta \approx \theta$ , выражение (23) принимает вид:

$$2 \int_0^{\ell_2} q_{ry} \cos \alpha dl + \int_{\ell_2}^{\ell_3} q_y^* \cos \alpha d\alpha - 2 \int_0^{\ell_1} q_y \cos \alpha dl - 2N_{01} \theta = 0. \quad (24)$$

Системы уравнений (4)...(8) и (9)...(13) являются связанными через соотношения (16)...(18). Объединяя все эти уравнения, а

также соотношения (19), (20), (22), (24) в одну систему, получим:

$$\frac{dN_y}{dl} - Q_y \frac{d\alpha}{dl} = 0, \quad (25)$$

$$\frac{dQ_y}{dl} + N_y \frac{d\alpha}{dl} - q^y = 0, \quad (26)$$

$$A_y \frac{d^2 \alpha}{dl^2} + Q_y = 0, \quad (27)$$

$$\frac{dv}{dl} = \sin \alpha, \quad (28)$$

$$\frac{dz}{dl} = \cos \alpha, \quad (29)$$

$$\frac{dN_0}{ds} - Q_0 \frac{d\phi}{ds} = 0, \quad (30)$$

$$\frac{dQ_o}{ds} + N_o \frac{d\varphi}{ds} - q^o = 0, \quad (31)$$

$$A_o \frac{d^2\varphi}{ds^2} + Q_o = 0, \quad (32)$$

$$\frac{dy}{ds} = \sin \varphi, \quad (33)$$

$$\frac{dx}{ds} = \cos \varphi, \quad (34)$$

$$\int_{\ell_2}^{\ell_3} q_y^* \cos \alpha \, d\ell = \int_{s_2}^{s_3} q_o \cos \varphi \, ds, \quad (35)$$

$$\int_0^{\ell_1} q_y \cos \alpha \, d\ell = \int_0^{s_1} q_o^* \cos \varphi \, ds, \quad (36)$$

$$-2 \int_0^{s_1} q_o^* \cos \varphi \, ds - \int_{s_1}^{s_4} q_{\Gamma O} \cos \varphi \, ds + \int_{s_2}^{s_3} q_o \cos \varphi \, ds = 0, \quad (37)$$

$$2 \int_0^{\ell_2} q_{\Gamma Y} \cos \alpha \, d\ell + \int_{\ell_2}^{\ell_3} q_y^* \cos \alpha \, d\alpha - 2 \int_0^{\ell_1} q_y \cos \alpha \, d\ell - 2N_{O1} \theta = 0, \quad (38)$$

$$h^o + h^y = d_o \eta_{OB} + d_y \eta_{yB}, \quad (39)$$

$$v|_{z=L_o} = h^y, \quad (40)$$

$$y|_{x=L_y} = h^o. \quad (41)$$

Система (25)...(41) получена для случая, когда на перемещения точек осевой линии нитей (прогибы) не накладывалось каких-либо ограничений. Она характеризует взаимодействие нитей в тканой несущей оболочке напорного пожарного рукава при действии внутреннего гидравлического давления. На ее основе может быть выполнен прочностной расчет ткани несущей оболочки напорного пожарного рукава при гидравлическом воздействии. Система (25)...(41) содержит 17 уравнений и столько же неизвестных:  $N_y$ ,  $Q_y$ ,  $\alpha$ ,  $q_y$ ,  $q_y^*$ ,  $v$ ,  $z$ ,  $N_{O1}$ ,  $N_o$ ,  $Q_o$ ,  $\varphi$ ,  $q_o$ ,  $q_o^*$ ,  $x$ ,  $y$ , а также неизвестные высоты волн изгиба нитей основы и утка  $h^o$ ,  $h^y$ .

Полученная нелинейная система уравнений, включающая дифференциальные уравнения, интегральные и геометрические соотношения, в общем виде не имеет

аналитического решения. Для решения этой системы затруднено использование методов прямого интегрирования, а наиболее эффективным методом ее решения, по нашему мнению, является метод конечных разностей.

## В Ы В О Д Ы

На основе нелинейной теории изгиба гибких нитей получена математическая модель для прочностного расчета ткани несущей оболочки напорного пожарного рукава при гидравлическом воздействии.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Тарасов-Агалаков Н.А. Практическая гидравлика в пожарном деле. – М., 1959.
2. Чистобородов Г.И., Степанов С.Г., Федоров Ю.А. Прикладные задачи нелинейной механики гибких нитей. – Иваново, 2008.
3. Светлицкий В.А. Механика гибких стержней и нитей. – М.: Машиностроение, 1978.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 20.11.10.

УДК 378.016:54

**ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ  
СТУДЕНТАМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ  
ТЕКСТИЛЬНЫХ ВУЗОВ**

*Т.П. СИДОРОВА, Н.Н. ПАВЛОВ, К.Г. АЛЕКСАНИН, Т.С. ЗАБУЛА*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

E-mail: office@msta.ac.ru

*Новые федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования повышают требования к специалистам-технологам, к их подготовке по химии. В то же время подготовка выпускников средних школ по химии ухудшилась. Решение этого противоречия и нашло отражение в новой примерной программе по химии для студентов технологических специальностей текстильных вузов.*

*New federal state educational standards of higher professional education raise the requirements to the experts in industrial engineering, to their preparation in chemistry. At the same time the preparation of secondary schools' graduates in chemistry has become worse. The decision of this contradiction also has found a reflexion in the new approximate chemistry program for the students of technological specialities of textile higher schools.*

**Ключевые слова:** Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования (ФГОС ВПО); примерная программа по химии; технологические специальности текстильных вузов; учебно-методические комплексы дисциплин (УМКД); самостоятельная работа студентов (СРС); компетентностная направленность высшего образования.

Проблемы высшего образования не перестают привлекать к себе внимание широких кругов общества во всех странах [1]. Высокие требования, предъявляемые к общехимической подготовке бакалавров и специалистов новыми ГОСами и вопросами на интернет-экзаменах, противоречат содержанию и объему уроков по химии в

средней школе. Приведем мнение по этому вопросу учителей химии средних школ. В последние годы изменилось отношение со стороны Министерства образования РФ к таким школьным предметам, как химия и физика. Забыта химизация всей страны и слово "химия" стало ассоциироваться только с вредными, взрывчатыми или нар-

котическими веществами. Хотя, если задуматься, то мы уже ничего не едим природного и не носим одежду из натуральных материалов. Что касается химии, то, пожалуй, в школе нет предмета, более загнанного в угол, чем этот. Когда реформаторы содержания школьного образования сокращали программу и урезали часы для изучения химии, то они уверяли, что предметы гуманитарного профиля более важны, чем технические (особенно иностранный язык и непременно с первого класса?). Но хорошо известно, что человек, имеющий техническое образование, может переучиться на юриста или экономиста, что показали 90-е годы прошлого века, когда многие инженеры и технологи ушли в "рынок", а вот наоборот – не получается. Развитие науки и технологии в развитых странах показывает, что если вторая половина XX века – это время развития информационных технологий, то первая половина XXI века – это биотехнология и химические технологии. Поэтому школьный стандарт и 1 урок в неделю по химии не дадут возможности подготовить учащихся к обучению в техническом вузе. По мнению большинства учителей, наилучшим было химическое школьное образование в советские времена, реформы же по западному образцу (имеется в виду профильное обучение) кажутся необоснованными. Одной из причин снижения интереса к естественным и техническим дисциплинам в настоящее время является излишняя формализация положений этих наук в 8-9-х классах: аксиомы, абстрактные модели, множество терминов. В 8-м классе (за 2 часа в неделю) необходимо изучить темы: "Строение атома и периодический закон", "Строение веществ. Виды связи", "Степень окисления", "Основные классы неорганических веществ", "Электролитическая диссоциация", "Окислительно-восстановительные реакции". Естественно, что к 9-му классу ребята, получив такую обширную химическую информацию и не сумев освоить ее, теряют всякий интерес к изучению химии. Два слова о ЕГЭ. Материал, охватывающий огромный спектр органической и неорганической химии, в ряде

случаев некорректно поставленные вопросы делают невозможным без репетиторства подготовить детей при одном уроке в неделю к сдаче экзамена по химии в форме ЕГЭ.

Сложившееся положение с изучением химии в средней школе, с одной стороны, и необходимость обеспечения высокого качества вузовской подготовки специалиста по химии, с другой стороны, требуют четкой, обоснованной, высококвалифицированной работы по совершенствованию учебного процесса в вузе. Основным средством обучения в высшей школе являются учебно-методические комплексы по дисциплинам (УМКД). УМКД представляют собой текстовые и изобразительные документы, содержащие информацию познавательного и методического характера. Роль УМКД существенно возрастает с изменением структуры видов учебных занятий в сторону увеличения доли самостоятельной работы студента (СРС).

На кафедре общей и неорганической химии (ОНХ) Московского государственного текстильного университета им. А.Н. Косыгина (МГТУ) студенты изучают курс "Общей и неорганической химии" по направлению подготовки "Технология и проектирование текстильных изделий", для которого в МГТУ разработан Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования (ФГОС ВПО). На основании данного ФГОС ВПО на кафедре ОНХ разработана примерная программа дисциплины "Химия (ОНХ)" с учетом компетентного подхода к образованию и приближения содержания дисциплины к запросам той профессиональной действительности, к которой готовят студентов. Современная компетентностная направленность высшего образования требует корректировки содержания документов УМКД в направлении увеличения веса практической подготовки обучающихся, формирования у них способности применения знаний, умений, социально-личностных качеств для решения конкретных профессиональных задач [2], [3]. Одно из известных определений компетенции: "Компетенция – совокуп-

ность знаний, умений, навыков, способностей, ценностей, необходимая для эффективной профессиональной и социальной деятельности и личностного развития выпускников, и которую они обязаны освоить и продемонстрировать после завершения образовательной программы"[4]. Применительно к изучению ОНХ в результате освоения курса обучающийся должен знать основополагающие законы, понятия, определения, закономерности. Например: содержание законов газового состояния; периодический закон и его использование в предсказании свойств элементов и основных классов соединений; виды химической связи в различных типах соединений; закономерности протекания химических процессов; методы математического описания кинетики химических реакций; свойства растворов и способы выражения их состава; химические равновесия; особенности растворов электролитов; строение и свойства комплексных соединений; закономерности протекания реакций ионного обмена, окислительно-восстановительных и электрохимических процессов. Приобретенные знания позволяют обучающимся получить определенные умения, например, в плане применения основных химических терминов при устных ответах; сопоставления строения атомов и видов химических связей вещества со свойствами элементов и их соединений; оценки термодинамических характеристик химических реакций и равновесных концентраций веществ; вычисления концентрации растворов различных соединений; применения математических методов при решении типовых профессиональных задач. В процессе обучения студент должен приобрести определенные навыки: навыки выполнения основных химических лабораторных операций; навыки осуществления химических превращений, на основании знаний кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств веществ; навыки определения рН и концентраций веществ в растворах различными методами; навыки

составления отчетов по темам исследований.

В современном образовательном процессе большое значение приобретает СРС, для эффективности которой необходимо выделять профессиональную значимость каждой учебной дисциплины. Для студентов 1-го курса особенно важно обосновать профессиональную полезность занятий, помочь студентам приобрести верные мотивы освоения данной учебной дисциплины [5]. Для методического обеспечения СРС преподаватели кафедры ОНХ подготовили (изданный в издательстве "Дрофа") учебный комплекс по общей и неорганической химии, состоящий из учебника, лабораторного практикума и сборника задач и упражнений. Разработан комплект методических разработок для интенсификации СРС и для их использования при различных видах контроля, набор структурно-логических схем по всем разделам курса ОНХ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Байденко В.И.* Болонский процесс: структурная реформа высшего образования Европы. – М., 2002.
2. *Никитина Л.Л.* Технология формирования профессиональной компетентности // Высшее образование в России. – 2006, №9. С.125...127.
3. *Зимняя И.А.* Общая культура и социально-профессиональная компетентность человека // Высшее образование сегодня. – 2005, № 11. С.14...20.
4. *Байденко В.И.* Компетентностный подход к проектированию государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования: Методическое пособие. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2005.
5. *Сидорова Т.П., Платова Т.Е., Павлов Н.Н.* Принцип непрерывности обучения в преподавании общехимических дисциплин // Сб. научн. тр. Пермского гос. ун-та: Классический университет в российском образовательном пространстве. – Пермь, 2006. С. 210...211.

Рекомендована кафедрой общей и неорганической химии. Поступила 06.09.10.



## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ КОЛЛЕКТИВАМИ НА БАЗЕ ИНТЕГРИРОВАННОГО ПОДХОДА

Т.А. ЛУКАШОВА

(Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики  
по Ивановской области, Ивановский государственный университет)  
E-mail: lukashova@ivanovostat.ru

*На основе интеграции методов предлагается реинжиниринговая технология формирования производственных коллективов на примере текстильной промышленности.*

*The re-engineering technology of industrial teams' formation by an example of textile industry is offered on the basis of the methods integration.*

**Ключевые слова:** труд, организация труда, совершенствование, управление, деятельность, эффективность, производственный коллектив, текстильное производство, имитационные модели, интегрированный подход.

Инновационные решения в настоящих условиях ориентированы не только на усовершенствование технологических способов производства, но и на оптимизацию управленческих решений на основе сочетания экономических критериев и тех организационных факторов роста эффективности, которые до последнего времени оставались недостаточно изученными и вследствие этого неактивизированными в процессе управления.

Совершенствование организации труда является одним из направлений инновационного развития. В связи с этим практическое приложение получили исследования о закономерностях, определяющих деятельностные характеристики в зависимости от индивидуальных или типологических особенностей работника. На практике это реализовалось в разработке специальных методик формирования команд и оценки эффективности командной работы. Однако нормативные и методические материалы по организации труда в промышленном производстве до настоящего момента базируются на средних величинах, а стохастика принимается во внимание при определенных допущениях и обычно отражается с помощью теории массового обслуживания.

Учитывая недостатки теории массового обслуживания, посредством использования организационных моделей в процессе моделирования можно получить результаты, более близкие к реальным. Методическую основу объективной оценки результатов отдельных вариантов структурно-функциональных схем формирования производственных коллективов могут обеспечить имитационные модели производственных процессов, использование которых в данном случае отличается расширением информативности за счет блока дополнительного обоснования входных данных на стадии планирования модельных экспериментов. Содержательной основой данного блока является учет устойчивых типологических особенностей лиц, занятых в процессе совместной деятельности, что позволяет повысить эффективность функционирования производственной системы в целом.

Данный подход соответствует управленческому принципу необходимого разнообразия, который состоит в том, что управляющая система может эффективно выполнять присущие ей функции лишь при условии, что ее разнообразие не меньше разнообразия управляемой системы. Если разнообразие управляемой сис-

темы недооценивается, как в случае гипотезы о стандартности человеческого фактора, то управляющая система будет отличаться меньшей адекватностью. При этом важно принять во внимание тот факт, что, как свидетельствует опыт, эффективность управленческих воздействий на процесс будет выше, если изменения процесса соответствуют общим тенденциям, сформировавшимся в развитии промышленного производства.

Реальные ситуации определяют множество таких обстоятельств, когда необходимо корректировать стандартную схему трудового поведения работников и адекватно реагировать на изменение потребности в выполнении определенных операций, что может быть связано с изменением технологических параметров производственного процесса. Например, в текстильной промышленности возникают особенности параметров деятельности, обусловленные такими характеристиками процесса, как артикул ткани, технологические особенности сырья, температурно-влажностный режим и т.д., что может отражаться на оценке рациональности распределения трудовых функций между работниками. Современные методы организации труда производственных рабочих не учитывают подобных ситуаций, что усложняет как выполнение трудовых функций работником при вариации условий деятельности, так и снижает эффективность труда и производства в целом.

В связи с этим нужно учитывать, что в плане совершенствования организации коллективного труда индивидуальные особенности – это особенности элементов системы. При этом в качестве значимых индивидуальных характеристик учитываются те особенности, которые имеют устойчивое проявление в процессе любой деятельности, и факторы их обуславливающие. Долгое время считалось, что вариации поведения, связанные с ситуативными особенностями внешней среды и субъективно-личностными тенденциями, в более существенной степени проявляются в функционировании тех систем, в которых высокая степень появления экстре-

мальных ситуаций или которые в существенной степени зависят от творческой составляющей человека, включенного в эту систему. Однако в процессе организации коллективного труда производственных рабочих, например в бригадах функционального типа, данные факторы также оказываются значимыми с позиций эффективности командной работы.

Апробация теоретически обоснованной гипотезы была выполнена на ОАО «НИМ»<sup>1</sup>. Состав выборочной совокупности был определен, исходя из соображений обеспечения условий «чистоты» эксперимента за счет элиминирования влияния иных факторов, кроме анализируемого, на показатели, характеризующие параметры трудового процесса. Для этого в качестве способа формирования выборочной совокупности был выбран типический отбор, то есть были отобраны те работницы, которые отличались совпадением сразу нескольких характеристик, от которых наряду с изучаемым признаком зависят показатели трудового процесса. В выборочную совокупность были отобраны работницы ткацкого производства, которые соответствовали следующим условиям: работали на одном и том же типе оборудования (СТБ2-180), имели одинаковую зону обслуживания (21...25), на оборудовании их зоны обслуживания выпускалась ткань одного и того же артикула (Бязь «Фея»), одинаковый стаж работы по профессии «ткач» (более 20 лет), одинаковый квалификационный разряд – пятый, относились к одной возрастной группе (1960...1962 г.р.).

Инструментом анализа эффективности организационных решений явилась имитационная модель ткацкого участка. Входные данные модели корректировались в зависимости от типологических свойств исполнителей (длительность операций, вариация показателей длительности операций, скорость движения по маршруту, периодичность возникновения операций, занятость профилактическими работами). Сопоставление полученных выходных данных показывает, что на уровень эффективности функционирования производст-

<sup>1</sup> Исследование проводилось в 2008 г.

венной системы оказывает влияние структура коллектива по типологическим особенностям работников, во взаимосвязи с которой должен выбираться вариант разделения и кооперации труда.

Для обоснования возможности реализации интегрированного подхода к совершенствованию управления коллективным

трудом производственных рабочих и межотраслевого характера результатов исследования предлагается следующий организационный механизм, включающий совокупность этапов и методов, позволяющих реализовать интегрированный подход к управлению трудом в условиях массового производства (табл. 1).

Таблица 1

Этапы	Методы
<b>Системный подход</b>	
<b>I этап</b> – выбор желаемого ориентира в изменении производственных показателей (целевая функция должна выбираться с учетом организационно-технологических условий деятельности)	Ситуационный анализ, анализ технико-экономических параметров
<b>II – этап</b> Блок: Психологическое обеспечение профессиональной деятельности 2. Формирование психологической характеристики профессии (результат – составление психологического модуля профессии) 2.1. Выявление профессионально значимых качеств в зависимости от вида деятельности 2.2. Выявление соответствия между профессионально значимыми свойствами и типом темперамента, характеризующимся свойствами, коррелирующими с профессионально значимыми качествами 2.3. Психологическое тестирование работников	Профессиографический анализ, метод наблюдения, методы психодиагностики, метод согласования экспертных оценок, метод синтеза на основе информационного взаимодействия, факторный анализ для диагностики темперамента, формализация на основе результатов тестирования
<b>III этап</b> – Проектирование интегрированной модели организации коллективного труда 3.1. Построение модели эффективного распределения трудовых функций и внутренних взаимосвязей работников в системе коллективной организации труда	Метод сочетания психологической диагностики и имитационного моделирования
3.2. Проектирование вариантов разделения и кооперации труда в соответствии с реальными условиями производственного процесса с учетом специфики факторов, влияющих в данный момент на функционирование ПС	Метод социотехнического конструирования, имитационное моделирование, сочетание формальных и неформальных методов, интеграция дифференцированных научных знаний
3.3. Оценка эффективности принятого проекта разделения и кооперации работников бригады	Корреляционно-регрессионный анализ
<b>IV этап</b> Реализация интегрированной модели 4.1. Реализация выбранного проекта организации коллективного труда в производственной практике	Регламентация – закрепление функций за работниками
4.2. Мониторинг ситуации по оценке эффективности применяемого варианта с учетом изменения технологических параметров процесса	Конкретизация критериев и методов для измерения результативности процессов

Исходным моментом является выбор желаемого ориентира в изменении производственных показателей (целевая функция должна выбираться с учетом организационно-технологических условий деятельности).

Усложнение системы выбора предпочтительного варианта организации коллективного труда основано на том, что кроме взаимодействия человека с техникой, изучаемого инженерной психологией, при

коллективной форме организации труда работник взаимодействует еще и с другими людьми, включенными в производственную систему, что усложняет организацию эффективного процесса совместной деятельности.

Интегрированный подход обеспечивает количественный и качественный эффект. Эффективность данного подхода к формированию структурно-функциональной схемы производственной системы обеспе-

чивается за счет прироста величины результирующих показателей – уровня использования производственных мощностей и объемов выпуска продукции, что позволяет снизить величину затрат в расчете на единицу продукции. Наличие данного эффекта доказано на основе апробации предлагаемого подхода применитель-

но в организации коллективного труда в ткацком производстве.

Рекомендована кафедрой экономики и организации предпринимательства ИвГУ. Поступила 20.11.10.

УДК 677.017:629.4.042.5

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДУБЛИРОВАННЫХ ТЕПЛОШУМОИЗОЛИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ НО-Л-1А\*

О.В. САЧКОВ

(ООО «Наукоемкие технологии», г. Москва)

E-mail: ttp@igta.ru

*В работе рассмотрены теоретические аспекты создания дублированных материалов и представлена технология производства дублированных теплошумоизолирующих материалов НО-Л-1А.*

*Theoretical aspects of laminated materials making are considered, and the technology of production of laminated heat- and noise-insulating materials NO-L-1A is presented in the paper.*

**Ключевые слова:** клеевое дублирование, звуковая энергия, адгезив, нетканый материал, технологическая схема, льняные волокна, печатный вал.

Процесс получения дублированных материалов заключается в скреплении двух и более сырьевых составляющих термически либо с помощью клеевых систем. Использование термического метода дублирования материалов – это наиболее экономичный способ. Однако он подходит только для тех материалов, поверхности которых приобретают адгезию по отношению друг к другу под действием высокой температуры [1], [2]. Дублирование материалов с помощью клеевых систем – более слож-

ный технологический процесс. Он заключается в нанесении клея на одну (или обе) из скрепляемых поверхностей и дальнейшего совмещения дублируемых материалов с применением механических сил (прокатка между валами). При дублировании таким методом можно скреплять два, три и более материалов. В зависимости от заданных характеристик конечного продукта можно применять и различные виды клеев.

\* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Г.И. Чистобородова.

Дублирование не накладывает ограничений на шиваемые материалы. Например, можно дублировать такие рулонные материалы, как пенополиэтилены различных марок, пленки (PP, PPE, PVC, PE, Poly), фольгу, ткани, нетканые материалы, стеклоткань, вспененный каучук в различных комбинациях.

Цель работы заключалась в разработке технологической схемы получения дублированного огнезащитного теплошумоизоляционного материала НО-Л-1А и проведении ее промышленной апробации.

Как известно, процесс поглощения звуковой энергии преградой происходит вследствие преобразования механической энергии, переносимой молекулами воздуха, в тепловую за счет потерь на трение в порах материала. Поэтому в целях звукопоглощения чаще всего применяют пористые и рыхлые волокнистые материалы, обеспечивающие также и теплоизоляционные свойства [3], [4]. Однако они не позволяют в полной мере обеспечить требуемый уровень звукоизоляции. Нами был предложен современный композиционный материал НО-Л-1А на основе нетканых полотен, дублированных фольгой (рис.1 – конструкция дублированного материала НО-Л-1А: а – схема, б – фотография; 1 – подложка из нетканого материала, 2 – трудногорючий клей, 3 – алюминиевая фольга, 4 – слой защитного покрытия, нанесенный магнетронным распылением) [5].

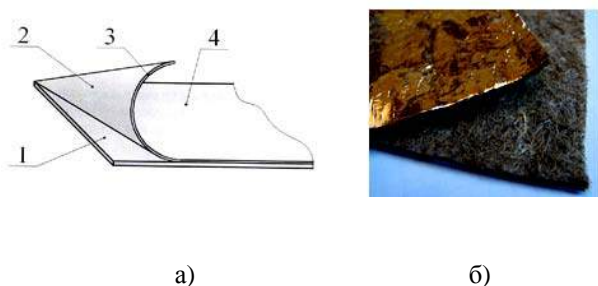


Рис. 1

Особое внимание при его разработке было уделено клеевому составу и величине адгезии, определяемой в значительной степени поверхностью склеиваемых материалов (микрорельефом, отсутствием или наличием трещин, пор и механических дефектов), а также чистотой поверхности

(наличие окислов и агрессивных сред снижает адгезию клеевых составов). В результате проведенных исследований в качестве металлического покрытия материала была выбрана фольга алюминиевая, изготавливаемая из стойкого к коррозии сплава 8011, толщиной 0,02мм. Данная фольга выпускается по технологии производства пищевой, высокочистой фольги, то есть на ее поверхности отсутствует технологическая смазка, препятствующая склеиванию с нетканой подложкой. Одна сторона фольги (наружная) – полированная, имеет свойство отражать ИК-излучение, а вторая сторона – шероховатая, то есть ее микрогеометрия позволяет добиться высокой степени адгезии при склейке с нетканым материалом.

При разработке дублированного материала НО-Л-1А проводился выбор поверхности для нанесения адгезива. Было установлено, что при нанесении вязкого силиконового адгезива на поверхность нетканого материала в его порах и неоднородностях присутствовали пузырьки воздуха, препятствующие полному смачиванию поверхности. Это приводит к тому, что в дальнейшем, в местах неполного контакта, возникает концентрация напряжений, приводящая к понижению прочности клеевого слоя. Кроме того, поверхность нетканого материала обеспечивает неравномерное, избыточное впитывание клея. Поэтому для нанесения адгезива была выбрана шероховатая поверхность фольги.

Изучение влияния температуры обработки материала с нанесенным клеевым составом на процесс образования склейки позволило установить связь глубины отверждения со скоростью релаксационных процессов, влияющих, в свою очередь, на возникновение и распределение напряжений в слое адгезива при его сушке и отверждении. Экспериментально доказано, что проведение предварительной температурной обработки адгезива (силиконового клея), нанесенного на алюминиевую фольгу, приводит к значительному сокращению времени его вулканизации и испарению избыточного количества разбавителя.

Проведенные исследования силиконового адгезива с введенными в него замедлителями горения показали высокую его устойчивость к действию высоких температур в течение короткого промежутка времени (от нескольких минут до десятков минут) и умеренно высоких температур в течение длительного времени (от десятков часов до нескольких недель и месяцев). Таким образом, использование материала НО-Л-1А даже в зоне действия высоких температур не приведет к термодеструкции адгезива и снижению надежности склейки компонентов материала. Для получения пленок используемого адгезива равномерной толщины необходимо использовать давление, способствующее также частичному вытеснению пузырьков воздуха и летучих продуктов реакции поликонденсации из материала. Однако установлено, что использование избыточного давления может привести к выдавливанию адгезива в местах склейки и нарушению адгезионной связи.

Проведенные исследования позволили выбрать оптимальные компоненты для создания дублированного полотна НО-Л-1А:

- огнезащитный нетканый материал марки НО-Л-1, толщиной 4 мм, изготовленный из смеси льняных и полиэфирных волокон, пропитанный безгалогенным композиционным замедлителем горения тезагран-Л или тезагран-Био (с биозащитным действием);

- фольга алюминиевая пищевая из сплава 8011, толщиной 0,02 мм. Тыльная сторона фольги (предназначенная для нанесения адгезива) обезжиренная и шероховатая;

- адгезив – нейтральный трудногорючий силиконовый клей-герметик "Силотерм ЭП-71кНС", вязкостью 30000–40000 сПз.

Разработанная технологическая схема получения дублированного материала НО-Л-1А представлена на рис. 2: 1 – узел смотки алюминиевой фольги; 2 – натяжной регулирующий узел; 3 – оптическое устройство контроля обрыва/окончания алюминиевой фольги; 4 – узел нанесения клея на фольгу; 5 – инфракрасные нагрева-

тели; 6 – каландрирующие валы; 7 – узел смотки нетканого материала; 8 – направляющие валы; 9 – узел намотки дублированного материала).

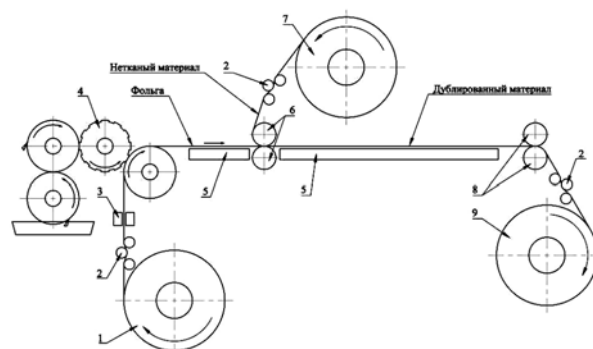


Рис. 2

Согласно схеме алюминиевая фольга, изготовленная из антикоррозионного сплава 8011, с разматочного узла 1 поступает в узел нанесения поперечных клеевых полос 4. Раствор клея "Силотерм ЭП-72кНС" наносится на обработанную поверхность алюминиевой фольги в виде поперечных полос шириной от 2-х до 5 мм и с шагом, соответствующим требованиям технологического процесса. Нанесение клеевых полос осуществляется с помощью специальных печатных валов в клеевом узле 4. При необходимости силиконовый клей-герметик разбавляется растворителем. В роли разбавителя можно использовать ароматический растворитель толуол. Фольга с нанесенными клеевыми полосами поступает в зону сушки инфракрасным излучением 5, где удаляются летучие компоненты клеевой композиции. В зоне сушки очень важен контроль за температурой: она не должна быть выше температуры кипения растворителя (температура кипения толуола 110,6°C). При высокой температуре удаляемый растворитель захватывает с собой частицы клеевой композиции, ослабляя адгезионную прочность сцепления фольги с нетканым материалом. Алюминиевая фольга с подсушенными клеевыми полосами поступает на каландрирующие валы 6. Огнезащитный нетканый гибридный материал марки НО-Л-1Б с узла разматки 7 через узел регулировки натяжения 2 также поступает на узел каланд-

рирования 6, где с помощью каландров соединяется с клеевой поверхностью фольги и происходит каландрирование материала огнезащитного нетканого марки НО-Л-1А. Откаландрированный материал поступает на окончательную сушку 5 и далее по направляющим валам 8 на узел намотки готового материала 9. В данной системе очень важным фактором является скорость движения исходных материалов. Они должны быть строго синхронизированы, что достигается за счет использования ре-

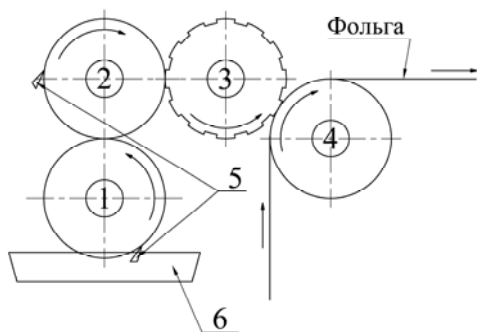


Рис. 3

Клей из емкости 6 переносится на клееносущий вал 1 и далее – на клеевой вал 2, избыток клея с которых снимается съемными ножами 6. С клеевого вала клей переносится на печатный вал 3, имеющий различную форму рисунка выступов/углублений. (рис. 4 – рисунки печатных валов).

Вязкость клеевой композиции контролируется и сохраняется постоянной в течение всего процесса. Подготовка силиконовой клеевой композиции производится непосредственно перед нанесением и дозируется из отдельной емкости.

Использование разработанного технологического способа получения дублированного материала НО-Л-1А имеет следующие преимущества:

- простота контроля содержания клея;
- отсутствие порообразования;
- быстрота и непрерывность процесса;
- экономичность и, следовательно, низкая стоимость конечного продукта.

Как известно, качество создаваемых многослойных материалов во многом зависит от вида применяемого технологиче-

гулируемых по скорости электроприводов – частотно-управляемых электродвигателей. Натяжение исходных материалов регулируется в устройствах смотки/размотки в зависимости от их свойств (прочность, удлинение, толщина).

Подробная схема работы узла нанесения клеевой композиции на фольгу представлена на рис. 3: 1 – клееносущий вал; 2 – клеевой вал; 3 – печатный вал; 4 – прижимной вал; 5 – ножи для снятия излишков клея; 6 – емкость с клеем).

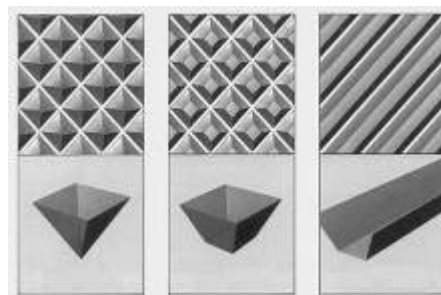


Рис. 4

ского оборудования и режимов дублирования. Нами была апробирована технология рулонного дублирования на модифицированном отечественном оборудовании УПСТ-1000, изначально предназначенном для изготовления препрегов из углеткани. В результате проведения серии экспериментов были определены оптимальные режимы рулонного дублирования теплошумоизоляционных материалов НО-Л-1А с различной поверхностной плотностью (табл. 1 – технологические параметры дублирования).

В результате проведенных испытаний данной технологии было установлено, что предложенная технологическая схема позволяет менять исходные нетканые материалы и фольгу. Также были подготовлены требования к используемым установкам и к исходным материалам для получения дублированного полотна.

Универсальность установки позволяет минимизировать затраты на перенастройку режимов и сократить сроки разработки, освоения и серийного выпуска новых каландрированных материалов.

Наименование компонентов НО-Л-1А и параметров дублирования	Варианты дублированных теплошумоизоляционных материалов НО-Л-1А с поверхностной плотностью, г/м <sup>2</sup>	
	390	522
Верхний слой	фольга алюминиевая из сплава 8011, толщиной 0,02мм	то же
Нижний слой	льнопolyэфирный нетканый материал	то же
Адгезив	клей-герметик “Силотерм ЭП-71кНС”	то же
Температура нагревающей платформы	140°С	160°С
Скорость движения материала	7 м/мин	6 м/мин
Время движения точки клея под нагревающей платформой	20 с	24 с
Клеевой привес	45 г/м <sup>2</sup>	50 г/м <sup>2</sup>
Давление валов, скрепляющих два слоя материала	5 атм.	6 атм.

## ВЫВОДЫ

1. Проведен подбор компонентов для получения огнезащитного теплошумоизоляционного материала НО-Л-1А. Разработана технологическая схема его получения с использованием клеевых систем.

2. Промышленная апробация разработанной технологии на оборудовании УПСТ-1000 позволила установить оптимальные параметры процесса дублирования и подготовить требования к используемым установкам и к исходным материалам.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Alter H., Soller W.* Ind. Eng. Chem. // №20, 1958. P. 922...925.
2. *Lasoski W., Kraus G.* // Journan of Polymer Science. // №18, 1955. P. 359...363.
3. *Кукин П.П., Лапин В.Л., Подгорных Е.А. и др.* Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда): Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1999.
4. *Бобин Е.В.* Борьба с шумом и вибрацией на железнодорожном транспорте. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1973.
5. Пат. на полезную модель 83525 Российская Федерация, МКИ Е 04 В 1/74. Защитный трудногорючий экран / Сачков О.В., Юдаева О.С. - № 2008151623; заявл. 26.12.2008; опубл. 10.06.2009, Бюл. №16.

Рекомендована кафедрой технологии текстильных изделий ИГТА. Поступила 04.06.10.

УДК 677.074

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ НИСПАДАЮЩИХ ДРАПИРОВОК ТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН ДЛЯ ИНТЕРЬЕРА

*О.В. ИВАНОВА, Л.В. ВОРОНОВА, Н.А. СМЕРНОВА*

(Костромской государственной технологической университет)

E-mail: info@kstu.edu.ru

*В статье представлено описание программного модуля, позволяющего проектировать различные виды ниспадающих драпировок на основе автоматизированного расчетного метода.*



*The description of the programming module, allowing to design various kinds of falling down hangings on the basis of the automated calculation method is presented in the article.*

**Ключевые слова:** метод, программа, драпировки, ниспадающие, автоматизация, дизайн, интерьер.

Оконные драпировки составляют значительную часть от общего объема текстильного оформления интерьера. Они разнообразны в зависимости от выполняемой функции. Наибольшую трудность представляет проектирование востребованных у потребителей сложных ламбрекенов с системами ниспадающих складок (свагов). Их трудоемкость определяется стилевым решением интерьера и технической возможностью исполнения элемента. Эстетичность внешнего вида свагов зависит от уровня конструкторской и технологической подготовки лекал [1].

Для построения лекал оконных драпировок применен программный код "SWAG-2", разработанный в программной среде Delfi с помощью объектно-ориентированного языка Pascal. Интерфейс программы выполнен на основе оконной технологии с использованием визуальных компонентов, облегчающих взаимодействие пользователя с программой.

В программе предусмотрено построение лекал симметричного, асимметричного и свага с перепадом крыльев, образованных системой односторонних, бантовых складок и механической сборкой.

После выбора вида драпировки осуществляется ввод необходимых исходных

данных (рис.1 – окно ввода исходных данных).

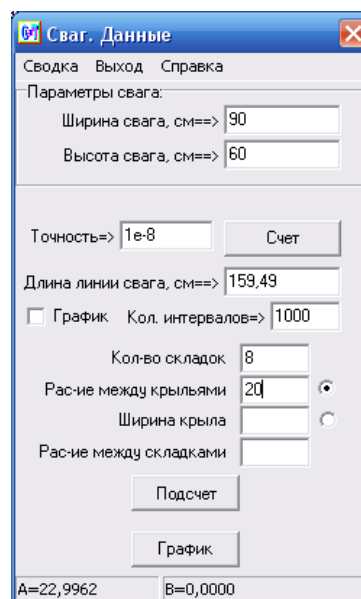


Рис. 1

Терминология конструктивных элементов максимально приближена к используемой на швейном производстве. Программа отслеживает корректность вводимых параметров, например, сообщая пользователю о недостаточном их количестве или невозможности построения при таких значениях исходных данных.

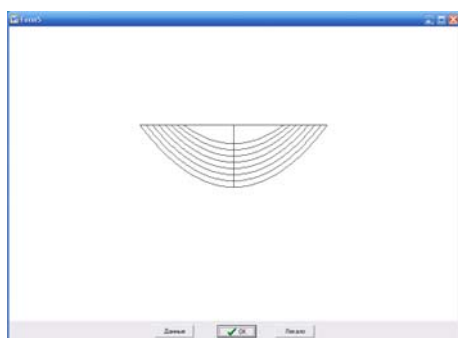


Рис. 2

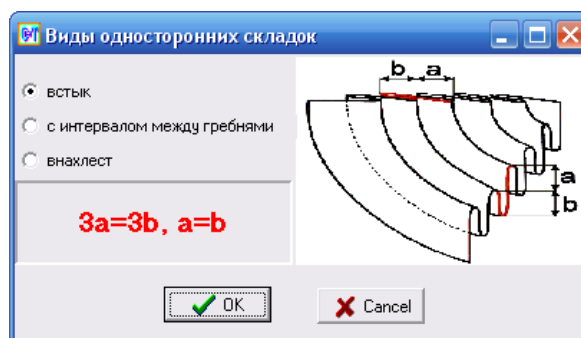


Рис. 3

Процесс построения лекала поэтапно в динамическом режиме отображается на экране (рис. 2). Кроме построения лекал программа, в зависимости от выбранного вида драпировки, отображает и способ закладывания складок (рис. 3). Это позволяет использовать ее в учебно-методических целях для изучения соответствия между лекалом и внешним видом складок в готовом изделии.

Практическая значимость разработки заключается не только в возможности визуальной оценки модели штор и оперативности изготовления лекал, но и в расчете отдельных параметров драпировки, необходимых для определения расходных материалов и фурнитуры.

## ВЫВОДЫ

Разработана программа "SWAG-2" и показаны основные этапы ее функционирования на основе оконной технологии с использованием визуальных компонентов, позволяющая автоматизированно проектировать различные виды свагов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Иванова О.В., Смирнова Н.А., Титов С.Н.* Проектирование ниспадающих складок в портьерах на основе механики гибкой нити // *Дизайн и технологии.* – М.: ИИЦ МГУДТ, 2009, №12(54). С.64...68.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 15.09.10.

---

## ПАМЯТИ ВАЛЕНТИНА АНДРЕЕВИЧА РЕУТСКОГО

Ушел из жизни на 84 году видный ученый и замечательный человек, заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, доктор технических наук, профессор Валентин Андреевич Реутский.

Проф. В.А. Реутский отдал более 25 лет жизни работе в МГТУ им. А.Н. Косыгина, на кафедре ПАХТ и БЖД. Он соавтор первого учебника по процессам и аппаратам химической технологии в текстильной промышленности, создатель лаборатории с лабораторным практикумом по общей химической технологии на кафедре ПАХТ МТИ, а также курса «Математическое моделирование и оптимизация химико-технологических процессов».

Проф. В.А. Реутский был ученым с мировым именем в области процессов и аппаратов химической технологии, соавтором новой теории массопередачи, в основе которой лежит обобщенное уравнение массопередачи, известное в специальной литературе как «уравнение Сажина-Реутского». Он был крупнейшим в СССР специалистом в области хемосорбционных процессов, консультантом Нью-Йоркского научного центра США по кинетике многофазных гетерогенных технологических процессов, переводчиком и редактором ВИНТИ (немецкий, английский, французский, японский языки).

Проф. В.А. Реутский опубликовал более 200 научных работ, был автором более 50 авторских свидетельств и патентов, соавтором открытия в области кинетики многофазных процессов; он подготовил несколько десятков кандидатов наук, многие из которых заняли ведущее положение в отраслевой науке, на предприятиях и организациях ряда стран, в том числе в постсоветское время (Россия, Украина, Белоруссия, Казахстан, Грузия, Узбекистан, Чехословакия, Монголия, Китай и др.). В.А. Реутский был автором многих статей, опубликованных в журнале "Известия вузов. Технология текстильной промышленности".

В.А. Реутский отличался энциклопедическими знаниями, в совершенстве владел стенографией, двенадцатью языками и в то же время отличался необыкновенной скромностью, добротой, человечностью, кристальной честностью.

Все, кому посчастливилось работать с В.А. Реутским, относились к нему с большой любовью и уважением.

Светлая память о Валентине Андреевиче Реутском навсегда сохранится в сердцах его многочисленных учеников, соратников и друзей.

Ректорат Московского государственного текстильного университета им. А.Н. Косыгина, коллектив кафедры ПАХТ и БЖД,

Редколлегия и редакция журнала «Известия вузов. Технология текстильной промышленности».

**ПАМЯТИ ФЕДОРА МИХАЙЛОВИЧА ПЛЕХАНОВА**

2 февраля 2011 года доктору технических наук, профессору Федору Михайловичу Плеханову исполнилось бы 80 лет. Ф.М. Плеханов родился в 1931 году в деревне Ломы Палехского района Ивановской области. В 1940 году пошел учиться в начальную школу в Ломах и после окончания в 1947 году Понькинской средней школы поступил в Шуйский индустриальный техникум. После окончания техникума работал на фабрике имени Абельмана в Коврове Владимирской области – до 1952 года ремонтником ткацкого оборудования, а затем мастером по ремонту ткацкого оборудования. Там же, в Коврове, закончил 10-й класс школы рабочей молодежи. С 1954 по 1959 годы – студент Ивановского текстильного института имени М.В. Фрунзе. В 1957 году – участник Международного фестиваля молодежи и студентов в г. Москве. После окончания института по распределению работал мастером РМО, ремонтником трепального, затем чесального, ленточного и прядильного цехов. По поручению председателя Госплана СССР А.Н. Косыгина инспектировал в начале 60-х годов в Средней Азии хлопкозаготовки в Узбекской ССР.

Производственную деятельность старшего инженера технического отдела хлопчатобумажной фабрики "Шуйский пролетарий" Ф.М. Плеханов сочетал с преподавательской деятельностью в Шуйском индустриальном техникуме. За рационализаторскую и изобретательскую деятельность, реализацию предложенных им проектов механизации и автоматизации технологических процессов Ф. М. Плеханов был на-



гражден Серебряной медалью ВДНХ СССР. В 1964 году Ф. М. Плеханов был переведен заместителем главного инженера на Шуйско-Тезинскую фабрику. С 1966 года – главный инженер фабрики "Шуйский пролетарий" (современное название "Ритекс", г. Шуя Ивановской области).

В 1970 году в Костромском технологическом институте Ф.М. Плеханов защитил диссертацию на тему "Исследование и разработка новых спосо-

бов питания машин разрыхлительно-трепального агрегата при вводе в смеску очищенных компонентов и химических волокон в малых количествах".

С 1970 года Ф.М. Плеханов назначается на должность заместителя начальника планово-производственного управления Минлегпрома РСФСР, а с 1973 года по 1997 он – директор Московской хлопчатобумажной фабрики имени М.В. Фрунзе (с 1992 года – Государственное предприятие "Даниловская мануфактура"). Под его руководством впервые в текстильной промышленности осуществлена реконструкция фабрики с вводом пневмомеханического прядения и пневморяпирного ткачества, осуществлена комплексная механизация и автоматизация технологических процессов.

Ф.М. Плеханов был опытным организатором и руководителем производства, высококвалифицированным и технически грамотным специалистом. Возглавляемое им предприятие на протяжении нескольких лет ежегодно занимало классные места во всесоюзных и республиканских социалистических соревнованиях по отрасли.

Диссертацию доктора технических наук на тему "Комплексное исследование технологической проблемы повышения эффективности и стабилизации пневмомеханического процесса хлопкопрядения" Федор Михайлович защитил в 1979 году в Московском ордена Трудового Красного Знамени текстильном институте.

Ф.М. Плеханов вел большую научную работу, им опубликованы более 100 научных работ, в том числе – 25 авторских свидетельств, 16 монографий, он награжден золотой, серебряной и бронзовой медалями ВДНХ. С 1981 года Ф.М. Плеханов возглавлял организованный им филиал кафедры прядения хлопка МТИ на производстве. Вел большую общественную работу: был членом экспертного совета ВАК СССР при Совете Министров СССР, секции Совета при Совете Министров СССР по присуждению государственных премий, член Президиума Центрального правления НТО Минлегпрома, член редакционной коллегии журнала "Текстильная промышленность", член ученого совета Московского текстильного института. Ф.М. Плеханов неоднократно избирался депутатом районного совета народных депутатов Советского района и Моссовета г. Москвы, он награжден орденом "Знак Почета", ему присвоены почетные звания "Заслуженный рационализатор РСФСР", "Заслуженный

работник легкой и текстильной промышленности РСФСР".

О своем интересном жизненном пути Ф.М. Плеханов рассказал на страницах книги "Жизнь глазами директора", изданной на личные средства автора в 2009 году в издательстве "Новая "Ивановская газета"". Презентация книги проходила в редакции газеты "Шуйские известия" в январе 2010 года.

26 апреля 2010 года на 80-м году скоротостижно остановилась земная жизнь Федора Михайловича Плеханова. Много сил отняла бурная и кипучая деятельность, его высочайшая активная жизненная позиция. Сказалась и самоотверженная, на протяжении почти четверти века, работа руководителем крупного предприятия, и его спортивные достижения: в молодости Федор Михайлович был чемпионом Верхневолжского совнархоза по лыжам, легко мог жонглировать двухпудовыми гирями. Похоронен Ф.М. Плеханов на Родине, на семейном кладбище под известным иконописным селом Палех. В Свято-Знаменской церкви (построена в 1804 г.) села Красное его крестили, в ней он венчался, здесь же прошло и его отпевание.

В память о Ф. М. Плеханове его родные и близкие назвали Федором внука, родившегося 11 января 2011 года.

**Редколлегия и редакция журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности"**

СОДЕРЖАНИЕ

**Экономика и организация производства**

<i>Сомкова М.Ю., Пахомов А.А., Фирсов А.В.</i> Оптимизация производственной программы с учетом линейной ценовой функции спроса .....	5
<i>Степанова С.М., Горинова С.В.</i> Интеграционное управление как необходимое условие развития промышленного регионального текстильного комплекса .....	7

**Текстильное материаловедение**

<i>Степанова Т.Ю., Сахарова С.Г.</i> Модификация фрикционных свойств комплексных полиэфирных нитей путем их эмульсирования .....	12
<i>Стенюгина О.В., Синяева И.Н., Гусева Ю.П.</i> Исследование капиллярности хлопчатобумажной пряжи .....	14

**Первичная обработка. Сырье**

<i>Баринов А.А., Маянский С.Е.</i> Влияние ширины слоя стеблей льна на его оптимальное расположение перед мяльно-трепальным агрегатом .....	17
<i>Вихарев С.М., Федосова Н.М.</i> Особенности нагружения сырца в начале трепальной секции .....	19
<i>Васильев Ю.В., Пашин Е.Л., Киселёв Н.В.</i> Исследование свойств стланцевой льняной тресты от влажности в разных зонах по длине стеблей .....	22
<i>Корабельников А.Р., [Корабельников Р.В.] Лебедев Д.А.</i> Теоретические аспекты механизма выделения сорных частиц из волокнистого материала при сдвигании слоев (разрезении) .....	24

**Прядение**

<i>Степнов Н.В., Смирнов А.С.</i> Исследование распределения натяжения волокон в треугольнике кручения .....	29
--	----

**Ткачество**

<i>Керимов С.Г.</i> Аналитический метод проектирования и анализа структур тканей с учетом порядка фазы их строения .....	34
<i>Николаев С.Д., Панин М.И., Панин И.Н.</i> Исследование прочностных характеристик мотальных паковок специального назначения с помощью разверток .....	40
<i>Юхин С.С., Ершова Е.С.</i> Способ получения непрерывного извилистого порового канала в мотальных паковках спиралевидной намотки .....	44

**Отделка**

<i>Якунин Н.А.</i> Термоактивируемое "зондовое" крашение тканей из целлюлозных волокон .....	48
<i>Циркина О.Г., Ермолаев М.Б.</i> Прогнозирование воздействия поля ТВЧ на эффективность протекания химико-текстильных процессов отделочного производства .....	51
<i>Владимирцева Е.Л., Шарнина Л.В., Блиничева И.Б., Егорова Ю.А., Желнова А.С.</i> Исследование сорбции алюмосиликатов шерстяным волокном .....	55
<i>Измайлов Б.А., Васнев В.А., Родловская Е.Н., Ямбулатова О.В., Уваров Б.А.</i> Алкоксисиланы с 3,5-дихлорпиридинсодержащими группами для защиты текстильных материалов от биоповреждений .....	58

**Технология нетканых материалов**

<i>Козлятникова Е.М., Горчакова В.М., Измайлов Б.А.</i> Нетканые материалы, обладающие биоцидными свойствами. Иммунизация феноксиэтанола на поверхности волокна .....	61
<i>Полякова Е.В., Иванов С.М., Шмелева Т.В., Сизов А.А., Волынкин О.Н.</i> Разработка модуля предварительного разрыхления машины для регенерации отходов .....	65

## Трикотажное производство

<i>Кудрявин Л.А., Беляев О.Ф., Заваруев В.А., Котович О.С.</i> Применение нелинейной теории упругости к расчету двумерной деформации трикотажа .....	69
<i>Желтиков М.В., Колесникова Е.Н., Муракаева Т.В.</i> Электромагнитные системы для перемещения игл на плосковязальных машинах .....	73

## Текстильные машины и агрегаты

<i>Башишин П.А.</i> Высокоскоростной бобинодержатель фрикционного типа .....	77
--	----

## Автоматизация технологических процессов

<i>Козлов А.Б., Рыжкова Е.А.</i> К вопросу о построении структурной схемы системы автоматического управления погрузочно-разгрузочными устройствами .....	80
<i>Макаров А.А., Ганявин В.А., Битус Е.И.</i> Построение имитационной модели электромеханической системы управления силой чесания волокон на гребнечесальной машине .....	83

## Экология и промтеплоэнергетика

<i>Кочетов Л.М., Сажин Б.С., Сажина М.Б., Тюрин М.П.</i> Гидродинамика вихревой сушилки для волоконобразующих полимеров .....	88
---	----

## Информационные технологии

<i>Яковлева Н.Б., Каршакова Л.Б.</i> Программированное формообразование текстильных объектов .....	93
<i>Забродин Д.А., Севостьянов П.А.</i> Моделирование изменения функциональности специальных тканей с использованием методов теории надежности .....	96
<i>Лысова М.А., Гусев Б.Н., Коробов Н.А.</i> Исследование метода компьютерного определения плотности прошивки многослойных текстильных полотен .....	99

## Механика нити и полотен

<i>Моторин Л.В., Степанов О.С., Братолобова Е.В.</i> Математическая модель для прочностного расчета напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии .....	103
--	-----

## Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

<i>Сидорова Т.П., Павлов Н.Н., Алексанян К.Г., Забула Т.С.</i> Проблемы преподавания химии студентам технологических специальностей текстильных вузов .....	110
<i>Лукашова Т.А.</i> Совершенствование организации управления производственными коллективами на базе интегрированного подхода .....	113
<i>Сачков О.В.</i> Технология получения дублированных теплошумоизолирующих материалов НО-Л-1А .....	116
<i>Иванова О.В., Воронова Л.В., Смирнова Н.А.</i> Проектирование ниспадающих драпировок текстильных полотен для интерьера .....	120
Памяти Валентина Андреевича Реутского .....	123
Памяти Федора Михайловича Плеханова .....	124
Список статей, опубликованных в номерах 1...8 журнала за 2010 год .....	130

## CONTENTS

### Economics and Production Planning

<i>Somkova M.Ju., Pahomov A.A., Firsov A.V.</i> Optimisation of the Production Program Taking into Account a Linear Price Function of the Demand .....	5
<i>Stepanova S.M., Gorinova S.V.</i> Integration Management as the Requirement for the Development of the Textile Industry Regional System .....	7

## Textile Materials

<i>Stepanova T.Ju., Saharova S.G.</i> Modification of the Friction Properties of Complex Polyester Threads by their Emulsifying .....	12
<i>Stenjugina O.V., Sinjaeva I.N., Guseva Ju.P.</i> Research of the Cotton Yarn Capillarity .....	14

### Preliminary Treatment. Raw Materials

<i>Barinov A.A., Majanskij S.E.</i> Influence of the Width of a Flax Stalks Layer on its Optimum Arrangement before Breaking and Scutching .....	17
<i>Viharev S.M., Fedosova N.M.</i> Features of Loading of a Raw at the Beginning of Scutching Section .....	19
<i>Vasiljev Ju.V., Pashin E.L., Kiselyov N.V.</i> Research of the Properties of a Linen Straw Depending on Humidity in Different Zones Endways the Salks .....	22
<i>Korabelnikov A.R., [Korabelnikov R.V.] Lebedev D.A.</i> Theoretical Aspects of the Mechanism of Weedy Particles Allocation Out of a Fibrous Material when Moving the Layers (Depression) .....	24

### Spinning

<i>Stepnov N.V., Smirnov A.S.</i> Research of Distribution of a Fibers Tension in a Spinning Triangle .....	29
---	----

### Weaving

<i>Kerimov S.G.</i> Analytical Method of Designing and the Analysis of Fabrics Structures of Taking into Account the Order of Their Structure Stage .....	34
<i>Nikolayev S.D., Panin M.I., Panin I.N.</i> Research of Strength Properties of Winding Packages of a Special Purpose by Means of Sweeping .....	40
<i>Juhin S.S., Ershova E.S.</i> Method of Production of the Continuous Tortuous Pore Channel in Reeling Packages of Spiral Wind Bobbins .....	44

### Finishing

<i>Yakunin N.A.</i> Thermoactivated «Probe» Dyeing of Fabrics from Cellulose Fibers .....	48
<i>Tsirkina O.G., Yermolaev M.B.</i> Forecasting of High Frequency Field for Efficiency of Chemical and Textile Processes of Finishing Production .....	51
<i>Vladimirtseva E.L., Sharnina L.V., Blinicheva I.B., Egorova Ju.A., Zhelnova A.S.</i> Research of Alumosilicates Sorption by a Woollen Fiber .....	55
<i>Izmaylov B.A., Vasnev V.A., Rodlovskaya E.N., Jambulatova O.V., Uvarov B.A.</i> Alkoxysilanes with 3,5-dichloropyridinecontaining Groups for Protection of Textile Materials from Biodeterioration .....	58

### Technology of Non-Wovens

<i>Kozljatnikova E.M., Gorchakova V.M., Izmaylov B.A.</i> The Nonwoven Possessing Biocide Properties. Immobilisation of Phenoxyethanol on a Fiber Surface .....	61
<i>Poljakova E.V., Ivanov S.M., Shmeleva T.V., Sizov A.A., Volynkin O.N.</i> Exploitation of the Preliminary Shredding Module of the Machine for Waste Regeneration .....	65

### Knitting

<i>Kudrjavina L.A., Beljaev O.F., Zavaruev V.A., Kotovich O.S.</i> Application of the Nonlinear Theory of Elasticity to the Calculation of Two-Dimensional Deformation of Jersey .....	69
<i>Zheltikov M.V., Kolesnikova E.N., Murakaeva T.V.</i> Electromagnetic Systems for Needles Movement in Flat Knitting Machines .....	73

### Textile Machines and Aggregates

<i>Bashashin P.A.</i> High-Speed Bobbin Holder of a Friction Type .....	77
---	----

### Automation of Technological Processes

<i>Kozlov A.B., Ryzhkova E.A.</i> On the Issue of Construction of the Block Diagramme of the Automatic Control System of Cargo Handling and Transport Devices .....	80
---	----



<i>Makarov A.A., Ganjavin V.A., Bitus E.I.</i> Construction of the Imitative Model of an Electromechanical Control System of Fiber Combing Force at a Combing Machine .....	83
---	----

### **Ecology and Industrial Heat Engineering**

<i>Kochetov L.M., Sazhin B.S., Sazhina M.B., Tyurin M.P.</i> Hydrodynamics of a Vortex Drying Machine for Fibre-Forming Polymers .....	88
--	----

### **Information Technologies**

<i>Jakovleva N.B., Karshakova L.B.</i> The Programmed Forming of Textile Objects .....	93
<i>Zabrodin D.A., Sevostjanov P.A.</i> Modelling of Change of Special Fabrics' Functionality Using the Reliability Theory Methods .....	96
<i>Lysova M.A., Gusev B.N., Korobov N.A.</i> Research of the Method of the Computer Test of the Insertion Density of Multilayer Textile Canvases .....	99

### **Mechanics of Threads and Fabrics**

<i>Motorin L.V., Stepanov O.S., Bratoljubova E.V.</i> Mathematical Model for the Strength Account of Pressure Fire Hoses under Hydraulic Influence .....	103
--	-----

### **Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items**

<i>Sidorova T.P., Pavlov N.N., Aleksanjan K.G., Zabula T.S.</i> Problems of Teaching Chemistry to the Students of Technological Specialities of Textile Higher Schools .....	110
<i>Lukashova T.A.</i> Improvement of Industrial Teams Management Organization on the Basis of the Integrated Approach .....	113
<i>Sachkov O.V.</i> Technology of Production of Laminated Heat- and Noise-Insulating Materials NO-L-1A ...	116
<i>Ivanova O.V., Voronova L.V., Smirnova N.A.</i> Designing of Fall Down Hangings of Textile Canvases for an Interior .....	120
In Memory of Valentine Andreevich Reutsky .....	123
In Memory of Feodor Mihajlovich Plehanov .....	124
List of the Articles, Published in the Magazines 1...8 2010 Year .....	130

**Список статей, опубликованных  
в номерах 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8 журнала за 2010 год**

80 лет Московскому государственному университету дизайна и технологии! ..... №2

**Экономика и организация производства**

- Фомин Б.М., Макеев В.К., Малафеева И.Г.* Стратегия модернизации экономики отраслей текстильной и легкой промышленности России ..... №1
- Агеев А.В., Зосимов М.В., Травин Г.М., Хайлова О.В.* Экономические аспекты управления техническим состоянием технологического оборудования ..... №1
- Иванников А.И., Пирогов К.М.* Информационные технологии как инструмент управления текстильным производством нового поколения. Концепция функциональной архитектуры ..... №2
- Темнова Н.К., Марков К.М., Липинская П.С.* Совершенствование организации складской логистики текстильного предприятия ..... №2
- Зернова Л.Е., Саган Е.И.* Методический подход к определению кредитоспособности предприятия ..... №3
- Юхин А.С., Оленева О.С.* Особенности планирования производства на заказ ..... №3
- Сайдаева А.С., Политова Р.В.* Основные проблемы антикризисного управления на предприятии .. №3
- Иванников А.И., Пирогов К.М.* Пакетно-модульная функциональная архитектура автоматизации управления текстильным производством ..... №4
- Тихонова Е.Ю., Пантелеева Н.Д.* Техническое перевооружение льняных предприятий – важнейшее направление выхода их из кризиса ..... №5
- Юхина Е.А., Юхин А.С.* Ассортиментная гибкость и эффективность текстильного производства ... №6
- Иванников А.И., Пирогов К.М.* Концепция информационного обеспечения текстильного кластера Ивановского региона ..... №7
- Сомкова М.Ю., Пахомов А.А., Фирсов А.В.* Оптимизация производственной программы с учетом линейной ценовой функции спроса ..... №8
- Степанова С.М., Горина С.В.* Интеграционное управление как необходимое условие развития промышленного регионального текстильного комплекса ..... №8

**Текстильное материаловедение**

- Чагина Л.Л., Смирнова Н.А., Землякова И.В.* Влияние модуля петли на показатели свойств льняных трикотажных полотен ..... №1
- Митихин В.Г., Углов А.В.* Ранжирование свойств текстильных материалов с использованием ранговых оценок и процедур анализа иерархий ..... №1
- Стенюгина О.В., Матрохин А.Ю., Ломакина И.А., Гусев Б.Н.* Совершенствование методики выявления несоответствующей продукции в отделочном производстве ..... №1
- Курамышин А.Р., Родионов В.А.* Исследование механических свойств электропроводящих нитей ... №2
- Матрохин А.Ю., Шаломин О.А., Круглов А.В., Гусев Б.Н.* Метрологическая оценка показателя зрелости хлопковых волокон ..... №2
- Бойко С.В., Смирнова Н.А., Замышляева В.В., Лапшин В.В.* Моделирование процесса восстановления ткани после изгиба ..... №2
- Лисиенкова Л.Н., Кирсанова Е.А.* Анализ деформационного состояния материалов для одежды в условиях пространственного растяжения ..... №2
- Ким А.А., Курденкова А.В., Шустов Ю.С.* Исследование механических свойств тканей для изготовления бронежилетов ..... №2
- Анисимов Д.И., Кузнецов М.Ю., Кирюхин С.М.* Выбор определяющих показателей качества тканей для бронежилетов ..... №2

<i>Кузнецов М.Ю., Кирюхин С.М., Макарова Н.В.</i> Определяющие показатели качества парашютных тканей .....	№3
<i>Чернышева Г.М., Белкина С.Б.</i> Выбор методов для оценки качества технических тканей специального назначения .....	№4
<i>Московцев С.В., Кирюхин С.М., Горшкова С.С.</i> Исследование гидрофобности плащевых тканей ...	№4
<i>Лисиенкова Л.Н., Кирсанова Е.А.</i> Исследование деформационных свойств материалов для одежды методом циклического сжатия .....	№4
<i>Шустов Ю.С., Курденкова А.В., Ким А.А.</i> Прогнозирование разрывной нагрузки тканей для изготовления бронежилетов .....	№4
<i>Чебунькина Т.А., Землякова И.В., Гусев В.А., Буров М.С.</i> Имитационное моделирование расположения металлических частиц на поверхности тканей .....	№5
<i>Чагина Л.Л., Смирнова Н.А., Вершинина А.В.</i> Исследование и учет деформационных свойств при проектировании одежды из льняных трикотажных полотен .....	№5
<i>Киселев А.М.</i> Математическое моделирование процесса сжатия волокнистых материалов в массе .	№5
<i>Шапочка Н.Н., Койтова Ж.Ю., Борисова Е.Н.</i> Анализ диаграмм растяжения различного овчинного полуфабриката .....	№5
<i>Секванова Л.А., Рыбакова Н.А.</i> Стохастическое моделирование неровноты пряжи по толщине ...	№5
<i>Егоров Н.В., Шербаков В.П.</i> Новый метод расчета жесткости нити при изгибе .....	№5
<i>Васильева В.Д., Дербишер В.Е., Гермашев И.В., Дербишер Е.В., Коляганова О.В.</i> Построение комплексного показателя качества текстильных материалов .....	№6
<i>Матрохин А.Ю., Шаломин О.А., Круглов А.В., Гусев Б.Н.</i> Моделирование поперечного сечения хлопковых волокон различного уровня зрелости .....	№6
<i>Степанова Т.Ю., Сахарова С.Г.</i> Модификация фрикционных свойств комплексных полиэфирных нитей путем их эмульсирования .....	№8
<i>Стенюгина О.В., Синяева И.Н., Гусева Ю.П.</i> Исследование капиллярности хлопчатобумажной пряжи .....	№8

### **Первичная обработка. Сырье**

<i>Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Лебедев Д.А.</i> Основы выбора операций при очистке короткоштапельного волокна (хлопка, льна) .....	№1
<i>Маянский С.Е., Енин М.С., Пашин Е.Л.</i> Исследование параметров движения пряжи льняного сырца в зоне ее зажима при одностороннем трепании .....	№1
<i>Енин М.С., Разин С.Н., Пашин Е.Л., Маянский С.Е.</i> Оценка влияния параметров обработки и свойств льняной пряжи на условия ее схода с рабочей кромки била в процессе трепания .....	№2
<i>Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Лебедев Д.А.</i> Теоретические предпосылки изучения процесса перемещения (миграции) инородных примесей в волокнистой массе .....	№2
<i>Пашин Е.Л., Жукова С.В., Пашина Л.В., Степанов Г.С.</i> Исследование морфологических и технологических свойств стеблей новых сортов конопли .....	№4
<i>Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Лебедев Д.А.</i> Условия перемещения сорных частиц в волокнистой массе .....	№4
<i>Новиков Э.В., Безбабченко А.В., Апыхин А.П., Романов В.А.</i> Изучение высоты слоя тресты на транспортере сушильной машины в зависимости от плотности загрузки, длины стеблей и схемы их расположения .....	№4
<i>Вихарев С.М., Федосова Н.М.</i> Особенности ввода льносырца в конусные части трепальных барабанов и их влияние на процесс обработки .....	№4
<i>Васильев Ю.В., Киселёв Н.В., Пашин Е.Л.</i> Компьютерная модель сушки слоя льняной тресты .....	№5
<i>Маянский С.Е., Пашин Е.Л., Смирнов А.В.</i> Вероятностная оценка угловой дезориентации стеблей при слоеутонении .....	№5
<i>Вихарев С.М., Федосова Н.М.</i> Влияние технологических параметров процесса трепания на его интенсивность .....	№5
<i>Енин М.С.</i> Изменение параметров прядей льняного сырца после их распрямления перед трепанием .....	№5
<i>Корабельников А.В., Алимова Х.А., Усманова Ш.А.</i> Автоматизированное сортировочное устройство коконов по оттеночности цвета оболочки на базе МКК-1 .....	№5
<i>Федосова Н.М., Вихарев С.М., Болонкин В.А.</i> Комплексная оценка качества льна .....	№6
<i>Маянский С.Е., Пашин Е.Л.</i> Обоснование рационального расположения зубчатых дисков в машине для утонения слоя стеблей льна .....	№6
<i>Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Лебедев Д.А., Чигасов А.Е.</i> Особенности воздействия на сорные частицы в волокнистой массе при обработке ее в вальцах .....	№6
<i>Вихарев С.М., Федосова Н.М.</i> Моделирование процесса переработки льняного сырья путем применения теории случайных процессов .....	№7

<i>Енин М.С., Маянский С.Е., Пашин Е.Л.</i> Моделирование движения свободного участка пряжи льносырца по кромке тыльной планки барабана при одностороннем трепании .....	№7
<i>Корабельников А.Р., [Корабельников Р.В.]</i> Повышение эффективности подготовки короткоштатпельного льняного волокна к утонению и очистке .....	№7
<i>Баринов А.А., Маянский С.Е.</i> Влияние ширины слоя стеблей льна на его оптимальное расположение перед мяльно-трепальным агрегатом .....	№8
<i>Вихарев С.М., Федосова Н.М.</i> Особенности нагружения сырца в начале трепальной секции .....	№8
<i>Васильев Ю.В., Пашин Е.Л., Киселёв Н.В.</i> Исследование свойств стланцевой льняной тресты от влажности в разных зонах по длине стеблей .....	№8
<i>Корабельников А.Р., [Корабельников Р.В.], Лебедев Д.А.</i> Теоретические аспекты механизма выделения сорных частиц из волокнистого материала при сдвигании слоев (разрежении) .....	№8

### Прядение

<i>Дмитриев О.Ю., Одинаев А.Д., Носкова С.А.</i> Исследование влияния различных факторов на установку сменного шкива для привода в движение дискретизирующего барабанчика .....	№1
<i>Степнов Н.В., Смирнов А.С.</i> Методика определения натяжения мычки на выпуске вытяжного прибора кольцевой прядильной машины .....	№1
<i>Мовшович П.М., Разумеев К.Э., Павлюченко Е.В.</i> Изменение крутки в 1-й зоне (способ РКН) .....	№1
<i>Столяров А.А.</i> Аналитическое исследование влияния геометрических параметров и формы уплотнителей на плотность продуктов прядения .....	№1
<i>Пестовская Е.А.</i> К вопросу о природе релаксации деформации в процессе вытягивания ровницы в мокром прядении льна .....	№1
<i>Мовшович П.М., Разумеев К.Э., Павлюченко Е.В.</i> Силовое воздействие на пряжу в зоне КН при способе РКН .....	№2
<i>Громов С.С.</i> Автоматическая система регулирования кардочесальной машины при переработке двухкомпонентных смесок .....	№3
<i>Щепуржинская З.Р., Капитанов А.Ф.</i> Определение расхода флюка при получении флюкированной нити .....	№4
<i>Кузнецова Н.С., Телицын А.А., Ильин Л.С.</i> Исследование процесса формирования СК-продукта из однородных компонентов в несимметричном АКУ при разных давлениях в рабочих камерах .....	№5
<i>Столяров А.А.</i> Устройство для вырезания образца крученных нитей и измерения их параметров .....	№6
<i>Симоныч В.О., Андропова Е.В.</i> Критерии SCI типовых сортировок хлопка .....	№7
<i>Столяров Анатолий А., Павлов Ю.В., Столяров Алексей А.</i> Аналитическое и экспериментальное определение оптимального угла перегиба нити в нитепроводнике кольцевой прядильной машины .....	№7
<i>Степнов Н.В., Смирнов А.С.</i> Исследование распределения натяжения волокон в треугольнике кручения .....	№8

### Ткачество

<i>Заздравных В.С., Юхин С.С.</i> Разработка оптимальных технологических параметров выработки многослойных тканых структур для фильтров .....	№1
<i>Черняева О.Е., Карева Т.Ю.</i> Сравнительное исследование напряженности конструктивно-заправочной линии нитей основы в процессе выработки баллистической ткани на станках СТБ и DORNIER .....	№1
<i>Николаев С.Д., Панин И.Н., Цимбалюк Е.П., Бояркина М.А.</i> О структуре диспергирующего слоя пневматических аэраторов "Пантекс" .....	№2
<i>Селиверстов В.Ю., Гречухин А.П., Петров И.Н.</i> Взаимосвязь размеров зева с максимально возможной толщиной слоисто-каркасных тканей .....	№2
<i>Землякова И.В., Сокова Г.Г.</i> Метод формализованного представления процесса проектирования ткани по заданным параметрам, основанный на теоретико-множественных представлениях параметров тканей .....	№2
<i>Малецкая С.В., Шаталина Д.А.</i> Методика определения параметров узора для тканей репсового переплетения .....	№2
<i>Черняева О.Е., Карева Т.Ю.</i> Оптимизация процесса формирования ткани баллистического назначения из арамидных нитей на станке DORNIER с целью повышения ее бронезащитных свойств .....	№2
<i>Павлихина И.Ю., Сумарукова Р.И., Николаев С.Д.</i> Разработка многослойных кремнеземных тканей разреженных структур .....	№3
<i>Сергеев В.Т.</i> Перспективные многослойные ткани .....	№3
<i>Иноземцева Н.А.</i> Расчет параметров строения тканей на ЭВМ .....	№3
<i>Михеева Н.А., Парфенов О.В.</i> Прогнозирование обрывности основных и уточных нитей на ткацком станке .....	№3

Слугин Алексей И., Слугин Андрей И. Исследование влияния вида переплетения ткани на натяжные нити основы в процессе изготовления арамидных тканей из пряжи, полученной из вторичных материалов .....	№3
Егоров Н.В., Щербаков В.П. Определение параметров строения арамидных огнезащитных тканей .....	№3
Шлыков А.С., Быкадоров Р.В., Воронин С.Ю. О погрешности подачи основы на ткацком станке СТБ Феодорова Е.Е., Ятченко О.Ф., Грищенко В.А. Разработка и исследование образцов тканей под мембранное покрытие .....	№4
Брут-Бруляко А.Б., Антипина Е.А., Таратин М.Ю. Влияние положения груза противовеса на плотность намотки цилиндрической бобины .....	№5
Гречухин А. П., Селиверстов В. Ю. Способ построения профиля нити в ткани .....	№5
Королева М.Л., Рудовский П.Н., Мининкова И.В., Лапшин В.В. Определение оптимальных параметров наладки основных и уточных механизмов при формировании растяжимых льносодержащих тканей .....	№5
Саввин О.А., Герасимова С.Ф. Определение приведенной длины ткани в рабочей зоне ткацкого станка .....	№5
Егоров Н.В., Щербаков В.П. Исследование свойств нитей Русар для изготовления технических тканей .....	№6
Иноземцева Н.А., Николаев С.Д. Расчет обрывности нитей основы и утка на ткацком станке .....	№6
Николаев С.Д., Малецкий В.В. Новые способы совмещения нескольких переплетений .....	№7
Керимов С.Г. Аналитический метод проектирования и анализа структур тканей с учетом порядка фазы их строения .....	№8
Николаев С.Д., Панин М.И., Панин И.Н. Исследование прочностных характеристик мотальных паковок специального назначения с помощью разверток .....	№8
Юхин С.С., Ершова Е.С. Способ получения непрерывного извилистого порового канала в мотальных паковках спиралевидной намотки .....	№8

## Отделка

Почеховская Н.Н., Третьякова А.Е., Сафонов В.В. Совершенствование технологии художественной росписи текстильных материалов в присутствии металлосодержащих соединений .....	№1
Агеев А.А., Волков В.А., Щукина Е.Л., Егорова О.С. Адсорбция неионогенных ПАВ на поверхности волокон и ее влияние на электрокинетический потенциал .....	№1
Некрасова В.Н., Щеглова Т.Л., Белокурова О.А. Эффективная пористая загустка для пигментной печати .....	№1
Циркина О.Г., Никифоров А.Л., Удалов М.В. Моделирование процессов диэлектрического нагрева полимерных материалов в ВЧ/СВЧ-полях .....	№1
Блиничева И.Б., Шарнина Л.В. Технология совмещенного крашения и заключительной отделки хлопчатобумажных тканей .....	№1
Тараканова Л.И., Волков В.А., Сафонов В.В., Щукина Е.Л., Ушкаров В.И., Станкевич Г.С. Адсорбция метилфтороглюцина на поверхности шерстяных и смесовых волокон и ее влияние на электрокинетический потенциал .....	№2
Корнилова Н.А., Липатова И.М. Влияние интенсивных механических воздействий на технологические свойства хитозановых аппретов .....	№2
Удалов М.В., Циркина О.Г., Никифоров А.Л. Использование энергии электромагнитных колебаний для фиксации активных бифункциональных красителей на целлюлозосодержащих материалах ...	№2
Агеев А.А., Волков В.А., Щукина Е.Л., Егорова О.С. Влияние рН среды на адсорбцию фторсодержащих поверхностно-активных веществ на хлопковых волокнах .....	№3
Тараканова Л.И., Станкевич Г.С. Использование метилфтороглюцина в процессах колорирования путем образования нерастворимых азокрасителей на поверхности белковой ткани .....	№3
Почеховская Н.Н., Третьякова А.Е. Исследование процессов крашения натурального шелка прямыми красителями в присутствии катионов редкоземельных элементов .....	№3
Заводчикова А.А., Сафонов В.В., Иванов В.Б. Наноструктурированные пигменты для колорирования текстильных материалов: цветометрические характеристики в полимерных матрицах и устойчивость к действию света .....	№3
Масленникова А.В., Баранцев В.М., Павлов Н.Н., Меньшова И.И. Оксидные катализаторы на волокнистых носителях для фотохимической очистки сточных вод отделочного производства .....	№3
Кобраков К.И., Неборако О.Ю., Оленев Н.С. Интенсификация процесса колорирования ткани красителями растительного происхождения действием микроволнового излучения .....	№3
Борисова М.Н., Измайлов Б.А., Сафонов В.В., Васнев В.А., Родловская Е.Н. Колорирование текстильных материалов с помощью люминесцирующих органосилоксановых полимерных покрытий ....	№4
Маркова О.Ю., Лобанова Л.А., Курьшикина Е.А. Сравнительный анализ свойств активных моно- и бифункциональных красителей .....	№4

<i>Некрасова В.Н., Щеглова Т.Л., Белокурова О.А.</i> Новые низкоконцентрированные загустки для активных красителей .....	№4
<i>Кобраков К.И., Станкевич Г.С., Александян К.Г.</i> Синтез и исследование некоторых производных 3,4'-диаминодифенилкетон в качестве полупродуктов или красителей для текстильных материалов	№4
<i>Дрозун А.Е., Циркина О.Г., Никифоров А.Л.</i> Особенности процесса желирования ПВХ-пластизолой в поле токов высокой частоты при формировании полимерных покрытий на текстильных материалах .....	№4
<i>Кобраков К.И., Станкевич Г.С., Грукова О.П., Караваева Е.Б., Кузнецов Д.Н.</i> Синтез и свойства новых бисазокрасителей для текстильных материалов .....	№5
<i>Почеховская Н.Н., Третьякова А.Е., Сафонов В.В.</i> Модификация полиэфирного волокна в процессе крашения с использованием комплексообразующих соединений .....	№6
<i>Блинов М.Е., Чешкова А.В., Белякова Т.Н., Карпычева Н.Д.</i> Оптимизация концентрации пероксида водорода в процессе беления ферментативно обработанных хлопчатобумажных тканей .....	№6
<i>Захарченко А.С., Меленчук Е.В., Козлова О.В.</i> Эффективная технология совмещенного крашения и отделки текстильных материалов .....	№6
<i>Карев А.С., Чешкова А.В., Белякова Т.Н., Захарова И.М., Воронин А.М.</i> Влияние влажности короткого льняного волокна на процесс ферментно-механической котонизации .....	№7
<i>Меленчук Е.В., Захарченко А.С., Козлова О.В.</i> Технология крашения текстильных материалов пигментами .....	№7 №8
<i>Якунин Н.А.</i> Термоактивируемое "зондовое" крашение тканей из целлюлозных волокон .....	№8
<i>Циркина О.Г., Ермолаев М.Б.</i> Прогнозирование воздействия поля ТВЧ на эффективность протекания химико-текстильных процессов отделочного производства .....	№8
<i>Владимирцева Е.Л., Шарнина Л.В., Блиничева И.Б., Егорова Ю.А., Желнова А.С.</i> Исследование сорбции алюмосиликатов шерстяным волокном .....	№8
<i>Измайлов Б.А., Васнев В.А., Родловская Е.Н., Ямбулатова О.В., Уваров Б.А.</i> Алкоксисиланы с 3,5-дихлорпиримидинсодержащими группами для защиты текстильных материалов от биоповреждений .....	№8

### **Технология нетканых материалов**

<i>Иванов О.М.</i> Модель процесса осаждения заряженного ворса в технологии электрофлокирования	№1
<i>Горчакова В.М., Мухамеджанов М.Г.</i> Влияние термообработки на фильтрующую способность нетканых иглопробивных полотен .....	№1
<i>Сергеенков А.П., Сухова Т.В.</i> Анализ причинно-следственных связей при изготовлении холстопршивных полотен .....	№2
<i>Башкова Г.В., Башков А.П., Алешина Д.А., Журавлева И.А.</i> Фильтрация воздуха через многослойные текстильные структуры с учетом механической нагрузки .....	№2
<i>Егупова С.А., Горчакова В.М.</i> Улучшающая регенерацию антиадгезионная отделка нетканых иглопробивных фильтрующих материалов .....	№3
<i>Голикова О.А., Малюкова Е.Б., Горчакова В.М., Фомин В.Н., Белокурова Г.Б., Булычев Н.А.</i> Влияние природы пропиточных композиций и условий их приготовления на свойства нетканых материалов .....	№4
<i>Сачков О.В., Чистобородов Г.И.</i> Исследование звукоизоляционных свойств новых дублированных материалов на основе нетканого полотна .....	№5
<i>Ерофеев О.О., Волощик Т.Е., Козинда З.Ю.</i> Исследование свойств иглопробивных материалов из термостойких волокон .....	№6
<i>Иванов О.М., Павлова Е.С.</i> Анализ влияния технологических параметров процесса флокирования на его производительность .....	№7
<i>Козлятникова Е.М., Горчакова В.М., Измайлов Б.А.</i> Нетканые материалы, обладающие биоцидными свойствами. Имобилизация феноксиэтанола на поверхности волокна .....	№8
<i>Полякова Е.В., Иванов С.М., Шмелева Т.В., Сизов А.А., Волюнкин О.Н.</i> Разработка модуля предварительного разрыхления машины для регенерации отходов .....	№8

### **Трикотажное производство**

<i>Ржавина А.В., Николаева Е.В., Смирнова А.В.</i> Разработка и исследование структур трикотажа с рисунчато-рельефным эффектом .....	№1
<i>Кудрявин Л.А., Пивкина С.И., Заваруев В.А.</i> Особенности образования структур и узоров на основовязальной машине с селекторно-индивидуальным способом отбора РОУ .....	№1
<i>Цитович И.Г., Спирина Ю.Б., Галушкина Н.В., Малюта В.В.</i> Обеспечение заданных требований по растяжимости чулочно-носочных изделий на основе контроля структурных параметров трикотажа	№2
<i>Заваруев В.А., Кудрявин Л.А., Беляев О.Ф.</i> Оценка эффективности использования нити для образования ячеек заданных размеров в структуре трикотажа .....	№2

<i>Желтиков М.В., Колесникова Е.Н.</i> Разработка параметров и характеристик электромагнитного привода игл трикотажной машины .....	№3
<i>Башкова Г.В., Башков А.П., Чистобородов Г.И., Алешина Д.А.</i> К вопросу о переработке пряжи из грубых волокон на трикотажных машинах .....	№4
<i>Банакоев Н.В., Крутикова В.Р., Безденежных А.Г.</i> Оценка частотных характеристик процесса вязания методом вейвлет-анализа .....	№5
<i>Ровинская Л.П., Арбузов А.А., Вигелина О.А.</i> Особенности проектирования технологических параметров структуры трикотажа при комбинированных заправках текстильных нитей .....	№6
<i>Цитович И.Г., Галушкина Н.В.</i> Формализованное описание трикотажных полотен регулярных структур как материального объекта .....	№7
<i>Кудрявин Л.А., Беляев О.Ф., Заваруев В.А., Котович О.С.</i> Применение нелинейной теории упругости к расчету двумерной деформации трикотажа .....	№8
<i>Желтиков М.В., Колесникова Е.Н., Муракаева Т.В.</i> Электромагнитные системы для перемещения игл на плосковязальных машинах .....	№8

### Швейное производство и дизайн

<i>Метелёва О.В., Сурикова М.В., Бондаренко Л.И.</i> Получение прочных клеевых соединений трудносклеиваемых материалов для швейных изделий .....	№1
<i>Бесчастнов П.Н., Каршакова Л.Б.</i> Использование компьютерной графики при обучении студентов по специальности "Художественное проектирование текстильных изделий" .....	№1
<i>Сурикова М.В., Метелёва О.В., Коваленко Е.И.</i> Повышение эффективности соединения материалов с разнородными свойствами .....	№2 №2
<i>Сидоренко Е.В., Сидоренко В.Ф.</i> Стиль и мода .....	№3
<i>Бесчастнов Н.П., Ткач Д.Г.</i> Сюжетный текстиль России и Франции первой половины XX века ....	№3
<i>Васин Ф.В., Стор И.Н.</i> Инновационные решения рекламного графического дизайна упаковки изделий текстильной и легкой промышленности в первом десятилетии XXI века .....	№3
<i>Садов А.К.</i> Графический дизайн и реклама .....	№3
<i>Лапутина М.В., Докучаева О.И.</i> Основные научные проблемы процесса художественного проектирования трикотажных изделий на основе закономерностей бионики .....	№3
<i>Рассолова Е.Ю.</i> Функциональные возможности и особенности дизайна ювелирных украшений в системе "костюм" в XXI веке .....	№3
<i>Буланова И.А., Козлова Т.В.</i> Анализ образа этнокультурного стереотипа в гармоничной системе человек – костюм в контексте композиционных решений художественного проектирования современного костюма .....	№4
<i>Бесчастнов Н.П., Ткач Д.Г.</i> Европейский сюжетный текстильный рисунок от эпохи Античности до XVIII века .....	№5
<i>Корнилович А.В., Киприна Л.Ю.</i> Применение процессного подхода при проектировании одежды для экстремальных видов спорта .....	№5
<i>Костюкова Ю.А., Бархатова И.С., Кожевникова Т.С.</i> Сказочный образ Снегурочки в дизайне сувенирной продукции .....	№6
<i>Лапутина М.В., Докучаева О.И.</i> Выявление новых возможностей проектирования современных трикотажных полотен и форм костюма на основе бионики .....	№7
<i>Ткач Д.Г.</i> Проектирование и производство сюжетного печатного текстиля во Франции в XIX веке .....	№7

### Текстильные машины и агрегаты

<i>Матвеева Е.Н., Кулемкин Ю.В.</i> Количественная оценка уровня модернизации текстильного оборудования .....	№1
<i>Башакин П.А., Коротеева Л.И.</i> Влияние колебаний бобинодержателя на линейную плотность минеральных нитей .....	№1
<i>Ширинкин М.А., Глазунов В.А., Палочкин С.В.</i> Разработка манипуляционного механизма параллельной структуры с четырьмя степенями свободы .....	№2
<i>Самсонов В.С.</i> Концепция выбора тканетранспортирующей системы отделочных машин роликового типа .....	№2
<i>Пирогов Д.А., Суров В.А.</i> Регулирование натяжения основных нитей на металлотаком станке СТР-100М-0,25 .....	№3
<i>Лушников С.В., Белый М.А.</i> Исследование движения главного вала ткацкого станка СТБ с учетом упругости ременной передачи .....	№3

Колягин А.Ю., Палочкин С.В. Конструкционное демпфирование в соединении шпули с насадкой шпинделя веретена .....	№4
Макаров В.А., Романов П.Г., Хозина Е.Н. Влияние конструктивных параметров ткацких машин на положение опушки ткани .....	№4
Суров В.А., Сосипатров Р.А., Тувин М.А. Анализ целесообразности использования трехцентровых кулачков в цепи подъема зубчатой рейки механизмов перемещения материала швейных машин .....	№4
Киселев Б.Р., Березин К.Г., Егоров С.А., Алешин Р.Р. Повышение работоспособности червячных механизмов применением металлоплакирующих смазок .....	№4
Капралов В.В., Никифорова Е.Н., Ситникова И.Н., Онинченко Д.А. О снижении гидродинамического сопротивления движению трикотажных игл в пазах игольниц .....	№5
Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В. Моделирование напряженно-деформированного состояния транспортирующих ремней трепальной машины .....	№5
Романов В.В., Титов С.Н., Ляич В.А. Совершенствование метода динамического анализа ткацкого станка .....	№5
Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Лебедев Д.А. Обоснование требований к переходным поверхностям (кромкам) рабочих органов машин для переработки натуральных волокон .....	№5
Букина С.В. Расчет минимально необходимого усилия затяжки резьбы на оси дифференциальной шпартушки .....	№5
Рудовский П.Н., Палочкин С.В., Колягин А.Ю., Лабай Н.Ю. Демпфирование колебаний в цилиндрическом теле намотки при изгибе оправки .....	№5
Киселёв А.Н. Особенности деформированного состояния рубашки валкового модуля ПД-140 .....	№5
Филатова Н.И., Телицын А.А., Харзин Ю.А. Сравнительные испытания высокоскоростных червячных передач двухместного прядильного модуля в пусковом режиме .....	№5
Муравьев С. Ю. Подготовка гранично-элементной модели вытяжной пары .....	№6
Рокотов Д.В., Смельский В.В. Экспериментальные исследования силового взаимодействия нажимного валика с рифленой поверхностью вытяжного цилиндра прядильной машины ПМ-88-Л8 .....	№6
Краснов А.А. Исследование траектории движения центра масс нити, располагающейся по спирали Архимеда .....	№7
Макаров В.А., Романов П.Г., Хозина Е.Н. Методика определения положения опушки ткани .....	№7
Лохманов В.Н., Жариков Е.И. Оптимизация допусков на входные и выходные параметры процесса механической обработки деталей текстильных машин .....	№8
Маринин А.Н., Фомин Ю.Г., Свиридов И.А. Оценка деформации эластичного покрытия наборного вала ...	
Башишин П.А. Высокоскоростной бобинодержатель фрикционного типа .....	
<b>Автоматизация технологических процессов</b>	
Разумова Е.Ф., Расторгуев А.К. Исследование статического электрического поля полевого датчика механизма контроля ткани с параллельными электродами .....	№2
Разумова Е.Ф., Расторгуев А.К. Исследование силового воздействия электрического поля полевого датчика с параллельными электродами механизма контроля ткани .....	№3
Соколова Т.В., Румянцев Ю.Д., Захаркина С.В. Двумерная система автоматического управления процессом вытяжки оптических волокон из заготовки .....	№3
Серяков И.Н., Поляков К.А., Поляков А.Е., Павлов Н.К. Основные требования, предъявляемые к процессу формования волокон и синтетических нитей .....	№4
Рыжкова Е.А. Построение модели движения рулонов ткани через пункты формователя партий.	
Расторгуев А.К., Разумова Е.Ф. Формирование структуры устройства для обнаружения шва ткани и определения величины его перегиба .....	№5
Дроздов В.Г., Дроздов Ю.В. Построение алгоритма программы получения и обработки видеоинформации о слое стеблей льнотресты перед его механической обработкой .....	№5
Никифоров И.С. Бесступенчатый товарный регулятор с индивидуальным частотно-регулируемым электроприводом .....	№5
Ефремов А.С., Мочалов Л.В., Дроздов В.Г. Автоматизация технологического процесса мятья в зависимости от влажности и отделяемости .....	№6
Иванов М.С., Виниченко С.Н., Козлов А.Б. К вопросу построения системы управления сушкой основы в процессе пенного шлихтования .....	№7
Власов Е.И., Устинов Д.А. Система сбора информации о состоянии нити на кольцепрядильной машине .....	№8
Козлов А.Б., Рыжкова Е.А. К вопросу о построении структурной схемы системы автоматического управления погрузочно-разгрузочными устройствами .....	№8
Макаров А.А., Ганявин В.А., Битус Е.И. Построение имитационной модели электромеханической системы управления силой чесания волокон на гребнечесальной машине .....	



## Экология и промэнергетика

№1

№2

- Кошелева М.К., Попов И.А., Богачёва Т.И., Шацких С.Н.* Интенсификация процесса промывки вискозно-лавсановой ткани после печати ..... №3
- Сажин Б.С., Чунаев М.В., Сажина М.Б.* Наноматериалы и их влияние на организм человека ..... №3
- Кереметин П.П., Кошелева М.К., Муллакаев М.С.* Исследование и расчет процесса очистки сточных вод методом гальванокоагуляции с применением ультразвука ..... №3
- Сажин Б.С., Тюрин М.П., Сажина М.Б., Кочетов Л.М., Апарушкина М.А., Платонова О.В.* Исследование процесса мокрого пылеулавливания в вихревом скруббере ..... №3
- Моисеев С.С., Жмакин Л.И., Козырев И.В.* Измерение стационарных тепловых потоков при помощи тонкопленочных висмуттеллуридных датчиков ..... №4
- Кочетов Л.М., Сажин Б.С., Тюрин М.П., Сажина М.Б.* Оценка эффективности разделения суспензий в низконапорных гидроциклонах ..... №5
- Беляева Е.А., Букалов Г.К., Сусоева И.В.* Математическая модель профессионального риска потери слуха от воздействия шума на рабочих местах на текстильных предприятиях ..... №6
- Сажин Б.С., Белоусов А.С., Сажина М.Б., Лопиков Алексей В., Лопиков Александр В.* Экспериментальные исследования гидродинамики вихревых аппаратов для сушки волокнообразующих полимеров ..... №7
- Сажин Б.С., Сажина М.Б., Кочетов Л.М., Лопиков Александр В., Лопиков Алексей В.* Особенности гидродинамики вихревых сушилок для волокнообразующих полимеров ..... №8
- Кочетов Л.М., Сажин Б.С., Сажина М.Б., Тюрин М.П.* Гидродинамика вихревой сушилки для волокнообразующих полимеров ..... №1

## Информационные технологии

№1

№1

- Голубков Д.В., Гусев В.А.* Моделирование свойств текстильных материалов в ППП ANSYS ..... №1
- Забродин Д.А.* Влияние распределения времен наработки на отказ и восстановления на производительность поточных линий ..... №1
- Борзунов Г.И., Моисеев К.А.* Разработка программного комплекса для автоматизации обработки точечных изображений текстильных рисунков ..... №2
- Фирсов А.В., Каршакова Л.Б.* Математическое описание орнаментальных композиций с повторяющимся раппортом ..... №3
- Севостьянов П.А., Баландин Е.А., Бутенко Т.С.* Сингулярный спектральный анализ неравномерности структуры тканых полотен ..... №3
- Грачев А.В., Лазаренко С.В.* Закон распределения кратности попадания волокон в зоны последовательной технологической цепи, образованной из рециклов ..... №4
- Борзунов Г.И.* Повышение эффективности параллельного алгоритма выделения раппортов текстильных текстур с учетом случайных помех ..... №5
- Ивановский В.А.* Дистанционное обнаружение дефектов ткани ..... №6
- Рыжкова Е.А., Козлов А.Б.* Вероятностная оценка времени движения рулона ткани ..... №6
- Винтер Ю.М.* Определение средней длины волокон в пряже по отсчетам ее линейной плотности с помощью ЭВМ ..... №7
- Борзунов Г.И.* Исследование методом статистического моделирования алгоритмов выделения раппортов из точечных изображений второго класса ..... №7
- Лысова М.А., Гусев Б.Н.* Информационное обеспечение системы кодирования текстильных изделий ..... №8
- Яковлева Н.Б., Каршакова Л.Б.* Программированное формообразование текстильных объектов ..... №8
- Забродин Д.А., Севостьянов П.А.* Моделирование изменения функциональности специальных тканей с использованием методов теории надежности ..... №8
- Лысова М.А., Гусев Б.Н., Коробов Н.А.* Исследование метода компьютерного определения плотности прошивки многослойных текстильных полотен ..... №8

## Механика нити и полотен

№2

- Щербаков В.П., Цыганов И.Б., Полякова Т.И., Болотный А.П.* Экспериментальное определение и расчет параметров долговечности в критериях прочности ..... №6
- Саввин О.А., Балабаев П.С.* Математическая модель нити с нелинейной жесткостью и ее апробация ..... №6
- Усов А.Г.* Моделирование изгиба малорастяжимого листа ..... №7
- Башкова Г.В., Чистобородов Г.И., Башков А.П., Алешина Д.А., Натертышев И.Ю.* Анизотропия ..... №7

структуры и свойств ниточных наполнителей композитов .....	№7
Усов А.Г. Построение деформированной срединной поверхности малорастяжимого листа .....	№7
Тер-Микаэлян П.Ю., Шаблыгин М.В., Саркисов В.Ш. Построение модели вязкоупругости комплексных нитей .....	№8
Моторин Л.В., Степанов О.С., Братолобова Е.В. Математическая модель для прочностного расчета напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии .....	№8
<b>Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения</b>	
Николаев С.Д., Панин И.Н., Зайцев В.П., Цимбалюк Е.П. Расчет гидравлических свойств пористых перегородок трубчатых текстильных фильтров .....	№1
Панин А.И., Иванова С.Л., Снежков С.В., Синячкина И.В. Исследование натяжения при сматывании уточной нити .....	№1
Грузинцева Н.А., Барашкова Н.Н. Установление потребительских предпочтений между показателями качества и экономичности текстильных изделий .....	№1
Профессору Алексею Григорьевичу Севостьянову – 100 лет! .....	№2
Грузинцева Н.А., Барашкова Н.Н. Совершенствование ценообразования тканых изделий на основе улучшения показателей их качества .....	№2
Давыдов А.Ф., Дориомедов М.С. Выбор определяющих показателей качества фильтровальных тканей .....	№2
Чистобородов Г.И., Столяров А.А., Крайнов Е.М. О роли производственной практики в становлении молодого специалиста .....	№2
Поздравляем юбиляра !!! (К 70-летию Н.М. Ашнина) .....	№2
Виктору Петровичу Щербакову – 70 лет! .....	№2
Кобраков К.И., Лапшенкова В.С., Фадеева Е.В., Оленева О.С., Соколова Т.Ю., Шевчун В.Н. О некоторых результатах развития системы научно-исследовательской работы студентов в Московском государственном техническом университете им. Н.Э. Баумана и Московском государственном текстильном университете им. А.Н. Косыгина .....	№4
Матрохин А.Ю., Шаломин О.А., Гусев Б.Н. Лабораторный измерительный комплекс для оценки показателей качества хлопковых волокон .....	№4
Сергеева Е.А. Повышение прочности полипропиленовой нити .....	№4
Некрашевич А.Б., Тиранов В.Г., Постников А.В. Определение динамических характеристик комплексных нитей .....	№4
Лысова М.А., Гусева Ю.П. Совершенствование нормативного документа на номенклатуру показателей качества нетканых полотен .....	№4
Грачев В.Н., Степанов Г.В., Моторин А.В. Тканые полуфабрикаты для получения армированных высококомодульными нитями пленочных материалов .....	№4
Борису Борисовичу Строганову – 70 лет .....	№5
Памяти Учителя .....	№5
Ткачёва А.М. Аналитические инструменты маркетинга на потребительском рынке региона .....	№5
Козлова Татьяна Васильевна (К 80-летию со дня рождения) .....	№6
Памяти Ученого .....	№6
Чернов Ю.П. К теории экономико-математического моделирования ткацкого производства .....	№6
Денисов Д.А., Бесчастнов Н.П. Выявление классификационных признаков этикеток для изделий текстильной и легкой промышленности .....	№6
Чагина Л.Л., Смирнова Н.А. Направления повышения конкурентоспособности льняных трикотажных изделий .....	№7
Копнин В.А., Букалов Г.К., Сусоева И.В. Определение надежности прядильно-крутильного веретена при производстве комбинированных нитей .....	№7
Круглова Е.Н., Сташева М.А. Исследование косвенного метода определения воздухопроницаемости тканых полотен .....	№7
Белкина С.Б., Чернышева Г.М. Комплексная оценка качества трикотажных полотен .....	№8
Сидорова Т.П., Павлов Н.Н., Александян К.Г., Забула Т.С. Проблемы преподавания химии студентам технологических специальностей текстильных вузов .....	№8
Лукашова Т.А. Совершенствование организации управления производственными коллективами на базе интегрированного подхода .....	№8
Сачков О.В. Технология получения дублированных теплошумоизолирующих материалов НО-Л-1А .....	№8
Иванова О.В., Воронова Л.В., Смирнова Н.А. Проектирование ниспадающих драпировок текстильных полотен для интерьера .....	№8
Памяти Валентина Андреевича Реутского .....	№8
Памяти Федора Михайловича Плеханова .....	№8

*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, просп. Ф.Энгельса, 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. Объем статей с учетом таблиц не должен превышать 6 страниц машинописного текста, напечатанного через два интервала с соблюдением требований ГОСТа 7.3–77. "Оригиналы текстовые, авторские и издательские". Текст статьи присылать в двух экземплярах, один из которых должен быть первым. С целью ускорения публикации статей редакция принимает статьи и рисунки на электронных носителях, текстовый редактор Word (формат \*.doc, \*.rtf), редактор формул Microsoft Equation, графический редактор Adobe Photoshop (формат \*.psx, \*.bmp, \*.jpg).

4. В список литературы, помещаемый в конце статьи, включать только опубликованные работы, на которые имеются ссылки в статье. Библиографическое описание составляется в соответствии с ГОСТом 7.1–84. "Библиографическое описание документа".

5. Чертежи, графики, структурные формулы выполнять по правилам ГОСТа "Единая система конструкторской документации" чисто и четко в двух экземплярах (формата не более 13x18 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 9x12 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, 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 (аспирант – дневной формы обучения, выступающий единым автором работы) за публикацию статей 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.

Министерство образования и науки РФ, Министерство промышленности и торговли РФ, ГК “Роснанотехнологии”, Нанотехнологическое общество России и Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина приглашают Вас принять участие в работе II-й Ежегодной научно-практической конференции и выставки :

*“Нанотехнологии в текстильной и легкой промышленности”*

Конференция и выставка пройдут с 12 по 14 апреля 2011 г. в Московском государственном текстильном университете им. А.Н. Косыгина по адресу: Москва, ул. Малая Калужская, д. 1.

В рамках конференции и выставки 12 апреля 2011 г. с 10-00 до 13-00 будут заслушаны заказные пленарные доклады. Одновременно в информационно-выставочном центре МГТУ им. А.Н. Косыгина с 12 по 14 апреля 2011 г. будет проведена выставочная сессия с представлением новейших достижений в области наноматериалов и нанотехнологий в текстильной и легкой промышленности и смежных с ними областях, а также будут представлены стендовые доклады участников. В работе конференции и выставки примут участие представители министерств, высших учебных заведений, академических и отраслевых научно-исследовательских институтов, научно-производственных фирм и промышленных предприятий.

Контактная информация : (495) 955-35-42, 8-903-169-32-93, [gvn@staff.msta.ac.ru](mailto:gvn@staff.msta.ac.ru), [mgtexu\\_nanotech@mail.ru](mailto:mgtexu_nanotech@mail.ru) – Градсков Владимир Николаевич – куратор мероприятия

Информационная поддержка: журнал “Российские нанотехнологии” – [www.nanorf.ru](http://www.nanorf.ru) , “Российские торговые марки” – [www.rustm.net](http://www.rustm.net) , МГТУ им. А.Н. Косыгина – [www.msta.ac.ru](http://www.msta.ac.ru)

*Будем рады видеть Вас среди участников конференции и выставки и надеемся на взаимовыгодное плодотворное сотрудничество!*

Организационный комитет