

Министерство образования и науки  
Российской Федерации

**ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ**

**ТЕХНОЛОГИЯ  
ТЕКСТИЛЬНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

**№ 2 (331)  
2011**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор *Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ*.

Заместители главного редактора: *Н.М. АШНИН, М.Н. ГЕРАСИМОВ, Б.Н. ГУСЕВ, К.И. КОБРАКОВ, 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. ИСАЕВ, Е.Н. КАЛИНИН, С.М. КИРЮХИН, А.М. КИСЕЛЕВ, М.В. КИСЕЛЕВ, А.Б. КОЗЛОВ, Н.А. КУЛИДА, В.В. ЛЮБИМЦЕВ, Н.И. МАКСИМОВ, Р.М. МАЛАФЕЕВ, 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, 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](mailto:ttp@igta.ru)*

*<http://www.igta.ru>*

---

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 01.03.2011. Подписано в печать 28.03.2011. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. 15,81 усл.-печ. л.; 16,06 усл. кр.-отг. Заказ 449.

Тираж 450 экз.

---

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

УДК 658.152:005.334

**РИСКИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ  
В ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

**INVESTMENT PROJECTS RISKS  
IN THE TEXTILE INDUSTRY IN MODERN CONDITIONS**

*Е.А. ЮХИНА, И.А. РАДОВСКИЙ*  
*E.A. JUHINA, I.A. RADOVSKY*

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

*Статья посвящена исследованию рисков инвестиционных проектов, реализующихся в текстильной промышленности. Выделены виды рисков, которые приоритетны для инвестиционных проектов любой отрасли. Рассмотрены результаты исследования среди текстильных предприятий относительно важности рисков в отрасли.*

*The article is devoted to the research of the investment projects risks realised in the textile industry. Kinds of risks which are priority for investment projects of any industry are marked out. The results of research among the textile enterprises concerning the risks priority in the industry have been reviewed.*

**Ключевые слова:** риск, инвестиционный проект, текстильная промышленность.

**Keywords:** risk, an investment project, textile industry.

Любой инвестиционный проект связан с риском, но для того, чтобы его идентифицировать, необходимо понимать причины его возникновения. Обычно риски объясняют пятью факторами: неопределенностью, многовариантностью, случайностью, неполнотой сведений и ошибками. Это стандартный, но поверхностный подход. Более глубоко данный вопрос рассмотрел Д.Хиллсон [1]. Он отметил, что проект по своей сути связан с риском, и выделил три общие причины, которые способствуют его возникновению: це-

ли проекта, внешняя среда и общепроектные характеристики.

Цели проекта изначально связаны с достижением конкурентного преимущества, а значит, и с риском. При этом проекты реализуются в конкретной внешней среде, которая налагает определенные требования и ограничения, то есть является источником риска для всех проектов. Среди общепроектных характеристик Д.Хиллсон выделяет шесть следующих: уникальность,

сложность, допущения и ограничения, люди, акционеры, инновации.

Интерес представляет выделение видов рисков, обусловленных источниками, приведенными Хиллсоном. Так, цели проекта и акционеры, их определяющие, тесно связаны с корпоративной стратегией, то есть со стратегическим риском. Внешняя среда проекта соответствует внешним рискам – налоговому, кредитному, политическому и др. Уникальность риска подразумевает поиск аналогов и прогнозы эффекта, то есть маркетинговый риск. Сложность проекта сопряжена с организационным риском. Допущения и ограничения связаны с неполнотой и неточностью имеющейся информации, то есть несут информационный риск. Люди повышают как производственный риск (за счет человеческого фактора), так и деловой, социальный и другие риски. Инновации связаны с инновационным риском, а также создают сложности в производстве, то есть связаны с производственным риском.

В последние годы были проведены два крупных исследования о рисках в про-

мышленности Российской Федерации: в 2007 г. компанией Ernst & Young исследование "Управление рисками в России" [2], а в 2008 г. – компанией Marsh and McLennan Companies "Состояние и развитие корпоративного риск менеджмента в России" [3]. Однако результаты этих исследований относительно важности конкретных видов рисков весьма различаются, поэтому не могут быть применены для конкретной отрасли, в частности, текстильной.

Для анализа ситуации в текстильной промышленности авторами было проведено анонимное анкетирование руководителей шести текстильных предприятий, расположенных в разных городах. Менеджерам была предоставлена возможность оценить важность каждого вида риска для их предприятия по 10-балльной шкале. Результаты исследования представлены в табл. 1 (важность риска), где по каждому виду риска баллы просуммированы по шести предприятиям. Риски, получившие более 30 баллов (выше среднего уровня), имеют высокую важность для предприятий текстильной промышленности.

Т а б л и ц а 1

Вид риска	Суммарный балл	Вид риска	Суммарный балл
Рыночный	46	Маркетинговый	23
Сырьевой	46	Валютный	21
Кредитный	44	Страновой	19
Кадровый	43	Стратегический	18
Финансовый	38	Социальный	17
Налоговый	35	Природный	17
Инфляционный	25	Деловой	16
Политический	24	Информационный	14
Производственный	24	Правовой	14

Кредитный, налоговый и финансовый риски свойственны промышленности России в целом. В текстильной промышленности для некоторых предприятий кредитный риск обусловлен введением государственного субсидирования ставки по кредитам, а налоговый риск – постепенным введением упрощенной системы налогообложения, в связи с чем создается искаженная конкурентная среда и повышаются информационные риски. Низкая рентабельность и негативная репутация в свете слабой конкурентоспособности снижают

интерес инвесторов и стабильность финансирования, повышая финансовые риски.

Рыночный риск связан не только с изменчивостью цен на сырье, энергию, оборудование и пр. В текстильной промышленности серьезной проблемой является контрафакт. Около 50% продукции на рынке текстиля – это теневой оборот, на 80% состоящий из дешевой некачественной китайской продукции. Подобная конкуренция вынуждает отечественных производителей снижать цены, а значит, и прибыльность. Также рыночный риск связан с низкой репутацией в связи с отсут-

вием рекламы отечественных производителей и постоянным присутствием на рынке известных иностранных брендов.

Сырьевой риск для отечественных текстильных предприятий обусловлен тем, что в отрасли отсутствует собственная сырьевая база. Зависимость от поставщиков всегда связана с высокими рисками, а ввоз сырья из-за рубежа подвержен влиянию политических, валютных и других рисков. Например, летняя засуха в 2010 г. позволила поставщикам сырья взвинчивать цены и вообще приостановить поставки.

Кадровые риски – еще одна проблема текстильной промышленности. На предприятиях не хватает квалифицированных технических рабочих и топ-менеджеров. Это обусловлено низкой престижностью отрасли и низким средним уровнем заработной платы. Нехватка технических кадров на практике приводит к снижению средней квалификации по предприятию, в связи с чем возрастают производственные риски, связанные с человеческим фактором. Нехватка топ-менеджеров, являющихся экспертами в текстильной отрасли, вынуждает текстильные предприятия нанимать экспертов из других отраслей, что приводит к ошибкам в принятии текущих и стратегических управленческих решений.

Стоит отметить, что риски, отмеченные в результате проведенного исследования, соответствуют системным проблемам лег-

кой промышленности, отмеченным в Стратегии развития легкой промышленности на период до 2020 г.

## ВЫВОДЫ

1. На основе работы [1] в сфере изучения рисков инвестиционных проектов установлено, что в современных условиях особое внимание необходимо уделять следующим рискам инвестиционных проектов: стратегическому, информационному, организационному, деловому, социальному, кадровому риску и человеческому фактору, а также внешним рискам.

2. В результате проведенного исследования выделены риски, имеющие приоритет в современных условиях при идентификации рисков инвестиционных проектов в текстильной промышленности: рыночный, сырьевой, кредитный, кадровый, финансовый и налоговый риски.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Hillson David. Managing Risk in Projects. – Fundamentals of Project Management series. – 2009. P. 14...16.

2. Эл. ресурс – <http://www.rb.ru/upload/admins/files/Risk%20Management%20in%20Russia%20EM%20Rus.pdf>.

3. Эл. ресурс - [http://rrms.ru/upload/editor/briefing\\_issledovaniya\(1\).pdf](http://rrms.ru/upload/editor/briefing_issledovaniya(1).pdf).

Рекомендована кафедрой экономики. Поступила 01.03.11.

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО-ТРУДОВОГО ПОТОКА  
ИВАНОВСКОГО ТЕКСТИЛЬНО-ШВЕЙНОГО КОМПЛЕКСА**

**PERSPECTIVES OF THE DEVELOPMENT OF THE SOCIOLABOR STREAM  
OF THE IVANOVO TEXTILE-SEWING COMPLEX**

*С.М. СТЕПАНОВА*  
*S.M. STEPANOVA*

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

*По результатам интегративного анализа социально-трудового потока ивановского текстильно-швейного комплекса выявлены основные тенденции и перспективы его развития.*

*By the results of the sociolabor stream integrative analysis the basic tendencies and perspectives of the development of the Ivanovo textile-sewing complex are revealed herein.*

**Ключевые слова:** социально-трудовой поток, параметры потока, тенденции развития.

**Keywords:** sociolabor stream, stream parameters, development tendencies.

Настоятельная необходимость создания адекватных моделей и практических способов эффективного управления социально-трудовыми потоками (С-ТП) разного уровня определила цель нашего исследования, которая заключается в выявлении перспектив развития С-ТП промышленного текстильно-швейного комплекса (Т-ШК). Для реализации поставленной цели нами была разработана система показателей, применение которой позволяет проводить комплексный, интегративный анализ социально-трудовых потоков разного уровня; выявлять основные тенденции развития; оптимизировать потоки по целевым критериям. В результате данного анализа появляется возможность выявлять перспективы развития потоков на краткосрочный и долгосрочный периоды.

С-ТП Т-ШК является привлеченной составляющей С-ТП региона, элементы (элементы потоков – это индивиды, работники, обладающие качественными харак-

теристиками, изменяющимися в пространстве и во времени) которых взаимоперемещаются, следовательно, необходимо исследовать взаимосвязи потоков, их корреляцию и однородность. Сравнительный анализ потоков предполагает: расчет показателей, характеризующих параметры потоков; исчисление средних значений показателей; выявление наиболее стабильных показателей и параметров потоков; выявление взаимозависимости показателей и параметров потоков; выявление тенденции развития потоков.

Анализ потоков проводился за период 2000–2009 гг. с использованием программ Microsoft Office Excel, ППП Statistica, ППП Nero Shell (нейропрограммирование на основании генетических алгоритмов). Система показателей, разработанная нами, подробно рассмотрена в работах [1], [2]. Расчетные значения показателей сравнительного анализа потоков за период 2000–2009 гг. представлены в табл. 1.

Код	Наименование показателей	Виды потоков			
		С-ТП региона		С-ТП ИТ-ШК	
		средние показатели	коэффициенты вариации, %	средние показатели	коэффициенты вариации, %
<b>S</b>	Анализ состояния потоков: мощность				
SV	Максимальная мощность (объем), тыс.чел.	577,620	2,4	59,071	21,4
SC	Эффективная мощность, тыс.чел.	540,320	3,2	56,632	24,6
SSC	Удельная мощность	0,935	2,3	0,951	4,6
	Анализ состояния потоков: ритмичность (%)				
SR	Коэффициент обновления	3,389	8,6	3,267	20,3
SFP	Коэффициент эвентуальности	13,681	5,8	12,798	11,5
	Анализ состояния потоков: конфликтность				
SL	Коэффициент нагрузки	1,069	2,4	1,051	4,8
SI	Коэффициент нарушений, ‰	1,447	34,1	2,249	19,8
<b>M</b>	Анализ движения: текучесть				
MR	Коэффициент возмещения, %	0,107	125,2	10,117	49,1
MAR	Коэффициент аксессуарного пополнения, %	1,528	11,6	35,670	22,1
MAD	Коэффициент аксессуарного выбытия, %	1,442	11,0	47,159	16,0
MAA	Коэффициент аксессуарного опережения	1,060	7,7	0,756	13,6
MM	Коэффициент миграции, %	2,973	10,7	0,830	17,5
<b>A</b>	Анализ активности: интенсивность (%)				
AS	Образовательная интенсивность	14,124	6,1	12,798	11,5
AI	Квалификационная интенсивность	65,46	25,4	56,493	9,5
AQ	Инновационная интенсивность	0,197	5,8	1,101	3,1
AF	Спортивная интенсивность	9,821	8,8	5,893	11,2
<b>P</b>	Анализ эффективности управления				
PS	Индекс социальной эффективности	1,078	8,04	0,935	36,1
PO	Индекс организационной эффективности	1,002	2,9	0,995	5,1
PP	Рентабельность продукции	1,79	98,0	-1,433	236,2
PI	Индекс производства	1,036	8,4	1,050	13,6

Сравнительный анализ потоков представлен на рис. 1 (сравнительный анализ С-ТПР и С-ТП ИТ-ШК).

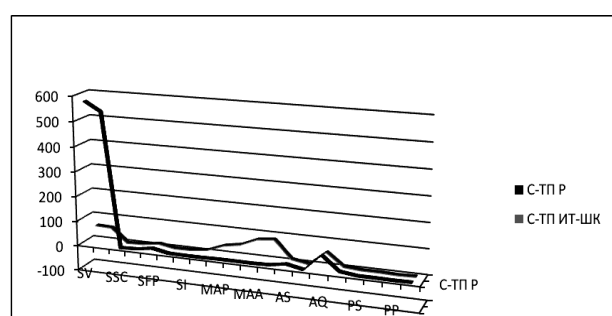


Рис. 1

В результате проведенного анализа выявлено, что в основном потоки являются стабильными по всем параметрам, за исключением двух показателей: коэффициента возмещения и рентабельности продукции. Коэффициент возмещения харак-

теризует текучесть кадров, которая за рассматриваемый период была очень высокой в связи с резким сокращением производства. Высокая неоднородность потоков по показателю рентабельности продукции объясняется тем, что с 2003 по 2006 гг. рентабельность продукции организаций ВЭД "Текстильное и швейное производство" была отрицательной (соответственно - 5,5% и -0,8%), в 2007 и 2008 гг. была положительной (2,7% и 0,6%), однако в 2009 г. произошел спад производства и рентабельность вышла на уровень 2006 г. и составила -0,8%.

С-ТП региона и ИТ-ШК находятся в постоянном взаимодействии, их развитие взаимообусловлено. Показатели парной корреляции параметров потоков представлены в табл. 2 (взаимосвязь С-ТПР и С-ТП ИТ-ШК).

Таблица 2

	SV	SC	SSC	SR	SFP	SL	SI	MR	MAR	MAD
Коэффициент корреляции	0,887	0,602	-0,345	0,632	-0,904	-0,34	0,819	-0,037	-0,243	-0,155
	MAA	MM	AS	AI	AQ	AF	PS	PO	PP	PI
Коэффициент корреляции	-0,429	-0,224	-0,910	0,767	0,136	0,945	0,598	-0,340	0,790	0,708

Наиболее тесная прямая взаимосвязь между показателями объемов потоков, коэффициентами нарушений, спортивной интенсивностью и рентабельностью продукции. Обратная взаимосвязь наблюдается между показателями, определяющими будущее состояние потоков. Это проявляется негативным фактором для развития ИТ-ШК. Так, при увеличении доли учащихся в объеме С-ТПР доля учащихся в объеме С-ТП ИТ-ШК снижается, следовательно, в будущем сократится приток кадров в организации ВЭД "Текстильное и

швейное производство". Показатели удельной мощности также характеризуются обратной зависимостью, что подтверждается сокращением численности работников предприятий ИТ-ШК.

Для выявления направлений развития потоков нами были рассчитаны средние показатели динамики (темп роста и абсолютный прирост), а также определены уравнения трендов, определяющие основные тенденции (табл. 3 – тенденции развития потоков).

Таблица 3

Код	С-ТПР		С-ТП ядра ПРОК	
	$\overline{T}_p, \%$	Уравнение тренда	$\overline{T}_p, \%$	Уравнение тренда
SV	99,05	$y = 577,6 - 3,71 t$	92,06	$y = 59,07 - 3,77 t$
SC	98,98	$y = 540,3 - 2,94 t$	91,49	$y = 56,63 - 4,17 t$
SSC	99,93	$y = 0,94 - 0,0008 t$	99,38	$y = 0,952 - 0,009 t$
SR	102,52	$y = 3,40 + 0,08 t$	103,43	$y = 3,336 + 0,171 t$
SFP	100,91	$y = 13,70 + 0,05 t$	97,88	$y = 12,86 - 0,199t$
SL	99,99	$y = 1,07 - 0,0009 t$	100,62	$y = 1,052 + 0,01 t$
SI	87,25	$y = 0,15 - 0,015 t$	92,24	$y = 2,305 - 0,107 t$
MR	99,12	$y = 0,09 - 0,008 t$	111,26	$y = -11,23 - 0,606 t$
MAR	95,84	$y = 1,54 - 0,04 t$	96,67	$y = 36,48 - 0,247 t$
MAD	95,40	$y = 1,45 - 0,05 t$	100,63	$y = 47,74 + 0,358 t$
MAA	100,46	$y = 1,06 + 0,0096 t$	96,07	$y = 76,39 - 1,325 t$
MM	95,63	$y = 2,99 - 0,08 t$	98,99	$y = 84,19 - 0,111 t$
AS	101,22	$y = 14,15 + 0,095 t$	97,88	$y = 12,86 - 0,199 t$
AI	93,42	$y = 0,20 - 0,15 t$	98,89	$y = 56,52 - 0,119 t$
AQ	101,24	$y = 65,57 + 0,71 t$	100,29	$y = 1,106 + 0,019 t$
AF	103,11	$y = 9,86 + 0,26 t$	103,09	$y = 5,93 + 0,181 t$
PS	99,30	$y = 0,20 - 0,15 t$	90,25	$y = 1,198 - 0,119 t$
PO	99,05	$y = 1,001 - 0,006 t$	100,36	$y = 0,996 + 0,0007 t$
PP	120,95	$y = 1,1 + 0,25 t$	-	$y = -0,9 + 0,155 t$
PI	96,87	$y = 1,04 - 0,011 t$	94,38	$y = 1,060 - 0,026 t$

Общее направление развития двух анализируемых социально-трудовых потоков совпадает. Так, по параметрам состояния потока, движения и эффективности управления наблюдается

тенденция спада. Спортивная и квалификационная активности имеют тенденцию роста. Наглядно направления развития социально-трудовых потоков представлены на рис.2.



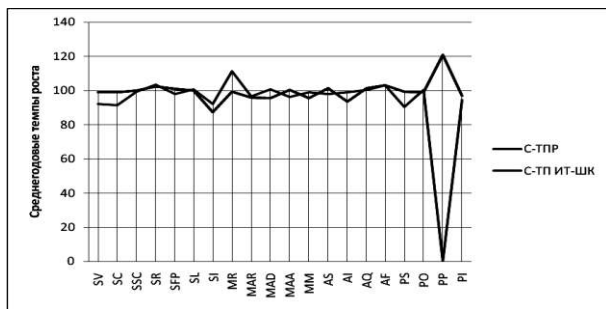


Рис. 2

Результаты анализа выявляют негативную тенденцию развития С-ТП как региона, так ИТ-ШК. Это объясняется тем, что в современных условиях хозяйствования действующая структура экономики региона, регионального промышленного комплекса зачастую вступает в противоречие с целями, задачами его перспективного комплексного социально-экономического развития, с его новым стратегическим выбором. Разрешение этого противоречия состоит в изменении подхода к управлению ИТ-ШК со стороны всех органов власти, позволяющем эффективно решать широкий спектр проблем развития как самого промышленного комплекса, так и региона [3]. Внедрение механизма многоуровневого интеграционного управления (МИУ) человеческими ресурсами предполагает наиболее полный учет и согласование интересов разных групп людей, тем или иным способом причастных к деятельности промышленного регионального текстильного комплекса (ПРТК). Организация МИУ человеческими ресурсами должна быть основана на потоковом подходе, что позволит максимально использо-

вать эффект экономии на масштабе и обеспечивать результаты, создавать совокупность уникальных свойств управленческих процессов: эмерджентности, коммуникативности, адаптивности, оптимальности, многоуровневости, многопотоковости. В результате внедрения МИУ человеческими ресурсами региона на основе потокового подхода появляется вероятность снижения социальных рисков за счет: оптимизации и снижения совокупных потребностей в человеческих ресурсах; дополнительных инвестиций со стороны ПРТК, направляемых на создание и поддержание инфраструктуры, необходимой для подготовки и развития ЧРР; взаимовыгодного межрегионального и межкорпоративного обмена ЧРР; гарантированного трудоустройства выпускников регионального образовательного комплекса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Степанова С.М. Управление социально-трудовым потоком промышленного регионального текстильного комплекса// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №1.
2. Степанова С.М., Горинова С.В. Социально-трудовые потоки: методика сравнительного анализа// Изв. вузов. Экономика, финансы и управление производством. – 2011, №2.
3. Степанова С.М., Горинова С.В. Интеграционное управление как необходимое условие развития промышленного регионального текстильного комплекса// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №8.

Рекомендована кафедрой менеджмента. Поступила 02.04.11.

**ВЫДЕЛЕНИЕ РАЗНОВИДНОСТЕЙ И КРИТЕРИЕВ МОНИТОРИНГА  
ПРОЦЕССОВ ТКАЦКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**SELECTION OF THE VARIETIES AND CRITERIA OF THE MONITORING  
OPERATIONS FOR THE WEAVING PRODUCTION**

*Е.А. СКРЯБИНА, О.А. ШАЛОМИН, Б.Н. ГУСЕВ*  
*E.A. SKRYABINA, O.A. SHALOMIN, B.N. GUSEV*

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

*С учетом требований ГОСТ Р ИСО 9000-2008. "Система менеджмента качества. Основные положения и словарь" выделены разновидности и критерии операции мониторинга, характерные для технологических процессов ткацкого производства.*

*Considering the requirements of GOST RF ISO 9000-2008. «Quality Management System. Substantive Provisions and the Dictionary» the varieties and criteria of the monitoring operations, typical for technological weaving processes, have been selected.*

**Ключевые слова:** ткацкое производство, процессы, мониторинг, результативность, производительность, надежность, качество, эффективность.

**Keywords:** weaving production, processes, monitoring, effectiveness, productivity, reliability, quality, efficiency.

Внедряемые в настоящее время на текстильных предприятиях системы менеджмента качества предусматривают на основе стандартов ИСО серии 9000 [1] формирование методического и технического обеспечения для мониторинга, измерения и анализа основных и вспомогательных процессов. В указанном документе [1], а также в ряде других специализированных изданий [2] нет четкой расшифровки самого понятия термина "мониторинг". Поэтому с учетом определения, предложенного в [3], мониторинг можно характеризовать как "сбор и обработку информации об изменениях состояния исследуемого объекта с использованием различных источников и систем ее передачи". Однако для конкретного производства текстильного предпри-

ятия это определение должно трансформироваться в соответствующие критерии (оценки), для которых необходимо создание конкретных методик и технических средств.

Для решения данной проблемы на первом этапе предварительно осуществим выделение разновидностей операции мониторинга и сопутствующих им объектов и характеристик на основе фасетного принципа (табл. 1) с учетом специфики ткацкого производства ОАО "Ткацко-отделочная фабрика "Авангард" (г. Юрьев-Польский Владимирской области) при производстве махровых тканей, имеющего технологические процессы кручения, наматывания, крашения, сушки пряжи, ленточного снования и ткачества.

Признак	Наименование
В зависимости от разновидностей операции мониторинга	Анализ Диагностирование Измерение Контролирование Наблюдение Оценивание Управление
В зависимости от вида процесса, подвергающегося мониторингу	Производственный или управленческий Технологический или измерительный Основной или вспомогательный
В зависимости от группы контролируемых параметров технологического процесса	Входного (выходного) продукта Технического средства Технологических (кинематических/динамических) режимов Окружающей среды
В зависимости от формы контроля	Полный или частичный Непрерывный или периодический
В зависимости от контролируемых свойств (критериев) при проведении операции мониторинга процессов	Безопасность Качество Надежность Производительность Результативность Стабильность Точность Экологичность Эргономичность Эффективность
В зависимости от функциональности (назначения) операции мониторинга	Информационная Организационная Техническая Экономическая

Новым требованием стандарта [1] является условие о необходимости по каждому технологическому процессу (ТП) определять его результативность и эффективность. Поэтому первоначально сформулируем критерий по количественной оценке результативности. Под результативностью в соответствии с [1] понимают "степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов". Однако для мониторинга технологического процесса это определение лучше всего трансформировать в следующее – "степень соответствия значений информативных количественных характеристик простых первичных свойств выходной

продукции их нормативным значениям, запланированным для данного процесса".

Количественную оценку данного сложного свойства осуществим путем определения комплексного показателя результативности (КПР):

$$\text{КПР} = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{(X_{\text{ВЫХ}})_i}{\|(X_{\text{ВЫХ}})_i\|} \right]^{\text{sgn } b} \alpha_i, \quad (1)$$

где  $(X_{\text{ВЫХ}})_i$ ,  $\|(X_{\text{ВЫХ}})_i\|$  – соответственно  $i$ -й единичный показатель результативности (ЕПР) технологического процесса и его нормативное значение;

$$\text{sgn } b = \begin{cases} +1, & \text{если } (X_{\text{ВЫХ}})_i \leq \|(X_{\text{ВЫХ}})_i\| - \text{позитивный ЕПР,} \\ -1, & \text{если } (X_{\text{ВЫХ}})_i > \|(X_{\text{ВЫХ}})_i\| - \text{негативный ЕПР;} \end{cases}$$

$\alpha_i$  – коэффициент весомости  $i$ -го ЕПР.

Наложим на КПП следующие граничные условия: при  $(КПП)_{\max} = 1$  имеем максимальную результативность процесса, то есть:

$$(X_{\text{вых}})_i = \|(X_{\text{вых}})_i\| \text{ и } \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1.$$

Под эффективностью, в соответствии с [1], понимают связь между достигнутым результатом и использованными ресурсами, что в большей степени отражает экономическую эффективность реализуемого процесса.

Под эффективностью технологического процесса или технологической эффективностью будем понимать степень соответствия значений информативных количественных характеристик простых вторичных свойств продукции их нормативным значениям, запланированным для данного процесса. Понятие вторичных свойств нами было введено в [4].

Для количественной оценки эффективности технологического процесса введем комплексный показатель эффективности (КПЭ):

$$КПЭ = \sum_{i=1}^n (\Delta X_i / \|\Delta X_i\|)^{\text{sgnb}} \beta_i, \quad (2)$$

где  $\Delta X_i = (X_{\text{вых}})_i - (X_{\text{вх}})_i$  – фактическое значение  $i$ -го единичного показателя эффективности (ЕПЭ);  $\|\Delta X_i\| = \|(X_{\text{вых}})_i\| - \|(X_{\text{вх}})_i\|$  – нормативное значение  $i$ -го ЕПЭ;  $(X_{\text{вх}})_i$  и  $(X_{\text{вых}})_i$  – соответственно входное и выходное значения  $i$ -го ЕПЭ;  $\beta_i$  – коэффициент весомости  $i$ -го ЕПЭ.

Отметим, что значения  $(X_{\text{вых}})_i$  могут иметь статус ЕПР технологического процесса.

С понятием результативности технологического процесса тесно связано определение качества формируемой в этом процессе продукции, так как под качеством понимают "...совокупность потребительских свойств" [5]. Поэтому перечень ЕПР технологического процесса может не сов-

падать с номенклатурой единичных показателей качества (ЕПК) производимой продукции. В то же время механизм определения комплексного показателя качества (КПК) на основе арифметического способа усреднения остается схожим и находится по формуле:

$$КПК = \sum_{i=1}^n (Y_i / \|Y_i\|)^{\text{sgnb}} \gamma_i, \quad (3)$$

где  $Y_i, \|Y_i\|$  – соответственно фактическое и нормативное значение  $i$ -го показателя качества;  $\gamma_i$  – коэффициент весомости  $i$ -го показателя качества.

Для оценки функционирования технического средства ТП (табл. 1) чаще всего используется свойство надежности. В соответствии с [6] надежность является комплексным сложным свойством, которое, в зависимости от назначения объекта и условий его применения, может включать такие свойства, как безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость, или определенные сочетания этих свойств.

Для выделенных технологических процессов ткацкого производства на основании рекомендаций [7] для свойств "безотказности и ремонтпригодности" наиболее применимым является показатель:

$$K_{\Gamma} = T_M / (T_M + T_B), \quad (4)$$

где  $K_{\Gamma}$  – коэффициент готовности;

$T_M = \sum_{j=1}^k (t_p)_j$  – время безотказной работы

ткацкого оборудования;  $(t_p)_j$  – время безотказной работы  $j$ -го станка (машины);

$T_B = \sum_{j=1}^k (t_b)_j$  – время восстановления

ткацкого оборудования;  $(t_b)_j$  – время восстановления  $j$ -го станка (машины);  $k$  – количество отказов.

При количественной оценке производительности технологического процесса необходимо выделить как производительность оборудования, так и производительность труда обслуживающего персо-

нала. Например, для современного ткацкого станка фактическая производительность ( $P_{\phi}$ ) находится следующим образом:

$$P_{\phi} = P_T K_{п.в} = ntVK_{п.в} / (P_y \cdot 10), \quad (5)$$

где  $P_T$  – теоретическая производительность,  $m^2/ч$ ;  $K_{п.в}$  – коэффициент полезного времени;  $n$  – частота вращения главного вала,  $мин^{-1}$ ;  $t$  – время работы оборудования;  $V$  – ширина полотна суровой ткани,  $m$ ;  $P_y$  – плотность ткани по утку, нитей на 10 см.

Производительность труда ( $P_{ТР}$ ) на данном оборудовании определяется на основании (5) с учетом потраченного времени на одного человека, то есть

$$P_{ТР} = V_{\phi} / T, \quad (6)$$

где  $V_{\phi}$  – объем произведенной продукции;  $T$  – число человеко-часов, отработанных в

течение данного периода времени.

Формирование количественной оценки для других критериев операции мониторинга, приведенных в табл. 1, осуществляется с учетом понятий соответствующих свойств (например, безопасности, стабильности и т.д.).

При осуществлении в ткацком производстве службами управления качества локальных задач контроля соответствующих групп параметров технологического процесса целесообразнее воспользоваться матрицей взаимосвязей, приведенной в табл. 2.

Таким образом, операция мониторинга технологических процессов текстильного предприятия определяет необходимость декомпозиции данного понятия до уровня соответствующих разновидностей и выделения соответствующих свойств (критериев) для отдельных групп контролируемых параметров процессов.

Т а б л и ц а 2

Свойства (критерии) мониторинга	Свойства продукта		Параметры технического средства (оборудования)	Технологические режимы	Параметры окружающей среды	Квалификация обслуживающего персонала
	входного	выходного				
Безопасность						X
Диагностирование (техническое)			X			
Качество	X	X				
Надежность			X			
Производительность			X			X
Результативность		X				
Стабильность	X	X	X	X	X	
Точность		X	X	X		
Экологичность					X	
Эргономичность			X			X
Эффективность	X	X				

## ВЫВОДЫ

С учетом требований [1] выделены разновидности и критерии операции мони-

торинга, характерные для технологических процессов ткацкого производства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р ИСО 9000–2008. Система менеджмента качества. Основные положения и словарь.
2. Мазур И.И., Шатира В.Д. Управление качеством. – М.: Высшая школа, 2003.
3. Барт Т.В. Управление качеством. Учебный курс (учебно-методический комплекс) - Режим доступа: <http://www.e-college.ru/xbooks/xbook066/book/index/index.html>.
4. Гусев Б.Н., Герасимова А.Ю., Виноградова Н.В., Николаева О.А. Формирование качественных характеристик текстильных товаров. – Иваново: ИГТА, 2004.

5. Лунькова С.В. Квалиметрия текстильных материалов и товаров. – Иваново: ИГТА, 2008. С.20...25.
6. ГОСТ 27.002–89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
7. Пирогов К.М., Егоров С.А. Основы надежности текстильных машин: Учебное пособие для вузов. – Иваново: ИГТА, 2004. С.36...38.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии . Поступила 31.01.11.

---

УДК 667.017

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАПИЛЛЯРНОСТИ  
МЕДИЦИНСКИХ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**FORECASTING OF MEDICAL NON-WOVEN MATERIALS CAPILLARITY**

*Ю.С. ШУСТОВ, А.В. КУРДЕНКОВА*  
*JU.S. SHUSTOV, A.V. KURDENKOVA*

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

*В работе исследовано влияние параметров строения на капиллярность медицинских материалов. С помощью методов теории подобия и анализа размерностей получены формулы, позволяющие прогнозировать капиллярность нетканых материалов в зависимости от параметров строения.*

*The influence of structure parameters on the capillarity of medical materials has been researched in the article. By means of the methods of the similarity theory and the dimensions analysis the formulas allowing to predict the capillarity of non-woven materials depending on the structure parameters are received herein.*

**Ключевые слова:** капиллярность медицинских нетканых материалов, теория подобия и анализа размерностей, параметры.

**Keywords:** a capillarity of medical non-woven materials, similarity theory and the dimensions analysis, parametres.

В качестве объектов исследования были выбраны 10 образцов нетканых материалов медицинского назначения. Образцы были выработаны из смеси вискозных и полиэфирных волокон и отличались различной долей содержания вискозных волокон и значениями поверхностной плотности материала.

Капиллярность нетканых полотен определялась по ГОСТу 3816. Ткани текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств.

Характеристика нетканых материалов и результаты расчета показателя капиллярности приведены в табл. 1.

n, %	d <sub>ср</sub> , мм	ρ <sub>в</sub> , мг/мм <sup>3</sup>	M', г/м <sup>2</sup>	$\frac{\rho_v d_{cp}^2}{M'}$	K <sub>эксп</sub> , мм	η <sub>1</sub>	η <sub>2</sub>	K <sub>расч</sub> , мм	Отклонение, %
70	0,0182	0,92	30	0,102	62	54,95	0,090	60	2,86
70	0,0182	0,92	35	0,087	56	54,95	0,086	57	1,95
70	0,0182	0,92	40	0,076	53	54,95	0,079	55	3,78
60	0,0182	0,92	45	0,068	36	36,58	0,069	36	0,76
60	0,0182	0,92	50	0,061	35	36,58	0,064	35	0,68
60	0,0182	0,92	55	0,056	35	36,58	0,058	35	0,22
50	0,0182	0,92	60	0,051	24	24,35	0,052	23	2,35
50	0,0182	0,92	65	0,047	23	24,35	0,050	24	3,06
50	0,0182	0,92	70	0,044	24	24,35	0,044	24	0,62
40	0,0182	0,92	75	0,041	17	16,21	0,039	16	2,96

На капиллярность (K) нетканых материалов будут оказывать влияние следующие факторы:

$$K = f(d_v, \rho_v, M', n), \quad (1)$$

где K – показатель капиллярности (высота подъема жидкости) нетканого полотна, мм; d<sub>ср</sub> – средний диаметр вискозных и полиэфирных волокон, текс; d<sub>ср</sub> = 0,0182 мм; ρ<sub>в</sub> – средняя объемная плотность вискозных и полиэфирных волокон, г/см<sup>3</sup>; ρ<sub>в</sub> = 0,92г/см<sup>3</sup>; M' – поверхностная плотность нетканого полотна, г/м<sup>2</sup>; n – доля содержания вискозных волокон, %.

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

$$K = \eta_1 \eta_2 = f\left(n; \frac{\rho_v d_{cp}^2}{M'}\right). \quad (2)$$

Зависимость капиллярности образцов от долевого содержания вискозных волокон η<sub>1</sub> определяется с помощью функции.

$$\eta_1 = f(n) = 3,182 \cdot e^{0,0407 \cdot n}. \quad (3)$$

Вид этой функции представлен на (рис. 1).

Зависимость показателя капиллярности нетканых материалов от параметров строения η<sub>2</sub> (рис. 2) примет вид:

$$\eta_2 = f\left(\frac{\rho_v d_{cp}^2}{M'}\right) = \frac{\left(\frac{\rho_v d_{cp}^2}{M'}\right)}{0,0578 \ln\left(\frac{\rho_v d_{cp}^2}{M'}\right) + 0,225} \quad (4)$$

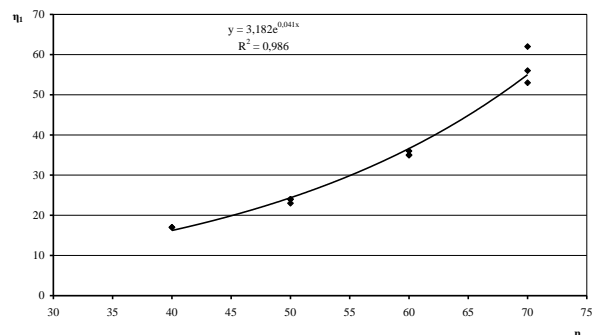


Рис. 1

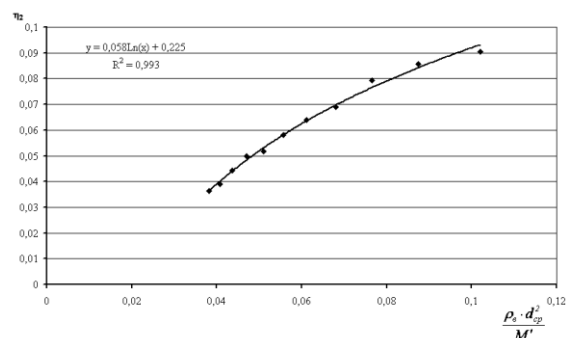


Рис. 2

Таким образом, формула для расчета капиллярности нетканых полотен примет окончательный вид:



$$K = \left( 3,182e^{0,0407 \cdot n} \right) \left( \frac{\left( \frac{\rho_b d_{cp}^2}{M'} \right)}{0,0578 \ln \left( \frac{\rho_b d_{cp}^2}{M'} \right) + 0,225} \right). \quad (5)$$

Формула (5) справедлива для  $40 \leq n \leq 70$  и  $0,038 \leq \left( \frac{\rho_b d_{cp}^2}{M'} \right) \leq 0,102$ . Отклонение расчетных значений от экспериментальных не превышает 3,78%.

## ВЫВОДЫ

Получена математическая модель, позволяющая прогнозировать капиллярность нетканых материалов в зависимости от долевого содержания вязкозных волокон и параметров строения полотен.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шустов Ю.С. Методы подобия и размерности в текстильной промышленности. – М.: МГТУ, 2002.
2. ГОСТ 3816. Ткани текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 22.11.10.

УДК 519.883; 67.002.56; 67.001.4; 67:658.562; 67:658.62.018.012

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ЗАТРАТАМИ НА КАЧЕСТВО И СТОИМОСТЬЮ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

### DETERMINATION OF AN OPTIMUM RATIO BETWEEN EXPENSES FOR QUALITY AND THE TEXTILE ARTICLES VALUE

*С.М. КИРЮХИН, В.И. ЖУКОВСКИЙ, С.Ф. ЛИТОВЧЕНКО, А.А. МАВРЯШИН*  
*S.M. KIRJUHIN, V.I. ZHUKOVSKY, S.F. LITOVCHENKO, A.A. MAVRJASHIN*

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

(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin",  
 Russian Correspondence Institute of Textile and Light Industry)  
 E-mail: office@msta.ac.ru; office@roszitlp.ru

*Исследовано и найдено теоретическое соотношение между стоимостью текстильного изделия и затратами на создание его качества.*

*The theoretical ratio between a textile article value and expenses for its quality creation has been researched and found herein.*

**Ключевые слова:** качество, стоимость, затраты, цена, оптимизация, исследование операций, минимальная оценка.

**Keywords:** quality, value, expenses, a price, optimisation, research of operations, a minimum estimation.

Целью работы является теоретическое обоснование оптимального соотношения между затратами на создание текстильного изделия и его качеством, выражаемым через показатель эффективности использования.

За исходные положения соотношения "затраты – эффективность использования продукции" были приняты основные концепции, приведенные в работе [1]. Для простоты изложения эффективность использования продукции будем обозначать как ее потребительскую стоимость, или просто стоимость (С).

Рост стоимости продукции с увеличением уровня ее качества представлен на рис.1 сплошной кривой. В системе координат: стоимость (с) – уровень качества (x) аналитический вид зависимости представим степенной функцией с дробным показателем:

$$c(x) = ax^{\frac{1}{m}}, \quad (1)$$

где m – целое, не меньшее единицы число (значение m "диктуется" видом конкретной продукции); a – положительная постоянная, которая меняется в пределах от a<sub>1</sub> до a<sub>2</sub> (с уменьшением a график функции c(x) = ax<sup>1/m</sup> приближается к оси абсцисс).

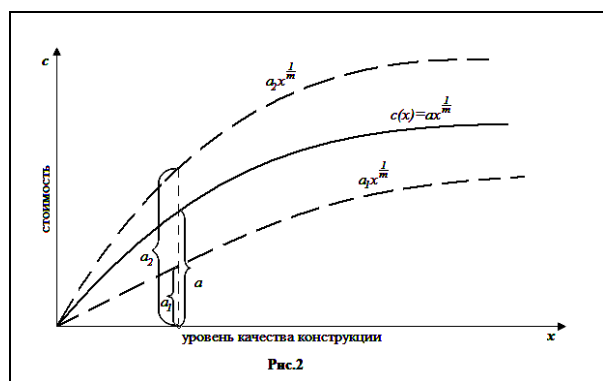


Рис. 1

Затраты на разработку продукции также возрастают с увеличением уровня ее качества, однако, в отличие от стоимости, имеют вид, представленный на рис.2

сплошной линией. Аналитический вид функции изменения затрат в зависимости от уровня качества продукции представим следующей степенной функцией с целым показателем:

$$\mathcal{G}(x) = bx^n, \quad (2)$$

где n – целое положительное число, не меньшее единицы (n ≥ 1), а b – положительная постоянная, которая меняется в пределах от b<sub>1</sub> до b<sub>2</sub>, то есть 0 < b<sub>1</sub> ≤ b ≤ b<sub>2</sub>, причем чем больше b, тем ближе график  $\mathcal{G}(x)$  к оси ординат (рис. 2).

Показатель n зависит от вида продукции, а коэффициент b – от различных требований, предъявляемых к изделию.

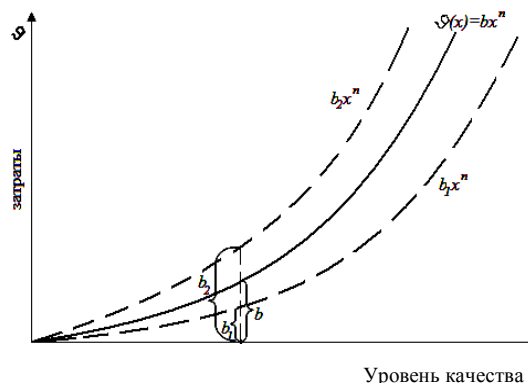


Рис. 2

Построим обе кривые c(x) и  $\mathcal{G}(x)$  (рис.3) и определим значение аргумента x<sub>q</sub>, при котором пересекаются графики функций c(x) и  $\mathcal{G}(x)$ , то есть в точке x<sub>q</sub> будет:

$$c(x_q) = \mathcal{G}(x_q).$$

Пусть графики функций c(x) из (1) и  $\mathcal{G}(x)$  из (2) пересекаются при условии

$$x_q = \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{m}{m-1}}, \quad (3)$$

а уровень качества продукции

$$x \in [0, x_q] \text{ и } 0 \leq x \leq x_q = \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{m}{m-1}}. \quad (4)$$

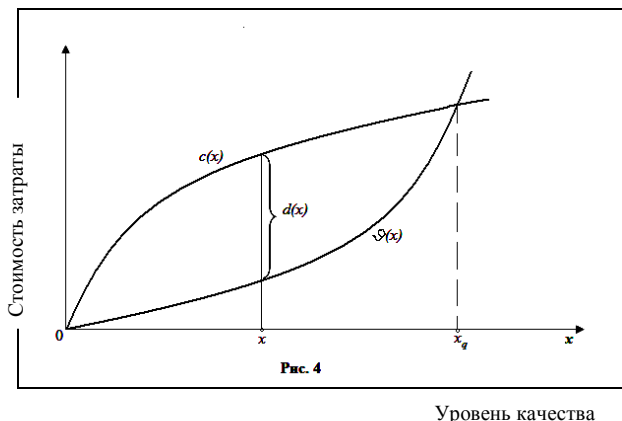


Рис. 3

Пусть отклонение  $dx$  стоимости от затрат имеет вид:

$$d(x, a, b) = ax^{\frac{1}{m}} - bx^n. \quad (5)$$

Далее исследуем гарантированную оценку  $d(x, a, b)$ , где аргумент  $0 \leq x \leq x_q = \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{m}{nm-1}}$  и параметры  $a$  и  $b$  меняются в пределах  $0 < a_1 \leq a \leq a_2$ ;  $0 < b_1 \leq b \leq b_2$ .

Отметим, что при  $x > x_q$  отклонение  $d(x, a, b) < 0$  для любых  $a \in [a_1, a_2]$  и  $b \in [b_1, b_2]$ .

Найдем внутренний максимум по выражению

$$\bar{x}(a, b) = \left(\frac{1}{nm} \frac{a}{b}\right)^{\frac{m}{nm-1}}.$$

Для каждого  $a \in [a_1, a_2], b \in [b_1, b_2]$  наибольшее отклонение стоимости от затрат имеет вид:

$$\max d(x, a, b) = d(\bar{x}(a, b), a, b) = \left(\frac{a^{nm}}{b}\right)^{\frac{1}{nm-1}} nm, \\ x(\cdot) \in X.$$

Для внешнего минимума

$$\min d(\bar{x}(a, b), a, b) = d(\bar{x}(\bar{a}, \bar{b}), \bar{a}, \bar{b}) = d^0. \quad (6) \\ (a, b) \in Y$$

В (6) будет

$$\bar{a} = a_1, \bar{b} = b_2 \text{ и } d^0 = \left(\frac{a_1^{nm}}{b_2}\right)^{\frac{1}{nm-1}}. \quad (7)$$

Так как основная цель работы состоит в оценке отклонения стоимости изделия  $c(x) = ax^{\frac{1}{m}}$  от затрат  $\vartheta(x) = bx^n$  на его разработку, где известны границы изменения параметров:  $0 < a_1 \leq a \leq a_2$ ,  $0 < b_1 \leq b \leq b_2$ , а уровень качества продукции  $x \geq 0$ .

В этом случае при любом уровне качества продукции превышение стоимости над затратами не может превосходить  $\left(\frac{a_1^{nm}}{b_2}\right)^{\frac{1}{nm-1}}$ , при этом следует ориентироваться на стоимость  $a_1 x^{\frac{1}{m}}$  и на затраты  $b_2 x^n$ , где целые положительные числа  $m$  и  $n$  определяются самой продукцией и ее специфическими свойствами.

При этом возможны варианты:

а) если параметр  $a$  не меняется, то есть  $a = \text{const}$ , а  $b$  меняется в пределах от  $b_1$  до  $b_2$  ( $b_1 \leq b \leq b_2$ ), то

При этом возможны варианты:

а) если параметр  $a$  не меняется, то есть  $a = \text{const}$ , а  $b$  меняется в пределах от  $b_1$  до  $b_2$  ( $b_1 \leq b \leq b_2$ ), то

$$d^0 = \left(\frac{a^{nm}}{b_2}\right)^{\frac{1}{nm-1}};$$

б) если  $b$  априори задан, а параметр  $a$  может меняться ( $a_1 \leq a \leq a_2$ ), то

$$d^0 = \left(\frac{a_1^{nm}}{b}\right)^{\frac{1}{nm-1}};$$

в) если оба параметра  $a$  и  $b$  "заморожены", то

$$d^0 = \left(\frac{a^{nm}}{b}\right)^{\frac{1}{nm-1}}.$$

Приведем пример расчета. Пусть стоимость текстильного изделия представлена

функцией  $ax^{\frac{1}{3}}$  ( $m=3$ ), а затраты  $b_1x^2$  ( $n=2$ ), параметры  $a$  и  $b$  могут меняться в пределах  $2 \leq a \leq 4$  ( $a_1 = 2, a_2 = 4$ ),  $1 \leq b \leq 2$  ( $b_1 = 1, b_2 = 2$ ).

Согласно полученной минимаксной оценке (7) при любом уровне качества изделия стоимость его не может превышать затраты на качество больше, чем на

$$d^0 = \left( \frac{2^{2 \cdot 3}}{1} \right)^{\frac{1}{2 \cdot 3 - 1}} = 2^{\frac{6}{5}} = 2^{\sqrt[5]{2}} \approx 2,3.$$

## ВЫВОДЫ

Показано применение теории исследования операций для нахождения соотношения затрат на качество и стоимость текстильных изделий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Львов Д.С. Экономика качества продукции. – М., 1972.
2. Воробьев Н.Н. Теория игр для экономистов-кибернетиков. – М.: Наука, 1985.
3. Гермейер Ю.Б. Введение в теорию исследований операций. – М.: Наука, 1971.

Рекомендована кафедрой материаловедения МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 29.12.10.

УДК 633.021

**ЗАВИСИМОСТЬ ВЕЛИЧИНЫ ДВОЙНОГО ПРОТРЕПА  
ПРЯДЕЙ ЛЬНЯНОГО СЫРЦА  
ОТ ИХ СВОЙСТВ И УСЛОВИЙ ОБРАБОТКИ**

**DEPENDENCE OF THE RATE OF DOUBLE-SCUTCH  
OF RAW FLAX STRANDS ON THEIR PROPERTIES  
AND TREATMENT CONDITIONS**

*Е.Л. ПАШИН, А.А. БАРИНОВ, С.Е. МАЯНСКИЙ*  
*E.L. PASHIN, A.A. BARINOV, S.E. MAJANSKY*

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

*В статье проведен анализ процесса перехода пряжи сырца с одного зажимного транспортера на другой при использовании вилки двойного протрепа, и исследована возможность увеличения величины двойного протрепа в зависимости от свойств слоя. На базе проведенных исследований и полученных зависимостей авторами предложен алгоритм выбора величины отбора вилкой и координаты расположения слоя перед трепальной машиной, обеспечивающий оптимальное использование вышеуказанного технологического эффекта.*

*The analysis of process of transition of a raw strand from one tightening transporter on another using a fork of double-scutch is carried out, and a possibility of increasing of double-scutch rate depending on the properties of a layer is researched in the article. On the basis of the carried out research and received dependences the authors offer an algorithm of a choice of the rate of culling by a fork and co-ordinates of a layer arrangement before a scutching machine, providing optimum utilisation of the above-stated technological effect.*

**Ключевые слова:** трепание длинностебельного льна, увеличение зоны двойного протрепа, длина прядей, алгоритм выбора величины отбора вилкой, координаты расположения слоя перед трепальной машиной.

**Keywords:** a scutching process a long-stalk flax, increasing of a double-scutch zone, length of strands, algorithm of a choice of rates of culling by a fork, co-ordinates of an arrangement of a layer before a scutching machine.

Повышенная неоднородность поступающей на льнозаводы льнотресты способствует при обработке на мяльно-трепальном агрегате (МТА) увеличению доли недоработанного волокна, особенностью которого является более заостренная средняя часть по длине прядей [1]. На практике для уменьшения доли костры в этой зоне горсти используют ее двойной протреп, величина которого может регулироваться путем применения специального механизма – вилки [2]. Как правило, изменение величины двойного протрепа осуществляется в зависимости от длины стеблей.

Одновременно длина стеблей предопределяет пригодность слоя льна к трепанию и его оптимальное положение по отношению к линиям зажима трепальной машины [2]. Однако при повышенной длине стеблей возникает неопределенность в однозначном выборе этого оптимального положения. Его координата располагается в интервале, величина которого зависит от свойств льна [3], [4]. Вероятно, это обстоятельство можно использовать наряду с оптимизацией расположения и для лучшей проработки средней части обрабатываемых прядей.

Реализация такой возможности предусматривает выбор определенного сочетания: величины двойного протрепа; длины свободных участков пряди, обрабатываемых в первой и второй секциях трепальной машины; соотношения этих длин; координаты положения слоя. Поскольку оптимальное положение слоя наряду с длиной стеблей зависит также от их угловой дезориентации и разброса комлевых и вершинных участков стеблей [5], эту особенность следует учитывать при решении указанной задачи.

Рассмотрим схему фиксации и расположения прядей льна в первой (рис. 1-а) и второй (рис. 1-б) секциях трепальной машины. При расчетах технологическими зазорами между точкой зажима прядей и траекторией движения бил будем пренебрегать. Будем учитывать также суммарную длину участков прядей  $A$ , находящуюся в зажимных ремнях и определяемую их параметрами:  $A = (2a_1 + a_2)$ .

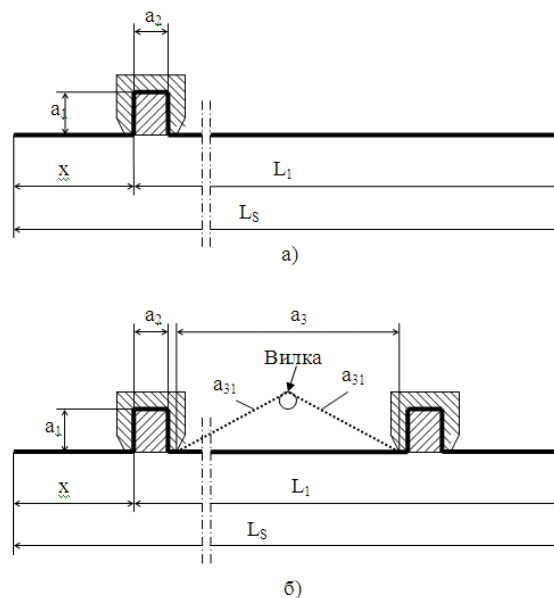


Рис. 1

Согласно указанной схеме длина части слоя, обрабатываемой в первой секции, определяется координатой положения слоя прядей  $x$  и его шириной  $L_s$ . Поэтому, если требуется, например, установить определенную длину обрабатываемой свисающей части слоя, равную  $L_1$ , то для этого координата  $x$  должна быть равной:

$$x = L_s - A - L_1. \quad (1)$$

Длина свободных участков прядей в слое  $L_2$ , обрабатываемых во второй секции, определяется длиной необрабатываемых волокнистых участков слоя (равной  $x$ ), длиной участков слоя между внутренними краями ремней  $a_3$ , а также величиной отбора вилкой  $d = (a_{31} + a_{32} - a_3)$  (рис. 1-б):

$$L_2 = x + A + a_3 + d. \quad (2)$$

С учетом (1) и (2) можно выразить величину отбора вилкой, требуемую для установки заданной величины  $L_2$ :

$$d = L_1 + L_2 - L_s - a_3. \quad (3)$$

Формулы (1) и (3) позволяют определить такие параметры расположения слоя, при которых удастся обеспечить требуемые длины обрабатываемых трепанием частей слоя. В дальнейшем они будут ис-

пользованы для математических построений.

Для решения задачи максимизации величины двойного протрепа с использованием вилки при определении величины  $d$  необходимо оценивать вероятность попадания всех обрабатываемых прядей под зажимной транспортер трепальной машины, определяемую показателем пригодности к трепанию. Известно [3], что максимально возможная пригодность достигается, когда величина координаты положения слоя по комлям превышает величину  $b\sigma_1$ , а величина координаты положения слоя по вершинам превышает величину  $b\sigma_2$ , где  $\sigma_1$  – среднеквадратическое отклонение по комлям, а  $\sigma_2$  – среднеквадратическое отклонение по вершинам. Их значения следует определять с учетом угловой дезориентации, общего угла наклона стеблей в слое и среднеквадратического отклонения (СКО) концевых участков параллелизованных стеблей, не имеющих разворота [5]. Соблюдение этих двух условий является основанием для принятия мер по рациональному трепанию длинностебельного льна путем увеличения значения величины двойного протрепа.

Иными словами, условием для введения вилки двойного протрепа является:

$$L_s - b\sigma_1 - b\sigma_2 > 2A + a_3. \quad (4)$$

При соблюдении данного условия необходимо обеспечить такую координату расположения слоя перед трепальной машиной, которая будет приводить к высокой пригодности слоя к трепанию и величине обрабатываемой длины, как минимум, равной  $b \cdot \sigma_1$ . После перехвата длина зажатой вершинной части должна составлять не менее  $(b\sigma_2 + 2a_1 + a_2)$ , исходя из условия наибольшей пригодности к трепанию. Если вычесть эту величину, а также параметр  $a_3$  (расстояние между ремнями) из указанной ранее длины части слоя, обрабатываемой в первой секции, то мы получим максимальную величину отбора вилкой:

$$d_{\max} = L_s - b\sigma_1 - b\sigma_2 - 2A - a_3. \quad (5)$$

Величина двойного протрепа с учетом [2] при этом определится следующим образом:

$$e = a_3 - (c_1 + c_2) + d, \quad (6)$$

где  $c_1$  и  $c_2$  – расстояния от зажимных ремней до окружности, ометаемой трепальными барабанами.

Однако следует отметить, что при повышенной длине стеблей и максимальной величине двойного протрепа длина участков прядей, подвергнутых трепанию, может оказаться слишком большой, что приведет либо к ее обрыву, либо к существенному ухудшению условий трепания [1].

В связи с этим обстоятельством предлагается следующий вариант расчета величин положения слоя перед трепанием и отбора вилкой. Он не предполагает сохранения длин обрабатываемых участков прядей в слое на заданном уровне. Вводятся лишь ограничения на величины этих участков, при которых уровень их нагружения и условия обработки трепанием являются не опасными. Например, задано ограничение по длине прядей  $L_{1m}$  при обработке в первой секции трепальной машины. Тогда до тех пор, пока при координате положения слоя  $x$ , равной  $b\sigma_1$ , обеспечивающей максимальную пригодность к трепанию, длина обрабатываемых участков не превысит  $L_{1m}$ , она задается максимально возможной для данного слоя, то есть равной  $(L_s - b\sigma_1 - A)$ . Это условие способствует лучшей обработке сырца. Если же длина обрабатываемой части превышает  $L_{1m}$ , то она принимается при расчетах равной  $L_{1m}$ , а координата положения слоя определяется по формуле:

$$x = L_s - A - L_{1m}. \quad (7)$$

Таким образом, вся "лишняя" длина как бы "ликвидируется" за счет манипуляций с координатой положения слоя  $x$  на подготовительных этапах перед трепанием.

Аналогичным образом задается максимальная длина части слоя, обрабатываемой во второй секции трепальной машины  $L_{2m}$ . При этом величина отбора вилкой уста-

навливается максимально возможной, то есть равной  $(L_s - 6\sigma_1 - 6\sigma_2 - 2A - a_3)$ , пока получаемая длина обрабатываемой части слоя меньше максимальной длины. Если же это условие не соблюдается, то величина отбора вилкой устанавливается равной:

$$d = L_{2m} - A - a_3 - x. \quad (8)$$

Результаты использования нового варианта расчета можно продемонстриро-

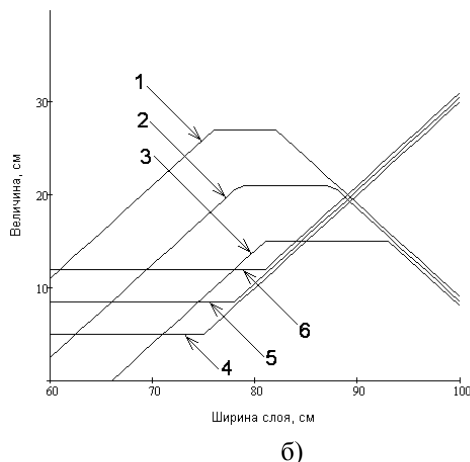
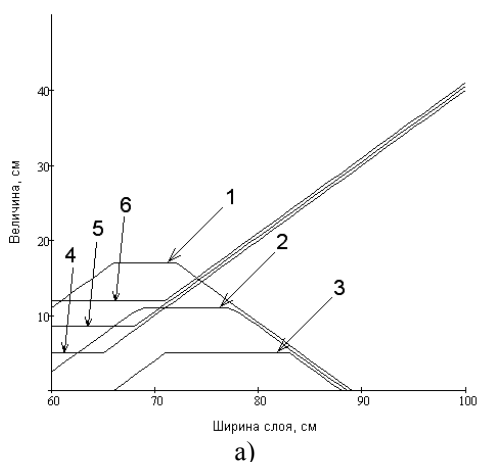


Рис. 2

Рис. 2 – величина отбора вилкой (1 – при  $\sigma_1=1, \sigma_2=2$ ; 2 – при  $\sigma_1=1,5, \sigma_2=3$ ; 3 – при  $\sigma_1=2, \sigma_2=4$ ) и координата положения слоя (4 – при  $\sigma_1=1, \sigma_2=2$ ; 5 – при  $\sigma_1=1,5, \sigma_2=3$ ; 6 – при  $\sigma_1=2, \sigma_2=4$ ); а) – максимальная длина свисающих концов 50 см, б) – максимальная длина свисающих концов 60 см.

Как следует из представленных графиков, координаты точек перехода от зоны роста величины отбора вилкой  $d$  к неизменному ее состоянию и далее – к зоне снижения определяются значениями СКО и длин  $L_{1m}, L_{2m}$  (в рассматриваемых случаях  $L_{1m}=L_{2m}$ ).

Координата положения слоя  $x$  с ростом длины стеблей вначале остается постоянной и зависимой от СКО. Затем, при определенном значении длины стеблей, наблюдается ее рост. Начало роста и соответствующее этому условию значение координаты также зависит от СКО и длин  $L_{1m}, L_{2m}$ .

Таким образом, для обеспечения требуемых условий обработки льна

вать графическими зависимостями, иллюстрирующими зависимость координаты положения слоя перед трепанием и величины отбора вилкой от ширины слоя при максимальной обрабатываемой длине 50 см (рис. 2-а) и 60 см (рис. 2-б). При этом на рисунках семейство графиков соответствует различным сочетаниям СКО по вершинам и комлям, которые определяются согласно [4].

( $e \rightarrow \max; L_1 < L_{1m}; L_2 < L_{2m}$ ) необходимо одновременно управлять изменением величины отбора вилкой и координатой положения слоя. Последовательность этих действий можно представить в виде алгоритма (рис. 3), который целесообразно применять при реализации систем управления режимами работы МТА.

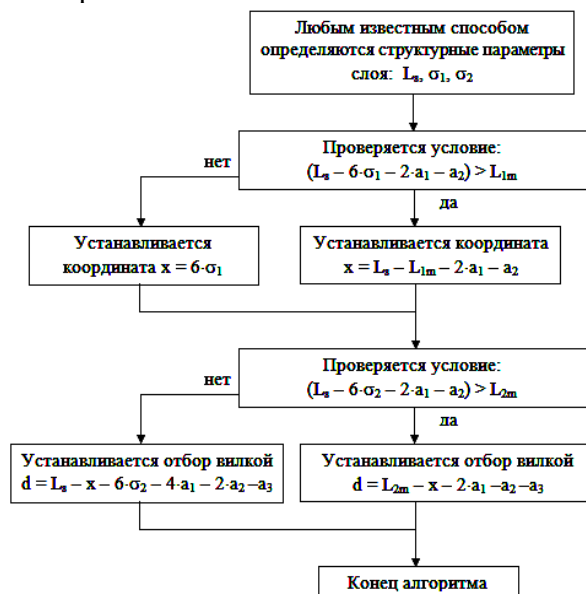


Рис. 3



1. Установлена возможность получения технологического эффекта при трепании длинностебельного льна, обусловленного одновременным увеличением зоны двойного протрепа, нахождением в поле трепания прядей длиной, не более заданной, а также обеспечением наилучшей пригодности льна к трепанию.

2. Характер изменения величин отбора вилкой и координаты расположения слоя перед трепальной машиной определяются максимальной длиной обрабатываемых трепанием свободных участков прядей и значениями СКО их комлевых и вершинных концов.

3. Предложенный алгоритм выбора величин отбора вилкой и координаты расположения слоя перед трепальной машиной рекомендуются для проектирования систем управления работой МТА.

1. *Бойко С.В., Пашин Е.Л.* Теоретические основы повышения эффективности процесса трепания недоработанного льняного волокна. – Кострома: КГТУ, ВНИИЛК, 2008.

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

3. *Баринев А.А., Маянский С.Е., Пашин Е.Л.* Оптимизация расположения льняного слоя при обработке на мяльно-трепальном агрегате // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №1.

4. *Дьячков В.А.* Продольное смещение стеблей в слое и пригодность льняной тресты к трепанию: Монография. – Кострома: КГТУ, 2007.

5. *Пашин Е.Л., Лапшин А.Б., Маянский С.Е.* Механическая подготовка льна для получения трепаного волокна (проблемы и направления совершенствования): Монография. – Кострома: ВНИИЛК, 2006.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 11.10.10.

УДК 677.052.71

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ВЫТЯЖНОГО ПРИБОРА  
КОЛЬЦЕВОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ**

**MODERNISATION OF THE DRAFTER  
OF A RING SPINNING MACHINE**

*А.А. СТОЛЯРОВ*  
*A.A. STOLYAROV*

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

*В работе представлен модернизированный вытяжной прибор кольцевой прядильной машины, дополненный средством регулирования величиной дуги обтекания мычкой выпускного цилиндра, что обеспечило повышение прочности пряжи, снижение ее обрывности и повышение производительности оборудования.*

*The modernised drafter of a ring spinning machine supplemented with the means of regulation of the rate of a bow of a string flow of the output cylinder that has provided the increasing of a yarn durability, its breakage reduction and increasing of the equipment productivity is presented in the article.*

**Ключевые слова:** кольцевая прядильная машина, средство регулирования величины дуги обтекания мычкой выпускного цилиндра, прочность пряжи, производительность кольцевой прядильной машины.

**Keywords:** a ring spinning machine, means of regulation of the rate of a bow of a string flow of the output cylinder, yarn durability, productivity of a ring spinning machine.

Известно, что при выработке пряжи на кольцевой прядильной машине мычка, выходящая из зажима передней вытяжной пары, имеет низкую прочность. Это обусловлено конструктивной особенностью вытяжного прибора, а именно тем, что цилиндры расположены в наклонной плоскости к горизонту. В свою очередь, от угла наклона цилиндров, а также высоты рас-

положения цилиндров над брусом зависит величина дуги обтекания мычкой выпускного цилиндра, которая определяет возможность распространения крутки в зону линии ее зажима передней вытяжной парой [1]. Из рис. 1 видно, что мычка, выходя из вытяжного прибора, огибает (обтекает) передний цилиндр по дуге 1-2 и продвигается к нитепроводнику 3. В процессе

работы крутильно-мотального устройства мычка скручивается, причем крутка передается от бегунка, вращающегося по кольцу к линии зажима ее передней вытяжной парой [2].

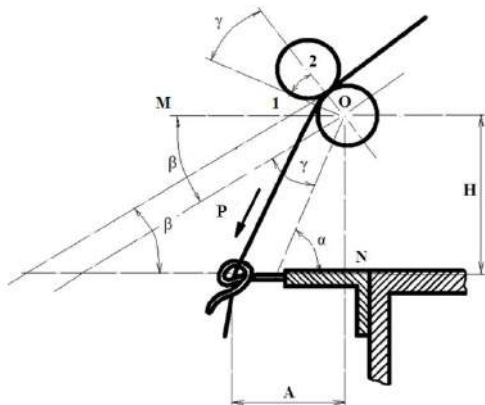


Рис. 1

Однако вследствие плотного прилегания мычки к поверхности цилиндра крутка на участке 1-2 будет незначительной, а поэтому нить на участке от нитепроводника до линии зажима мычки передней вытяжной парой будет очень непрочной. Это, в свою очередь, приводит к повышенной обрывности мычки под действием натяжения, которая та испытывает.

Из рис.1 видно, что дуга обтекания мычкой переднего цилиндра вытяжного прибора тем меньше, чем больше угол наклона цилиндров к горизонту  $\beta$ , чем меньше высота  $H$  и чем больше параметр  $A$ . Эти величины должны быть оптимальными для правильной организации технологических операций формирования и наматывания пряжи, а также для удобства обслуживания машины.

В работе [1] приводится формула, связывающая величины  $A$  и  $H$  с углом наклона нити  $\alpha$  следующим образом:

$$\sin \alpha = \frac{Ar + H\sqrt{A^2 + H^2 - r^2}}{H^2 + A^2}, \quad (1)$$

где  $r$  – радиус переднего цилиндра.

Зная величины  $A$ ,  $H$  и  $r$ , мы можем определить угол наклона к горизонту, выходящий из вытяжного прибора нити  $\alpha$ .

С другой стороны, угол

$$\text{MON} = \pi/2 = \beta - \gamma + \pi/2 - \alpha, \quad (2)$$

откуда

$$\gamma = \alpha - \beta, \quad (3)$$

то есть угол обтекания равен разности между углом наклона нити к горизонту и углом наклона цилиндров и его легко определить, зная конструктивные параметры прядильной машины.

Последние модели отечественных кольцепрядильных машин и современные зарубежные машины оснащены вытяжными приборами, в которых конструктивные параметры определены наиболее оптимально. Так, например, на машинах моделей П-70 и П-75А был увеличен угол наклона вытяжного прибора с  $45$  до  $65^\circ$ , уменьшено расстояние между осью переднего цилиндра и осью веретена с  $50,5$  до  $40$  мм, и увеличен максимальный размах перемещения нитепроводника до  $120...160$  мм.

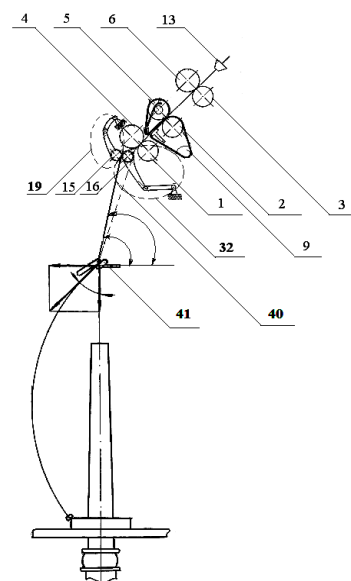


Рис.2

В результате этого удалось уменьшить угол обтекания переднего цилиндра мычкой в начале наработки початка с  $26$  до  $13^\circ$  и в конце наработки съема с  $9$  до  $2^\circ$ . Это обеспечило повышение прочности вырабатываемой мычки за счет лучшего распро-

странения крутки до линии зажима ее в выпускной паре вытяжного прибора. Однако в полной мере решить вопрос беспрепятственного распространения крутки в зону зажима мычки передней вытяжной парой пока не удалось.

Для решения этой технологической задачи нами предпринята попытка модернизировать классический вытяжной прибор, добавив в его конструкцию средство регулирования дуги обтекания мычкой переднего цилиндра [3]. На рис.2 представлена линия заправки кольцевой прядильной машины с модернизированным вытяжным прибором, а на рис.3 и 4 – модернизированный вытяжной прибор.

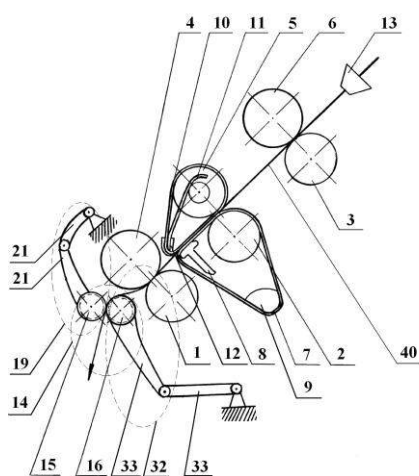


Рис.3

На выходе передней вытяжной пары установлено средство 14 (рис.3) регулирования дуги обтекания мычкой выпускного цилиндра 1, состоящее из контактирующих валика 15 и цилиндра 16 с выполненными на цилиндрической поверхности поперечными канавками 17 (рис.4). Валик 15 и цилиндр 16 установлены с возможностью возвратно-поступательного перемещения в плоскости, перпендикулярной осям вытяжных пар, при этом валик и цилиндр – средства регулирования дуги обтекания мычкой выпускного цилиндра – установлены с возможностью огибания пряжей цилиндра.

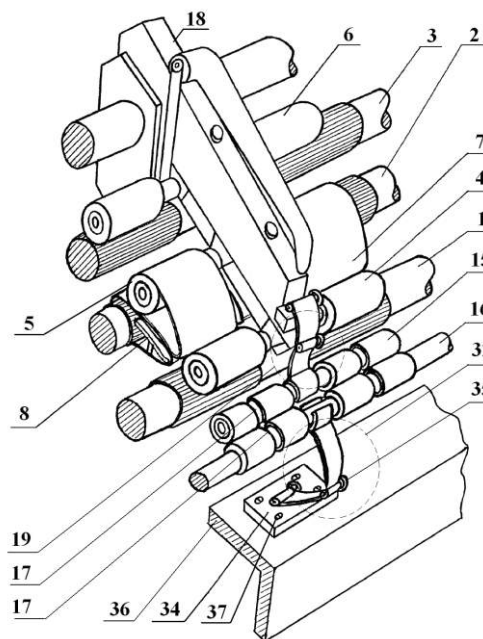


Рис. 4

Вытяжной прибор работает следующим образом: мычка 40 (рис. 2), продвигаясь в вытяжном приборе через группу вытяжных пар, состоящих из цилиндров 1,2,3 и нажимных валиков 4,5,6, подается в зону действия средства регулирования (14), состоящего из контактирующих валика 15 и цилиндра 16, равных диаметров и установленных в узлах держателя 19 и 32 соответственно, дающих возможность валику и цилиндру перемещаться в плоскости, перпендикулярной осям вытяжных пар. Далее мычка (40) проходит через поперечные канавки 17, выполненные на цилиндрической поверхности съемных втулок 29, установленных на валике 15 и цилиндре 16 средства 14 регулирования дуги обтекания мычкой выпускного цилиндра 1, и огибает цилиндр 16, получающий вращательное движение от выпускного цилиндра 1. Валик 15 вращается за счет контакта с цилиндром 16. Вращение валика 15 и цилиндра 16 способствует продвижению мычки к нитепроводнику 41 (рис. 2), а пространственное положение валика 15 и цилиндра 16 уменьшает дугу обтекания мычкой цилиндра 1, что улучшает распространение крутки пряжи в зону зажима мычки между цилиндром 1 и валиком 4 (рис.3). Для снижения трения нити о цилиндр и валик

их поверхность покрыта термопластическими полимерами.

Экспериментальные исследования модернизированного вытяжного прибора проводились в лабораторных условиях кафедры технологии текстильных изделий ИГТА. Были проведены испытания образцов выработанной пряжи, в ходе которых определяли следующие физико-механические показатели: линейную плотность, неровноту по линейной плотности, разрывную нагрузку, коэффициент вариации

по разрывной нагрузке, разрывное удлинение. Количество паковок и проб для проведения испытаний, а также методы проведения испытаний осуществлялись в соответствии с ГОСТами. Для сравнения были отобраны образцы хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 25 текс, выработанной на кольцевой прядильной машине П-76-5М с обычным и модернизированным вытяжными приборами. Результаты исследований физико-механических свойств пряжи представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Показатели свойств пряжи	ОСТ-17-96-86			Пряжа, полученная при использовании обычного вытяжного прибора	Пряжа, полученная при использовании модернизированного вытяжного прибора
	1	2	3		
Линейная плотность, текс	25	25	25	25	25
Удельная разрывная нагрузка сН/текс	12,3	11,4	не менее 10,5	12,0	14,5
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	13,8	16,2	не более 18,8	13,9	12,6
Разрывное удлинение, %				4,91	5,13
Пороки на 100 м					
Утонения, -50%	350	400	450	354	341
Утолщения, -60%	400	450	500	398	326

Оценка обрывности пряжи проводилась по методике определения показателя вероятности обрыва нити [4]. Результаты расчетов предполагают снижение обрывности пряжи на кольцевой прядильной машине в результате использования модернизированного вытяжного прибора на 17,3%.

## ВЫВОДЫ

Экспериментальные исследования показали, что использование модернизированного вытяжного прибора дает возможность повысить прочность пряжи, улучшить ее качество и увеличить производительность прядильной машины за счет снижения обрывности вырабатываемой продукции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов Н.Т. Прядение хлопка. – М.: Легкая промышленность, 1951.
2. Павлов Ю.В. Влияние размеров треугольника кручения и формы валиков передней вытяжной пары на обрывность в прядении: - Дис....канд. техн. наук. – Иваново, 1966.
3. Положительное решение на выдачу патента на изобретение «Вытяжной прибор прядильной машины». Столяров А.А., Чистобородов Г.И., Крайнов Е.М. ФГУ ФИПС 2010106723/12(009447), МПК D01H 5/22.
4. Павлов К.Ю., Павлов Ю.В. Показатель вероятности обрыва нити // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №1. С.135...137.

Рекомендована кафедрой технологии текстильных изделий. Поступила 31.01.11.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ  
ВОЛОКОН ЛЬНЯНОГО КОТОНИНА  
В ПРОЦЕССАХ ХЛОПКОПРЯДЕНИЯ**

**RESEARCH OF DAMAGEABILITY  
OF LINEN COTTONIZED FIBERS  
WHILE COTTON SPINNING PROCESSES**

*И.Ю. ЛАРИН*  
*I.JU. LARIN*

(Ивановская государственная текстильная академия)  
(The Ivanovo State Textile Academy)  
E-mail: nir\_igta@mail.ru

*Проведены исследования изменения количества деформаций, повреждений и разрушений волокон льняного котонина в процессе совместной переработки с хлопком на примере его элементарных волокон.*

*Research of the change of deformations, cultivations and damages quantity of a linen cottonized fibers in the course of joint reprocessing with a cotton for instance of its elementary fibers has been carried out.*

**Ключевые слова:** котонин, деформации, повреждения, разрушения, элементарные льняные волокна.

**Keywords:** a cottonine, deformations, cultivations, damages, elementary flax fibres.

Особенностью морфологии льняных волокон является наличие деформаций: сдвигов, скрученностей, вздутий, пережабин, образующихся в период роста и при механической обработке. Волокна также имеют повреждения и разрушения: трещины, задиры, оборванные концы, образующиеся при механической обработке [1], [2]. Известно, что в процессе переработки льняного волокна его прочность уменьшается [2], [3]. В ходе совместной переработки с хлопком льняные волокна подвергаются жесткому воздействию со стороны рабочих органов машин прядильного производства. В результате происходит дальнейшее дробление льняных волокон и уменьшение их длины [4].

Изучалось изменение количества деформаций, повреждений и разрушений волокон льняного котонина в процессе совместной переработки с хлопком на при-

мере его элементарных волокон. Исследования проводили на агрегатном поляризационном микроскопе ПОЛАМ Р-211 в проходящем поляризованном свете. Объектом исследования являлись элементарные волокна льна из котонина, изготовленного по механическому способу, из прочеса с чесальной машины ЧМ-50 и из мычки с пневмомеханической прядильной машины ППМ-120-МС. Поверхности 300 волокон каждого образца изучались в поляризованном свете при увеличении  $\Gamma = 1,2 \times 60 \times 6,3$ . В ходе исследований регистрировались виды деформаций, повреждений и разрушений волокон, измерялась длина волокон. Проводился расчет количества каждого вида деформации, повреждений и разрушений на 1000 мм длины волокна. Результаты исследований приведены в табл.1.

Наименование показателя	Число деформаций и повреждений на 1000 мм длины		
	котонин	прочес	мычка
Деформации			
Скрученность	13	9	6
Пережабины	11	6	4
Вздутия	17	19	20
Сдвиги	48	31	3
Повреждения			
Трещины	74	47	40
Задирь	57	34	29
Разрушения			
Обрыв с одного конца	13	16	21
Обрыв с двух концов	10	12	15

Анализ результатов исследований показывает, что элементарные волокна льняного котонина сильно повреждены и разрушены. Трещины встречаются на волокне в среднем через 13,5 мм их длины, а задирь – через 15,5 мм. В ходе переработки в прядении количество трещин и задиров у волокна уменьшается после чесания на 36,5 и 40,4%, а после дискретизации еще на 14,9 и 14,7% соответственно. Наличие у волокна повреждений в виде трещин и задиров снижает его прочность. Видимо, в процессе чесания на чесальной машине и дискретизации на пневмомеханической прядильной машине волокна испытывают натяжение, большее их прочности, в ослабленных местах, что приводит к обрыву волокон в этих местах. В процессе чесания и дискретизации происходит дальнейшее разрушение волокон, о чем свидетельствует частота появления этого порока. Количество волокон с одним оборваным кончиком увеличивается после чесания на 23,1%, а после дискретизации на 31,3%, а количество волокон с обоими оборванными кончиками увеличивается на 20,0 и 25,0% соответственно.

Количество таких деформаций, как скрученность, пережабины и сдвиги, уменьшается в процессе совместной переработки котонина с хлопком. Это также можно объяснить тем, что в местах деформаций волокон происходит разрыв. По сравнению с исходным котонином в прочесе уменьшилось число скрученностей, пережабин и сдвигов соответственно на

30,8; 45,5 и 35,4%, а в мычке по сравнению с прочесом – еще на 33,3; 33,3 и 90,3% соответственно. Единственный вид деформации – вздутия – об изменении их количества нельзя сказать объективно.

## В Ы В О Д Ы

1. Волокна льняного котонина механического способа производства сильно повреждены, разрушены и имеют большое количество деформаций.

2. Наличие у волокна повреждений в виде трещин, задиров, деформаций в виде скрученностей, пережабин и сдвигов снижает его прочность. В процессе переработки льняного котонина в прядении происходит обрыв волокон в дефектных ослабленных сечениях.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Магит М.* Микроскопия лубяных растений. – М.: Гизлегпром, 1938.
2. *Кукин Г.Н., Соловьев А.Н.* Текстильное материаловедение (волокна и нити). – М.: Легпромбытиздат, 1989.
3. *Живетин В.В., Гинзбург Л.Н., Ольшанская О.М.* Лен и его комплексное использование. – М.: Информ-Знание, 2002.
4. *Шитик Е. В.* Разработка и исследование процессов пневмомеханического прядения при выработке хлопкольнай пряжи: Дис....канд. техн. наук. – Иваново, 1998.

Рекомендована кафедрой технологии текстильных изделий. Поступила 31.01.11.

УДК 677.024

**СВЯЗЬ МЕЖДУ ДЕФОРМАЦИЕЙ ВЕТВИ ОСНОВЫ, ОГИБАЮЩЕЙ СКАЛО,  
И ПЛЕЧОМ СИЛЫ ЕЕ НАТЯЖЕНИЯ**

**CONNECTION BETWEEN DEFORMATION  
OF A WARP BRANCH BENDING AROUND A TENSION BAR  
AND A SHOULDER OF FORCE OF ITS TENSION**

*O.A. САВВИН*

*O.A. SAVVIN*

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

*В статье доказывается, что при поступательном движении скала существует очень простая зависимость, связывающая деформацию ветвей основы, огибающих скало, с моментом силы ее натяжения относительно оси вращения рычага скала. Показано, что при определении момента силы натяжения ветви основы эту силу необходимо предварительно перенести в центр вращения скала.*

*It is proved that under the translational motion of a tension bar the very simple dependence, connecting deformation of the warp branches, bending around a tension bar, with the moment of its tension force concerning an axis of the tension bar lever rotation exists herein. It is shown that under determination of the moment of the force of a warp branch tension this force is necessary to transfer preliminary to the centre of the tension bar rotation.*

**Ключевые слова:** система заправки ткацкого станка, деформация ветви основы, описание движения скальной системы, определение плеча силы натяжения ветви основы относительно оси вращения рычага скала.

**Keywords:** loom charging system, deformation of a warp branch, the description of a tension bar movement system, determination of a shoulder of force of a warp branch tension concerning an axis of a tension bar lever rotation.

При работе ткацкого станка его система заправки постоянно подвергается воздействиям со стороны его рабочих органов. Законы движения таких механизмов,

как батанный, зевообразовательный, отпуска основы и навивания ткани, с определенными допущениями можно считать заданными. Это позволяет определить де-



формацию системы заправки станка при их работе. Иначе обстоит дело с подвижной системой скала. Движение этой системы происходит под действием постоянно меняющегося натяжения основы. В свою очередь, движение скала меняет деформацию ветвей основы, огибающих его, и, следовательно, их натяжение. Связать все эти три фактора можно только одним способом – описанием движения скальной системы. Для этого необходимо предварительно составить дифференциальные уравнения движения данного механизма. Решение этой последней задачи значительно облегчится, если сначала решить две вспомогательные задачи:

1) определить деформацию ветвей основы в зависимости от движения скальной системы,

2) определить моменты сил натяжения этих ветвей относительно скала и его рычага.

При решении этих задач необходимо считать движение скальной системы заданной.

Мы решили остановиться на решении двух последних задач, поскольку до настоящего времени нет достаточной ясности в вопросах определения деформации и плеч сил натяжения основы относительно оси вращения рычага скала. Время от времени появляются статьи, дающие пищу спорам [2], [3] или нерационально или неточно освещающие рассматриваемый вопрос [5], на которые в скором времени появляются критические отзывы [3], [4], [6].

Остановимся сначала на второй задаче. Отметим, что наиболее просто составить дифференциальные уравнения движения скальной системы можно при помощи уравнений Лагранжа второго рода.

В этих уравнениях обобщенная сила находится через работу сил при элементарном изменении обобщенных координат. За эти координаты, на наш взгляд, целесообразнее всего принять  $\varphi_1$  – угол поворота рычага скала, отсчитываемый от горизонтали и,  $\varphi_2$  – угол поворота скала относительно его рычага (рис. 1).

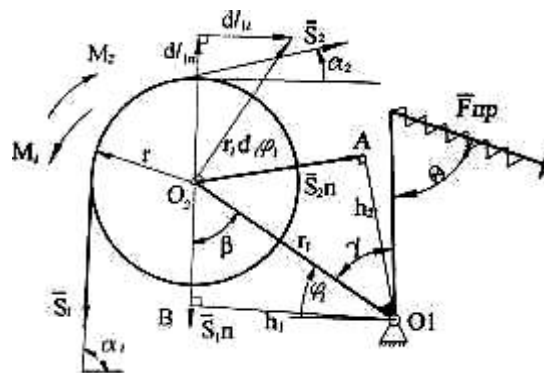


Рис. 1

Приведем подробные выкладки только для нижней ветви с натяжением  $S_{1b}$ . Что касается верхней ветви с натяжением  $S_{2b}$ , то все рассуждения и действия будут такие же, как и для нижней ветви.

Для удобства определения момента натяжения  $S_{1b}$  и, в первую очередь, работы, совершаемой этой силой, перенесем силу в точку  $O_2$  – центр вращения скала. При этом получим силу  $S_1 = S_{1b}$ , приложенную в точке  $O_2$ , и пару сил с моментом  $M$ , равным моменту переносимой силы относительно точки  $O_2$ . Общая работа силы  $S_{1b}$  складывается из работы силы  $S_1$  и работы пары сил с моментом  $M$ . При изменении обобщенных координат на  $d\varphi_1$  и  $d\varphi_2$  эта работа будет:

$$dA = -S_1 r(d\varphi_1 + d\varphi_2) - S_1 h_1 d\varphi_1, \quad (1)$$

где  $r$  и  $h_1$  – радиус скала и плечо силы  $S_1$  относительно точки  $O_2$ .

Знак "минус" взят потому, что момент силы направлен противоположно направлению отсчета углов  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$ .

Рассмотрим только поступательное движение скала, при котором

$$d\varphi_1 + d\varphi_2 = 0 \quad (2)$$

и

$$dA = -S_1 h_1 d\varphi_1. \quad (3)$$

Плечо  $h_1$  легко находится из рис. 1, на котором показаны геометрические параметры, входящие в формулы, значения уг-

лов и направления их отсчета. Точка пересечения плеча  $h_1$  с линией действия силы  $S_1$  обозначена буквой К.

Перейдем теперь к деформации ветви. Так как рассматривается поступательное движение скала, то перемещение точки А – точки схода нижней ветви со скала – равно перемещению точки  $O_2$  – центра скала.

Это перемещение можно представить двумя составляющими:  $d\ell_{1n}$  – перемещения, направленного вдоль ветви основы, и  $d\ell_{1t}$  – перемещения, направленного перпендикулярно ей. Перемещение  $d\ell_{1n}$  представляет собой деформацию ветви, перемещение  $d\ell_{1t}$  определяет ее поворот, то есть изменение угла  $\alpha_1$ . При этом точки схода основы с навоя и скало незначительно изменяют свое положение. В результате этого некоторая часть основы сойдет или, наоборот, намотается на скало или навой. При этом  $\ell_1$  – длина прямолинейного участка между навоем и скалом – несколько изменится, что, однако, не повлечет изменения деформации данной ветви. Мы постарались остановиться на этом вопросе подробно, так как изменение длины ветви за счет изменения угла  $\alpha_1$  являлось основной причиной спора в работах [2...4].

Вернемся к деформации  $d\ell_{1n}$ . Треугольник деформаций и треугольник  $O_1K_1O_2$  подобны как треугольники с взаимно-перпендикулярными сторонами. Поэтому

$$r_1 d\varphi_1 / r_1 = d\ell_{1n} / d\varphi_1 \quad (4)$$

откуда

$$h_1 = d\ell_{1n} / d\varphi_1. \quad (5)$$

Таким образом, при поступательном движении скала плечо силы натяжения основы  $S_1$  относительно оси вращения рычага скала численно равно деформации этой ветви, деленной на элементарный угол поворота рычага скала.

Это утверждение справедливо и для второй ветви.

В основу выводов аналитических зависимостей мы положили "геометрический" метод. Те же результаты, но значительно

проще и быстрее, можно получить, используя "метод работ". Определим элементарную работу натяжения  $S_1$ :

$$dA = - S_1 d\ell_{1n}, \quad (6)$$

с другой стороны:

$$dA = - h_1 S_1 d\varphi_1, \quad (7)$$

откуда сразу же вытекает зависимость (5).

Укажем, что зависимость, аналогичная формуле (5), имеет место и для второй ветви.

Полученный нами результат можно сформулировать следующим образом:

Для определения деформации ветви основы, огибающей скало, при повороте рычага скала на элементарный угол и при поступательном движении скала необходимо следующее:

- 1) Перенести натяжение данной ветви параллельно самому себе в центр скала,
- 2) определить плечо этой перенесенной силы относительно оси вращения рычага скала.

Деформация данной ветви будет численно равна произведению плеча перенесенной силы на элементарный угол поворота рычага скала.

В заключение заметим, что вычисление непосредственно плеча равнодействующей сил  $S_1$  и  $S_2$ , как предлагается в [5], является крайне нецелесообразным, так как эти силы постоянно меняются в процессе работы станка. Изменение соотношения между этими силами приводит к тому, что их равнодействующая постоянно меняет свою величину и направление. Не случайно указанная работа подверглась справедливой и серьезной критике [6].

## В Ы В О Д Ы

Вычисление деформации ветви основы при повороте рычага скала на элементарный угол может быть сведено к определению плеча силы натяжения этой ветви относительно оси вращения рычага скала, что позволяет многократно упростить вычисление этой деформации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ефремов Д.Е. Изменение характеристик заправочной линии основы при движении скала на станке П-125-ZB-8 // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1980, №4. С. 38...40.
2. Лиманускас П.В. Метод теоретического определения компенсации деформации основы на станках П-105 // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1983, №3. С.42...45.
3. Ефремов Д.Е. О методе теоретического определения компенсации деформации основы на станках П-105 // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1986, №2. С. 122.
4. Лиманускас П.В. Еще о методе теоретического определения компенсации деформации основы на станках П-105 (с заключением Оникова Э.А.) //

Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1989, №1. С. 111...113.

5. Чугин В.В., Артемьев И.А. Технологические условия нормализации режима отпуска и натяжения основы регулятором станка АТПР // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1985, №3. С. 47...51.

6. Ефремов Е.Д., Ефремов Д.Е. Об одной ошибочной математической модели // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1988, №3. С. 196...197.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 01.02.11.

УДК 677.024.001

### НАТЯЖЕНИЕ ОСНОВНЫХ НИТЕЙ НА ТКАЦКОМ СТАНКЕ СТБ ПРИ ВЫРАБОТКЕ ТКАНЕЙ ПОЛОТНЯНОГО ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ

#### THE TENSION OF WARP THREADS ON STB LOOM WHEN MANUFACTURING LINEN WEAVE FABRICS

*А.Б. БРУТ-БРУЛЯКО, М.Н. ЕРОХОВА, В.А. ТЯГУНОВ*  
*A.B. BRUT-BRULJAKO, M.N. EROHOVA, V.A. TJAGUNOV*

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

*Проведены аналитический и экспериментальный анализы деформации и натяжения нитей основы в верхней и нижней ветвях зева при выработке ткани полотняного переплетения на ткацком станке СТБ.*

*The analytical and experimental analysis of warp threads deformation and tension in the outer and lower branches of a shed out when manufacturing linen weave fabrics on STB loom is carried.*

**Ключевые слова:** процесс зевобразования, геометрия зева, абсолютная и относительная деформации нитей основы, натяжение нитей при прибое и зевобразовании.

**Keywords:** shedding process, shed geometry, absolute and relative deformation of warp threads, threads tension at beating and shedding.

Обрывность основных нитей и производительность ткацкого станка зависят от параметров его заправки и прежде всего от положения скала относительно уровня грудницы [1].

В технической литературе рекомендуется выработать льяной ассортимент тканей полотняного переплетения с установкой скала выше уровня грудницы на 40÷80 мм, в зависимости от заполнения ткани [2]. Установка скала выше уровня

грудницы обеспечивает равномерное распределение уточных нитей в ткани, а за счет создания разнотянутого зева улучшаются условия прибора уточной нити к опушке ткани. Объясняется это тем, что при разнотянутом зеве прибываемая уточная нить более легко скользит по сильно натянутой ветви основы, изгибая нити основы менее натянутой ветви.

Для оценки деформации основных нитей и их натяжения в процессе выработки хлопчатобумажной ткани полотняного переплетения были проведены исследования на ткацком станке СТБ2-175 в лаборатории кафедры ткачества КГТУ. На станке была заправлена ткань шириной  $B_c = 158$  см, число нитей в основе  $m_o = 3476$ , плотность ткани по основе  $P_o = 22$  н/см, плотность ткани по утку  $P_y = 16$  н/см, линейная плотность нитей основы  $T_o = 29$  текс х/б, линейная плотность нитей утка  $T_y = 29$  текс х/б. Для выработки ткани использовались четыре ремизы, которые двигались попар-

но. Проборка нитей основы в ремизы – рассыпная. Частота вращения главного вала станка составляла  $n = 224 \text{ мин}^{-1}$ .

Для расчета деформации основных нитей при зевобразовании рассмотрим конструктивно-заправочную линию нитей основы и геометрию зева на станке СТБ2-175. Размеры зева, его профильная проекция в плоскости XOY и параметры КЗЛ нитей основы на станке представлены на рис. 1 и в табл. 1.

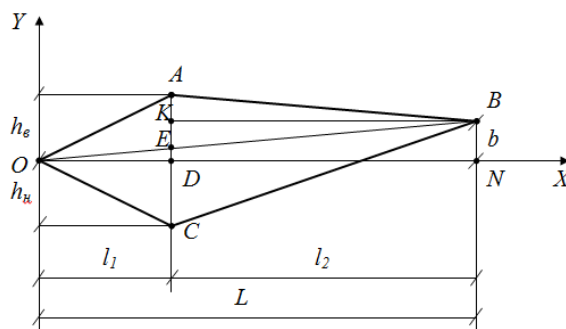


Рис. 1

Таблица 1

№	Параметры	Обозначение	Размеры, мм
1	Расстояние от пола до ложной грудницы, опушки ткани	$h_1$	865
2	Расстояние от пола до нитей основы в момент заступа (в галевках)	$h_2$	870
3	Расстояние от пола до нитей основы в центре основонаблюдателя	$h_3$	890
4	Расстояние от пола до верха скала	$h_4$	915
5	Расстояние от пола до верхней ветви зева при максимальном раскрытии	$h_5$	905
6	Расстояние от пола до нижней ветви зева при максимальном раскрытии	$h_6$	845
7	Расстояние от опушки ткани до первой ремизы	$l_1$	135
8	Расстояние от опушки ткани до третьей ремизы	$l'_1$	160
9	Расстояние от опушки ткани до центра основонаблюдателя	$L$	585
10	Расстояние от первой ремизы до центра основонаблюдателя	$l_2$	450
11	Расстояние от третьей ремизы до центра основонаблюдателя	$l'_2$	425
12	Высота верхней ветви зева	$h_b$	35
13	Высота нижней ветви зева	$h_n$	25

Расчет деформации нитей основы в каждой ветви зева осуществляется по формулам из [3]:

$$\lambda_1 = \frac{h_b^2 (l_1 + l_2)}{2l_1 l_2} - \frac{h_b b}{l_2} + \frac{b^2 l_1}{2l_2 (l_1 + l_2)}, \quad (1)$$

$$\lambda_2 = \frac{h_n^2 (\ell_1 + \ell_2)}{2\ell_1 \ell_2} + \frac{h_n b}{\ell_2} + \frac{b^2 \ell_1}{2\ell_2 (\ell_1 + \ell_2)}, \quad (2)$$

где  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  – деформация нитей основы соответственно верхней и нижней ветви зева.

$$\lambda_1 = \frac{1225 \cdot 585}{2 \cdot 135 \cdot 450} - \frac{35 \cdot 25}{450} + \frac{625 \cdot 135}{2 \cdot 585 \cdot 450} = 5,89 - 1,94 + 0,16 = 4,11 \text{ мм.}$$

Относительная деформация нитей в верхней ветви определяется по формуле:

$$\varepsilon_1 = \frac{\lambda_1}{L} \cdot 100\%,$$

где  $\varepsilon_1$  – относительная деформация нитей в верхней ветви;  $L$  – длина зева от опушки

$$\lambda_2 = \frac{625 \cdot 585}{2 \cdot 135 \cdot 450} + \frac{25 \cdot 25}{450} + \frac{625 \cdot 135}{2 \cdot 585 \cdot 450} = 3,00 + 1,38 + 0,16 = 4,54 \text{ мм.}$$

Относительная деформация нитей в нижней ветви определяется по формуле:

$$\varepsilon_2 = \frac{\lambda_2}{L} \cdot 100 = \frac{4,54}{585} \cdot 100 = 0,77\%. \quad (4)$$

Разрывное удлинение хлопчатобумажной пряжи находится в диапазоне  $5 \div 7\%$ . В результате сопоставления полученных величин относительного удлинения основных нитей при зевобразовании следует отметить, что их величины значительно ниже разрывного удлинения.

Можно отметить, что в верхней ветви зева у первой ремизы величина абсолютной деформации меньше на  $10,46\%$ , чем в нижней ветви зева.

Расчет абсолютной деформации нитей основ, пробранных в третью ремизу, по формулам (1) и (2) показал, что величина деформации в верхней ветви зева составляет  $3,42$  мм, а величина деформации в нижней ветви зева  $4,36$  мм.

У третьей ремизы величина деформации нитей в верхней ветви зева меньше на  $27,5\%$ , чем в нижней ветви зева.

Поскольку величина деформации нитей основы в верхней ветви зева меньше де-

Используя данные табл. 1 и обозначения на рис. 1, определим абсолютную деформацию нитей для первой ремизы в верхней ветви зева, если  $\ell_1 = 135$  мм,  $\ell_2 = 450$  мм,  $b = 890 - 865 = 25$  мм,  $h_n = 35$  мм:

ткани до центра основонаблюдателя (в принятом условии):

$$\varepsilon_1 = \frac{4,11}{585} \cdot 100 = 0,7\%. \quad (3)$$

Абсолютная деформация нитей для первой ремизы в нижней ветви зева при  $h_n = 25$  мм будет:

формации нитей основы в нижней ветви зева, то возникает вопрос о соотношении реального натяжения нитей основы в этих ветвях. Натяжение нитей основы является следствием деформации нитей.

Контроль натяжения основных нитей был проведен с помощью аппаратного комплекса «Тумаг», разработанного на кафедре ткачества КГТУ [4]. В качестве датчика была использована балочка системы ЦНИХБИ. В балочку заправляли по десять нитей с передней ремизы. Тензограмма натяжения нитей с первой ремизы приведена на рис. 2.

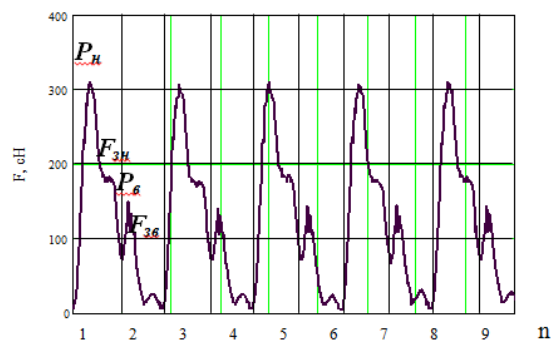


Рис. 2

На тензограмме отмечено: по оси абсцисс – обороты главного вала,  $n$ ; по оси

ординат – натяжение основных нитей,  $F$ ;  $P_n$  – натяжение прибора в нижней ветви зева;  $F_{3н}$  – натяжение зевобразования в нижней ветви зева;  $P_v$  – натяжение прибора в верхней ветви зева для той же нити;  $F_{3в}$  – натяжение контролируемой нити в верхней ветви зева.

Из тензограммы определяем натяжение основной нити при приборе в верхней ветви зева –  $P_v = 17,45$  сН/нить, натяжение нити при зевобразовании в верхней ветви составляет  $F_{3в} = 13,1$  сН/нить.

Натяжение при приборе в нижней ветви зева составляет  $P_n = 31,2$  сН/нить, а натяжение при зевобразовании в нижней ветви  $F_{3н} = 18,4$  сН/нить.

Следует констатировать, что натяжение прибора у верхней ветви зева для первой ремизы ниже на 78,8 %, чем у нижней ветви зева. При этом натяжение при зевобразовании в верхней ветви зева ниже на 40,4%, чем в нижней ветви зева.

На рис. 3 приведена тензограмма натяжения основных нитей с третьей ремизы. В данном измерении натяжения на балочке были заправлены тоже 10 нитей.

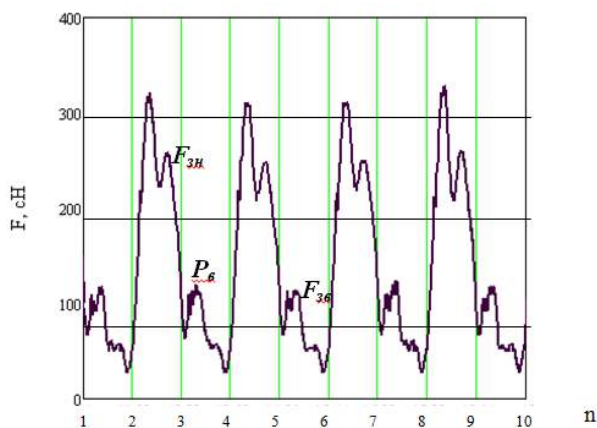


Рис. 3

Из тензограммы определяем натяжение нити при приборе в верхней ветви зева –  $P_v = 13$  сН/нить, натяжение нити при зевобразовании в верхней ветви зева составляет  $F_{3в} = 13,7$  сН/нить.

Натяжение нити при приборе в нижней ветви зева –  $P_n = 32,8$  сН/нить, а натяжение

нити при зевобразовании составило  $F_{3н} = 26,2$  сН/нить.

Из полученных результатов видно, что натяжение нитей в третьей ремизе при приборе в верхней ветви зева ниже в 2,5 раза, чем в нижней ветви зева. При этом натяжение нитей в верхней ветви при полном раскрытии зева ниже натяжения в нижней ветви в 1,91 раза или на 91,2 %.

Данная разница в значениях натяжения верхней и нижней ветвей зева свидетельствует о том, что раппорт переплетения и положение скала относительно грудницы существенно влияют на натяжение нитей основы.

## В Ы В О Д Ы

1. В результате аналитического и экспериментального анализов установлено, что при выработке тканей полотняного переплетения на станках СТБ при установке скала выше уровня грудницы деформация и натяжение нитей в верхней ветви зева ниже, чем у нитей в нижней ветви.

2. Величины натяжения при приборе и зевобразовании у основных нитей верхней ветви зева в 2 раза отличаются от величин натяжения при приборе и зевобразовании у основных нитей нижней ветви.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Власов П.В. Нормализация процесса ткачества. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
2. Льготкачество: справочник / Р.Д. Дружинина, А.Б. Брут-Бруляко, И.М. Иванникова и др. – М: Легпромбытиздат, 1985.
3. Черняева О.Е., Карева Т.Ю. Сравнительное исследование напряженности конструктивно-заправочной линии нитей основы в процессе выработки баллистической ткани на станках СТБ и Dognier // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 1. С. 50...54.
4. Патент № 2128326 РФ. Устройство для оперативной записи информации / В.Г. Кравченко, А.Н. Ступников, А.Б. Брут-Бруляко – Опубл. 27.03.1999. Бюлл. № 4.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 24.12.10.

УДК 677.027

**О ВЛИЯНИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ  
НА КАЧЕСТВО СТРУЙНОЙ ПЕЧАТИ КОВРОВЫХ ПОКРЫТИЙ****ON THE INFLUENCE OF SURFACE-ACTIVE SUBSTANCES  
ON QUALITY OF CHROMOJET PRINTING OF CARPETS**

Ю.А. АРТАМОХИНА, Н.А. ТИХОМИРОВА, Ю.Е. НИКОЛАЕВ, А.М. КИСЕЛЕВ  
J.A. ARTAMOHINA, N.A. TIKHOMIROVA, JU.E. NIKOLAYEV, A.M. KISELEV

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)  
(Saint-Petersburg State University of Technology and Design)  
E-mail: rector@sutd.ru

*В статье проанализированы реологические свойства ряда акриловых загустителей, таких как: Tanaprint EP2310, Tanaprint RL873, Alkoprint CT-DP. Представлены расчетные значения показателей структурированности и тиксотропности. Показана возможность замены импортного ПАВ Tanasperce CJ на отечественный феноксол 9/10, который также обеспечивает тиксотропный характер вязкого течения печатной краски, глубину и четкость прокрашивания ворса.*

*Rheological properties of some acrylic thickeners, such as Tanaprint EP2310, Tanaprint RL873, Alkoprint CT-DP, are analysed in the article. Settlement meanings of the structure and thixotropy data are presented herein. The possibility of substitution of an import SAS Tanasperce CJ for a domestic Phenoxol 9/10 which also provides thixotropy character of a viscous current of a printing paint, depth and clearness of a pile dying is shown.*

**Ключевые слова:** ПАВ, композиции для струйной печати, ковровые покрытия, интенсивные и ровные окраски, феноксол 9/10, Tanasperce CJ, концентрация.

**Keywords:** SAS, compositions for an ink jet printing, carpets, intensive and easily colorations, phenoxol 9/10, Tanasperce CJ, density.

Среди различных видов ковровых покрытий 65% предназначены для жилых помещений, 32% – для нежилых и 3% – для автомобильной промышленности [1]. Из многообразного ассортимента таких покрытий 45% составляют образцы на текстильной основе из синтетических волокон, причем доля полиамидных волокон достигает 65...67% от общего объема выпуска данной продукции. В настоящее

время в отечественной промышленности печатание ковровых покрытий осуществляется в основном с помощью плоских и ротационных сетчатых шаблонов и в отдельных случаях, при повышенной плотности материала, с использованием гравированных металлических валов [2].

Внедрение информационных технологий в область текстильной печати привело к созданию принципиально новых спосо-

бов формирования рисунков с применением низко- (Ink Jet) и умеренно вязких (Chromo Jet) композиций. В случае печатания ворсовых ковровых покрытий по способу "Chromo Jet" к печатной краске предъявляется ряд специальных требований: оптимальная и стабильная вязкость (текучесть), постоянство реологических свойств при нахождении краски в динамической головке печатающего устройства и в момент выброса капли из сопла определенного диаметра, необходимость присутствия поверхностно-активных веществ (ПАВ), способствующих более полному смачиванию субстрата, улучшению колористических показателей окрасок, более глубокому прокрашиванию ворса и интенсификации процесса промывки напечатанного материала [3], [4].

В настоящей статье представлены результаты исследований по оценке влияния ПАВ на состояние кислотного красителя в печатной композиции и ее реологические характеристики, от которых зависит качество узорчатой расцветки ковров.

При проведении эксперимента использовались: краситель – кислотный ярко-синий антрахиноновый, поверхностно-активные вещества (Tanasperce CJ, феноксол 9/10, ивалон ХП), акриловые загустители (Tanaprint EP 2310, Tanaprint RL 873, Alcoprint CT-DP). Объект печатания: ковровое покрытие с полиамидным ворсом

(поверхностная плотность 220 г/м<sup>2</sup>) на полипропиленовой основе (85 г/м<sup>2</sup>), высота ворса 3 мм.

Несмотря на низкую степень ассоциации кислотных красителей в водных растворах, особенности их применения в процессе струйной печати (концентрирование в малом объеме, низкая температура) могут служить причиной нежелательной агрегации молекул, что негативно отражается на колористических и прочностных показателях полученных окрасок [5]. Путем спектрофотометрических измерений (на приборе СФ-2000) показано, что введение ПАВ (в концентрации 0,1...0,2 %) в водный раствор кислотного красителя приводит к дезагрегации молекул с ростом коэффициента экстинкции (гиперхромный эффект) и смещению максимума поглощения в длинноволновую область, что обуславливает углубление цвета (батохромный эффект) (рис. 1).

На рис. 1 представлены спектры поглощения водных растворов кислотного ярко-синего антрахинонового в присутствии ПАВ; концентрация, %; а) Tanasperce CJ: кривая 1 – 0,00; 2 – 0,01; 3 – 0,05; 4 – 0,10; 5 – 0,15; 6 – 0,20; б) Феноксол: 1 – 0,00; 2 – 0,01; 3 – 0,05; 4 – 0,10; 5 – 0,15; 6 – 0,20; в) Ивалон ХП 1 – 0,00; 2 – 0,01; 3 – 0,05; 4 – 0,10; 5 – 0,15; 6 – 0,20.

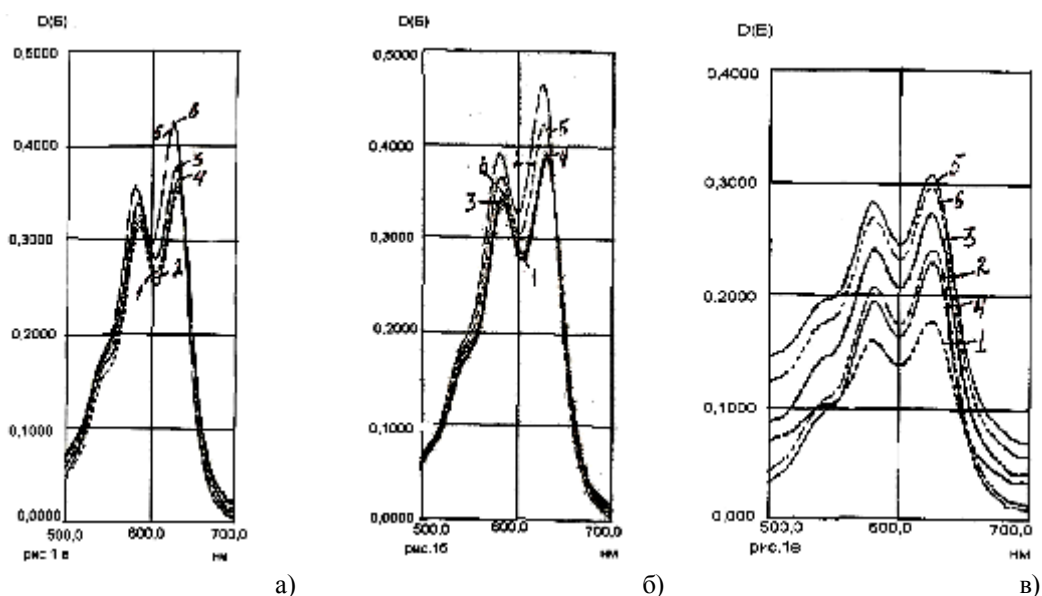


Рис. 1



Наблюдаемые изменения состояния кислотного красителя в присутствии поверхностно-активных веществ позволяют сделать вывод о позитивном влиянии их на колористические показатели окрасок рисунков, полученных методом струйной печати на ковровых покрытиях с полиамидным ворсом. Данные табл. 1 (колористические показатели окрасок рисунков, полученных методом струйной печати полиамидных ковровых покрытий) подтверждают это заключение при анализе показателей интенсивности и ровноты окрасок.

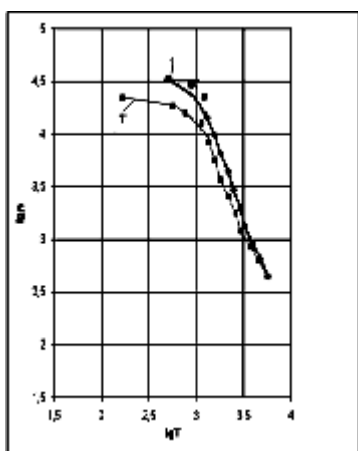
Таблица 1

Наименование ПАВ	Tanaprint RL873	Alcoprint СТ-DP
	F(R)	F(R)
Без ПАВ	1,45	1,56
Tanasperse CJ	1,50	1,65
Ивалон ХП	1,70	2,08
Феноксол 9/10	1,53	1,68

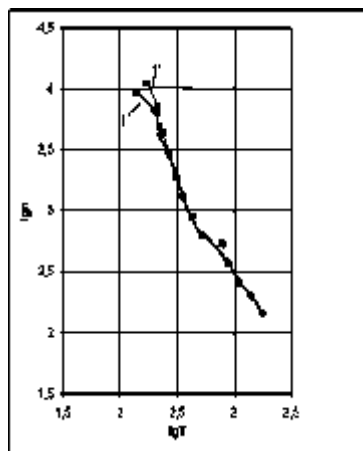
Важность реологических свойств для композиций, используемых в процессе струйной печати, обусловлена их спецификой, состоящей в необходимости прояв-

ления хорошей текучести (пониженная динамическая вязкость) при высокой степени тиксотропного восстановления структуры в момент перехода из сопла динамической головки и контакта с поверхностью коврового покрытия. При соблюдении таких условий обеспечивается решение компромиссной задачи: достижение глубокого прокраза полиамидного ворса и минимизация растекания краски за пределы контура рисунка (высокая четкость печати),

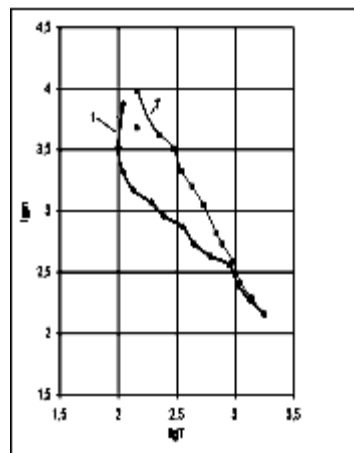
Реологические характеристики исследуемых композиций определяли на ротационном вискозиметре Реотест-2 в диапазоне градиентов скоростей сдвига  $D=1,5 - 1312 \text{ с}^{-1}$ . Оценивалось влияние ПАВ на указанные показатели для композиций на основе трех акриловых загустителей (Tanaprint EP 2310, Tanaprint RL 873, Alcoprint СТ-DP). Характер изменения динамической вязкости исследуемых объектов анализировался по полученным реологическим кривым вязкого течения (прямая 1 и обратная 1' ветви), представленным на рис. 2; а) Tanaprint RL 873, б) Alcoprint СТ-DP, в) Tanaprint EP 2310.



а)



б)



в)

Рис. 2

На основе этих кривых рассчитаны дополнительные реологические показатели (табл. 2), анализ которых свидетельствует о неоднозначном влиянии различных ПАВ на структурно-механические свойства печатных композиций. Для продуктов Tanas-

perse CJ и феноксол 9/10 наблюдается снижение динамической вязкости ( $\eta$ ) (повышение текучести), увеличение степени тиксотропного восстановления структуры ( $A_{cp}$ ) и структурированности ( $\Pi_c$ ) вязких систем.

Композиция на основе загустителя	ПАВ							
	без ПАВ		Tanasperce CJ		феноксол 9/10		ивалон ХП	
	Пс	Асп	Пс	Асп	Пс	Асп	Пс	Асп
Tanaprint EP 2310	64,03	104,7	71,5	101,17	91,66	99,76	34,15	114,59
Tanaprint RL 873	72,94	83,52	67,2	100,8	-	-	64,06	104,3
Alcoprint CT-DP	63,9	102,63	63,9	101,43	-	-	31,3	113,8

Иная картина наблюдается при введении в печатные композиции ивалона ХП (1,5 г / кг), в присутствии которого краска теряет свою текучесть и приобретает реопектические свойства (Асп > 100%). Такая краска не способна обеспечить необходимую глубину прокрашивания полиамидного ворса коврового покрытия и не может быть рекомендована к практическому использованию. Непрокрашивание ворса создает эффект неравномерности окраски ("Frosting-Effect"), что снижает качество художественно-колористического оформления ковров [6]. Остальные исследованные ПАВ обеспечивают прокрашивание ворса на 90...95 % (табл. 3 – глубина прокрашивания полиамидного ворса коврового покрытия в процессе струйной печати), что соответствует существующим требованиям и дает возможность повысить колористические показатели окрасок.

Таким образом, введение рекомендуемых ПАВ (Tanasperce CJ, Феноксол 9/10) в печатные композиции для струйной печати в концентрации 1...2 г/кг позволяет при реализации технологии "ChromoJet" улучшить качество узорчатой расцветки ковровых покрытий с полиамидным ворсом.

Таблица 3

Печатная композиция на основе	Глубина прокрашивания ворса h, %		
	Tanasperce CJ	феноксол 9/10	ивалон ХП
Tanaprint EP 2310	98	96	74
Tanaprint RL 873	96	95	75
Alcoprint CT-DP	96	93	73

Примечание. Краситель кислотный яркий синий антрахиноновый, величина h определялась с помощью микроскопа МПБ-2 со специальной шкалой.

## ВЫВОДЫ

1. Показано, что введение рекомендуемых ПАВ в композиции для струйной печати по технологии "Chromo Jet" способствует дезагрегации кислотных красителей и получению более интенсивных и ровных окрасок печатных рисунков на ковровом покрытии с полиамидным ворсом.

2. Установлено, что использование поверхностно-активных веществ (Tanasperce CJ и феноксол 9/10) в концентрации 1-2 г/кг улучшает реологические свойства композиций для струйной печати, позволяет получить на ковровом материале четкие рисунки с необходимой глубиной прокрашивания ворса.

3. Разработанные композиции рекомендуются к использованию в промышленных условиях при художественно-колористическом оформлении ковровых покрытий по способу струйной печати.

## ЛИТЕРАТУРА

- Zimmer, Chromojet, Caret jet printing system
- Мельников Б.Н., Блинова И.Б., Виноградова Г.И. Прогресс техники и технологии печатания тканей. – М.: Легкая индустрия, 1980.
- Ковш И. INKJET - революционное направление в текстильной печати // ЛегПромБизнес-Директор. – 2003, №3(53).
- Шпитцнер К. Печатание текстильных материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
- Текстильные вспомогательные вещества: справочное пособие / Под ред. А. Хвалы, В. Ангера. – ч. 2. – М.: Легпромбытиздат, 1991.
- Кричевский Г.Е., Корчагин М.В., Сенахов А.В. Химическая технология текстильных материалов. – М.: Легпромбытиздат, 1985.

Рекомендована кафедрой химической технологии и дизайна текстиля. Поступила 31.01.11.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕСТРУКЦИИ ХЛОПКОВОЙ ШЕЛУХИ В ПРОЦЕССЕ ФЕРМЕНТНОЙ ОБРАБОТКИ И ЩЕЛОЧНОЙ ВАРКИ

### RESEARCH OF A COTTON HUSK DESTRUCTION IN THE COURSE OF FERMENTAL PROCESSING AND ALKALINE BOILING

*М.Е. БЛИНОВ, А.В. ЧЕШКОВА, Т.Н. БЕЛЯКОВА*  
*M.E. BLINOV, A.V. CHESHKOVA, T.N. BELJAKOVA*

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

*На основе комплексного анализа данных физико-химических свойств ферментативно-модифицированной хлопковой шелухи установлено, что для более эффективного извлечения лигнина из клеточных стенок ферментами, селективно катализирующими процесс гидролиза полисахаридов, необходимо воздействие комплекса гидролизующих ферментов, содержащих маннаназу.*

*On the basis of the complex analysis of the given physical and chemical properties of enzymatic-modified cotton husk it is installed that for more effective extraction of a lignin from cell walls by enzymes selectively catalyzing the process of hydrolysis of polysorbates, the complex influence of hydrolyzing enzymes containing mannaaway is necessary.*

**Ключевые слова:** полисахарид, фермент, лигноуглеводный комплекс, деструкция.

**Keywords:** a polysorbate, an enzyme, a lignin-carbohydrate complex, destruction.

В работе поставлена цель – провести комплексный анализ степени деструкции хлопковой шелухи по показателям, косвенно характеризующим деградацию субстрата, таким как потеря массы и белизна. Условия проведения процесса моделируют технологию подготовки хлопчатобумажных тканей, которые в значительном количестве содержат хлопковую шелуху в виде "галочки". Поскольку степень засоренности хлопкового волокна ввиду его машинной сборки увеличивается, то и увеличивается степень засоренности хлопчатобумажной ткани. Содержание "галочки" в ткани составляет от 0,5 до 3 %, поэтому поиск высокоэффективных, экологических технологий деструкции хлопковой шелухи, исключаящих негативное воздействие

на саму целлюлозу, является актуальным направлением, требующим своевременного решения.

Современными исследованиями показано, что природный лигнин неоднороден, основная его масса имеет трехмерную сетчатую структуру. В процессе образования лигнина одновременно возникают химические, ковалентные и межмолекулярные, в том числе водородные связи лигнина с углеводами – гемицеллюлозами и, таким образом, строится лигнингемицеллюлозная матрица, в которой заключены микрофибриллы целлюлозы [1...5]. Для перевода природного лигнина в растворимое состояние с целью удаления или выделения из субстрата растворимого лигнина требуется разрушение сетки полисахаридов.

Анализ известных литературных сведений о структуре лигноуглеводной матрицы позволил нам предположить возможность эффективного использования полиферментных составов, содержащих комплексы ферментов гемицеллюлазной и пектиназной активности.

В настоящей работе оценена возможность использования маннаназы, катализирующей гидролиз сложных полисахаридов, включающих маннозу, например галактоманнан. Нами использован препарат Mannaway 4.0 L (CAS-номер: 37288-54-3, 3.2.1.78).

Показано, что в процессе ферментативной модификации хлопковой шелухи с экстрагированными восками (эфиром) интенсивность отражения снижается, а именно при длительности обработки 1 час она составляет 5,5%, при 3 часах 5,0% , при сутках 1,8%.

В свою очередь, за час обработки потеря массы достигает 16 %, рассчитанная степень удаления лигнина составляет 46%; за 3 часа соответственно 17 и 64%; за сутки 2 и 72%, что сопоставимо с результатами щелочной отварки (потеря массы 21%, степень удаления лигнина 55%), при концентрации гидроксида натрия 20 г/л. Можно предположить, что такой субстрат будет легче окисляться в процессах пероксидного беления на стадиях подготовки хлопчатобумажной ткани, поскольку увеличивается доступность лигнина к действию окислителя.

Более интересным, с прикладной точки зрения, является исследование модификации нативной хлопковой шелухи, то есть не обработанной эфиром. Это важно для последующего использования данных в текстильной технологии отделки хлопчатобумажных тканей, где "галочка" является инкрустирующим элементом, в значительной степени лимитирующим процесс подготовки.

На основе полученных зависимостей установлено, что в процессе модификации хлопковой шелухи происходит усиление

цветности субстрата. Высокая цветность хлопковой шелухи после высокотемпературной щелочной варки связана с происходящими процессами поликонденсации образующихся мономеров и полимеров как ароматической природы, так и сахаров с полифенолами [1...3]. В результате этих реакций увеличивается цепочка сопряжения двойных связей и, как следствие, усиление цветности соединений. Новый подход к деградации лигноуглеводного комплекса (ЛУК) хлопковой шелухи основан на многоатаковом действии на полисахариды, преимущественно содержащиеся в хлопковой шелухе и удерживающие лигнин в "жесткой" матрице. Целью ферментной атаки является структура вторичной стенки биополимера, насыщенная лигнинксилановыми комплексами и лигнинманновыми комплексами. Так, установлено, что в процессе ферментной модификации только пектиназами (препарат Scourzyme L) снижение белизны менее динамично, чем при использовании композиции ее с маннаназой.

Свидетельством эффективной ферментной деградации структуры ЛУК хлопковой шелухи являются результаты полученных зависимостей потери массы. На рис. 1 (закономерности изменения белизны (а) и потери массы (б) хлопковой шелухи в зависимости от состава ферментной композиции и длительности ее обработки, где 1 – Scourzyme L, 2 – Mannaway 4.0 L, 3 – композиция, 4 – щелочная варка (запарной), 5 – щелочная варка (жидкостной)) видно, что максимальные значения достигаются при жидкостном способе щелочной варки, при этом потеря массы составляет более 30%, при моделируемом плюсовочно-запарном способе – на уровне 25%. Ферментативная низкотемпературная (50...60°C) модификация композицией ферментов обеспечивает максимально приближенный результат к химическим технологиям модификации. Так, при часовой обработке потеря массы достигает 27...28 %.

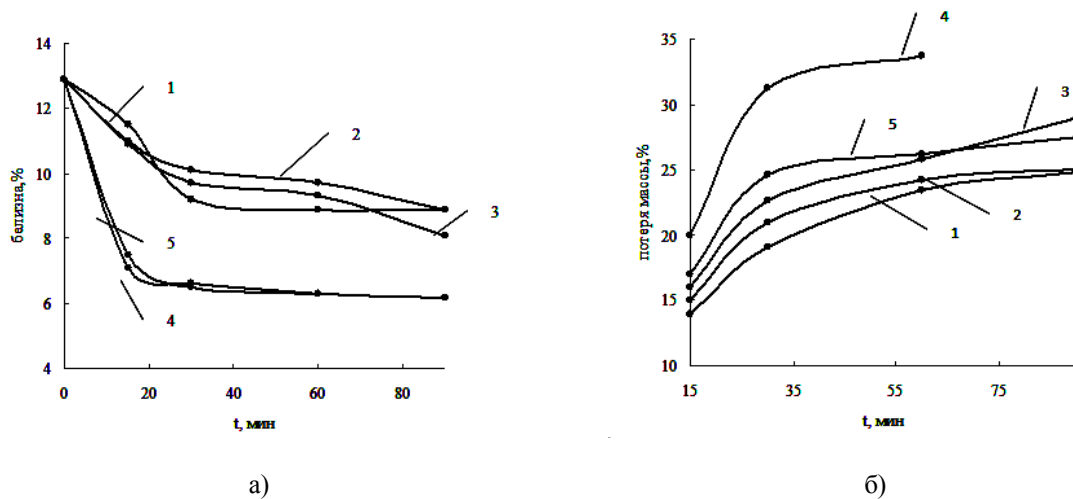


Рис. 1

Задачей подготовки хлопчатобумажных тканей является получить отбеленный текстильный материал с невидимой "галочкой". Беление хлопковой шелухи осуществляли жидкостным способом при концентрации пероксида водорода в белящем растворе 1 г/л (100 %). Из представленных диаграмм наглядно видно, что ферментативно-модифицированная хлоп-

ковая шелуха более эффективно разрушается и отбеливается (рис. 2 – влияние состава и длительности обработки на потерю массы (а) и белизну (б) хлопковой шелухи (□- 1-я стадия 30 мин, ■- 1-я стадия 60 мин), где: 1 – Scourzyme L, 2 – Mannaway 4.0 L, 3 – композиция, 4 – щелочная варка (запарной способ), 5 – щелочная варка (жидкостной способ))).

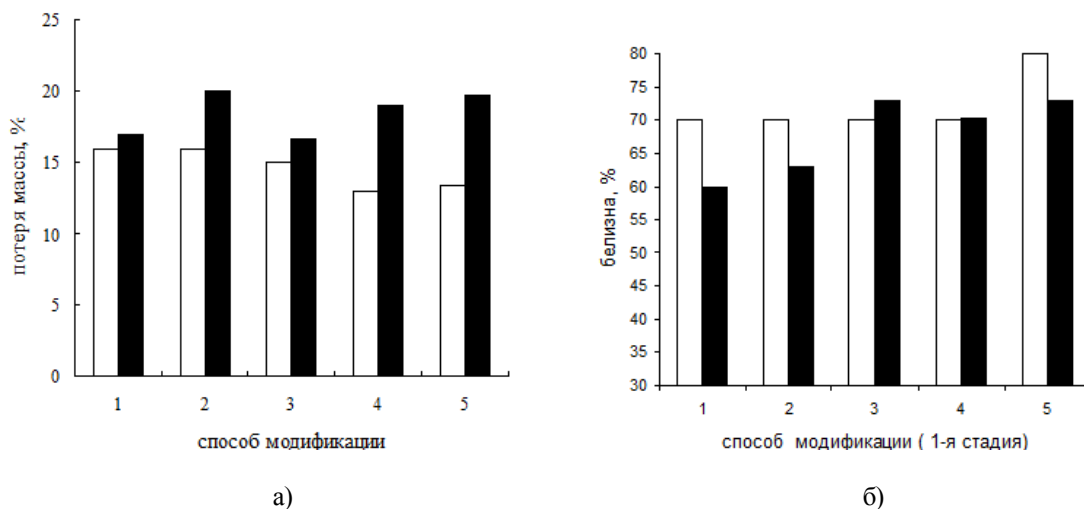


Рис. 2

Свидетельством этому являются высокие показатели потери массы после беления от 16 до 21 %. Это на 3...4 единицы выше, чем результаты, полученные для щелочной варки. Максимальная белизна хлопковой шелухи достигается в случае использования предварительной модификации композицией манназазы и пектиназы.

## ВЫВОДЫ

1. Полученные результаты подтверждают целесообразность использования полиферментных усложненных композиций для деградации хлопковой шелухи в технологиях беления хлопчатобумажных тканей, исключая щелочную отварку.

2. Установлено, что ферментативно-модифицированная хлопковая шелуха имеет высокую белизну, что связано с отсутствием продуктов полимеризации и поликонденсации, образующихся в процессе щелочной варки. Полученные результаты открывают широкие возможности по применению ферментов в технологиях низкотемпературной подготовки хлопчатобумажных тканей.

1. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов. – М.: Мир, 1986.
2. Блажей А., Шутый Л. Фенольные соединения растительного происхождения. – М.: Мир, 1977.
3. Браунс Ф.Э., Браунс Д.А. Химия лигнина. – М.: Лесная промышленность, 1964.
4. Кислухина О., Кюдулас И. Биотехнологические основы переработки растительного сырья. – Каунас: Технология, 1997.
5. Синицын А.П., Гусаков А.В., Черноглазов В.М. Биоконверсия лигноцеллюлозных материалов. – М.: Изд-во МГУ, 1995.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 01.02.11.

УДК 667.526.3

## ПЕЧАТНЫЕ УФ-КРАСКИ НА ОСНОВЕ НАНОПИГМЕНТОВ

### PRINTING UV PAINTS ON THE BASIS OF NANOPIGMENTS

*А.А. ЗАВОДЧИКОВА, В.В. САФОНОВ, В.В. ИВАНОВ*  
*A.A. ZAVODCHIKOVA, V.V. SAFONOV, V.V. IVANOV*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,  
 Институт химической физики им. Н.Н.Семенова РАН)  
 (Moscow State Textile University "A.N. Kosygin",  
 Semenov Institute of Chemical Physics of RAS)  
 E-mail: ttp@igta.ru

*Разработаны УФ-краски для печати по текстильным материалам, включающие наноструктурированные пигменты (нанопигменты), полученные путем нанесения красителей на природные и синтетические наноструктурированные частицы.*

*UV paints for printing on the textile materials, including nanostructured pigments (nanopigments), received by coating of dyes on natural and synthetic nanostructured particles, have been developed.*

**Ключевые слова:** печать, УФ-краски, нанопигменты, устойчивость окрасок.

**Keywords:** UV paints, nanopigments, resistance of colorations.

УФ-краски, представляющие собой окрашенные пигментами или красителями олигомер/мономерные композиции, поли-

меризующиеся под действием ультрафиолетового света, используются в настоящее время в различных отраслях промышлен-

ности, но особенно широкое применение они нашли в полиграфии [1], [2]. Важные преимущества таких красок и технологий с их использованием, по сравнению с обычными, обусловлены в первую очередь снижением энергопотребления и практически полным отсутствием сточных вод и выбросов в атмосферу. Это, в свою очередь, приводит к снижению затрат, а также улучшению условий труда и экологичности производства. Учитывая эти качества УФ-красок, их использование в текстильной промышленности также представляется достаточно перспективным. Эффективность УФ-технологий для печати и крашения текстильных материалов доказана в ряде работ [3...7]. Однако для их широкого промышленного использования необходимо обеспечить дополнительные принципиальные преимущества по сравнению с другими современными технологиями, причем как непосредственно в производственном процессе, так и с точки зрения качества готовой продукции. Одно из важных новых направлений в этой области может быть связано с использованием нанотехнологических подходов и продуктов современных нанотехнологий.

Цель данного исследования – изучение возможности повышения эффективности процесса фиксации окраски с помощью ультрафиолетового излучения (УФ-сушки) и улучшение качества материалов, окрашенных с использованием фотополимеризующихся композиций, включающих наноструктурированные пигменты (нанопигменты). В качестве основного объекта выбрана композиция, включающая олигоуретанметакрилат с  $M_n = 1400$  на основе олиготетрагидрофурана с концевыми толуилизоцианатными группами, синтезированный в отделе полимеров в ИХФ РАН; сшивающий агент – триакрилат триметилпропана (ОАО НИИ "Ярсинтез", Россия) и фотоинициатор – 2,6-ди-трет-бутилантахионин (НИИОПиК, Россия), особенности полимеризации которой в присутствии дисперсных красителей или пигментов детально изучены ранее [7]. В качестве окрашивающих компонентов использованы нанопигменты, получаемые

при нанесении красителей на модифицированные природные или синтетические наноструктурированные частицы [8], [9].

Печатный состав наносили с помощью сетчатого шаблона на хлопчатобумажную ткань и облучали светом лампы ДРТ-400 (расстояние до лампы 20 см).

Устойчивости окрасок полученных текстильных материалов к сухому трению проводили в соответствии с ГОСТом 9733.27–83, дистиллированной воде – ГОСТ 9733.5–83, "поту" по методу №1 – ГОСТ 9733.6–83, стирке по методу №2 – ГОСТ 9733.4–83.

Цветометрические характеристики окрашенных тканей в системе CIELAB-76 определяли с помощью спектроколориметра "ColorFlex".

Термические характеристики ПС пленок изучали на дериватографе TGA Q50 V20.8 при скорости нагрева 20 °/мин, на воздухе.

Спектры пропускания окрашенных пленок зарегистрированы с помощью спектрофотометра MultiСpec-1501.

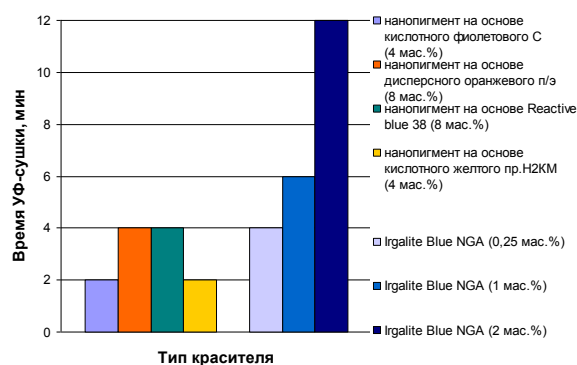


Рис. 1

Облучение окрашенной ткани приводит к полимеризации олигомер/мономерной композиции, что проявляется в потере липкости и приводит к достаточно прочной фиксации окраски. В соответствии с рабочей гипотезой оказалось, для красок на основе нанопигментов время УФ-сушки при сопоставимых содержаниях окрашивающего компонента, как правило, существенно меньше, чем для красок на основе обычных пигментов. Как показано, в частности, на рис. 1, в присутствии нанопиг-

ментов, полученных при нанесении красителей кислотного фиолетового С и дисперсного оранжевого п/э на Cloisite 20А, Reactive blue 38 или кислотного желтого прочного Н2КМ на Cloisite 10А, время УФ-сушки при сопоставимых содержаниях (2 мас.% в расчете на краситель) в 3...6 раз меньше, чем для аналогичного образца, окрашенного с использованием пигмента Irgalite blue NGA (12 мин). При уменьшении содержания последнего до 1 мас.% (в скобках – 0,25 мас.%) время УФ-сушки снижается и составляет 6 (4) мин (рис. 1). Так как определяющим фактором потери липкости является полимеризация верхнего слоя композиции, можно полагать, что эффект торможения полимеризации данным пигментом связан не с экранирующим, а ингибирующим действием, обусловленным увеличением скорости обрыва цепей на поверхности частиц пигмента. Причиной отсутствия выраженного тормозящего действия нанопигментов, в том числе и для нанопигментов, полученных с использованием дисперсных красителей, по-видимому, является протекание полимеризации в межслойном наноразмерном пространстве, где затруднена диффузия радикалов и кислорода, являющегося ингибитором полимеризации.

В этом отношении УФ-краски на основе нанопигментов отличаются не только от полученных с использованием обычных пигментов, но и от УФ-красок, включающих растворяющиеся в олигомер/мономерной композиции дисперсные красители, для которых обнаружено значительное тормозящее действие [7], [9]. Отметим, однако, что включение красителя в состав нанопигмента не приводит автоматически к полному прекращению его

взаимодействия с радикалами. Обнаружено, что ряд красителей, содержащих аминогруппу (дисперсный желто-коричневый 2Ж, прямой синий СВ-КУ, прямой коричневый св 2КХ), расходуется в значительной степени уже на стадии УФ-сушки, что соответствует сделанным ранее выводам о более низкой устойчивости дисперсных красителей с аминогруппой, непосредственно растворенных в аналогичных олигомер/мономерных композициях. Это обстоятельство является принципиальным фактором, ограничивающим выбор красителей при получении нанопигментов.

Особенности влияния включенных в состав нанопигментов красителей на процесс УФ-сушки олигомер/мономерной композиции, рассмотренные выше, свидетельствуют о том, что краски с их использованием нельзя рассматривать как простые смеси без учета взаимодействия компонентов. Это подтверждают и результаты специальных опытов, в которых показано, что УФ-краски даже низкого качества не удастся получить простым диспергированием красителей в олигомер/мономерной композиции без предварительного нанесения на монтмориллонит.

При использовании нанопигментов с достаточно высоким содержанием нанесенных красителей удастся получать окраску темных тонов разного цвета (табл.1). Об этом свидетельствует, в частности, сравнение цветометрических характеристик для образца, окрашенного с использованием нанопигмента на основе дисперсного желтого 63 ( $L^*=80,48$ ;  $a^*=-2,47$ ;  $b^*=67,08$ ) и эталона стандартного тона желтого цвета ( $L^*=70,39$ ;  $a^*=4,66$ ;  $b^*=71,49$ ).

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Тип окрашивающего компонента и его количество (%) в печатной краске	Цветометрические характеристики пленок		
		$L^*$	$a^*$	$b^*$
1	Нанопигмент на основе дисперсного желтого 63 (8)	80,48	-2,47	67,08
2	Нанопигмент на основе Direct blue 199 (8)	44,71	-24,52	-14,18
3	Нанопигмент на основе Reactive blue 38 (8)	48,07	-27,52	-4,48
4	Нанопигмент на основе кислотного фиолетового С (4)	47,12	11,38	-20,84
5	Нанопигмент на основе дисперсного синего п/э (8)	47,01	-10,71	-16,27
6	Эталон стандартного тона желтого цвета	70,39	4,66	71,49



Существенно, что при оптимальном выборе нанопигмента и условий обработки цвет окрашенного материала практически не изменяется в процессе фиксации.

Окраски, полученные с использованием УФ-красок на основе нанопигментов, характеризуются высокой устойчивостью к мокрым обработкам (табл. 2). В этом от-

ношении они не уступают УФ-краскам на основе обычных пигментов, но значительно превосходят последние по устойчивости к трению (табл. 2). Важно также, что этот эффект достигается при существенно меньших временах УФ-сушки красок на основе нанопигментов (рис.1).

Таблица 2

№ п/п	Тип окрашивающего компонента и его количество (%) в печатной краске	Физико-химическое воздействие				Время облучения, мин
		трение	дист. вода	пот	стирка	
1	Нанопигмент на основе дисперсного синего п/э (8)	5	5/5	5/5	5/5	2
2	Нанопигмент на основе дисперсного оранжевого п/э (8)	4	5/5	5/5	5/5	2
		5	5/5	5/5	5/5	4
3	Нанопигмент на основе дисперсного алого п/э (8)	4	5/5	5/5	5/5	8
4	Нанопигмент на основе дисперсного желтого б3 (8)	5	5/5	5/5	5/5	2
5	Нанопигмент на основе кислотного фиолетового С (4)	4-5	5/5	5/5	5/5	2
6	Нанопигмент на основе кислотного желтого Н2КМ (4)	4-5	5/5	5/5	5/5	2
7	Нанопигмент на основе Reactive Blue 38 (8)	4-5	5/5	5/5	5/5	4
8	Нанопигмент на основе Direct blue 199 (8)	5	5/5	5/5	5/5	2
9	Пигмент Irgalite Blue NGA (0,25)	3-4	5/5	5/5	5/5	4
10	Пигмент Irgalite Blue NGA (1)	2	5/5	5/5	5/5	6
11	Пигмент Irgalite Blue NGA (2)	2-3	5/5	5/5	5/5	12

Ранее отмечалось, что синтезированные нами пигменты представляют собой окрашенные наночастицы. Об этом свидетельствует, в частности, зависимость цветометрических характеристик и устойчивости окраски от природы полимерной матрицы, в которой диспергированы пигменты [8].

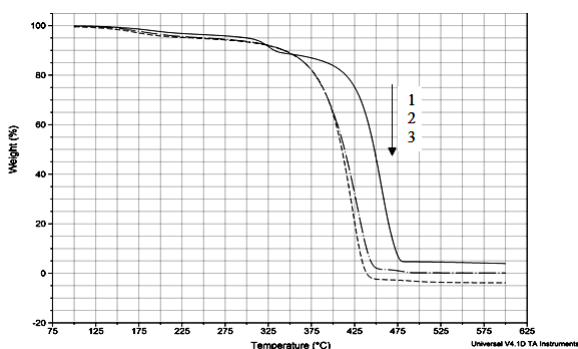


Рис. 2

Решающее доказательство того, что окрашивающий компонент содержится в полимерных композициях именно в форме наночастиц, получено при изучении окрашенных пленок ПС методом ТГА (рис.2).

Видно, что пленка, содержащая нанопигмент, полученный путем нанесения красителя дисперсного синего п/э на модифицированный ПАВ монтмориллонит марки Cloisite 10A (кривая 1), значительно более устойчива по сравнению с аналогичными пленками, содержащими тот же краситель (кривая 3) или пигмент Irgalite Blue NGA (кривая 2): температуры максимальной скорости разложения составляют соответственно 455, 423 и 419°C. Особенностью термической деструкции окрашенных композиций на основе ПС является заметная потеря массы образца уже при относительно низких температурах, в области 150...300°C, обусловленная низкой термической стойкостью красителей. Од-

нако и на этой стадии нанопигмент превосходит по стабильности пигмент Irgalite Blue NGA, а также индивидуально введенный дисперсный краситель (рис.2).

Как уже отмечалось ранее [8], синтезированные нанопигменты занимают промежуточное положение между обычными красителями, распределяющимися на волокнах или в связующем на молекулярном уровне, и обычными пигментами не только по размерам, но и по ряду характерных свойств. В частности, тонкие пленки, полученные из УФ-красок на основе нанопигментов, прозрачны вне области поглощения красителей – кислотного желтого пр. H2KM (кривая 1) и Reactive blue 38 (кривая 2) (рис.3).

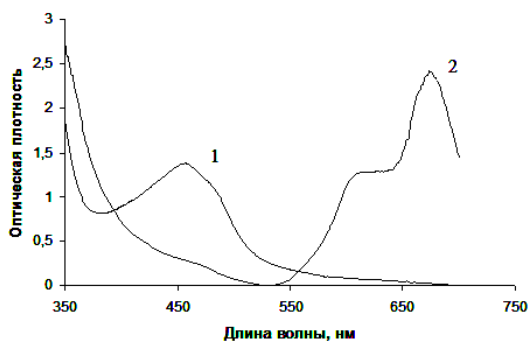


Рис. 3

В то же время аналогичные пленки, содержащие 2% пигмента Irgalite Blue NGA, практически непрозрачны во всей видимой области (оптическая плотность  $\geq 3$ ). Эти данные являются решающим аргументом, доказывающим, что и после УФ-сушки частицы синтезированного нами пигмента в окрашенной композиции имеют характерные размеры меньше длины волны света (то есть менее 400 нм).

## ВЫВОДЫ

1. Разработаны УФ-краски для печати по текстильным материалам, включающие наноструктурированные окрашенные частицы (нанопигменты), полученные нанесением прямых, кислотных, дисперсных, катионных или активных красителей на

природные и синтетические наноструктурированные частицы.

2. Показано, что использование УФ-красок, содержащих нанопигменты на основе модифицированного катионоактивным ПАВ монтмориллонита, позволяет значительно, в 3...6 раз, уменьшить время облучения (УФ-сушки), необходимого для прочной фиксации окраски, и существенно, на 1...2 балла, повысить устойчивость окраски к трению.

3. Методами спектрофотометрии и термогравиметрического анализа показано, что окрашивающий компонент содержится в получающейся полимерной композиции в виде частиц размерами  $\leq 10^2$  нм, то есть представляет собой нанопигмент. Следствием этого является высокая прозрачность вне области поглощения красителя, а также повышенная термическая стойкость.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Волхонская Н.С. //Скринпринтинг.ru. 2004. – №4. С. 18...27.
2. Edwards N., Little R. // Polymers Paint Colour Journal. –V. 195. №4487, 2005. P. 35...38.
3. Pat. WO 98/54399 D 06 P 5/20. Process for fixing pigment prints and pigment dyeings with ionizing radiation or UV radiation/ Ciba Speciality Chemicals Holding Inc. 03.12.1998.
4. Пат. 2037171 Россия, 6 G03F 7/004. Фотополимеризующая композиция/ Яклаков М.Г. и др. 09.06.95.
5. Солина Е.В., Иванов В.Б., Сафонов В.В.// Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2006, №1. С. 106...108.
6. Солина Е.В., Сафонов В.В., Селихов В.В., Иванов В.Б. // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2006, №5. С. 37...41.
7. Solina E.V., Safonov V.V., Ivanov V.B. // Textile Reseach Journal. –V. 81. №1, 2011. P.67...80.
8. Заводчикова А.А., Сафонов В.В., Иванов В.Б. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №3. С. 46...50.
9. Солина Е.В., Сафонов В.В., Ретина Т.С., Иванов В.Б. // Журнал прикладной химии. – 2006, №2. С. 315...321.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов МГТУ им. А.Н.Косыгина. Поступила 04.02.11.

УДК 677.03.004.182

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРИВЕДЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ  
КОЛКОВОГО БАРАБАНА МАШИНЫ  
ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТХОДОВ**

**DESIGN PROCEDURE OF A FINGER DRUM RIGIDITY  
OF THE MACHINE FOR WASTE REGENERATION**

*Е.В. ПОЛЯКОВА, С.М. ИВАНОВ, Т.В. ШМЕЛЕВА, А.А. СИЗОВ, О.Н. ВОЛЫНКИН*  
*E.V. POLJAKOVA, S.M. IVANOV, T.V. SHMELEVA, A.A. SIZOV, O.N. VOLYNKIN*

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

*В статье рассматривается методика расчета жесткости колкового барабана. На технологический процесс чесания влияют лишь радиальные и угловые смещения барабанов, то есть колебания обечайки относительно опор вала.*

*The design procedure of a finger drum rigidity is considered in the article. The carding technological process is influenced by only radial and corner displacement of drums, that is vibrations of a shell ring concerning the shaft foots.*

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

**Keywords:** shredding, regeneration, waste, vibrations, rigidity, a finger drum, a stepped shaft, a module.

В результате исследования динамики машин часто требуется оценка вибрации всего барабана как единого целого, без детерминирования колебаний элементов, входящих в конструкцию узла [1...4].

Следует отметить, что на изменение разводов между рабочими органами, а так же на технологический процесс чесания влияют лишь радиальные и угловые смещения барабанов, то есть колебания обечайки относительно опор вала.

В исследуемой конструкции колкового барабана обечайка соединена с валом жесткими втулками. Однако возможна конструкция, когда вместо втулок установлены крестовины со спицами.

В связи с этим следует определить приведенную жесткость узла барабанного типа, для чего отделим обечайку от вала, а крестовины заменим реакциями (рис. 1 – обечайка).

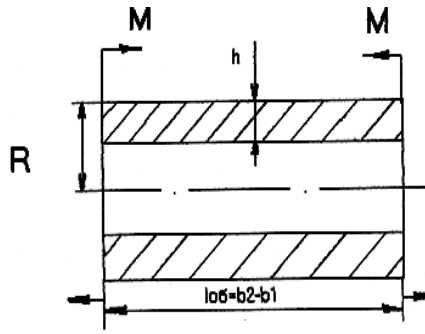


Рис. 1

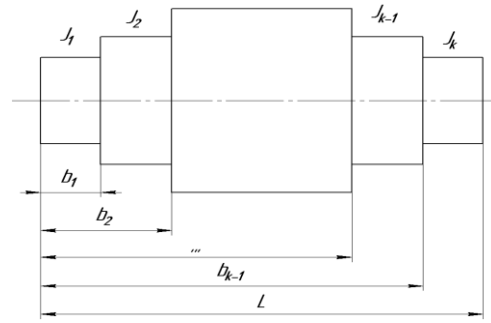


Рис. 2

Расчет приведенной жесткости ступенчатого вала, изображенного на рис. 2, вы-

полнен ранее [5], [6]:

$$J_{пр} = (J_1 - J_2)\Phi\left(\frac{b_1}{L}\right) + (J_2 - J_3)\Phi\left(\frac{b_2}{L}\right) + \dots + (J_{k-1} - J_k)\Phi\left(\frac{b_{k-1}}{L}\right) + J_k, \quad (1)$$

где  $J_{пр}$  – приведенный момент инерции площади поперечного сечения вала;  $J_i (i=1, 2, \dots, k)$  – момент инерции поперечного сечения  $i$ -го участка вала;  $b_i (i=1, 2, \dots, k)$  – расстояние от начала вала до конца  $i$ -го участка;  $L$  – длина вала;

Степень влияния жесткостей вала и обечайки друг на друга характеризуется отношением:

$$K_y = f_{об}/f_b, \quad (2)$$

для удобства записи.

где  $f_{об}$  – стрела прогиба обечайки;  $f_b$  – разница между максимальным прогибом вала и прогибом в точке  $b_1$ :

Вследствие того, что нагрузка действующая на вал, вызывает его деформацию, изгибающий момент через крестовины передается на обечайку. Причем величина этого момента зависит от коэффициента жесткости крестовин ( $C_{кр}$ ). При  $C_{кр} = 0$  всю нагрузку воспринимает вал и приведенная жесткость узла равна жесткости вала без учета обечайки. При  $C_{кр} = \infty$  приведенный момент инерции в поперечном сечении узла рассчитывается согласно (1), если принять обечайку за ступень вала. Расчетная схема учета влияния жесткости обечайки на жесткость вала приведена на рис.3.

$$f_b = \frac{[-Pb_1(b_2 - b_1)^2 + M(b_2 - b_1)^2]}{(8E_b J_b)}. \quad (3)$$

В случае симметрии  $L = b_1 + b_2$ .

В этом случае максимальный прогиб обечайки от момента  $M$ , действующего со стороны крестовины [7]:

$$f_{об} = -M \left[ \frac{(b_2 - b_1)}{R} \right] / (8\pi E_{об} h R), \quad (4)$$

где  $R$  – радиус барабана;  $h$  – толщина стенки;  $b_1$  и  $b_2$  – расстояние до начала и конца обечайки.

Угловая деформация на торцах обечайки

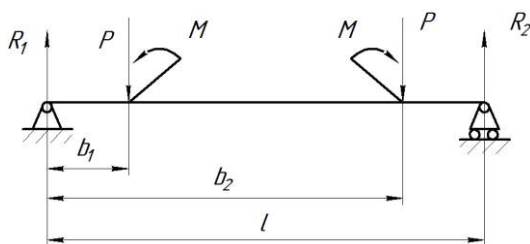


Рис. 3

$$\theta = -M \left[ \frac{(b_2 - b_1)}{R} \right] / (2\pi E_{об} h R^2). \quad (5)$$

Введем дополнительные условия, связывающие коэффициент жесткости крестовины

стовин  $C_{кр}$  с углами поворота вала и обечайки в местах жесткого соединения с крестовинами:

$$\left. \frac{dy_b}{dx_0} \right|_{x=b_1} = \theta_{об} = -\frac{M}{C_{кр}}. \quad (6)$$

Откуда с учетом (5) имеем:

$$M = \frac{Pb_1c_{кр}\pi E_{об}hR^3(b_2-b_1)}{\left[ (b_2-b_1)c_{кр}(\pi hR^3E_{об} + E_6J_6) + 2\pi E_6E_{об}J_6hR^3 \right]}. \quad (7)$$

Решая совместно (2), (3) и с учетом (8), получаем коэффициент влияния:

$$K_y = \frac{c_{кр}(b_2-b_1)}{\left[ c_{кр}(b_2-b_1) + 2\pi E_{об}hR^3 \right]}. \quad (8)$$

В зависимости от модели машины в крестовине может быть 3, 4, 6 и 8 спиц. С учетом изгибной деформации и деформации кручения спиц крестовин коэффициент жесткости спицы с координатой  $\varphi_1$  ( $\varphi=0$  – вертикальная плоскость):

$$C_{сп} = \frac{M}{\varphi} = \frac{\left[ \varepsilon - r_{ст} \cos^2 \varphi_1 (r_{ст}(\alpha \cos^2 \varphi_1 + \beta \sin^2 \varphi_1)) + \gamma \right]}{\left[ \varepsilon(\alpha \cos^2 \varphi_1 + \beta \sin^2 \varphi_1) + \gamma^2 \cos^2 \varphi_1 \right]}, \quad (9)$$

где  $\varphi$  – общий угол поворота конца спицы

с координатой  $\varphi_1$ ;  $r_{ст}$  – радиус ступицы.

$$\varepsilon = L \left\{ 2L_1I_{сп} + I_{сп}^2 - 2L_1^2I_{п} \left[ L_1 / (L_1 - L_{сп}) \right] \right\} / 2EJ_{ст};$$

$$\alpha = \frac{L_2I_{сп}(2L_1 - I_{сп})}{\left[ 2EJ_{сп}(L_1 - I_{сп})^2 \right]};$$

$$\beta = \frac{L_1I_{п}[(L_1 / (L_1 - I_{сп}))]}{GJ_{к}}; \quad \gamma = \frac{L_1I_{сп}^2}{2EJ_{ст}(L_1 - I_{сп})};$$

$$L_1 = \left( \sqrt[3]{\frac{L_{сп}}{J_0L_{сп}}} \right) / \left( \sqrt[3]{\frac{J_{ст}}{J_0 - 1}} \right) - \text{фиктивная}$$

длина спицы. Здесь  $L_{сп}$  – длина спицы;  $J_{ст}$ ,  $J_0$  – моменты инерции площади поперечного сечения спицы соответственно у ступицы и обода;  $J_{к}$  – момент инерции при кручении спицы у обода.

Находящиеся спицы в крестовине можно представить как параллельно соединенные упругие элементы с коэффициентом жесткости  $C_{cni}$ :

$$C_{сп} = \sum C_{cni}.$$

Необходимые решения для барабанов с соответствующим количеством спиц найдутся простым суммированием. Следует иметь в виду, что величина суммарного

коэффициента жесткости зависит от положения спиц крестовины относительно вертикальной плоскости.

Коэффициент жесткости для крестовин изменяется с периодами  $\pi/3$ ,  $\pi/2$ ,  $\pi/3$ ,  $\pi/4$  соответственно для трех, четырех, шести и восьми спиц. Максимальные и минимальные значения коэффициентов жесткостей для трех и шести спиц отличаются на 23%, для четырех 52,5% и для восьми на 8,5%. Эти изменения могут являться причинами возникновения параметрических колебаний при вращении барабана [8].

Угол упругого поворота в стыке ступица–вал определяется по формуле [5]:

$$\varphi = 6\delta_0 M / PL_{ст}^2, \quad (10)$$

где  $\delta_0$  – упругое перемещение в середине стыка ( $\delta_0 = C\sqrt{\delta}$ );  $\delta$  – нормальное давление в стыке;  $C$  – постоянная, зависящая от сопрягаемых материалов, чистоты поверхности и вида обработки;  $P$  – усилие в стыке ( $P = \delta F$ );  $F$  – площадь стыка

( $F = \pi d L_{ст}$ );  $d$  – диаметр вала;  $L_{ст}$  – длина ступицы.

При сопряжении чугун–сталь с чистой поверхностью  $R_a = 1,25$  после точения  $C = 1,12 \cdot 10^{-9} (m^2 / \sqrt{H})$ .

Коэффициент угловой жесткости ступицы в этом случае будет равен:

$$C_{ст} = \frac{M}{\varphi} = \frac{PL_{ст}^2}{6\delta_0} = \frac{PL_{ст}^2 \sqrt{\delta}}{6C}. \quad (11)$$

Из (11) следует, что  $C_{ст}$  зависит от нормального давления в стыке. Общий коэффициент жесткости крестовины как для соединенных последовательно упругих элементов:

$$C_{кр} = \frac{C_{сп} C_{ст}}{(C_{сп} + C_{ст})}.$$

В случае, когда вал имеет одно утолщение – обечайку, целесообразнее записывать уравнение (1) в виде:

$$J_{пр} = K_1 J_1 + K_2 J_2,$$

где  $J_1, J_2$  – моменты инерции поперечного сечения соответственно концов и середины вала.

$$K_2 = \Phi\left(\frac{b_2}{L}\right) - \Phi\left(\frac{b_1}{L}\right); \quad K_1 = 1 - K_2. \quad (12)$$

Для учета влияния обечайки и крестовин, а также с учетом того, что вал и обечайка изготавливаются из разных материалов, необходимо ввести поправочные коэффициенты  $A, K_y$  и модули упругости:

$$EJ_{пр} = AK_1 E_b J_b + K_y K_2 E_{об} J_{об}. \quad (13)$$

Коэффициент  $A$  находится из условий, что при отсутствии влияния обечайки на вал эквивалентная жесткость системы равна жесткости вала, то есть при  $K_y = 0$   $A = 1/K_1$ . Если обечайка была бы ступенью вала, то эквивалентная жесткость ступенчатого вала определялась бы в соответст-

вии с  $K_y = 1$   $A = 1$ . Принимая в первом приближении зависимость между этими коэффициентами линейной, записываем:

$$A = \left(1 - \frac{1}{K_1}\right) K_y + \frac{1}{K_1}. \quad (14)$$

Формула (13) является окончательной для расчета эквивалентной жесткости узла барабанного типа.

Предложенная методика расчета узлов барабанного типа позволяет на этапе проектирования определить приведенную жесткость узла. При увеличении числа спиц крестовин приведенная жесткость увеличивается незначительно, а вероятность возникновения параметрических колебаний уменьшается.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Парамонов С.Д. и др.* Основы современных методов расчета на прочность в машиностроении. – М.: Машгиз, 1952.
2. *Иванов С.М.* Исследование и оптимизация основных конструктивных характеристик скоростных чесальных машин для хлопка: Дис... канд. техн. наук. – Иваново, 1984.
3. Прочность, устойчивость, колебания. Справочник. – Т.1. – М.: Машиностроение, 1968.
4. *Лужен О.В., Злочевский А.Б., Горбунов И.А., Волохов В.А.* Обследование и испытание сооружений. – М.: Стройиздат, 1987. С. 38.
5. *Левина З.М., Решетов Д.Н.* Контактная жесткость машин. – М.: Машиностроение, 1971.
6. *Полякова Е.В., Иванов С.М., Шмелева Т.В., Сизов А.А., Волынкин О.Н.* Разработка модуля предварительного разрыхления машины для регенерации отходов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №8.
7. *Иванов С.М., Шмелева Т.В., Зарубина (Полякова) Е.В.* Влияние обечайки на увеличение жесткости барабанов чесальных машин // Ученые записки Монгольского технического университета. – Улан-Батор, № 3/32, 1998. С. 22...27.
8. *Кофман Э.Д., Саган И.А.* О некоторых соотношениях производительности, скоростного режима и сил, участвующих в процессе чесания. Депонированная рукопись в ЦНИИТЭИЛегпром, 7 сент., 1978, № 163 – 78, 8 с.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 28.01.11.

УДК 677-486.2:539.11

**РАСЧЕТ ДЕФОРМАЦИИ ТРИКО ОДНОГРЕБЕНОЧНОЕ ОТКРЫТОЕ**

**CALCULATION OF MESH FABRIC DEFORMATION EXECUTED  
BY A SINGLE-COMB ON THE BASIS OF INTERLACING  
OF BODY STOCKINGS WITH OPEN LOOPS**

*Л.А. КУДРЯВИН, О.Ф. БЕЛЯЕВ, В.А. ЗАВАРУЕВ, О.С. КОТОВИЧ*  
*L.A.KUDRJAVIN, O.F.BELJAEV, V.A.ZAVARUEV, O.S.KOTOVICH*

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

*Выделен повторяющийся элемент в металлическом трико одногребеночное открытое, рассчитаны силы, действующие на этот элемент при двумерной деформации образца, и с помощью разработанной ранее программы, основанной на нелинейной теории упругости, проведены расчеты двумерной деформации образцов.*

*The repeating element in a metallic tricot single-comb opened is marked out, the forces operating on this element under two-dimensional deformation of the sample and by means of the before developed program based on the nonlinear elasticity theory are counted, calculations of two-dimensional deformation of samples are carried out.*

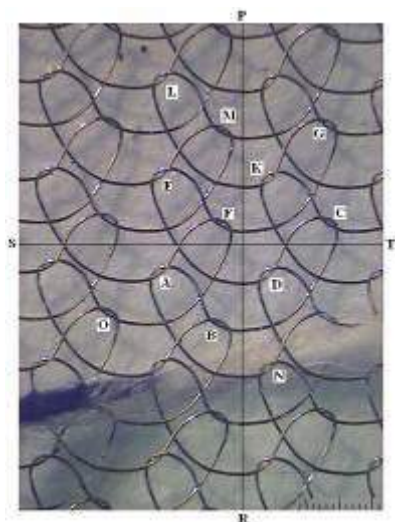
**Ключевые слова:** металлическое трико одногребеночное открытое, двумерная деформация образца, нелинейная теория упругости.

**Keywords:** a single-comb coating, a metallic tricot, two-dimensional deformation of the sample, a nonlinear theory of elasticity.

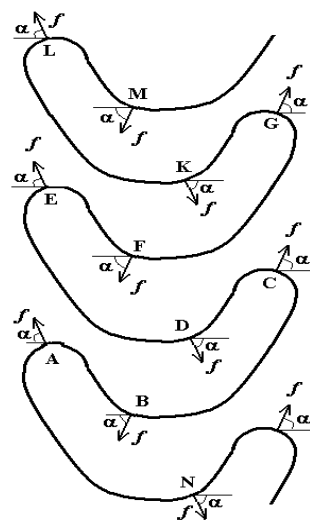
Во многих текстильных материалах в нити можно выделить повторяющийся элемент, относительная деформация которого соответствует деформации всего образца. Для расчета относительной деформации такого элемента нами была разработана компьютерная программа, описанная в двух предыдущих сообщениях, и показа-

но, как ее изменять для повторяющихся элементов различной формы. В этом и следующем сообщении будет проиллюстрировано использование этой программы для расчета двумерной деформации металлического трикотажа – трико одногребеночное открытое и трико одногребеночное закрытое. Трикотаж связан из стальной

микропроволоки диаметром 50 мкм. Деформация проводилась в двух взаимно-перпендикулярных направлениях одинаковой силой. Каждая стадия деформации образца сопровождалась микросъемкой. Анализ микрофотографий показал, что точки контакта между элементами структуры практически не перемещаются по микропроволоке при деформации образца,



а)



б)

Рис. 1

На рис. 1-а приведена микрофотография металлического трикотажа трико открытое одностороннее. Как видно, этот трикотаж, как и многие другие виды трикотажа, состоит из повторяющихся элементов петель. Так, например, элемент EFG и аналогичные ему элементы повторяют элемент ABC. Элемент CDE и аналогичные ему являются зеркальным отражением элемента ABC.

Поэтому при теоретическом рассмотрении деформации такого трикотажа достаточно рассмотреть деформацию одного из вышеупомянутых элементов. Его относительная деформация по вертикали и по горизонтали и будет определять деформацию образца в этих направлениях.

При деформации образца на столбик ABCDEFGKL со стороны соседних столбиков в точках А, В, С, D, Е, F, G, К, L и т.д.

а следовательно, не перемещаются и точки приложения сил. Это одно из основных требований программы. При расчетах мы полагали, что элементы петли в металлическом трикотаже пластически деформированы и форма этой петли соответствует ее форме в недеформированном трикотаже (первое сообщение).

по условиям симметрии действуют одинаковые силы  $f$ , составляющие одинаковые углы  $\alpha$  с горизонталью. На рис. 1-б отдельно изображен этот столбик и показаны силы  $f$ , действующие на него в разных точках. В точках А, С, Е, G, L и аналогичных им точках действие силы  $f$  распределяется на две ветви, например, в точке А – на ветви АВ и АN, в точке С – на ветви CD и СВ, в точке Е – на ветви EF и ED, в точке G – на ветви GK и GF, в точке L – на ветви LM и LK. Обозначим силу, действующую на ветви АВ, CD, EF, GK, LM, через  $f_1$ , а на ветви АN, СВ, ED, GF, LK – через  $f_2$ . На рис. 2-а приведено изображение повторяющегося элемента EFG и показаны силы, действующие на него. Такие же силы действуют и на другие аналогичные элементы.



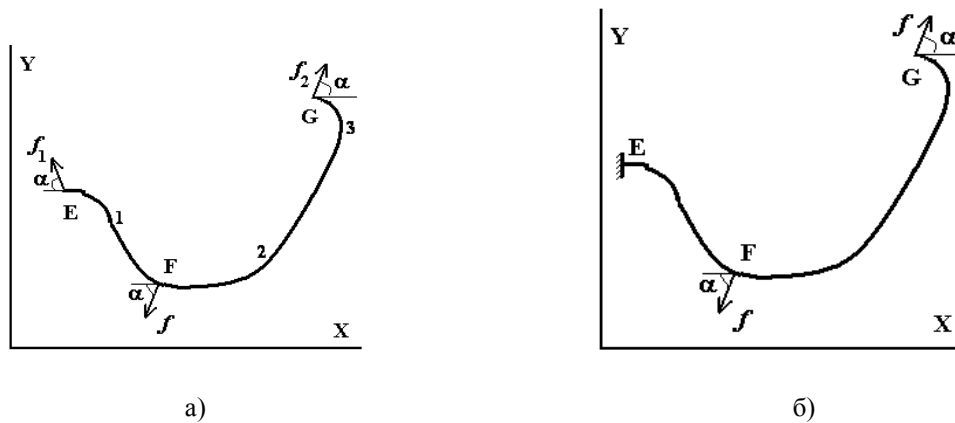


Рис. 2

Выразим силы  $f_1$  и  $f_2$  через силу  $f$ . По условию равновесия элемента EFG векторная сумма всех сил, действующих на него, должна равняться нулю, то есть  $f_1 + f_2 + f = 0$ . В проекции на оси X и Y будем иметь:

$$\begin{aligned} -f_1 \cos \alpha - f \cos \alpha + f_2 \cos \alpha &= 0, \\ f_1 \sin \alpha - f \sin \alpha + f_2 \sin \alpha &= 0. \end{aligned}$$

Сокращая первое уравнение на  $\cos \alpha$ , а второе – на  $\sin \alpha$ , получим

$$f = f_2 - f_1, \quad f = f_2 + f_1.$$

Решая эту систему уравнений, будем иметь  $f_2 = f$ ,  $f_1 = 0$  (рис. 2-б), то есть на элементе EFG участок EF не нагружен, нагружен только участок FG. Аналогично не нагружены участки AB, CD, GK, LM. Силой  $f$  помимо участка FG нагружены участки AN, CB, ED, LK.

Найдем величину силы  $f$ . Для этого мысленно рассежем образец двумя взаимно перпендикулярными линиями – по вертикали PR и по горизонтали ST (рис. 1-а). Видим, что линия PR пересекает в каждом ряду два аналогичных участка микропроволоки (например, участки AN и CB – рис. 1-а). Поэтому нагрузка по горизонтали на одну микропроволоку будет определяться формулой:  $f_r = F_r / (2N_p)$ . Здесь  $F_r$  – сила, приложенная к образцу в горизонтальном направлении,  $N_p$  – число рядов в образце.

Линия ST в каждом столбике пересекает три микропроволоки, например, AF, FO и ED. Участок AF согласно предыдущему

не нагружен, а участки FO и ED нагружены одинаковыми силами. Следовательно, на один столбик приходится две нагруженные микропроволоки. Нагрузка на одну микропроволоку по вертикали  $f_b = F_b / (2N_c)$ , где  $F_b$  – сила, приложенная к образцу в вертикальном направлении,  $N_c$  – число столбиков в образце. Общая сила  $f$ , действующая на микропроволоку на участках, аналогичных FO и ED (например, на участке GF), и угол  $\alpha$ , составляемый этой силой с осью X, определяются из уравнений:

$$f = \sqrt{f_r^2 + f_b^2}, \quad \sin \alpha = f_b / f.$$

Далее расчет осуществляется следующим образом.

Повторяющийся элемент EFG (рис.2-а) состоит из трех окружностей радиусами  $R_{10} < 0$  (участок E-1),  $R_{20} > 0$  (участок 1-F),  $R_{30} > 0$  (участок F-2), прямой линии длиной  $L_p$  (участок 2-3) и четвертой окружности радиусом  $R_{50} > 0$  (участок 3-G), то есть участок EF сам состоит из 2 участков, а участок FG – из трех. Угол раскрытия первой окружности –  $\varphi_1$ , второй –  $\varphi_2$ , третьей –  $\varphi_3$ , четвертой –  $\varphi_5$ . Все углы измеряются в радианах. Первая окружность имеет длину  $L_1 = \varphi_1 * \text{abs}(R_{10})$ , вторая  $L_2 = \varphi_2 * \text{abs}(R_{20})$ , третья  $L_3 = \varphi_3 * \text{abs}(R_{30})$ , прямая линия – длину  $L_4 = L_p$ , четвертая окружность – длину  $L_5 = \varphi_5 * \text{abs}(R_{50})$ . Общая длина рассматриваемого элемента EFG микропроволоки  $L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5$ . Жесткость микропроволоки на изгиб  $H$ , угол между касатель-

ной к микропроволоке в данной точке и осью X -  $\theta$  (рад).

Затем по программе, аналогичной программе, описанной в двух предыдущих сообщениях, производится построение формы повторяющегося элемента до и после деформации образца. Отличие от данной программы состоит в основном в том, что повторяющийся элемент состоит не из двух, а из пяти участков.

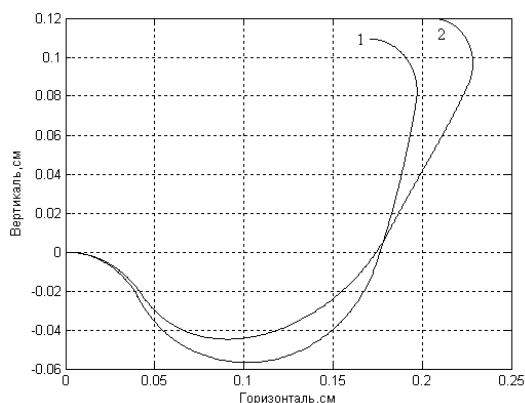


Рис. 3

На рис.3 приведена форма элемента EFG в ненагруженном (кривая 1) и в нагруженном (кривая 2) состояниях образца. Ось X на данном рисунке направлена по горизонтали, ось Y – по вертикали.

Затем программа определяет координаты конечной точки элемента EFG до деформации ( $X_0, Y_0$ ) и после деформации ( $X_k, Y_k$ ) и рассчитывает относительную его деформацию (в процентах) по вертикали  $\epsilon_v = (Y_k - Y_0) \cdot 100 / Y_0$  и по горизонтали  $\epsilon_r = (X_k - X_0) \cdot 100 / X_0$ . Эта относительная деформация является также относительной деформацией образца. Результаты расчетов представлены на рис.4 (сплошные линии).

На этом же рисунке представлены также экспериментальные данные (точки). Можно видеть, что между экспериментом и теорией имеется сравнительно неплохое согласие. Расхождение может быть вызвано тем, что форма и размеры элемента EFG в недеформированном состоянии получены из микрофотографии образца, но в раз-

ных местах образца они имеют несколько отличающиеся форму и размеры.

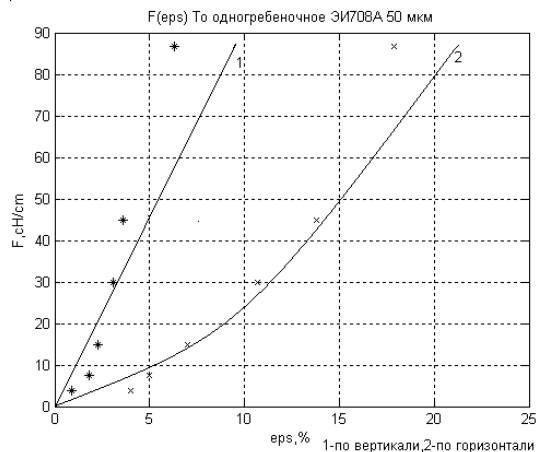


Рис. 3

Применение теории в данном случае позволяет по рассчитанным значениям сил, действующих на повторяющийся элемент, рассчитать деформацию образца. Неплохое согласие с экспериментом подтверждает правильность программы и правильность расчета сил, действующих на повторяющийся элемент.

Расчеты проводились с помощью математического пакета MATLAB 2007 (лицензия 360533).

## ВЫВОДЫ

Выделен повторяющийся элемент в металлическом трико одногребеночное открытое, рассчитаны силы, действующие на этот элемент при двумерной деформации образца, и, используя разработанную ранее программу, основанную на нелинейной теории упругости, проведены расчеты двумерной деформации образцов. Сравнение расчетных и экспериментальных результатов показало их хорошее соответствие.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 09.10.10.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ  
ОГНЕСТОЙКОГО ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА  
ДЛЯ ПОЛЕТНЫХ КОСТЮМОВ КОСМОНАВТОВ**

**DEVELOPMENT OF THE TECHNIQUES OF MANUFACTURING  
OF A FIRE-RESISTANT KNITTED FABRIC  
FOR COSMONAUT SPACESUITS**

*Е.В. ФОКИНА, Б.Б. СТРОГАНОВ*  
*E.V. FOKINA, B.B. STROGANOV*

(Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности)  
(Russian Correspondence Institute of Textile and Light Industry)  
E-mail: office@roszitlp.ru

*Разработана технология выработки нового трикотажного полотна из отечественной огнестойкой пряжи Арлана линейной плотностью 19 текс×2. Установлено, что за счет прочности и однородности пряжи переработка на вязальном оборудовании не вызывает затруднений, новое полотно имеет высокое качество, удовлетворяет исходным требованиям по огнестойким, гигиеническим и физико-механическим свойствам.*

*The technology of manufacturing of a new knitted fabric from a domestic fire-resistant Arlana yarn by a linear density 19 tex x2 has been developed. It is stated that at the expense of durability and homogeneity of a yarn reprocessing at the knitting equipment does not cause the troubles, the new canvas has high quality, meets initial requirements by fire-resistant, hygienic and physical-mechanical properties.*

**Ключевые слова:** полетное снаряжение космонавтов, огнестойкое трикотажное полотно, пряжа Арлана, оптимальные параметры вязания.

**Keywords:** flight equipment of cosmonauts, a fire-resistant knitted fabric, Arlana yarn, optimum parameters of knitting.

Трикотажное полотно для производства полетных костюмов космонавтов должно обладать высокими огнестойкими, физико-механическими и гигиеническими свойствами. Производимые ранее полотна из огнезащищенной шерстяной пряжи (ОШП) с добавлением огнестойких нитей (Фенилон, Терлон) имели ряд недостатков, вызванных жесткостью нитей, что приводит к неоднородности структуры и повышенному пылевыведению, недопустимому в условиях замкнутого пространства.

Для устранения вышеуказанных недостатков была разработана технология выработки нового трикотажного полотна для полетных костюмов из отечественной ог-

нестойкой пряжи Арлана линейной плотности 19 текс×2. Пряжа Арлана выработана из нового метапараарамидбензимидазольного отечественного волокна, разработанного ООО "Лирсот" (Россия). По сравнению с известными арамидными волокнами (Номекс, Конекс) Арлана обладает улучшенными характеристиками огнестойкости (кислородный индекс 35...38% против 27...28%) и гигроскопичности (равновесное содержание влаги 10...12% против 4...6%). Пористое строение волокна обуславливает хорошие гигиенические свойства пряжи, улучшает окрашиваемость и облегчает текстильную переработку на различных видах оборудования.

С целью определения оптимальных технологических параметров вязания трикотажа из огнестойкой пряжи Арлана был проведен двухфакторный эксперимент по матрице Коно (КО<sub>2</sub>) [1].

Изучалось влияние процентного соотношения сырьевых компонентов в структуре материала (X<sub>1</sub>) и плотности вязания трикотажа по вертикали (X<sub>2</sub>) на параметры получаемого из них полотна. В качестве объекта исследования были приняты образцы трикотажного полотна, выработанные на кругловязальной машине 18 класса "Овернит Жаккард", имеющей 48 вязальных систем, диаметр игольного цилиндра 33 дюйма и скорость вязания 0,8 м/с.

Образцы выработаны комбинированным переплетением французское пике с

различным процентным содержанием огнестойкой пряжи Арлана (Т=19 текс×2) и ОШП (Т-19 текс×2): 1 вариант – 33% Арлана + 67% ОШП; 2 вариант – 67% Арлана + 33% ОШП; 3 вариант – 100% Арлана. Плотность вязания по вертикали (Пв) изменялась в следующих пределах: 113, 135 и 157 рядов на 10 см.

В качестве выходных параметров были выбраны: Q – поверхностная плотность, г/м<sup>2</sup>; И – устойчивость к истиранию, об.; W – воздухопроницаемость, дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·с; Р – разрывная нагрузка, Н; L – разрывное удлинение, %; П – пылевыведение, г.

Испытания проводились по стандартным методикам. Результаты испытаний представлены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание пряжи Арлана в полотне, %	Пв, рядов	Q, г/м <sup>2</sup>	И, об.	W, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·с	Разрывная нагрузка Р, Н		Разрывное удлинение L, %		П, г
					по вертикали	по горизонтали	по вертикали	по горизонтали	
34	113	337	315	967	383	272	76	145	0,2911
34	135	352	369	841	485	309	96	150	0,1586
34	157	416	306	387	458	370	115	126	0,2411
66	113	329	504	979	501	313	76	143	0,1829
66	135	340	529	858	582	341	97	140	0,1225
66	157	384	452	410	519	392	113	117	0,1671
100	113	321	588	994	541	327	75	130	0,1684
100	135	322	604	942	592	356	91	135	0,0923
100	157	363	491	417	545	408	120	110	0,1528

После математической обработки результатов испытаний получены регрес-

сионные уравнения влияния входных факторов на выходные параметры:

поверхностную плотность

$$Y_{p1} = 344,44 - 16,5x_1 + 29,333x_2 - 9,25x_1x_2 + 15,06x_2^2, \quad (1)$$

устойчивость к истиранию

$$Y_{p2} = 543,311 + 115,5x_1 - 26,333x_2 - 22x_1x_2 - 56,43x_1^2 - 64,93x_2^2, \quad (2)$$

воздухопроницаемость

$$Y_{p3} = 890,106 + 26,333x_1 - 287,667x_2 - 199,325x_2^2, \quad (3)$$

разрывную нагрузку по вертикали

$$Y_{p4} = 585,826 + 58,667x_1 + 16,167x_2 - 17,75x_1x_2 - 41,01x_1^2 - 69,51x_2^2, \quad (4)$$

разрывную нагрузку по горизонтали

$$Y_{p5} = 347,774 + 23,333x_1 + 43x_2 - 4,25x_1x_2 - 13,48x_1^2 + 6,52x_2^2, \quad (5)$$

разрывное удлинение по вертикали

$$Y_{p6} = 96,47 + 20,167x_2^2, \quad (6)$$

разрывное удлинение по горизонтали

$$Y_{p7} = 144,828 - 7,667x_1 - 10,833x_2 - 15,16x_2^2, \quad (7)$$

пылевыведение

$$Y_{p8} = 0,1 - 0,046x_1 - 0,014x_2 + 0,024x_1^2 + 0,073x_2^2. \quad (8)$$

Анализ коэффициентов в полученных уравнениях показывает, что на величину поверхностной плотности полотна наибольшее влияние оказывает плотность по вертикали. С ее увеличением значительно увеличивается поверхностная плотность трикотажа. Меньшее влияние оказывает процентное содержание пряжи Арлана в полотне. При этом с увеличением процента содержания пряжи Арлана в полотне поверхностная плотность уменьшается. С увеличением ее процентного содержания значительно повышается устойчивость трикотажа к истиранию, так как синтетическая нить прочнее хрупкой огнестойкой пряжи.

На показатели воздухопроницаемости наибольшее влияние имеет плотность по вертикали. Чем плотнее полотно, тем ниже ее показатели. Увеличение процентного содержания пряжи Арлана также увеличивает воздухопроницаемость, так как волокна Арлана имеют пористую структуру, а шерстяные волокна в процессе огнестойкой обработки становятся плотнее [2].

Разрывная нагрузка по вертикали и горизонтали в большей степени зависит от процентного состава сырья в полотне. Чем больше в трикотаже пряжи Арлана, тем выше разрывная нагрузка. Увеличение

плотности вязания также увеличивает разрывную нагрузку по вертикали. Разрывная нагрузка по горизонтали в большей степени зависит от плотности вязания.

На разрывное удлинение в большей степени влияет плотность вязания, однако увеличение процента содержания пряжи Арлана в полотне также снижает разрывное удлинение.

Полученные математические модели натурального вида оптимизировались многокритериальным диссоциативно-шаговым методом поиска оптимума В.А. Вознесенского [3] по восьми критериям. По результатам проведенной оптимизации определены оптимальные значения параметров вязания – это заправка из 100%-ной огнестойкой пряжи Арлана (19 тексх2) с плотностью вязания по вертикали 135 рядов. Были выработаны образцы трикотажа с оптимальной заправкой, которые подверглись испытаниям по стандартным методикам для определения основных параметров полотна, в том числе: гигроскопичность (Г), кислородный индекс (КИ).

В табл.2 приведены сравнительные характеристики производимого ранее полотна из 100%-ной ОШП и разработанного нового полотна.

Вид и линейная плотность пряжи, текс	Q, г/м <sup>2</sup>	И, об.	W, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·с	Г, %	КИ, %	Разрывная нагрузка Р, Н		Разрывное удлинение L, %		П, г
						Рв	Рг	Lb	Lr	
ОШП 19х2 100%	378	125	961	7,18	40	316	242	93	78	0,3964
Арлана 19х2 100%	322	604	942	11	38	592	356	91	135	0,0923

Из результатов эксперимента видно, что трикотаж из пряжи Арлана превышает трикотаж из ОШП по всем показателям, за исключением кислородного индекса, который находится в допустимых пределах. Эксперимент показал, что за счет прочности и однородности пряжи переработка на вязальном оборудовании не вызывает затруднений, качество трикотажа заметно улучшилось, снизился процент брака полотна.

### ВЫВОДЫ

1. Для производства полетного снаряжения для космонавтов разработана новая технология производства трикотажного полотна со следующей оптимальной заправкой: 100%-ная пряжа Арлана с плотностью вязания по вертикали 135 рядов.

2. Экспериментальные исследования показали, что у нового полотна качество выше и удовлетворяет исходным требованиям по огнестойким, гигиеническим и физико-механическим свойствам.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1980.
2. Новорадовская Т.С., Садовая С.Ф. Химия и химическая технология шерсти. – М.: Легпромбытиздат, 1986.
3. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. – М.: Финансы и статистика, 1981.

Рекомендована кафедрой технологии тканей и трикотажа. Поступила 01.02.11.

УДК 677.025

## СНИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛОЕМКОСТИ ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА

## REDUCTION OF MATERIALS CONSUMPTIONS OF A KNITTED FABRIC

С.Ш. САБЫРХАНОВА, С.Б. БАЙЖАНОВА  
S.S. SABYRKHANOVA, S.B. BAJZHANOVA

(Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауезова, Шымкент, Казахстан)  
(South Kazakhstan State University (named after M.O. Auezov), Shymkent, Kazakhstan)  
E-mail: tilipp@mail.ru

*Работа посвящена изучению вариантов снижения материалоемкости трикотажного полотна. Введено понятие абсолютного и относительного объемного облегчения структуры полотна. Даны рекомендации для уменьшения материалоемкости и повышения формоустойчивости трикотажного полотна.*

*The paper is devoted to the study of variants of materials consumption reduction of a knitted fabric. The concept of an absolute and relative volume simplifica-*

*tion of a fabric structure is introduced herein. Recommendations for materials consumption reduction and increasing of a knitted fabric shape stability are made.*

**Ключевые слова:** петлеобразование, рисунчатый трик, материалоемкость, формоустойчивость, объемная плотность, интерлок.

**Keywords:** looping, figured knit, materials consumption, shape stability, a volume density, interlock.

В работе для анализа направлений снижения материалоемкости трикотажного полотна вводится понятие абсолютного и относительного объемного облегчения структуры полотна. Абсолютное объемное облегчение представляет собой разность объемной плотности базового полотна и опытного и может быть вычислено по формуле:

$$\Delta\delta = \delta_0 - \delta, \quad (1)$$

где  $\Delta\delta$  – абсолютное объемное облегчение, мг/см<sup>3</sup>;  $\delta$  – объемная плотность опытного полотна, мг/см<sup>3</sup>.

Относительное облегчение – это отношение абсолютного объемного облегчения к объемной плотности базового полотна,

выраженное в процентах. Относительное облегчение  $\theta$  вычисляется по формуле:

$$\theta = \frac{\Delta\delta}{\delta_0} \cdot 100\%. \quad (2)$$

С целью расширения ассортимента трикотажных полотен и максимального использования технологических возможностей кругловязальной машины типа “МЭТО” разработаны 5 вариантов структур и способов выработки трикотажа комбинированного переплетения.

Графические записи разработанных полотен комбинированного переплетения представлены на рис. 1.

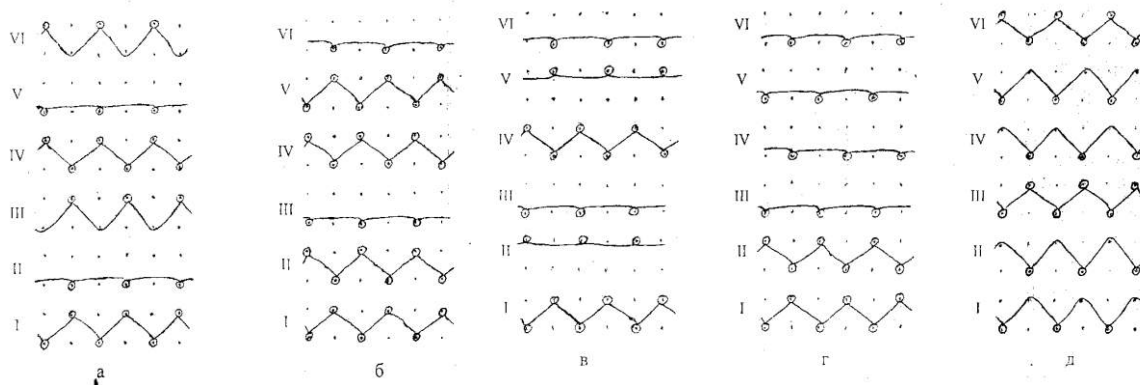


Рис. 1

В качестве сырья была использована полушерстяная пряжа линейной плотностью 31 текс.

В качестве базового переплетения был выработан интерлок (вариант –0).

В структуру комбинированного переплетения варианта I входят следующие элементы петельной структуры: петля, протяжка и набросок [1]. Для выработки такого переплетения машина должна

иметь число систем, кратное шести. На машине “МЭТО” 44 системы, следовательно, работающих систем будет 42.

Процесс вязания осуществляется следующим образом.

Первая и четвертая системы образуют ряды ластика (рис. 1-а), при этом подъемные клинья в замках цилиндра и рипшайбы в этих системах находятся в обычном рабочем положении.

Вторая и пятая системы – иглы рипшайбы не работают, работают только иглы цилиндра. Подъемный клин в замке рипшайбы опущен в нерабочее положение, чтобы иглы рипшайбы не поднимались и не захватывали нить. Подъемный клин в замке цилиндра находится в обычном рабочем положении.

Третья и шестая системы образуют на иглах рипшайбы обычные петли, и на иглах цилиндра образуют наброски.

Подъемные клинья в замках рипшайбы находятся в обычном рабочем положении, а подъемные клинья в замках цилиндра переводятся в фанговое положение. В системах, где образуются ряды с набросками, принудительную нитеподачу переводят на свободную от количества нити, которое подается к системам первой и четвертой.

Скоростной режим при выработке данного переплетения остается таким же, как и при выработке классического двуластика.

Второй вариант комбинированного переплетения образуется при следующей работе петлеобразующих систем. Первая, вторая, четвертая и пятая системы образуют ряды ластика (рис. 1-б).

При этом подъемные клинья в замках цилиндра и рипшайбы находятся в рабочем положении.

В системах третья и шестая – работают иглы цилиндра, а иглы рипшайбы не работают. Подъемный клин в замке цилиндра находится в рабочем положении, а подъемный клин в замке рипшайбы опущен в нерабочее положение. Затем раппорт повторяется.

Раппорт третьего варианта комбинированного переплетения состоит из шести петельных рядов (рис. 1-в).

Первая и четвертая системы вяжут ряды ластика.

В этих системах подъемные клинья замков цилиндра и рипшайбы в рабочем положении.

Вторая, третья, пятая, шестая системы вяжут ряды производной глади.

Причем вторая и пятая системы вяжут ряды производной глади на иглах цилиндра. Подъемные клинья в замках рипшайбы опущены в нерабочее положение.

В системах первой, второй, четвертой и пятой – свободная подача нити.

Определены технологические параметры выработанных образцов комбинированного переплетения, результаты измерений приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели Варианты	Линейная плотность нитей, текс	Петельный шаг А, мм	Высота петельного ряда В, мм	Плотность по горизонтали $P_g$ , число петель на 1 дм	Плотность по вертикали $P_v$ , число петельных рядов на 1 дм	Средняя длина нити в петле $L_{cp}$ , мм	Поверхностная плотность трикотажа $M_s$ , г/м <sup>2</sup>	Толщина Т, мм	Объемная плотность $\delta$ , мг/см <sup>3</sup>	Абсолютное объемное облегчение $\Delta\delta$ , мг/см <sup>3</sup>	Относительное облегчение $\Theta$ , %
0	п/ш 31	0,9	0,9	55	55	4,6	310	1,2	258	-	-
I	п/ш 31	1,16	1,0	43	50	4,8	316	1,3	234	24	10
II	п/ш 31	1,1	0,77	45	65	4,4	315	1,35	233	25	10
III	п/ш 31	1,02	0,8	49	62	4,5	284	1,3	218	40	16
IV	п/ш 31	1,1	1,02	45	49	5,0	307	1,4	219	39	15
V	п/ш 31	1,19	0,9	12	54	4,9	373	1,4	266	-8	-1,03

Если объемная плотность комбинированного трикотажа III варианта при поверхностной плотности  $M_s = 284$  г/м<sup>2</sup> и

толщине  $T=1,3$  мм равна  $218$  мг/см<sup>3</sup>, то объемная плотность интерлочного трикотажа (вариант – 0) при поверхностной



плотности  $M_S = 310 \text{ г/м}^2$  и толщине  $T = 1,2$  мм равна  $258 \text{ мг/см}^3$ , абсолютное объемное облегчение по сравнению с базовым составляет:

$$\Delta\delta = \delta_6 - \delta = 258 - 218 = 40 \text{ мг/см}^3. \quad (3)$$

Относительное облегчение составляет:

$$\theta = \left(1 - \frac{\delta}{\delta_6}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{218}{258}\right) \cdot 100 = 16\%. \quad (4)$$

## ВЫВОДЫ

Включение в структуру интерлочного трикотажа элементов комбинированных переплетений приводит к уменьшению материалоемкости, а наличие прессовых набросков и протяжек повышает формоустойчивость трикотажного полотна.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шалов И.И., Далидович А.С., Кудрявин Л.А. Технология трикотажного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных материалов. Поступила 04.04.11.

УДК 677.027:747

**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ  
ТЕКСТИЛЬНОГО ДЕКОРА ИНТЕРЬЕРА**

**FEATURES OF PROCESSING TREATMENT OF THE ARTICLES  
OF AN INTERIOR TEXTILE DECOR**

*О.В. ИВАНОВА, Н.А. СМИРНОВА, Ю.Н. КОРЛАКОВА*  
*O.V. IVANOVA, N.A. SMIRNOVA, JU.N. KORLAKOVA*

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

*В статье рассмотрены особенности технологической обработки текстильных декоративных изделий, выполненных по индивидуальному заказу. Даны рекомендации по методам обработки с учетом вида используемых материалов. Установлены усредненные затраты времени на выполнение типовых технологических операций.*

*The features of processing treatment of the textile decorative articles executed under the individual order are considered in the article. Recommendations about the methods of processing taking into account a kind of used materials are made. An average time consumption for the performance of typical technological operations is established.*

**Ключевые слова:** дизайн, интерьер, технология, обработка, методы, нормы.

**Keywords:** design, an interior, technology, processing, methods, norms.

Технология изготовления текстильного декора интерьера несколько отличается от технологии изготовления швейных изделий. Это обусловлено рядом особенностей, например, большая длина срезов, площадь деталей, специфика применяемых полотен.

Целью настоящего исследования было выявление основных отличительных особенностей изготовления декоративных изделий и установление усредненных затрат

времени на выполнение наиболее часто встречающихся технологических операций для научно обоснованного подхода к формированию расценок на их выполнение в рамках малых предприятий. Исследования проводились на базе швейных цехов салонов-магазинов "Любимые шторы" и "Премьера", занимающих наибольшую долю рынка услуг декорирования интерьера текстилем г. Костромы.

Методологической основой явились традиционные и новые научные представления о проектировании декоративных изделий. В рамках работы применялись методы интервьюирования, опроса в форме анкетирования, экспериментальных исследований, математической статистики. Разработка методики основывалась на изучении и анализе научной литературы, изучении и обобщении передового опыта отечественных и зарубежных предприятий, работающих в сфере декоративного текстиля.

Декоративные изделия в основном изготавливают по индивидуальным заказам, их отличительной особенностью является большой объем ручных операций. Все операции, связанные с изготовлением модели от раскроя до окончательной влажно-тепловой обработки, выполняет одна швея. Она оценивает и качество выполнения каждого элемента. Поэтому необходимо упорядочение затрат времени на выполнение операций по изготовлению декоративных изделий с учетом сложности формы и особенностей технологической обработки в рамках малых предприятий аналогично нормам трудоемкости, существующим для одежды.

Исследования показали, что при получении сложных форм часто используют метод макетирования. Например, при изготовлении чехлов на стулья, кресла, диваны, пуфики, банкетки, прикроватные тумбочки лекала уточняют и дорабатывают по макетам, проверяют функциональность и эргономичность конструкции.

Согласно результатам анкетирования складчатые формы используют в 65 % моделей. Выполнение свагов и ламбрекенов со складками требует много времени, так как ткань кроют под углом к нитям основы для обеспечения эстетичного складкообразования, а сборку свага производят в несколько этапов с использованием примерочного стенда.

Для установления усредненных затрат времени на выполнение типовых видов обработки проведены исследования на базе двух швейных цехов. В течение одного

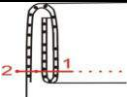
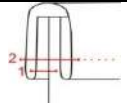
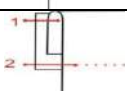
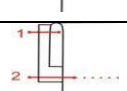
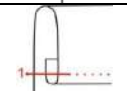
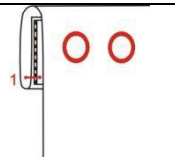
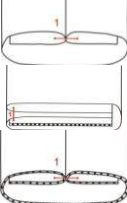
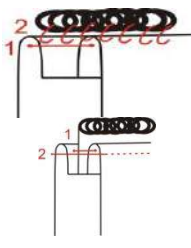
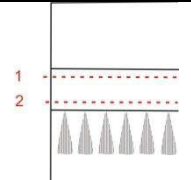
месяца у трех швей каждого цеха с помощью секундомера измеряли время выполнения типовых операций. Исходными данными для расчета выбраны: единица длины 1 метр; количество деталей 1 штука; площадь обработки  $1,5 \times 1,5$  м ( $2,25$  м<sup>2</sup>).

Методика предполагала анализ видов швов, методов обработки, наиболее часто применяемых в текстильном декоре интерьера. Исследования показали, что трудоемкость выполнения операций зависит от модели штор, используемых материалов и фурнитуры.

Результаты исследования в виде типовых методов обработки, технологических особенностей, а также усредненных затрат времени на выполнение технологических операций после статистической обработки представлены в табл. 1.

Шов в подгибку с закрытым срезом ("московский шов") (п. 1, табл.1) используют при обработке низа таких декоративных элементов, как провисы, галстуки, жабо, сваги. Преимущественно "московский шов" применяют для обработки легких тканей, таких как органза, вуаль и др. Обработку косой бейкой (п. 2, табл.1) применяют при окантовывании срезов декоративных элементов или низа шторы окантовочным швом с закрытыми срезами без спецприспособлений (двумя строчками). Операцию "настрачивание шторной тесьмы" (п. 3, табл.1) используют при обработке верхнего среза штор. Ее выполняют в зависимости от вида тесьмы: двумя, если тесьма имеет один ряд "кармашков" (ширина тесьмы 2,5 или 4 см), или тремя, если тесьма имеет два ряда "кармашков" (ширина тесьмы 6 см и более), строчками. Операцию "настрачивание велкро" (п. 4, табл.1) выполняют аналогично операции "настрачивание шторной тесьмы". Обработка кулиски – самый легкий способ оформления верха штор. Ширина кулиски зависит от диаметра карниза (п. 5, табл.1). Операцию выполняют швом в подгибку с закрытым срезом. Припуски шва – на всю ширину кулиски.

Т а б л и ц а 1

Номер	Вид обработки	Метод обработки, схема	Шов, код шва	Усредненные затраты, мин
1	"Московский шов"		6.04.02	15...20
2	Обработка косой бейкой		3.05.06	по прямой: 10 по косой: 10...15
3	Настрачивание шторной тесьмы		7.09.03	2 строчки: 5...10 3 строчки: 10...13
4	Настрачивание велкро		7.09.03	10...15
5	Обработка кулиски		6.03.01	5...10
6	Обработка верха штор на люверсах		1.02.01	30...40
7	Обработка шлевки тремя различными способами - для кугелей: - с использованием клеевой ленты: - с использованием флизелина:		1.01.01	- простая: 3-5 с клеевой лентой: 5...10 - с флизелином: 5...10
8	Пришивание шнура Ручной способ: Машинный способ:		1.01.01 2.42.03	Ручной способ: -на покрывало 10...15 -на бандо 15...25 Машинный способ: -по прямой 10...15 -по рельефу 15...25
9	Настрачивание бахромы		5.04.03	10...15
10	Намелка стежки для покрывала		-	40...60
11	Стежка покрывала		5.04.03	90...120

При обработке верхнего края шторы с использованием люверсов (п. 6, табл.1) учитывают следующие условия: расстояния между центрами люверсов не должно быть меньше 16 см; количество люверсов должно быть четным; ширина гребешка (расстояние от верхнего обработанного края шторы до верха люверса) должна быть 3...5 см; отверстие под люверс должно быть на 3...4 мм больше его внутреннего диаметра. Шлевки обрабатывают тремя способами: для кугелей; с использованием клеевой ленты; с использованием флизелина (п. 7, табл.1). Первый вид предполагает выполнение строчки стачным швом с припусками шва вразутюжку, равными половине ширины шлевки. Шов стачивания смещают на середину. Минимальная ширина шлевки 8...10 см. Такой способ обработки используют для портьерных тканей. Для прозрачных тканей шов стачивания не смещают на середину, и припуски на шов равны ширине шлевки. Обработка с использованием клеевой ленты отличается от первого способа обработки тем, что шов стачивания не смещают, а оставляют сбоку как для портьерных, так и для прозрачных тканей. Шлевку приутюживают на конечном этапе обработки после вкладывания в нее клеевой ленты. Обработка с использованием флизелина предназначена только для шлевок из портьерных тканей.

Такие виды обработки, как притачивание бахромы и пришивание декоративного шнура, используют при пошиве штор и покрывал. Пришивание шнура может быть ручным и машинным (п. 8, табл.1). Ручной способ пришивания зависит от вида элемента, к которому выполняют крепление шнура: покрывало, наволочка, подушка или бандо. Машинным способом пришивают шнур "с ресничкой". Притачивание декоративной бахромы выполняют двумя параллельными строчками по краям (п. 9, табл.1). При пошиве покрывал на синтепоне чаще всего используют стежку. Наиболее частым раппортом стежки считают 15×15см и 20×20см. Ткань утюжат и рас-

кладывают на раскройном столе. На первом этапе производят разметку покрывала для стежки (п. 10 табл.1). Для этого на основную ткань наносят ромбы или квадраты. Длину стороны квадрата увеличивают на 1,5...2,5см (припуск на уработку). Длина стороны ромба в намелке больше ее длины в готовом виде в 1,5 раза без учета припуска 0,5...1,5см на уработку при стежке. Стежка покрывала включает в себя наметывание верха покрывала на синтепон, закалывание материалов в углах намеченных фигур, и непосредственно стежку (п. 11, табл.1). Наметывание длится 15...20 мин, накалывание булавок слоев материалов в каждом уголке намеченных квадратов или ромбов 30...40мин, стежка 1,5...2 ч.

Рассмотренные в работе методы технологической обработки и затраты времени на выполнение типовых технологических операций являются важным аспектом планирования организации швейного цеха, позволяют научно обоснованно подойти к оплате труда и оценке эффективности работы кадрового состава.

## ВЫВОДЫ

1. Рассмотрены особенности технологической обработки текстильных изделий для оформления интерьера.

2. Установлены усредненные затраты времени на выполнение типовых технологических операций при изготовлении изделий текстильного декора интерьера.

3. Усредненные затраты времени на выполнение типовых технологических операций в условиях малых предприятий позволяют упорядочить процесс планирования численности работников швейного цеха, определить эффективность работы кадров и оценить конкурентные преимущества производства.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 02.01.11.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ  
ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ПО СВОЙСТВАМ  
НИТОЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ**

**EXPLOITATION OF THE TECHNOLOGY  
OF THE FILAMENT JOINT DIFFERENTIATED ON PROPERTIES**

*И.Ю.БЕЛОВА, Т.С.БУБНОВА, В.В.ВЕСЕЛОВ  
I.JU. BELOVA, T.S. BUBNOVA, V.V. VESELOV*

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

*Разработана технология получения ниточного соединения, свойства которого изменяются в зависимости от условий окружающей среды.*

*The technology of production of the filament joint which properties change depending on environmental conditions is developed herein.*

**Ключевые слова:** ниточное соединение, герметизация, химическая композиция, водонепроницаемость.

**Keywords:** filament joint, hermetic sealing, a chemical composition, water resistance.

Большое значение при проектировании и изготовлении швейных изделий имеют технологии, обеспечивающие сохранение их функционального соответствия условиям эксплуатации. Активное развитие ассортимента материалов и улучшение их качественных показателей также должны быть учтены при разработке современных технологий производства одежды, в том числе изделий специального назначения, обеспечивающих визуальный камуфляж.

Самый распространенный способ придания изделиям камуфлирующего эффекта – использование маскировочных элементов, форма, цветовое и фактурное решение которых приближено к эксплуатационным условиям окружающей среды. В том случае, когда технология изготовления камуфлирующих изделий предполагает использование текстильных материалов многослойной (мембранной) структуры, с пленочным покрытием или металлонапылением, а также ниточного способа соединения маскировочных элементов между собой и (или) со специальным носителем (рис.1), происходит нарушение целостности струк-

туры материалов и, как следствие, изменение заложенных технологическим процессом их производства свойств. С одной стороны, перфорацию материалов иглой можно рассматривать как вентиляционные отверстия, не влияющие на эксплуатационные характеристики изделия в целом. Однако в процессе эксплуатации во время дождя или снега такие изделия промокают на участках ниточных соединений, что ухудшает их потребительские свойства, так как теплоотдача таких изделий существенно возрастает.

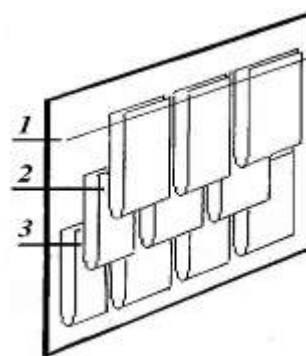


Рис. 1

На рис. 1 представлены: 1, 2, 3 – строчки настраивания маскировочных элементов на материал.

Оптимизация выбора режимов ниточного соединения может лишь незначительно уменьшить размеры проколов (перфорации). Обеспечить стабильно заданный комплекс свойств ниточному соединению вне зависимости от погодных условий эксплуатации можно только посредством гидрофобизации мест ниточных соединений.

Вопросам гидрофобизации мест ниточных соединений при изготовлении швейных изделий уделяется много внимания [1], однако технологии, которая позволяла бы получить ниточное соединение с дифференцированными (изменяющимися) в зависимости от условий окружающей среды свойствами, ранее разработано не было.

Авторами статьи, совместно со специалистами ОАО «Ивхимпром», разработан состав химической композиции на основе двух компонентов: акрилового редкосшитого загустителя и акрилового самосшивающего связующего препарата.

Акриловый редкосшитый загуститель – полимерная цепь этого соединения содержит карбонильные группы (-COOH), которые при диссоциации приводят к набуханию полимера. Такой загуститель в концентрации 1,5...2% масс связывает такое большое количество воды, что образует нетекучую пасту. Технические продукты, представляющие собой акриловые загустители, для текстильной промышленности выпускают под названиями: загуститель водорастворимый ВРЗ, Акремос 402, Пластитекс 2 МД (Россия); Алкопринт РТ-ХН, Принтофикс-фердикер Х-Д, Губивис DL-600 (Германия); Новопринт С1 (Италия).

Акриловый самосшивающийся связующий препарат – этот препарат, который на основе сополимеров на базе акрилатов при тепловой обработке образует пространственную сетчатую структуру, прошивающую цепи акрилового загустителя Ю, и обеспечивает адгезию (прилипание) полимерной пленки к волокну швейной нити. Препараты такого типа выпускают

для текстильной промышленности под названиями: Акремос 703, Эмультекс 5БН (Россия); Алкопринт-биндер РБ-НС, Тубифаст АН, Принтофикс-биндер Х-В, Акрамин ВА (Германия); Легопринт АН (Италия).

Таким образом, композиция из двух используемых в составе компонентов обеспечивает образование на нити единой тонкой полимерной пленки, обладающей адгезией к синтетической, хлопчатобумажной или смешанной (хлопколавсановой) нити. Эта полимерная пленка водонерастворима, но сохраняет способность частично набухать в воде, что обеспечивает водонепроницаемость шва.

Данная композиция связывает большое количество воды, при тепловой обработке (термофиксации) образует пространственную сетчатую структуру, прошивающую цепи акрилового загустителя, и обеспечивает адгезию (прилипание) полимерной пленки к волокну швейной нитки. При взаимодействии с водой химическая композиция набухает, увеличиваясь в объеме, а после высыхания возвращается в исходное объемное состояние.

На основе исследования показателей свойств швейных ниток, обработанных химической композицией, доказана целесообразность химической обработки челночной нитки, что позволяет не ухудшать качественных характеристик ниточного соединения и такой показатель, как уровень обрывности ниток на швейной машине двухниточного челночного стежка.

В качестве носителя герметика, с точки зрения максимально возможной подачи химического препарата в зону стежкообразования, наиболее рациональным является использование ниток, в состав которых входят натуральные гигроскопические волокна, обеспечивающие впитывание герметика. Такими свойствами обладают армированные хлопколавсановые и хлопчатобумажные нитки.

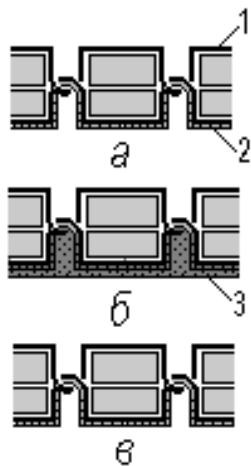


Рис. 2

На рис. 2 схематично представлен механизм блокирования отверстий, образовавшихся в материале после прокола иглы герметизирующим составом, нанесенным на челночную нитку: а – внешний вид ниточного соединения после выполнения челночной строчки и термофиксации (1 – швейная нитка иглы, на которой нет герметизирующего состава, 2 – челночная швейная нитка с нанесенным на нее герметизирующим составом); б – внешний вид ниточного соединения после воздействия на него влаги (намокании), (3 – герметизирующий состав, увеличившийся в объеме после намокания ниточного соединения и заблокировавший отверстия, оставленные в материале иглой после ее прокола); в – внешний вид ниточного соединения после его высыхания наглядно показывает, что при высыхании герметизирующий состав возвращается в исходное объемное состояние, что обеспечивает восстановление исходного состояния ниточного соединения [2].

Экспериментальные образцы изготавливались в лабораторных условиях.

На швейную нитку торгового номера 36 ЛХ согласно [3] наносили водный раствор химической композиции в концентрации 40...80 г/л. Обработанную нитку перематывали на шпульку и заправляли в шпульный колпачок. В иглу заправляли не обработанную нитку 36 ЛХ. Стачивание деталей накладным швом с открытыми срезами выполняли на материалах с водоотталкивающей отделкой на машине 1022 класса ОАО "Орша" с установленной частотой в 10 мм строчки – 4, скоростью 3 м/мин, иглой №110. После выполнения строчки проводили ее термофиксацию при температуре 80...120°C с помощью утюга с электрообогревом со стороны челночной строчки в течение 3...10 с. В качестве герметизирующего состава использовали водный раствор химической композиции, состоящей из двух активных компонентов: акрилового редкосшитого загустителя (Алкопринт РТ-56 г/кг) и самосшивающего связующего препарата (Алкопринт биндер РВ-НС-160 г/кг), обладающей высокой адгезией к текстильному волокну.

Водонепроницаемость исходных материалов и ниточных соединений в статических условиях оценивали с помощью прибора WAPERTEST, на котором определялось наименьшее давление, при котором вода просачивается через образец, подвергаемый испытанию. Водоупорность ниточных соединений в динамических условиях определялась на приборе ПВД-2 количеством циклов до промокания пробы. Результаты исследований представлены в табл. 1 (определение водонепроницаемости ниточных соединений на приборе WAPERTEST (арт. материала 62088)) и в табл. 2 (определение водонепроницаемости отделочных строчек на приборе ПВД-2 (арт. материала 62088)), а также на рис. 3 и 4.

Т а б л и ц а 1

Концентрация композиции, наносимой на нитку, %	Водонепроницаемость строчек, кгс/м <sup>2</sup>						
	число циклов намокания						после высыхания
	1	2	3	4	5	6	
без обработки	180	180	170	170	160	150	-
40	200	230	270	320	330	330	200
60	250	260	280	310	320	320	250
80	280	290	310	340	360	360	280



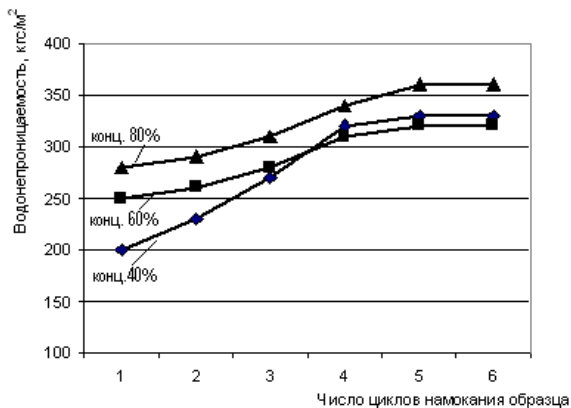


Рис. 3

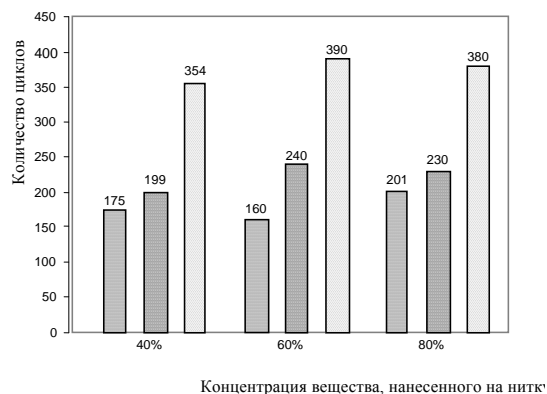


Рис. 4

Таблица 2

Концентрация вещества, нанесенного на хлопчатобумажную нитку, %	Водонепроницаемость отделочных строчек, количество циклов			
	номер образца			среднее
	1	2	3	
40	100	234	193	175
	90	67	440	199
	488	169	405	354
60	165	200	174	160
	297	293	130	240
	222	590	363	390
80	358	63	183	201
	80	260	350	230
	400	360	380	380

Экспериментальные исследования показали, что при использовании водного раствора герметизирующей композиции в концентрации менее 40% при намокании ниточного соединения не обеспечивается полное блокирование отверстий, оставшихся в материале после прокола иглой, а использование водного раствора герметизирующей композиции в концентрации более 80% осложняет процесс нанесения ее на нитку и приводит к частичному осыпанию герметика после высыхания нитки. Сухая термофиксация ниточного соединения (осуществляемая без пара) при температуре 100...110°C обеспечивает высокую адгезию герметизирующего состава к нитке. Более низкая температура термофиксации снижает адгезионные свойства герметика, а при температуре свыше 110°C происходит нарушение целостности образующей на поверхности нитки пленки и частичная потеря герметизирующих свойств.

Определена оптимальная концентрация препарата, наносимого на нитку, обеспечивающая наибольший эффект гидрофоби-

зации, которая равна 80%.

С целью выявления характера взаимодействия швейной нитки и химической композиции проведен анализ спектров поглощения, который подтверждает надежность образовавшегося соединения.

Спектры записывались на ИК-спектрографе SPECORD M-80. Пробы для исследований готовили иммерсионным методом: 3 мг исследуемого образца, тщательно растертого в агатовой ступке, пресовали с 300 мг KBr при  $P=5 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^2$ .

Совместный анализ спектров поглощения образцов целлюлозы, обработанной акриловым препаратом, позволяет констатировать отсутствие химического взаимодействия между полимерами, так как суммарные спектры показали аддитивное наложение индивидуальных спектров целлюлозы и акрилового препарата. При температурах выше 100°C и времени термофиксации более 3 мин наблюдаются спектральные проявления, в спектрах появляются характеристические полосы поглощения, что доказывает надежность образовавшегося соединения [4].

Кроме того, экспериментальными исследованиями также доказано, что в процессе эксплуатации под действием влаги водонепроницаемость ниточного соединения возрастает с увеличением циклов термофик-

сации, а прочность ниточного соединения с увеличением концентрации химической композиции практически не изменяется (табл. 3 – влияние концентрации химической композиции, наносимой на челночную нитку, на прочность накладного шва).

Т а б л и ц а 3

Концентрация композиции, наносимой на нитку, %	Разрывная нагрузка, Н					
	1	2	3	4	5	среднее
без композиции	9,4	11,4	10,6	10,3	10,9	10,5
40	10,9	9,8	10,4	9,8	10,2	10,22
60	10,3	10,4	10,5	10,6	10,6	10,48
80	11,6	11,1	11,1	10,6	11,5	11,4

## ВЫВОДЫ

Разработанная технология решает проблему обеспечения герметизации ниточных соединений при необходимости защиты человека от влаги и сохранение воздухопроницаемости ниточных соединений в нормальных условиях окружающей среды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Метелева О.В.* Теоретико-технологическая разработка процессов герметизации швейных изделий для повышения водозащитных свойств: Дис...док.тех.наук. – Иваново: ИГТА, 2007.

2. Патент на изобретение RU № 2396382 МПК D05B 1/26. Способ образования водонепроницаемого ниточного соединения /И.Ю.Белова и др.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО ИГТА, заявл. 09.04.2009; опубл. 10.08.2010, бюл.№22.

3. А.С. № 1320297 СССР. Способ обработки хлопчатобумажных ниток и устройство для его осуществления / В.В. Веселов и др.; заявитель и патентообладатель ИВТИ, опубл. 1987, бюл. №24.

4. *Тарутина Л. И.* Спектральный анализ полимеров. – Л.: Химия, 1986.

Рекомендована кафедрой технологии швейных изделий. Поступила 01.02.11

УДК 677.055

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНОЙ ДЛИНЫ ПЕТЛИ  
В ПЕРИОД ПРЕССОВАНИЯ\***

**DETERMINATION OF A MINIMUM LOOP LENGTH DURING PRESSING**

*И. Н. СИТНИКОВА, С. К. БУРЕЕВ*  
*I.N. SITNIKOVA, S.K. BUREEV*

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

E-mail: irena\_snk@mail.ru , archer937@mail.ru

*Используемый метод заменяющего механизма иглы показал, что минимальная длина петли зависит от геометрических параметров иглы, а также от фрикционных свойств нити. Результаты расчетов, выполненных по предложенной методике и традиционным способом, различаются.*

*The used method of the needle replacing mechanism has shown that the minimum loop length depends on geometric parameters of a needle, and also on friction properties of a thread. The results of the calculations executed by the offered technique and a traditional method differ.*

**Ключевые слова:** трикотажная машина, игла, стержень иглы, платина, период прессования, петля, плотность трикотажа, масса вырабатываемого полотна, длина петли, движение петли, вычисление минимальной длины петли.

**Keywords:** a knitting machine, a needle, a needle stem, platinum, a pressing period, a loop, jersey density, weight of a developed cloth, length of a loop, loop movement, calculation of a loop minimum length.

Производительность круглотрикотажных машин, расчет массы вырабатываемых полотен, а также качество последних зависит от плотности трикотажа, то есть длины петли.

Существующие ныне методики определения минимальной длины петли трико-

тажного полотна представлены эмпирическими выражениями, обобщающими накопленный практикой опыт, и не отражают явно влияние геометрических и физических параметров системы игла–нить на процесс формирования короткой петли. В практике производства известны случаи,

\* Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - докторов наук (МД-1102.2011.8).

когда налаженная в соответствии с инструкцией вяжущая система кругловязальной машины при выработке плотного полотна вырабатывает "рвань". Это объясняется тем, что по существующей методике не принимается во внимание процесс движения петли по выпуклой части стержня иглы, геометрические размеры и форма которого в зоне оси язычка и условия трения нити о стержень при определенных условиях могут регламентировать минимальную длину петли трикотажа.

Минимальная длина петли на трикотажных машинах определяется или из условия протаскивания запрессованной иглы через старую петлю [1], или посредством эмпирических выражений, не содержащих конструктивных параметров вяжущей системы [2]. Оба способа дают почти одинаковые результаты. В данной статье поставлена задача определения минимальной длины петли в период прессования язычковой иглы.

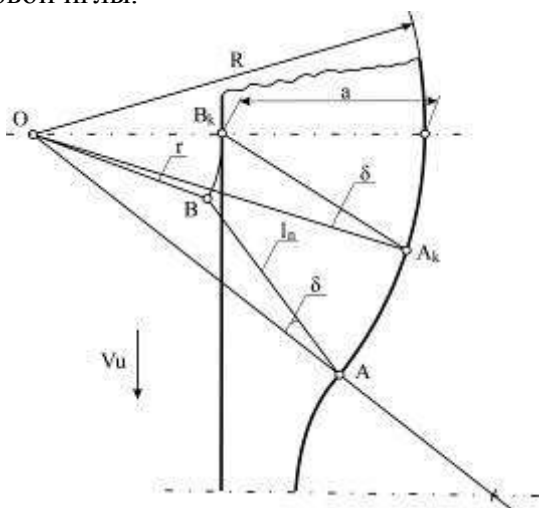


Рис. 1

Было показано [3], что движение петли АВ по стержню иглы в период прессования можно представить вращением ее вокруг центра О кривизны выпуклого участка стержня (рис. 1). При этом плоскость петли АВ составляет с радиусом-вектором АО приведенный угол трения  $\delta$ . Если значение этого угла будет превышено, то петля в точке А сорвется с иглы. Если же угол ВАО будет меньше угла  $\delta$ , то точка А остановится на игле и наступит разрыв петли.

На рис. 1 показано движение петли из исходного положения АВ в некоторое конечное  $A_k B_k$ , когда верхняя точка  $B_k$  петли подошла к спинке иглы, но без соприкосновения с ней. На рис. 2 дан вид на иглу 2 сверху, когда петля 3 занимает положение  $A_k B_k$ .

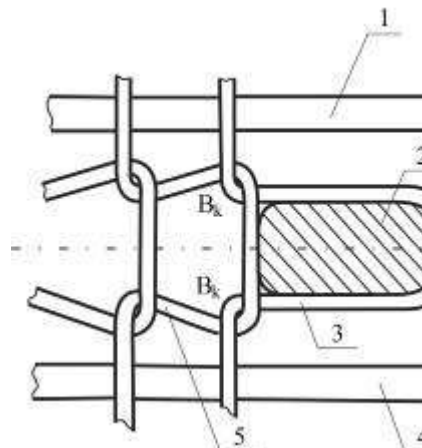


Рис. 2

При этом слева петля опирается на платины 1 и 4 и стягивается петлей 5 предыдущего ряда. Допустим, что спинка иглы коснулась выпрямленной дуги петли 5. Тогда возникнут силы трения, которые при дальнейшем опускании иглы со скоростью  $V_u$  вызовут опускание (прогиб) петли 3 на участке  $B_k B_k$  между платинами. Это в свою очередь приведет к уменьшению угла ВАО до значения, меньшего  $\delta$  (рис. 1).

Будем считать, что, когда дуга ВВ приблизилась к спинке иглы, но еще не коснулась ее, длина петли АВ достаточна для беспрепятственного скольжения петли по игле. Допущения по расчетной схеме, принятые ранее, остаются в силе [3].

Рассмотрим вывод формулы минимальной длины петли.

Обозначим эту длину  $l_{min}$ , а соответствующую ей длину полупетли  $l_n$ . На рис. 1 обозначены:  $OB=r$ ;  $a$  – наибольшая ширина стержня иглы;  $R$  – радиус кривизны профиля стержня.

Для критического положения  $A_k B_k$  петли характерно:

$$r = R - a. \quad (1)$$

Из  $\Delta A_k B_k O$  найдем:

$$r = OB_k = (\ell_n^2 + R^2 - 2\ell_n R \cos \delta)^{0,5}. \quad (2)$$

Подставив (2) в (1), можно получить:

$$\ell_n^2 - 2\ell_n R \cos \delta + a(2R - a) = 0. \quad (3)$$

Решая (3), принимаем перед корнем знак минус, так как в противном случае оказалось бы что  $\ell_n$  больше  $R$ . Поэтому, принимая во внимание, что  $\ell_{\min} = 2\ell_n$ , окончательно получим

$$\ell_{\min} = 2R \cos \delta - 2 \left[ R^2 \cos^2 \delta - a(2R - a) \right]^{0,5} \quad (4)$$

Нетрудно видеть, что для иглы с прямолинейным профилем утолщенной части стержня

$$\ell_{\min} = \frac{2a}{\cos \delta}. \quad (5)$$

Пример вычисления минимальной длины петли.

В качестве примера определим минимальную длину мерсеризованной хлопчатобумажной петли для чулочного автомата 34 класса с иглами поз. 0-460, обеспечивающую устойчивый процесс прессования язычка. Для этой иглы  $R=8$  мм,  $a = 1$  мм.

Приведенный угол трения [1]:  $\delta = \arctg \mu \gamma$ ,  $\mu=0,15$  – коэффициент трения петли о сталь;  $\gamma=\pi$  – угол охвата иглы петлей.

Вычисления дают  $\delta = 25^\circ 12'$

Для заданных условий выражение (4) даст  $\ell_{\min}=2,25$  мм. Сравним этот результат с другим, полученным с помощью эмпирической формулы, предложенным проф. И.И. Шаловым [2]:

$$\ell_{\min} = 2T + \frac{8}{T\sqrt{N}}.$$

Здесь  $T$  – игольный шаг игольного цилиндра. У нас  $T = 0,747$  мм;  $N$  – рекомендованный номер нити. Для чулочного автомата 34 класса ( $K=34$ ) [табл.6, 1], будем иметь  $N = 258$  (3,88 текс). Тогда формула (6) дает  $\ell_{\min}=2,16$  мм.

## ВЫВОДЫ

Пример показал небольшое (в пределах 4%) расхождение вычисляемой минимальной длины петли, найденной двумя способами. Это объясняется тем, что для расчетов взята стандартная игла, для которой выражение (6) было получено эмпирическим путем на основе практических наблюдений. Однако (6) не учитывает влияния параметров конструкции стержня иглы и фрикционных свойств нити на величину  $\ell_{\min}$ . Сравнение расчетов показывает, что при прочих равных условиях низкофрикционная нить имеет меньшую величину минимальной длины петли, чем нить с повышенным коэффициентом трения в паре игла–нить. Эти факты необходимо учитывать при получении плотных трикотажных полотен на иглах, имеющих нестандартный контур стержня или его размеры.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Гарбарук В.Н.* Расчет и конструирование трикотажных машин. – М.-Л.: Машиностроение, 1966.
2. *Шалов И.И., Мелихов С.Л., Михайлов В.Д.* Проектирование трикотажных фабрик. – М.: Гизлегпром, 1954.
3. Буреев С.К. Исследование движения клапана язычковой иглы чулочного автомата в период прессования // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 1960, №5. С. 93...99.

Рекомендована кафедрой начертательной геометрии и черчения. Поступила 31.01.11.

## ДИНАМИКА ЗЕВООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА С ГИБКИМИ СВЯЗЯМИ

### DYNAMICS OF A SHEDDING MECHANISM WITH FLEXIBLE LINKS

*В.И. ТЕРЕПТЬЕВ, Б.Н. СМІРНОВ*  
*V.I. TERYTYEV, B.N. SMIRNOV*

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

*В статье рассматривается динамика процесса зевообразования на отечественной пневматической ткацкой машине СТП-190 (ВНИИЛТекмаш) с зевообразовательным механизмом, содержащим гибкие звенья в механизме ремизного движения, и силовым замыканием в паре кулачок – ролик привода механизма.*

*The dynamics of a shedding process at the domestic pressure-pneumatic weaving machine STP-190 (VNIILTekmash) with a cam-shedding mechanism containing flexible links in the mechanism of a heald movement, and with force closure in a cam – roller pair of the mechanism driver is considered in the article.*

**Ключевые слова:** динамика процесса зевообразования, ткацкая машина СТП-190, гибкие звенья, механизм ремизного движения, силовое замыкание, пара кулачок – ролик привода механизма.

**Keywords:** dynamics of a shedding process, weaving machine STP-190, flexible links, the mechanism of a heald movement, force closure, a cam – roller pair of the mechanism driver.

При проектировании ЗОМ с гибкими звеньями, устанавливаемых на скоростных пневматических ткацких машинах, необходимо рассмотреть динамику процесса зевообразования, то есть определить законы движения левого и правого торцов ремизки с целью учета возможных перекосов в процессе ее перемещения, которые могут явиться причиной обрывности нитей основы.

Рассмотрим конструкцию ЗОМ опытного образца отечественной пневматической ткацкой машины СТП-190 (ВНИИЛТекмаш), рис.1.

Для учета погрешности изготовления пружин принята разность коэффициентов жесткостей блоков пружин -5%.

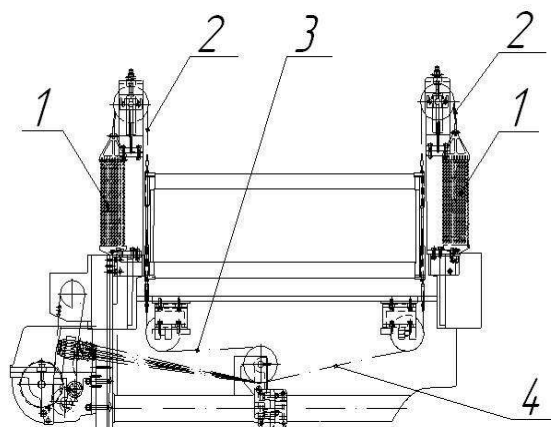


Рис. 1

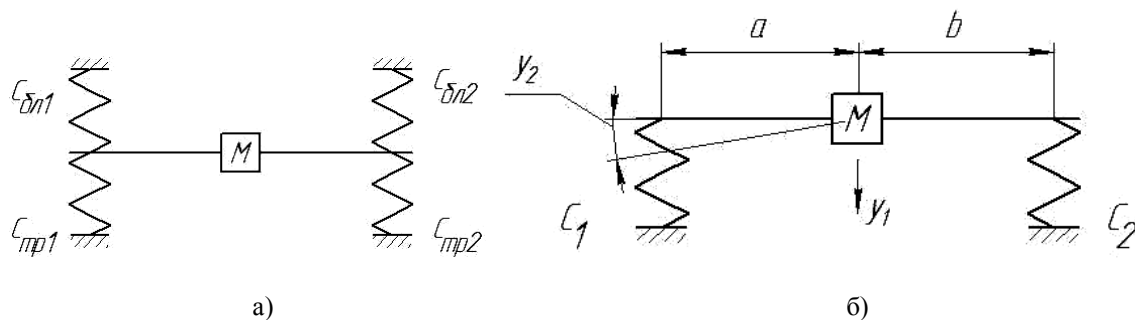


Рис. 2

На основании конструкции ЗОМ составляем динамическую модель (рис. 2-а). Тросики 3, 4 (рис. 1) рассматриваются как упругие элементы с коэффициентами жесткости  $C_{тp1}$ ,  $C_{тp2}$ ;  $C_{бл1}$ ,  $C_{бл2}$  – приведенные коэффициенты жесткостей блоков пружин 1 и верхних тросиков 2 (рис. 1).

Далее переходим к анализу расчетной модели (рис. 2-б), где жесткости приводятся к двум значениям, исходя из последовательного соединения упругих элементов: тросиков и пружин, где  $a$ ,  $b$  – расстояние от центра масс ремизки до крепления упругих элементов;  $M$  – сосредоточенная масса, эквивалентная массе ремизки.

Значения коэффициентов жесткости тросиков находим по формуле, обратной податливости цилиндрического стержня [1]:

$$C_{тp} = \frac{EF}{L_{тp}}, \quad (1)$$

где  $E$  – модуль упругости материала тросика;  $F$  – площадь поперечного сечения;  $L_{тp}$  – длина тросика.

Приведенные коэффициенты жесткости тросиков и блоков пружин:

$$\begin{aligned} C_1 &= C_{тp1} + C_{бл1}, \\ C_2 &= C_{тp2} + C_{бл2}. \end{aligned} \quad (2)$$

Находим потенциальную (3) и кинетическую (4) энергию в соответствии с принятой моделью. На основе их значений составляем систему уравнений Лагранжа [(5), 2]:

$$\Pi = C_1(y_1 + ay_2)^2 + C_2(y_1 - by_2)^2, \quad (3)$$

$$T = \frac{M}{2}(\dot{y}_1 + \rho^2 \dot{y}_2)^2. \quad (4)$$

$$M\ddot{y}_1 + 2C_1(y_1 + ay_2) + 2C_2(y_1 - by_2) = 0, \quad (5)$$

$$M\rho^2 \ddot{y}_1 + 2C_1(y_1 + ay_2)a - 2C_2(y_1 - by_2)b = 0,$$

где  $y_1$  – вертикальное перемещение центра масс ремизки;  $y_2$  – угловое перемещение ремизки;  $\rho$  – радиус инерции ремизки;  $p$  – частота собственных колебаний ремизки.

Развертывая определитель, получим частное уравнение второй степени относительно  $p^2$ :

$$p^4 - \frac{2}{M\rho^2} p^2 [C_1(a^2 + \rho^2) + C_2(b^2 + \rho^2)] + \frac{4C_1C_2}{M^2\rho^2} (a+b)^2 = 0. \quad (6)$$

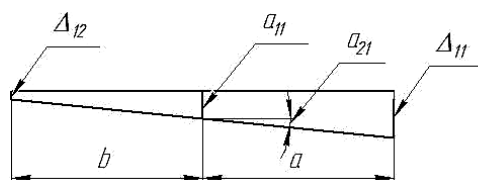
Значения параметров, входящих в уравнение (6), определены из конструкторской документации на опытный образец ткацкой машины СТП-190. Число оборотов главного вала 500 об/мин, высота зева 108 мм для первой ремизки, выраба-

тывалась ткань типа "миткаль", переплетение 1/1+1/1. Из уравнения (6) находим значения собственных частот:

$$p_1 = 17,416 \text{ с}^{-1}, \quad p_2 = 17,868 \text{ с}^{-1}. \quad (7)$$

После определения частот из этого уравнения можно найти обе собственные формы колебаний (рис.3), которые определяются из соотношения (8):

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{Mp^2 - 2C_1 - 2C_2}{2C_1a - 2C_2b}, \quad (8)$$



где  $a_1$  – амплитуда вертикальных колебаний;  $a_2$  – амплитуда угловых колебаний.

Находим:

$$\frac{a_{21}}{a_{11}} = -1,05 \frac{1}{M}, \quad \frac{a_{22}}{a_{12}} = 1,05 \frac{1}{M}$$

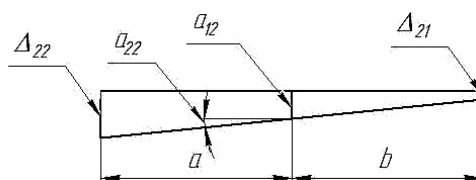


Рис. 3

Графики перемещения ремизки строятся как один из возможных вариантов по синусоидальному закону для переплетения 1/1+1/1. На график перемещения ремизки накладываются составляющие на основе найденных собственных частот колебания для левого  $x_{лев1}(t)$  и правого  $x_{прав1}(t)$  торца ремизки [2]:

$$\begin{aligned} x_{лев1} &= \Delta_{11} \sin(p_1 t), \\ x_{прав1} &= \Delta_{12} \sin(p_1 t), \\ x_{лев2} &= \Delta_{21} \sin(p_2 t), \\ x_{прав2} &= \Delta_{22} \sin(p_2 t), \end{aligned} \quad (9)$$

где  $\Delta_{11} = a_{11} - \rho_1 \text{tg}(a_{12})$ ,  $\Delta_{12} = a_{11} + \rho_1 \text{tg}(a_{12})$ ,  $\Delta_{21} = a_{21} - \rho_2 \text{tg}(a_{22})$ ,  $\Delta_{22} = a_{21} + \rho_2 \text{tg}(a_{22})$ .

Здесь  $\Delta_{11}, \Delta_{12}, \Delta_{21}, \Delta_{22}$  – смещения левого и правого торца ремизки из-за собственных колебаний. Находим максимальные смещения для первого и второго значений собственной частоты колебаний ремизки:  $\Delta_1 = 3,05\text{мм}$ ;  $\Delta_2 = 1,15\text{мм}$ . Эти величины показывают уменьшение высоты зева из-за собственных колебаний ремизки. Также можно найти максимальные перекосы ремизки:  $\Delta_1 = |\Delta_{11} - \Delta_{12}| = 4,89\text{мм}$ ;  $\Delta_2 = |\Delta_{21} - \Delta_{22}| = 1,15\text{мм}$ .

Графики перемещения левого и правого торцов ремизки с учетом найденных собственных частот колебаний для первой формы и второй формы собственных колебаний представлены на рис. 4 и 5, где 1 – перемещение ремизки, 2 – перемещение правого торца ремизки и 3 – перемещение левого торца ремизки с учетом собственных колебаний ремизки.

баней представлены на рис. 4 и 5, где 1 – перемещение ремизки, 2 – перемещение правого торца ремизки и 3 – перемещение левого торца ремизки с учетом собственных колебаний ремизки.

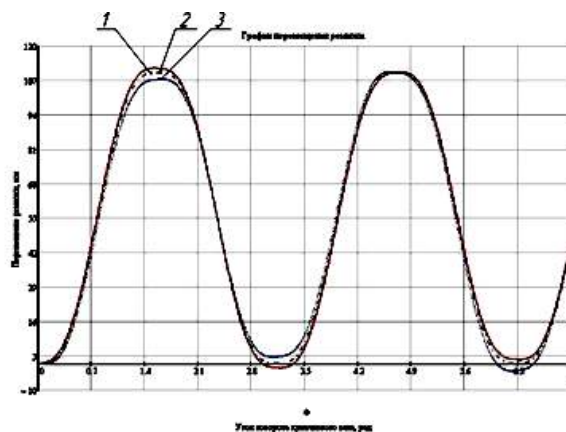


Рис. 4

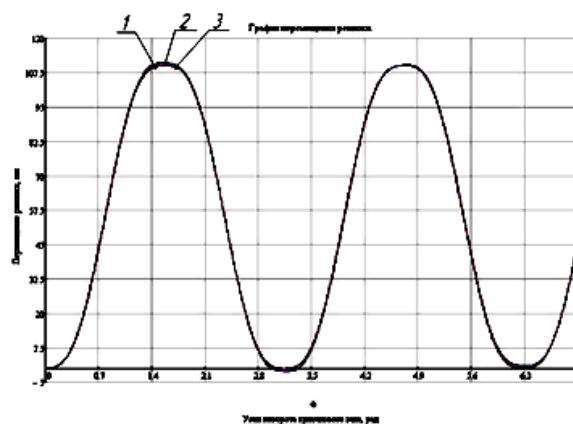


Рис. 5



## ВЫВОДЫ

1. Разработана методика динамического анализа ЗОМ с гибкими звеньями в механизме ремизного движения и силовым замыканием в паре кулачок–ролик привода механизма.

2. Для максимального скоростного режима ЗОМ ткацкой машины СТП-190 – 500 об/мин главного вала изменение размеров зева за счет собственных колебаний ремизки не превышает допустимых

значений  $\pm 5\%$  от высоты зева для пневматического способа прокладки утка [3].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вульфсон И. И. Динамические расчеты цикловых механизмов. – Л.: Машиностроение, 1976.
2. Пановко Я. Г. Основы прикладной теории колебаний и удара. – Л.: Машиностроение, 1976.
3. Талавашек О., Сватый В. Бесчелночные ткацкие станки. – М.: Легпромбытиздат, 1985.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 27.01.11.

УДК 677.054.324.23

## ПРИБЛИЖЕННЫЙ АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ ГИБКОЙ РАПИРЫ МЕХАНИЗМА ПРОКЛАДЫВАНИЯ УТКА

## THE APPROXIMATE ANALYSIS OF A FLEXIBLE RAPIER MOVEMENT OF THE MECHANISM OF WEFT MAKING

*А.А. ТУВИН, Р.В. ШЛЯПУГИН*  
A.A. TUVIN, R.V. SHLJAPUGIN

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

*Определены частоты собственных изгибных колебаний ленты гибкой рапиры, динамическая модель которой представлена в виде стержня на трех опорах, совершающего возвратно-поступательное движение. На стержень действует продольная сила, вызванная силой инерции головки рапиры.*

*Frequencies of own flexural fluctuations of the flexible rapier tape which dynamic model is presented in the form of a core on three feet, making back and forth motion, are defined herein. The longitudinal force caused by the inertia force of a rapier's head operates on a core.*

**Ключевые слова:** ткацкий станок, гибкие рапиры, динамика, изгибные колебания.

**Keywords:** a loom, flexible rapiers, dynamics, flexural fluctuations.

При создании механизмов прокладывания утка с помощью гибких рапир представляет интерес вопрос об устойчивости

движения рапиры, для чего требуется исследование ее вынужденных колебаний. В качестве первого этапа решения этой зада-

чи можно рассматривать задачу определения собственных чисел [1] гибкой ленты при ее движении в зеве.

Ленты для гибких рапир выполняются из легких композитных пластиков, обладающих большой износостойкостью и эластичностью. Рапирная лента является носителем зажима, в котором закрепляется уточина. В числе основных требований, которым должна удовлетворять лента рапиры для ее надежного функционирования при подаче уточной нити в рабочую зону станка [2]: устойчивость первоначальной формы (изгибная жесткость ленты должна обеспечивать выполнение технологических требований к перемещению рапиры).

Рассмотрим, например, механизм прокладывания утка с одной гибкой рапирой, примененный в металлткацком станке DM-2000-M, задача кинематического анализа которого решена в [3]. Уточная проволока зажимается в головке рапиры, закрепленной на гибкой перфорированной ленте. Привод ленты осуществляется от звездочки через рычажную систему (рис. 1 – схема движения рапиры).

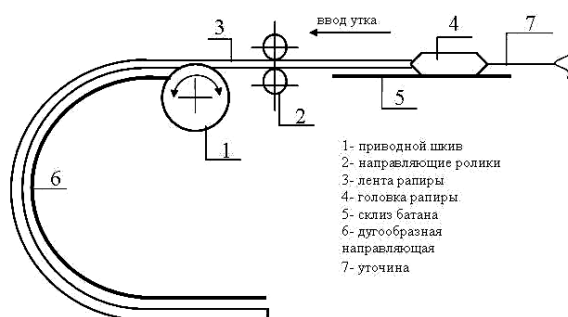


Рис. 1

До входа в зев лента 3 с прикрепленной к ней головкой 4 перемещается в направляющих роликах 2, а в зеве головка опирается на склиз батана 5. При составлении динамической модели можно считать:

– приводную звездочку 1 как шарнирную опору (поскольку контакт ленты со звездочкой оставляет возможность поворота сечения ленты в этой зоне);

– направляющие ролики 2 как шарнирную опору;

– головку рапиры 4 как сосредоточенную массу;

– кинематическую пару, состоящую из склиза батана 5 и головки рапиры 4, в зависимости от конструктивных особенностей как шарнирную опору или как пару скольжения (поскольку в зависимости от размеров нижней плоскости головки может оставаться возможность поворота сечения ленты в этой паре, что соответствует динамической модели, показанной на рис. 2-а, либо контактировать всей поверхностью – модель по рис. 2-б).

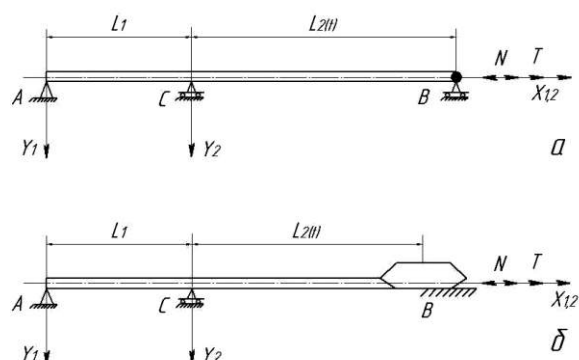


Рис. 2

Пренебрегая силами трения в кинематических парах и направляющей, примем динамическую модель рапиры в виде стержня переменной на трех опорах А, В и С (рис. 2), совершающего возвратно-поступательное движение. На стержень действует продольная переменная по направлению сила, вызванная силой инерции рапиры (N) и натяжения утка (T). При этом будем исходить из условия, что головка рапиры при своем движении находится в постоянном контакте со склизом батана.

Если пренебречь силами инерции вращения элемента стержня и влиянием на прогиб поперечной силы, то дифференциальное уравнение форм изгибных колебаний стержня примет вид [4]:

$$X^{IV} \pm a^2 X'' - k^4 X = 0, \quad (1)$$

где знак "+" соответствует растяжению стержня, а знак "-" – сжатию.

$$k = \sqrt[4]{\frac{m_0 p^2}{EJ}}, \quad (2)$$

$$a = \sqrt{\frac{T \pm N}{EJ}}, \quad (3)$$

где  $m_0$  – удельная масса рапиры;  $p$  – собственное число;  $EJ = \text{const}$  – приведенная жесткость поперечного сечения ленты ра-

пиры (рис. 4 – частота собственных колебаний ленты при массе головки 0,2 кг в зависимости от толщины ленты на холостом ходу (по второй модели)).

В случае растяжения решение уравнения (1) для упругой линии 1-го участка АС и второго участка СВ рассматриваемого стержня будет выглядеть следующим образом [4]:

$$X_1 = C_1 \text{sh}(s_1 x) + C_2 \text{ch}(s_1 x) + C_3 \sin(s_2 x) + C_4 \cos(s_2 x), \quad (4)$$

$$X_2 = C_5 \text{sh}(s_1 x) + C_6 \text{ch}(s_1 x) + C_7 \sin(s_2 x) + C_8 \cos(s_2 x), \quad (5)$$

где  $C_1, C_2, \dots, C_8$  – неизвестные постоянные интегрирования;

$$s_{1,2} = \sqrt{\sqrt{\frac{a^4}{4} + k^4} \pm 0,5a^2}.$$

В случае сжатия будем иметь:

$$X_1 = D_1 \text{sh}(s_2 x) + D_2 \text{ch}(s_2 x) + D_3 \sin(s_1 x) + D_4 \cos(s_1 x), \quad (6)$$

$$X_2 = D_5 \text{sh}(s_2 x) + D_6 \text{ch}(s_2 x) + D_7 \sin(s_1 x) + D_8 \cos(s_1 x). \quad (7)$$

где  $D_1, D_2, \dots, D_8$  – неизвестные постоянные интегрирования.

Составим граничные условия и условия сопряжения участков ленты.

Рассмотрим первый участок АС (рис. 2), соответствующий изменению аргумента  $x_1$  в пределах:

$$0 \leq x_1 \leq l_1.$$

Условия закрепления стержня в сече-

нии А (при  $x_1=0$ ):

$$X_1(0) = 0, \quad (8)$$

$$X_1''(0) = 0. \quad (9)$$

Сечения стержня на участке ВС определяются координатой  $x_2$ , изменяющейся в пределах  $0 \leq x_2 \leq l_2$ . Условия сопряжения первого и второго участков рассматриваемого стержня (сечение С) выглядят следующим образом.

$$X_1(x_1) = X_2(x_2) = 0; \quad X_1'(x_1) = X_2'(x_2); \quad X_1''(x_1) = X_2''(x_2). \quad (10)$$

Условия закрепления стержня в сечении В для модели, представленной на рис. 2-а:

$$X_2(x_2 = L_2) = 0, \quad (11)$$

$$X_2''(x_2 = L_2) = 0, \quad (12)$$

для модели рис. 2-б:

$$X_2(x_2 = L_2) = 0; \quad (13)$$

$$X_2'(x_2 = L_2) = 0. \quad (14)$$

Собственные числа ленты получим из условия равенства нулю определителя, составленного из сомножителей при неизвестных  $C_i, D_i$ .

Решения уравнений получены с помощью ЭВМ численным методом с применением указанной методики для рапирного механизма станка DM-2000-М.

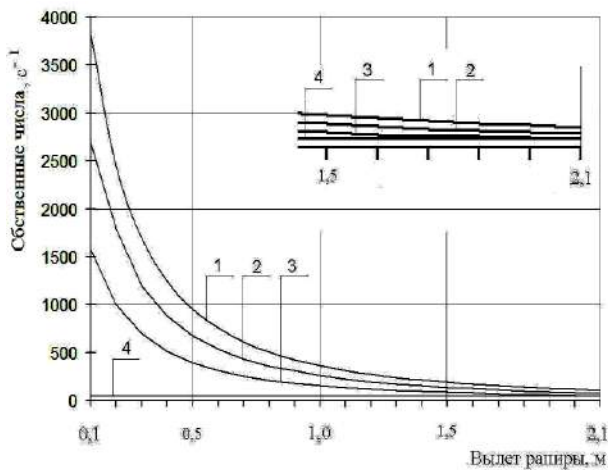


Рис. 3

На рис. 3 (частота собственных колебаний ленты при массе головки 0,2 кг в зависимости от толщины ленты на холостом ходу (по первой модели)) в качестве примера приведены соответствующие первой собственной функции зависимости от вылета рапиры собственных чисел ленты при различной ее толщине: 1,4 мм – кривая 1; 2,4 мм – кривая 2; 3,4 мм – кривая 3; для динамической модели, показанной на рис. 2-а.

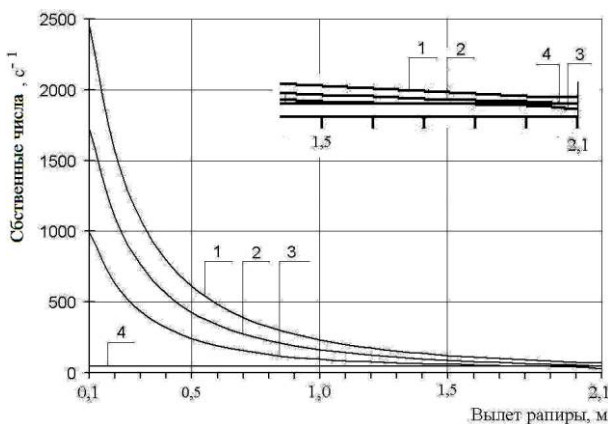


Рис. 4

На рис. 4 приведены те же зависимости для динамической модели, показанной на рис. 2-б. Сравнение результатов по моделям рис. 2-а и б показывает большие значения собственных чисел для модели, соответствующей рис. 2-а, на 36%. То есть конструкцию головки желательно иметь такой, чтобы меньшая вероятность отрыва от склиза ее "хвостовой части".

Прямая 4 соответствует частоте вращения главного вала станка, то есть частоте возмущающего воздействия. По ее значению можно дать предварительное заключение о возможности возникновения нежелательных вибраций. Например, согласно рис. 3 при толщине ленты менее 2,4 мм собственные числа, соответствующие первой собственной функции, при вылете рапиры более 1,8 м близки к частоте возмущения. В этом случае для анализа возникающих динамических процессов требуется решение задачи динамики рапиры как объекта переменной длины.

Если система работает по схеме рис. 2-б, то толщина ленты согласно рис. 4 может быть несколько меньшей.

## В Ы В О Д Ы

Разработана математическая модель для определения собственных чисел изгибных колебаний ленты рапиры и программа их расчета. Для обеспечения устойчивой работы рапиры указанного станка DM-2000-М при частоте вращения главного вала 45 мин<sup>-1</sup> в первом приближении толщина ленты должна быть не менее 2,4 мм.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Горошко О.А., Савин Н.Г. Введение в механику одномерных тел переменной длины. – Киев.: Наукова думка, 1971.
2. Елфимов В.М. Проектирование полимерного композита для гибкой перфорированной ленты // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №1. С. 107...111.
3. Тувин А.А., Шляпугин Р.В. Кинематическое исследование механизма прокладывания утка металлотакающего станка DM 2000-М // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №2. С. 92...96.
4. Пановко Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Политехника. 1990.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 24.01.11.

## ПОВЫШЕНИЕ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ РОТОРОВ ПНЕВМОПРЯДИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

### INCREASING OF MAINTAINABILITY OF TWISTING CHAMBERS OF OE-SPINNING MACHINES

*И.И. ВЕДЕРНИКОВА, С.А. ЕГОРОВ*  
*I.I. VEDERNIKOVA, S.A. EGOROV*

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

*Разработано устройство для анодирования тел вращения, которое позволяет наносить гальваническое покрытие в локальной области восстанавливаемой поверхности. Устройство управляет потоком ионов, отклоняя траекторию движения в нужном направлении.*

*The device is developed for anodizing of rotation units which allows to apply a galvanic coat in local area of a reconstituted surface. The device operates a flow of ions, declining a movement trajectory in the necessary direction.*

**Ключевые слова:** ремонт, ремонтпригодность, восстановление, пневмомеханическое прядение, анодирование.

**Keywords:** repair, maintainability, restoration, OE-spinning, anodizing.

Ремонт пневмопрядильных устройств пневмомеханических машин производится через 20000 – 30000 часов работы. В процессе ремонта осуществляются разборка устройств, чистка, дефектация деталей. Роторы пневмопрядильных устройств после чистки и смазки устанавливаются на прежнее место. Большинство пневмопрядильных камер имеют канавку износа в пражеформирующем желобе. Восстановление изношенной поверхности не проводят. Этой операции должны предшествовать точение изношенной поверхности и подготовка к нанесению покрытия. Толщина стенки камеры настолько мала, что не позволяет проводить съём изношенного слоя металла. Поэтому эксплуатацию камеры продолжают до полного прорезания стенки камеры лункой износа.

Цель исследования состояла в разработке мероприятий, позволяющих повы-

сить ремонтпригодность роторов пневмопрядильных устройств.

Было решено заменить операцию точения электрохимической очисткой поверхности. Для получения анодной пленки большей толщины в месте образования канавки износа на сборной поверхности прядильной камеры было разработано устройство для анодирования тел вращения [1].

Техническим результатом полезной модели является продление срока службы прядильных камер из алюминия и его сплавов и сокращение времени процесса анодирования.

В устройстве для анодирования тел вращения, содержащем ванну с электролитом, погруженную в нее деталь с острыми углами и магнитный элемент, а также анодную пластину, магнитный элемент расположен внутри тела вращения, выполнен в виде кольца и двух полюсных накопечников, расположенных с обеих сторон

кольца, диаметры которых подбираются в зависимости от кривизны обрабатываемой поверхности. На рис. 1 представлена технологическая схема устройства.

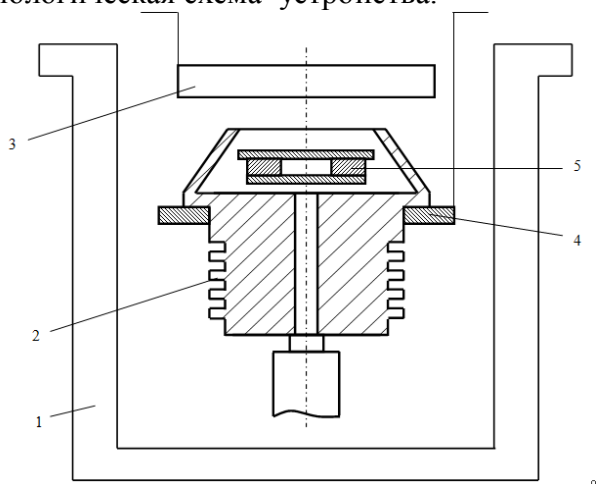


Рис. 1

Устройство для анодирования тел вращения содержит электротехническую ванну 1 с погруженной в нее прядильной камерой 2, анодную пластину 3, расположенную над образцом, установленным на подложку 4, магнитный элемент 5. Магнитный элемент 5 выполнен в виде кольца и двух полюсных наконечников, диаметр которых подбирается в зависимости от кривизны обрабатываемой поверхности.

Устройство для анодирования деталей в форме тел вращения из алюминия и его сплавов работает следующим образом. Прядильную камеру 2 помещают в электролит на подложку 4 и соединяют с отрицательным полюсом источника тока. При прохождении тока через электролит продукты реакции на аноде 3 растворяются до насыщения раствора. После насыщения раствора продукты реакции, не растворяясь в электролите, образуют на прядильной камере 2 прочно сцепленное окисное покрытие. Магнитный элемент 5 концентрирует поток ионов на рабочих поверхностях детали 2.

Применение магнитного элемента, расположенного внутри тела вращения, выполненного в виде кольца и двух полюсных наконечников, позволяет целенаправленно обрабатывать внутренние рабочие поверхности прядильных камер с острыми углами, образованными рабочими поверхностями.

Изношенное прядильное устройство подвергается электролитическому травлению для подготовки поверхности и последующему анодированию в магнитном поле. Такая технология позволяет проводить ремонт камеры, что способствует появлению межремонтного срока службы. При этом не требуется полного демонтажа ротора с вала, а лишь неполная разборка.

Предлагаемая технология ремонта позволяет уменьшить время восстановления работоспособного состояния прядильного устройства и снизить затраты на запасные части при ремонте машины.

Предварительные расчеты показывают, что данное устройство может выдержать до 12 ремонтов, при соблюдении графика. При этом, учитывая отклонения в износоустойчивости и технологических операциях травления и нанесения покрытия, получается не менее 8 межремонтных циклов использования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Свидетельство на полезную модель № 27384 Российская Федерация, U1 7 C25 D 11/04. Устройство для анодирования тел вращения / С.А. Егоров, И.И. Ведерникова, М.А. Свиридов; заявитель и патентообладатель Ивановская гос. текстильная акад. – заявл. 13.05.02; опубл. 27.01.03, Бюл. №3.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроительного производства. Поступила 12.01.11.

УДК 677

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБОБЩЕННОГО УРАВНЕНИЯ МАССОПЕРЕДАЧИ  
ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ХЕМОСОРБЦИИ И СУШКИ ЛЕНТОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**THE USE OF THE GENERALISED EQUATION FOR MASS TRANSPORT  
FOR THE PROCESSES OF A CHEMISORPTION  
AND DRYING OF BAND MATERIALS**

В.А. РЕУТСКИЙ Б.С. САЖИН  
V.A. REUTSKY, B.S. SAZHIN

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

*Предложенный обобщенный аналитический метод расчета процессов хемосорбции позволяет осуществлять расчет хемосорбционной обработки ленточных материалов на основе единого уравнения без разделения аппарата на зоны в зависимости от области протекания процесса хемосорбции.*

*The offered generalised analytical method of calculation of the chemisorption processes allows to make accounts of chemisorption treatment of band materials on the basis of the integrated equation without separation of the apparatus into zones depending on area of the chemisorption process.*

**Ключевые слова:** обобщенное уравнение массопередачи, процесс хемосорбции, массообмен, кинетическая кривая.

**Keywords:** a generalised equation of mass transport, chemisorption process, mass exchange, a kinetic curve.

Обобщенное уравнение массопередачи, известное в специальной литературе как «уравнение Сажина-Реутского», является базовым в новой теории массопередачи и успешно применяется во многих технологических (в том числе сорбционных) процессах химической, текстильной и других отраслях промышленности. Оно позволяет

рассчитывать все процессы без их деления на периоды или зоны.

В настоящей статье обобщенное уравнение массопередачи использовано для расчета процессов хемосорбции и сушки ленточных материалов.

Для расчета процессов хемосорбции применяются численные, численно-графи-

ческие и аналитические методы, основанные на разделении хемосорбционного аппарата на отдельные участки – зоны. Недостатками всех этих методов являются их громоздкость и большой объем исходной информации, необходимой для расчета процесса (кинетическое уравнение реакции, сопровождающей процесс абсорбции, и его параметры, величина удельной поверхности контакта фаз, коэффициенты массоотдачи в газовой и жидкой фазе, величина коэффициента ускорения и ее зависимость от состава фаз, параметры границ раздела между стадиями - зонами и др.). Большая часть необходимых для расчета параметров может быть определена лишь грубо приближенно с погрешностями порядка 30...50%, а в ряде случаев и более. Для многих процессов хемосорбционной обработки значительная часть необходимой информации вообще отсутствует.

Разработанный нами метод расчета процессов хемосорбции, основанный на использовании обобщенного уравнения массопередачи, требует минимального объема исходной информации о процессе.

В основу метода положены следующие представления и допущения. Профили изменения концентраций реагентов по длине аппарата, как показывает опыт, имеют вид S-образных кривых (двойных экспонент) или простых экспонент, обращенных выпуклостью вверх или вниз. Конечные участки S-образных профилей стремятся к своим асимптотам. Форма профилей (положение точки перегиба, крутизна среднего участка, симметричность или асимметричность расположения конечных участков) определяется удаленностью асимптот от конечных точек конечных участков профилей концентраций. Простые экспоненты можно рассматривать как вырожденные S-образные кривые, образующиеся при большом удалении одной из асимптот от соответствующего конечного участка профиля концентраций. Положение асимптот профилей концентраций определяется начальным и конечным состоянием хемосорбционной системы, то есть фазовым равновесием между газом и жидкостью на

входе в хемосорбционный аппарат и на выходе из него. При этом ниже точки перегиба сопротивление массо-обмену по мере удаления от этой точки все в большей степени сосредоточивается на стороне одной фазы, а выше точки перегиба – на стороне другой. Скорость протекания процесса хемосорбции в любом сечении хемосорбционного аппарата определяется как верхним, так и нижним состоянием равновесия.

Учитывая, что газовая и жидкая фазы движутся в ленточном хемосорбционном аппарате в режиме, близком к идеальному вытеснению, для математического описания процесса хемосорбции можно использовать уравнение:

$$q = -bG \frac{dC_A}{dh} = L \frac{dC_B}{dh} = K(C_A - A)(C_B - B), \quad (1)$$

где  $K$  – коэффициент скорости процесса, предполагаемый постоянным по высоте хемосорбционной колонны;  $C_A$  – концентрация поглощаемого компонента в газовой фазе;  $C_B$  – концентрация активной части абсорбента в жидкой фазе;  $G, L$  – нагрузки по газу и жидкости соответственно;  $h$  – текущая высота хемосорбционного аппарата;  $b$  – стехиометрический коэффициент, показывающий, какое число молей активной части абсорбента взаимодействует с одним молем поглощаемого компонента;  $q$  – скорость хемосорбции.

Концентрации реагентов и нагрузки хемосорбционного аппарата по газу и жидкости могут быть выражены различным образом в зависимости от конкретной постановки задачи. Под равновесной концентрацией  $A$  подразумевается концентрация поглощаемого компонента в газовой фазе, равновесная фактической концентрации активной части абсорбента на входе жидкой фазы в хемосорбционную колонну. Под равновесной концентрацией  $B$  подразумевается концентрация активной части абсорбента, равновесное давление поглощаемого компонента которой равно фактической концентрации в газовой фазе на входе газа в аппарат. В случае процессов хемосорбции, в которых активной ча-



стью абсорбента является вода (процессы получения кислот), обозначения равновесных концентраций изменяются на противоположные, а правая часть уравнения (1) принимает вид:  $K(A - C_B)(C_A - B)$  ( $C_B$  – концентрация образующейся кислоты). Для определения высоты хемосорбционного аппарата достаточно проинтегрировать уравнение (1) [диаметр колонны определяется требуемой производительностью, поэтому для унификации расчетов процесса хемосорбции уравнение (1) составлено применительно к хемосорбционному аппарату с величиной поперечного сечения  $1 \text{ м}^2$ ]. Для этой цели можно воспользоваться методом разделения переменных и уравнением рабочей линии, связывающим между собой концентрацию активной части абсорбента и поглощаемого компонента:

$$C_A = M - NC_B, \quad (2)$$

где  $M$  и  $N$  – параметры уравнения рабочей линии, определяемые условиями проведения процесса хемосорбции (нагрузками колонны по газу и жидкости и концентрациями поглощаемого компонента и активной части абсорбента на входе или на выходе из хемосорбционной колонны). В результате интегрирования уравнения (1) с учетом уравнения (2) получим:

$$h = \frac{L}{KN(A' - B)} \ln \left[ \frac{(A' - C_B)(C_B - B)}{(A' - C_{B_0})(C_B - B)} \right], \quad (3)$$

где  $A' = (M/N) - (1/N)A$ ;  $C_{B_0}$  – концентрация активной части абсорбента на входе в хемосорбционную колонну.

Коэффициент скорости  $K$ , входящий в уравнения (1) и (3), может быть рассчитан различным образом в зависимости от располагаемой информации о процессе. Если известна скорость процесса хемосорбции, хотя бы в одной точке (для произвольного сечения хемосорбционной колонны), то для определения  $K$  известная скорость подставляется в левую часть уравнения (1) и полученное таким образом уравнение разрешается относительно  $K$ . Если известна высота, необходимая для достиже-

ния определенной степени извлечения поглощаемого компонента, то эта высота подставляется в уравнение (3), из которого и находится искомая величина  $K$ . Таким образом, исходная информация, необходимая для расчета процесса хемосорбции, включает в себя лишь данные по фазовому равновесию и данные о скорости процесса для одного из сечений хемосорбционного аппарата, либо данные о размерах хемосорбционного аппарата, требующихся для достижения определенной степени извлечения поглощаемого компонента.

Предложенный обобщенный аналитический метод расчета процессов хемосорбции позволяет производить расчет хемосорбционной обработки ленточных материалов на основе единого уравнения без разделения аппарата на зоны в зависимости от области протекания процесса хемосорбции.

Обобщенное уравнение массопередачи можно успешно использовать в других технологических процессах, например для сушки тканей.

В настоящее время процесс сушки различных материалов независимо от способов сушки принято делить на три последовательных периода: начальный – прогрев материала, постоянной скорости сушки и убывающей скорости сушки. Применительно к процессу сушки обобщенное уравнение массопередачи можно представить в виде:

$$q = Ku (A_u - U)(U - U_v), \quad (4)$$

где  $Ku$  – эффективный коэффициент скорости сушки;  $A_u$ ,  $U_v$  – равновесные влажности высушиваемого материала на входе в сушильную камеру (в начале процесса сушки) и на выходе из нее (в конце процесса сушки).

Начальная равновесная влажность материала  $A_u$  по физическому смыслу представляет собой влажность, достигаемую материалом после завершения периода прогрева, когда температура сушильного агента достигает температуры мокрого термометра. При этом предполагается, что в период прогрева влага частично испаря-

ется, вследствие чего  $A_u$  всегда меньше начальной влажности материала  $U_0$ . Разность между обеими величинами тем больше, чем выше температура сушильного агента.

Все три величины ( $K_u$ ,  $A_u$  и  $B_u$ ), входящие в уравнение (4), легко определяют-

$$\tau = \frac{M}{K_u(A_u - B_u)} \ln \left[ \frac{(A_u - U_k)(U_0 - B_u)}{(A_u - U_0)(U_k - B_u)} \right] = \frac{M}{K(U_0 - B_u)} z', \quad (5)$$

где  $U_0$ ,  $U_k$  – соответственно начальная и конечная влажность материала;  $z'$  – безразмерный концентрационный комплекс.

$$\tau = \frac{M}{K'u(A_u - B_u)} \ln \left[ \frac{(U_0 - U_k)(A_u - B_u)}{(U_0 - A_u)(U_k - B_u)} \right] = \frac{M}{K'(U_0 - B_u)} z'. \quad (6)$$

Коэффициент скорости сушки можно представить в виде:

$$B_2 = K'u(U_0 - U). \quad (7)$$

Из уравнения (6) следует, что на графике в координатах  $\tau - z$  зависимость продолжительности сушки от безразмерного комплекса  $z$  должна представлять собой прямую линию, проходящую через начало координат с тангенсом угла наклона, равным коэффициенту перед знаком логарифма. Положение прямой относительно начала координат характеризуется величиной  $A_u$ , а степень прямизны – правильностью определения равновесной концентрации  $B_u$ . После определения истинного значения параметра  $B_u$  истинное значение  $A_u$  определяется из формулы:

$$A_u = (U_0\psi - B_u)/(1 + \psi), \quad (8)$$

$$\psi = \exp(Z_0) \frac{(A_u - B_u)}{(U_0 - A_u)}. \quad (9)$$

ся по экспериментальным кривым кинетики сушки. В результате интегрирования уравнения (4) можно получить уравнение для определения общей продолжительности процесса сушки (без деления процесса на периоды) при  $A_u > U_0$ :

При  $A_u < U_0$  уравнение (5) принимает вид:

По найденному ранее углу наклона прямой рассчитывают значение  $K_u$ .

Анализ обобщенного уравнения массопередачи в сочетании с экспериментальными данными показывает, что для конкретных условий ведения процесса кинетическая кривая может «вырождаться» и принимать вид части S-образной кривой. В зависимости от этого задачи массообмена можно классифицировать следующим образом: внешняя задача (когда кинетическая кривая отражает только верхнюю ветвь S-образной кривой (до точки перегиба), внутренняя задача массообмена (кинетическая кривая соответствует участку S-образной кривой после точки перегиба) и смешанная задача массообмена, когда на кинетической кривой имеется точка перегиба.

Рекомендована кафедрой процессов, аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности. Поступила 01.02.11.

УДК 677.022:519.8:62.50.72

**СТАТИСТИЧЕСКАЯ ИМИТАЦИЯ ИСТИРАНИЯ ТКАНЕЙ  
МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**STATISTICAL IMITATION OF FABRICS ABRASION  
BY THE METHODS OF COMPUTER MODELLING**

*П.А. СЕВОСТЬЯНОВ, В.Ю. НИКИТЮК, Д.А. ЗАБРОДИН, В.И. ЛЕБЕДЕВА*  
*P.A. SEVOSTJANOV, V.JU. NIKITJUK, D.A. ZABRODIN, V.I. LEBEDEVA*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")  
E-mail: spa46@pochta.ru

*Предложена компьютерная модель и приведены результаты статистической имитации динамики процесса истирания образца ткани на приборах по методу Martindale.*

*The computer model is offered and the results of statistical imitation of dynamics of the sam-cloth abrasion process on devices by Martindale's method are resulted.*

**Ключевые слова:** истирание, ткань, компьютерная модель, статистическая имитация, Martindale.

**Keywords:** abrasion, a fabric, a computer model, statistical imitation, Martindale.

Одним из основных повседневных механических воздействий на ткань, приводящих к ее износу, является ее истирание при механическом контакте с поверхностью другой ткани или иных материалов. Поэтому локальное истирание участка поверхности ткани, как правило, является одной из главных причин, которые приводят к потере тканями и изделиями из них своих эксплуатационных качеств.

Для проведения таких испытаний было разработано несколько методик и приборов на их основе. К числу наиболее из-

вестных и общепризнанных в мировой текстильной практике относится метод, предложенный Martindale [1]. Компьютерная имитация динамики истирания образца ткани по данному методу позволяет лучше представить механизм изменения структуры ткани, ее характеристик и выделить факторы, наиболее сильно влияющие на ее стойкость к истиранию.

Алгоритм, разработанный для моделирования истирания, основан на следующих представлениях о физике этого процесса. Образец представляет собой прямоуголь-

ный или круглый участок ткани, закрепленный в распрявленном состоянии на плоском основании. До начала истирания толщина  $h_s$  и массовая плотность  $r_s$  образца при постоянстве средних значений содержат как периодические, из-за переплетения нитей и раппорта, так и случайные вариации. Эти величины можно наглядно представить геометрической моделью (рис.1), которая отражает обе составляющие неравномерности образца.

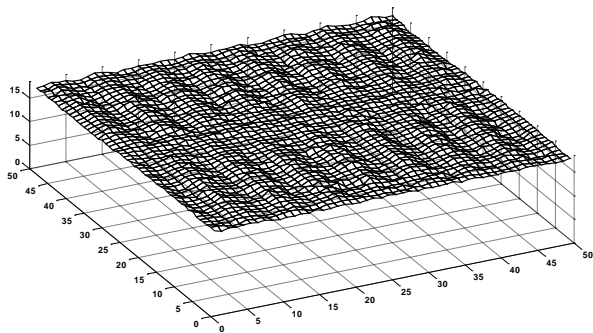


Рис. 1

В цифровой модели двумерные поля  $h_{s_{xy}}$  и  $r_{s_{xy}}$  квантуются с шагом  $dx$  и  $dy$  соответственно по осям координат  $X$  и  $Y$  и описываются матрицами с элементами  $h_{s_{ij}}$  и  $r_{s_{ij}}$ ,  $i = 1, \dots, n_x$ ;  $j = 1, \dots, n_y$ ;  $n_x = L_x/dx$ ;  $n_y = L_y/dy$ . Здесь  $L_x$  и  $L_y$  – размеры образца по осям  $X$  и  $Y$ . Масса элемента образца равна  $m_{s_{ij}} = r_{s_{ij}} h_{s_{ij}} dx dy$ .

Истирающая поверхность из специальной эталонной ткани прижимается к испытываемому образцу фиксированной нагрузкой  $F$ . На элемент  $dx dy$  приходится доля нагрузки  $f = F/(n_x n_y)$ . Под действием нагрузки происходит сжатие образца по толщине, которое представляет собой упругопластическую деформацию. Учет пластической составляющей деформации в данном случае актуален, поскольку испытание образца продолжается в течение нескольких часов, и эта составляющая успевает проявиться. Из-за неравномерности образца по толщине, плотности и коэффициентам упругости и пластичности для разных элементов их сжатие происходит в различной степени и до тех пор, пока интегральная сила реакции образца не уравновесит силу  $F$ . В результате начальные

толщина и плотность элементов образца изменятся на  $h(i,j,t)$  и  $r(i,j,t)$ , где  $t$  – номер цикла истирания  $t = 0, 1, \dots, N_c$ ;  $N_c$  – число циклов истирания.

При имитации величины истираемой массы  $dm(i,j,t)$  элемента в одном цикле учитывались начальные  $r_s(i,j)$ ,  $h_s(i,j)$  и текущие  $r(i,j,t)$ ,  $h(i,j,t)$  значения плотности и толщины. После уменьшения массы элемента на  $dm(i,j,t)$  осуществлялась коррекция текущих значений  $r(i,j,t)$ ,  $h(i,j,t)$  до достижения равенства суммарной силы сжатия и приложенной нагрузки  $F$ . Затем корректировались коэффициенты упругости  $k$ , пластичности  $p$  и трения  $\mu$  с учетом уменьшения массы элемента и изменения степени его сжатия. При этом использовалась линейная аппроксимация зависимости коэффициентов от относительного изменения массы и толщины элемента на предыдущих циклах истирания. Циклы истирания моделировались до тех пор, пока масса или толщина одного из элементов не становилась равной нулю. В обобщенной форме алгоритм моделирования имеет следующий вид:

1. Задание исходных значений для параметров модели. Построение геометрической модели образца и генерация матриц  $r_s(i,j)$ ,  $h_s(i,j)$ .

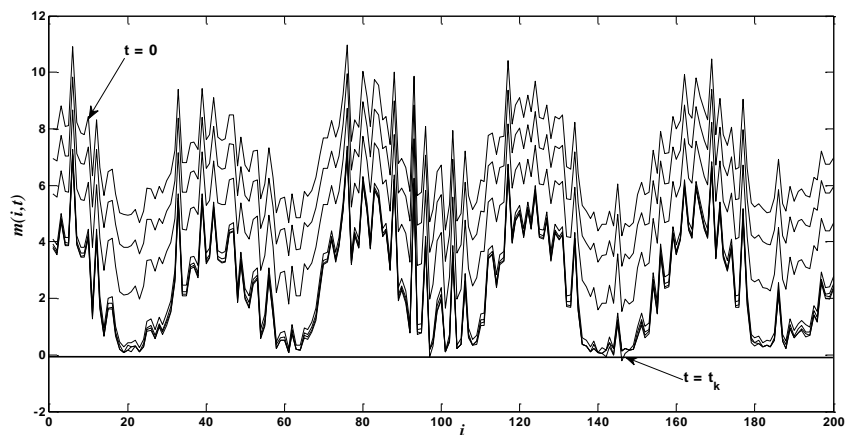
2.  $t = 0$ . Изменение  $r_s(i,j)$ ,  $h_s(i,j)$  на  $r(i,j,0)$ ,  $h(i,j,0)$  с учетом уравновешивания нагрузки  $F$ .

3. Пока все  $r(i,j,t) > 0$  и  $h(i,j,t) > 0$  повторять действия:

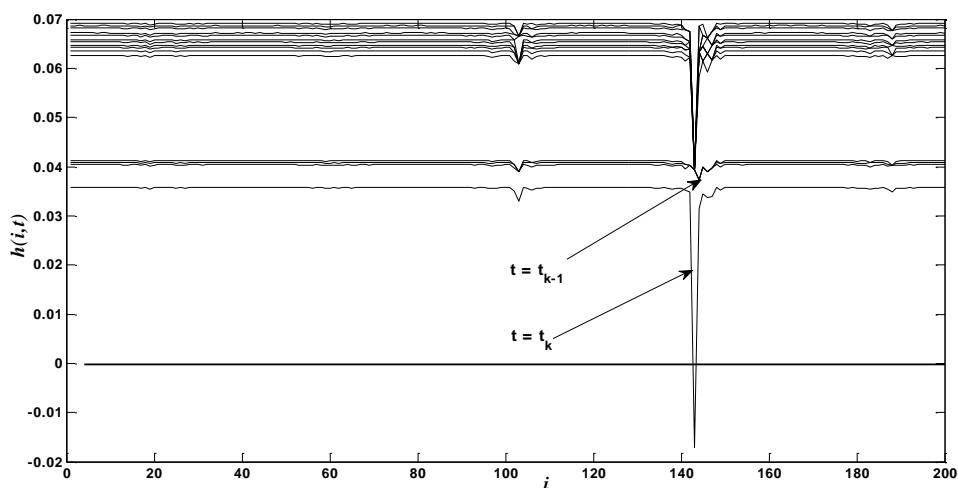
- 3.1. Генерация истираемой массы  $dm(i,j,t)$ ;  $m(i,j,t+1) = m(i,j,t) - dm(i,j,t)$

- 3.2. Вычисление новых значений  $h(i,j,t)$ ,  $r(i,j,t)$  из условий материального баланса и статического силового равновесия. Коррекция коэффициентов  $k$ ,  $p$ ,  $\mu$ . Переход к новому циклу  $t = t + 1$ .

Для более наглядного представления результатов пары индексов  $(i,j)$ , определяющих координаты элемента образца, пронумерованы построчно одним индексом  $i$ , что позволило изобразить результаты моделирования на двумерных графиках. Данные приведены для 200 элементов.



а)



б)

Рис. 2

На рис.2-а изображены графики, показывающие распределение начальной массы элементов ( $t = 0$ ) и после каждых 5000 циклов (нижние кривые соответствуют каждому сотому циклу). Аналогичные распределения для толщины элементов показаны на рис.2-б. Из-за наложения кривые показывают толщину элементов лишь на завершающей стадии истирания:  $t_{k-1}$  – предпоследний, а  $t_k$  – последний цикл испытаний. Наблюдается постепенная концентрация разрушения на элементах, имеющих наименьшую массу. В рассматриваемой системе действует своего рода положительная обратная связь: чем больше истирается элемент на предыдущих

циклах, тем большей будет величина его истирания на следующем цикле. Вместе с тем, на начальной стадии истирания наблюдается эффект выравнивания неравномерности элементов по толщине как под действием нагрузки, так и вследствие потери массы.

На рис. 3-а показано нарастание суммарной истираемой массы  $SD_{mas}(t)$  образца с увеличением числа циклов. На рис.4 для сравнения приведены кривые потери массы двух образцов тканей: 1) артикул Rigchief Universal 103383 и 2) «Лидер – Комфорт 250» артикул 18422 а/х-М, – в натуральных экспериментах на приборе по методу Martindale.

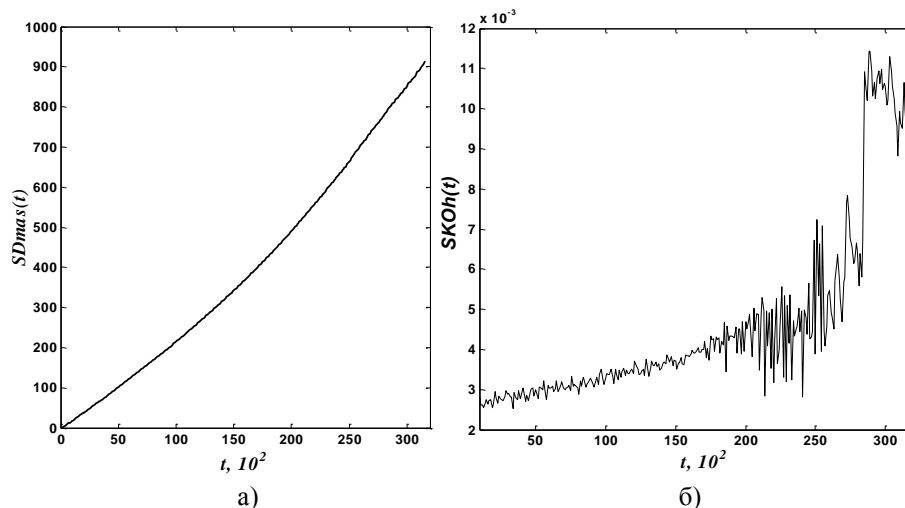


Рис. 3

Как следует из эксперимента, эти кривые имеют разный вид для разных видов ткани. Однако общий характер изменения

экспериментальных кривых близок к модельной зависимости на рис.4.

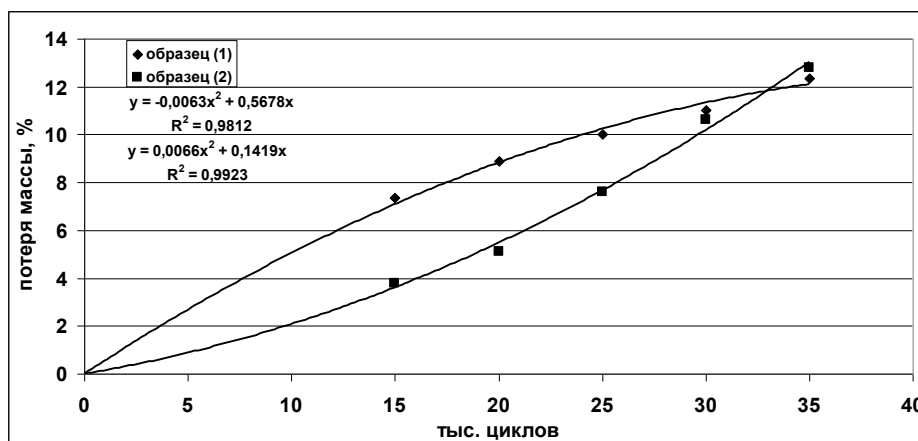


Рис. 4

На рис. 3-б показано нарастание среднеквадратического отклонения (СКО) неравномерности элементов образца по толщине в зависимости от номера цикла истирания. График наглядно показывает, как постепенно нарастает неравномерность истирания элементов, причем на последних этапах процесс приобретает хаотический характер, что типично для большинства процессов разрушения материалов.

## ВЫВОДЫ

Разработан алгоритм компьютерного моделирования динамики истирания образцов тканей по методу Martindale на ос-

нове представлений о механизме разрушения. Модель, реализующая предложенный алгоритм, позволяет отслеживать детали процесса истирания и сопоставлять его ход с результатами натуральных экспериментов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение (Текстильные полотна и изделия). – М.: Легпромбытиздат, 1992.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и систем автоматизированного проектирования. Поступила 31.01.11.

УДК 677.057.615

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕФОРМАЦИИ  
ТКАНИ ПРИ СЖАТИИ**

**MODELLING OF THE FABRIC DEFORMATION PROCESS  
UNDER SHRINKAGE**

*Т.П. ТУЦКАЯ, Ю.Г. ФОМИН*  
*T.P. TUTSKAJA, JU.G. FOMIN*

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

*На основании предложенной механической модели ткани приведено математическое описание процесса деформации ткани при сжатии.*

*On the basis of the offered fabric mechanical model the mathematical description of the fabric deformation process under shrinkage is given.*

**Ключевые слова:** деформация сжатия, механическая модель, вынужденная высокоэластическая деформация, валковые машины.

**Keywords:** shrinkage deformation, the mechanical model compelled rubber-like deformation, roll cars.

Основным физическим воздействием, которое текстильный материал испытывает под действием нагрузки в жале валов валковых машин, является деформация сжатия, состоящая из упругой, эластической и пластической составляющих. Взаимосвязь и одновременность протекания упругой и пластической компонент деформации сжатия характеризуют особенность данного процесса.

Экспериментальные исследования [1] показывают, что даже при невысоких давлениях, не превышающих предел упругости материала, наряду с упругими деформациями развивается и пластическая, обуславливающая уплотнение ткани. При ве-

личинах давления, превышающих предел упругости, начинает проявляться тенденция снижения упругой (обратимой) деформации и роста пластической (остаточной) деформации, то есть упругие связи "трансформируются" в пластические в результате микроразрывов и перегруппировки макромолекул волокон.

Однако при "мягких" режимах деформации сжатия в валковых машинах нарушения межволоконных связей не наблюдается и даже часто имеет место повышение разрывного усилия. Последнее объясняется тем, что остаточная деформация далеко не всегда является пластической, а может быть вызвана образованием дополнитель-

ных межволоконных связей, которые стремятся удержать структуру ткани в деформированном состоянии. Такую деформацию можно назвать вынужденной высокоэластической деформацией.

Эффект удержания деформации в текстильном материале может быть промоделирован с помощью упругого и пластического (подчиняющегося закону сухого трения) элемента [2], соединенного параллельно или последовательно (рис.1-а), при условии, что упругий элемент предварительно растянут с напряжением  $\sigma_y$ , равным напряжению трения  $\sigma_{тр}$  пластического элемента (рис. 1-б). На рис. 1 представлена механическая модель ткани при сжатии (а) и механический аналог вынужденной высокоэластической деформации (б).

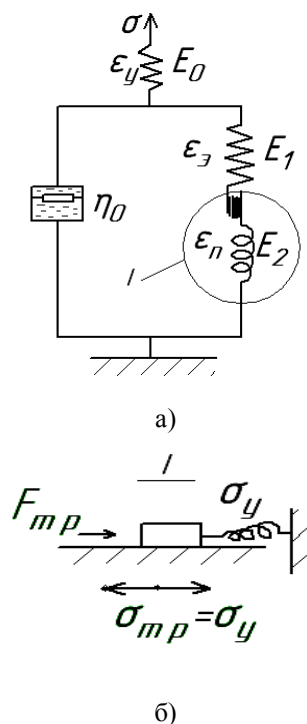


Рис. 1

Включение в модель линейной релаксирующей среды указанного элемента, тормозящего процесс релаксации, значительно облегчает математическое описание процессов деформации ткани при сжатии.

Основное уравнение деформации этой модели выводится из законов деформации составляющих ее элементов, условий равновесия и неразрывности

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_0 &= \frac{\sigma}{E_0}, \varepsilon = \varepsilon_0 + \varepsilon_1 + \varepsilon_2, \\ \varepsilon_1 &= \frac{\sigma_1}{E_1}, \varepsilon_1 + \varepsilon_2 = \varepsilon_3, \\ \varepsilon_2 &= \frac{\sigma_1}{E_2}, \sigma_1 + \sigma_2 = \sigma, \\ \varepsilon_3 &= \frac{\sigma_2}{\eta_0} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где  $E_0$  и  $E_1$  – мгновенный и высокоэластический модули упругости, характеризующие связь между приложенным (внешним) напряжением и соответственно мгновенной и высокоэластической деформациями;  $E_2$  – модуль упругости, характеризующий связь между начальными внутренними микронапряжениями в материале и пластической деформацией;  $\eta_0$  – коэффициент кажущейся вязкости.

Исключив из уравнений (1) напряжения и деформации, относящиеся к отдельным элементам, получим:

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 = \frac{\sigma_1}{E_1} + \frac{\sigma_1}{E_2}, \quad (2)$$

откуда

$$\sigma = \frac{E_1 E_2}{E_1 + E_2} \varepsilon_3, \quad (3)$$

поскольку  $\dot{\varepsilon} \eta_0 = \sigma - \sigma_1$ , то выразив  $\sigma_1$  согласно уравнению (3), имеем:

$$\eta_0 \dot{\varepsilon}_3 = \sigma - \frac{E_1 E_2}{E_1 + E_2} \varepsilon_3. \quad (4)$$

Учитывая, что  $\varepsilon_3 = \varepsilon - \frac{\sigma}{E_0}$  и

$$\dot{\varepsilon}_3 = \dot{\varepsilon} - \left( \frac{\dot{\sigma}}{E_0} \right), \text{ получаем:}$$

$$\eta_0 \left( \dot{\varepsilon} - \frac{\dot{\sigma}}{E_0} \right) = \sigma - \frac{E_1 E_2}{E_1 + E_2} \left( \varepsilon - \frac{\sigma}{E_0} \right). \quad (5)$$

Окончательные преобразования выражения (5) приводят к уравнению:



$$\varepsilon + \left( \frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} \right) \eta_0 \dot{\varepsilon} = \sigma \left( \frac{1}{E_0} + \frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} \right) + \eta_0 \left( \frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} \right) \left( \frac{\dot{\sigma}}{E_0} \right). \quad (6)$$

Произведение  $\left( \frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} \right) \eta_0 = T_3$  имеет

размерность времени и характеризует время запаздывания деформации при изменении напряжения. Сумма

$\frac{1}{E_0} + \frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} = \frac{1}{H_\sigma}$  представляет податли-

вость системы при длительном нагружении ( $t \rightarrow \infty$ ), а величина  $H_\sigma$  носит название длительного модуля упругости.

После прекращения роста пластической деформации и изменения знака ее скорости на противоположный следует процесс восстановления. При этом, как отмечалось ранее, пластическая деформация фиксируется элементом сухого трения. Процесс восстановления реализуется при условии  $E_2 = \infty$  и  $\varepsilon_{об} = \varepsilon - \varepsilon_{п}^д$ , где  $\varepsilon_{об}$  – обратимая деформация (сумма упругой и высокоэластической);  $\varepsilon_{п}^д$  – достигнутая пластическая деформация.

$$\varepsilon + \frac{E_2}{E_1 + E_2} T_3 \dot{\varepsilon} = \frac{\sigma}{E_0} \left( 1 + (\gamma - 1) \frac{E_2}{E_1 + E_2} \right) + \left( \frac{\dot{\sigma}}{E_0} \right) \frac{T_3 E_2}{E_1 + E_2} + \varepsilon_{п}^д. \quad (10)$$

Обозначим отношение  $\frac{E_2}{E_1}$  через  $n$ .

$$\varepsilon + \frac{n}{1+n} T_3 \dot{\varepsilon} = \frac{\sigma}{E_0} \left( 1 + \frac{(\gamma - 1)n}{1+n} \right) + \left( \frac{\dot{\sigma}}{E_0} \right) \frac{T_3 n}{1+n} + \varepsilon_{п}^д. \quad (11)$$

Приведенное уравнение позволяет получить закон изменения напряжения или деформации при разгрузке материала.

## ВЫВОДЫ

1. При "мягких" режимах деформации сжатия в валковых машинах часто имеет место повышение разрывного усилия за счет возникновения в текстильном мате-

риале вынужденной высокоэластической деформации.

$$\varepsilon_{п}^д + \frac{\sigma_1}{E_1} + \frac{\sigma_0}{E_0} = \varepsilon. \quad (7)$$

Поскольку  $\sigma - \sigma_1 = \eta_0 \left( \dot{\varepsilon} - \frac{\dot{\sigma}}{E_0} \right)$ , то

$$\sigma_1 = \sigma + \eta_0 \frac{\dot{\sigma}}{E_0} - \eta_0 \dot{\varepsilon}. \quad (8)$$

Подставляя это выражение в уравнение (7), получим:

$$\varepsilon_{п}^д + \frac{1}{E_1} \left( \sigma + \frac{\eta_0}{E_0} \dot{\sigma} - \eta_0 \dot{\varepsilon} \right) + \frac{\sigma}{E_0} = \varepsilon \quad (9)$$

или

Тогда уравнение (10) можно записать в виде:

риале вынужденной высокоэластической деформации.

2. Приведено математическое описание процесса сжатия при нагружении и разгрузке текстильного материала на основании предложенной механической модели ткани, включающей упругий и пластический элементы с эффектом удержания деформации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов Ю.Н., Фейгин В.Б., Чичаев В.А. Оборудование для отделки и резки бумаги. – М.: Лесная промышленность, 1985.
2. Тиранов В.Г., Чайкин В.А. К задаче моделирования нитей с нелинейными реологическими

свойствами // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1993, № 5. С. 5...8.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильного отделочного оборудования. Поступила 20.12.10.

УДК 677.053.74.001.5

### ПОГРЕШНОСТЬ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СНОВАЛЬНОЙ ПАКОВКИ НА ОСНОВЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАМАТЫВАНИЯ

### THE ERROR OF THE ESTIMATION OF THE INTENSE-DEFORMED STATE OF WARPERS' PACKAGE ON THE BASIS OF KINEMATIC PARAMETERS OF WINDING

*Н.А. КУЛИДА, Н.А. ДЕМИДОВ*  
*N.A. KULIDA, N.A. DEMIDOV*

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

*Выполнена оценка погрешности косвенного измерения давления в слое намотки сновального вала на основе измерений кинематических параметров наматывания. Установлены факторы, оказывающие преобладающее влияние на измеряемый параметр.*

*The estimation of an error of indirect measurement of pressure in a twisting layer of the warper's shaft on the basis of the measurements of winding kinematic parameters is made. The factors, making prevailing impact on the measured parameter, are determined.*

**Ключевые слова:** сновальный вал, напряженно-деформированное состояние, косвенное измерение, погрешность.

**Keywords:** a warper's shaft, an intense-deformed state, indirect measurement, an error.

Имеется ряд примеров экспериментального и теоретического определения основных параметров формируемых на различных машинах тел намотки – плотности, давления в слое, остаточных натяжений в витках нитей и ряда других; при этом экспери-

ментальные измерения указанных параметров осуществлялись с помощью специальных датчиков, которые при формировании паковок зарабатывались в тело намотки. Экспериментальные методы применялись только при изучении процесса наматывания

и по различным причинам не могут быть рекомендованы для промышленного применения. Метод определения напряженно-деформированного состояния (НДС) формируемой сновальной паковки на основе кинематических параметров процесса [1] и с учетом линейной плотности пряжи, количества нитей в ставке, времени наматывания слоя, физико-механических параметров пряжи и формируемого тела намотки, в частности, параметров, характеризующих релаксационные свойства пряжи, коэффициентов, определяющих податливость слоя и тела намотки, и других, представляет собой, по сути, косвенный метод измерения параметров НДС. Общее число перечисленных параметров зависит от сложности используемых математических моделей и точности решаемой задачи. Погрешности прямых измерений перечисленных параметров и их изменение в процессе наматывания влияют на точность решения поставленной задачи, а следовательно, и эффективность управления процессом. В связи с этим закономерно встает вопрос о доверительных границах косвенно измеряемых параметров НДС сновальной паковки и влиянии на них изменения кинематических параметров и констант, используемых при вычислениях.

Рассмотрим решение задачи определения погрешности косвенного измерения давления в слое  $q$  в  $i$ -м слое тела намотки с использованием известного дифференциального уравнения равновесия бесконечно малого элемента тела намотки, приведенного к линейному неоднородному уравнению Эйлера, которое имеет аналитическое решение, приведенное в [1].

В соответствии с [2] погрешность косвенного измерения при нелинейной зависимости измеряемого параметра от аргументов определяется путем разложения нелинейной функции в ряд Тейлора, при этом возможность использования ряда для оценивания погрешности определяется

путем сравнения остаточного члена разложения с выражением

$$0,8 \sqrt{\sum_{i=1}^m \left( \frac{\partial f}{\partial a_i} \right)^2} S^2(\tilde{a}_i),$$

где  $S^2(\tilde{a}_i)$  – среднее квадратическое отклонение случайных погрешностей результата измерения  $a_i$ -го аргумента. Однако, учитывая, что текущий радиус намотки, длина нитей, угол поворота сновального вала определяются в процессе намотки, то есть измерения указанных величин производятся однократно, а в стандарте этот случай не рассматривается, для оценки погрешности измерения давления в слое используем методику из монографии [3].

В соответствии с указанной методикой обработки, в которой косвенные измерения при однократных прямых измерениях аргументов названы обыкновенными, вначале оценивается возможность использования линеаризованной нелинейной зависимости путем сравнения остаточного члена разложения с линейным. Для этого первоначально выберем количество аргументов нелинейной функции. Основываясь на известных теоретических и экспериментальных работах по исследованию напряженного состояния тел намотки [1], [4], [5], выберем факторы, оказывающие на давление в слое в рассматриваемом технологическом процессе превалирующее влияние: релаксационный модуль упругости ( $E_M$ ) и намоточное напряжение ( $\sigma_H$ ). Из перечисленных кинематических параметров используем радиус намотки  $r$ , который может контролироваться с помощью инкрементальных энкодеров, установленных на сновальном и укатывающем валу [6]. Ряд Тейлора для давления  $q$  как функции трех переменных имеет вид:

$$q(r + \Delta r, E_M + \Delta E_M, \sigma_H + \Delta \sigma_H) = q(r, E_M, \sigma_H) + \frac{1}{1!} \left[ \frac{\partial q(r, E_M, \sigma_H)}{\partial r} \Delta r + \frac{\partial q(r, E_M, \sigma_H)}{\partial E_M} \Delta E_M + \frac{\partial q(r, E_M, \sigma_H)}{\partial \sigma_H} \Delta \sigma_H \right] + R_2, \quad (1)$$

где  $R_2$  – остаточный член разложения, равный:

$$R_2 = \frac{1}{2!} \left[ \frac{\partial}{\partial r} \Delta r + \frac{\partial}{\partial E_M} \Delta E_M + \frac{\partial}{\partial \sigma_M} \Delta \sigma_M \right]^2 q(r + v_1 \Delta r, E_M + v_2 \Delta E_M, \sigma_M + v_3 \Delta \sigma_M), \quad (2)$$

где  $0 < v_{1,3} < 1$ .

Для сравнения  $R_2$  с линейным членом разложения необходимо оценить погрешности измерения аргументов или интервалы возможного их варьирования при изменении условий снования.

Погрешность измерения радиуса намотки по соотношению углов поворота сновального и укатывающего валов определена ранее [6] как погрешность косвенного измерения, имеющая максимальное значение в начале намотки.

К рассмотренной погрешности косвенного измерения радиуса намотки следует присоединить изменения радиуса  $r$ , вы-

званные вариативностью линейной плотности пряжи. Известно, что условный диаметр пряжи  $d_H$ , мм, линейной плотности  $T$ , текс, связан соотношением [7]:

$$d_H = 2\sqrt{T/(\pi\rho)},$$

где  $\rho$  – плотность вещества волокон, кг/м<sup>3</sup>.

Изменения условного диаметра пряжи, вызванные отклонениями ее линейной плотности, в первом приближении можно определить из выражения

$$\Delta d_H = \frac{\partial d_H(T)}{\partial T} \Delta T = 0,01 \delta_T \sqrt{T/(\pi\rho)}.$$

Относительное изменение условного диаметра

$$\delta_{d_H} = \Delta d_H \cdot 100/d_H = \delta_T/2. \quad (3)$$

В свою очередь радиус намотки определяется количеством слоев  $m$  и размером поперечного сечения пряжи в направлении радиуса намотки, который зависит от условного диаметра пряжи. Принимая  $r = r_0 + k_c d_H m$ , где  $r_0$  – радиус ствола сновального вала, мм;  $k_c$  – коэффициент, учи-

тывающий деформирование пряжи в поперечном направлении и рассеяние витков при намотке, находим  $r = r_0 + k_c d_H m = r_0 + 2k_c m \sqrt{T/(\pi\rho)}$ . Изменение радиуса намотки аналогично предыдущему определяем из выражения:

$$\Delta r = \frac{\partial r(T)}{\partial T} \Delta T = 0,01 k_c m \delta_T \sqrt{T/(\pi\rho)}.$$

Отсюда относительное изменение радиуса:

$$\delta_r = \frac{k_c \delta_T m \sqrt{T/(\pi\rho)}}{r_0 + 2k_c m \sqrt{T/(\pi\rho)}}, \quad (4)$$

которое достигает максимального значе-

ния, приблизительно равного  $\delta_T/2$  в конце намотки, поскольку

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{k_c \delta_T m \sqrt{T/(\pi\rho)}}{r_0 + 2k_c m \sqrt{T/(\pi\rho)}} = \frac{\delta_T}{2}.$$

Таким образом, при оценке максимального значения изменения радиуса намотки

из-за вариативности линейной плотности пряжи в первом приближении можно считать равным половине относительного изменения линейной плотности перематываемой пряжи или относительному изменению ее условного диаметра.

Компонента погрешности, обусловленная изменением релаксационного модуля упругости наматываемых нитей и погрешностью его прямых измерений, может быть исследована на основе экспериментальных данных. Основными причинами изменения модуля упругости при наматывании основных нитей считается изменение их натяжения, скорости деформации и температурно-влажностных условий. Оценим влияние натяжения на релаксационный модуль упругости.

Известно [8], что натяжение нитей при сновании подвержено влиянию многих факторов, в числе главных из которых принято считать скорость и линейную плотность пряжи, а также форму и геометрические размеры питающей паковки. Если линейная скорость задана техническим регламентом процесса и при сновании не

должна изменяться, то размеры питающей паковки обуславливают изменение натяжения, закономерность которого зависит от линейной плотности пряжи и ее состава. Например, при сновании хлопчатобумажной пряжи 25 текс на скорости 400 м/мин изменение среднего значения натяжения в вершине конической бобины достигает 61% [8], при этом натяжение к концу срабатывания бобины увеличивается.

Экспериментальных данных о влиянии натяжения на релаксационный модуль упругости хлопчатобумажной пряжи в литературе нами не обнаружено. В первом приближении используем зависимость модуля жесткости хлопчатобумажной пряжи 25 текс от натяжения, приведенную в статье [9]:  $E = 10^6 A_1 F_H^n \rho / T$ , где  $A_1$  и  $n$  – постоянные коэффициенты, полученные при обработке экспериментальных данных;  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>, и  $T$ , текс, – параметры, определенные ранее. Изменение модуля упругости находится аналогично рассмотренному выше:

$$\Delta E = \frac{\partial E(F_H)}{\partial F_H} \Delta F_H = 10^6 T^{-1} A_1 n F_H^{n-1} \rho \Delta F_H = 10^4 T^{-1} A_1 n F_H^n \rho \delta_F,$$

где  $\delta_F = \frac{\Delta F_H \cdot 100}{F_H}$ . Отсюда относительное изменение модуля упругости:

$$\delta_E = \frac{\Delta E \cdot 100}{E} = n \delta_F, \quad (5)$$

где показатель степени  $n$  для хлопчатобумажной пряжи 25 текс, равный 0,5 [9].

Изменение натяжения при сновании, как отмечено выше, зависит от скорости и линейной плотности нитей. Поскольку в процессе снования натяжение нитей не контролируется, то логично рассматривать изменение натяжения при срабатывании паковки при неизменной скорости снования относительно некоторого выбранного среднего значения как предельное изменение намоточного натяжения.

Для вычисления остаточного члена разложения (2) найдем производные для функции  $q = C_{1,i} r_i^{z1} + C_{2,i} r_i^{z2} + \Phi$  [1], где постоянные интегрирования  $C_{1,i}$  и  $C_{2,i}$  находятся из граничных условий для  $i$ -го слоя намотки. При нахождении производных учтем, что постоянные интегрирования являются для рассматриваемого слоя константами, однако при их вычислении в косвенном измерении используются все три параметра ( $r$ ,  $E_m$ ,  $\sigma_n$ ), погрешность измерения и вариативность которых обуславливают погрешность косвенного измерения давления. Учитывая, что константа  $\Phi$  не зависит от  $r$ , получим:

$$\frac{\partial q}{\partial r_i} = C_{1,i} z_1 r_i^{z_1-1} + C_{2,i} z_2 r_i^{z_2-1} + r_i^{z_1} \frac{\partial C_{1,i}}{\partial r_i} + r_i^{z_2} \frac{\partial C_{2,i}}{\partial r_i}, \quad (6)$$

где

$$\frac{\partial C_{1,i}}{\partial r_i} = DL^{-1} z_2 r_i^{z_2-1} - L^{-2} \left\{ Dr_i^{z_2} + A_2 r_0^{z_2} [\Phi - q(r_i)] \right\} \left( z_2 r_0^{z_1} r_i^{z_2-1} A_1 - z_1 r_i^{z_1-1} r_0^{z_2} A_2 \right);$$

$$\frac{\partial C_{2,i}}{\partial r_i} = -(z_1 - z_2) C_{1,i} r_i^{z_1-z_2-1} - [q(r_i) - \Phi] z_2 r_i^{-(z_2+1)} - r_i^{z_1-z_2} \frac{\partial C_{1,i}}{\partial r_i};$$

$$L = r_0^{z_1} r_i^{z_2} A_1 - r_i^{z_1} r_0^{z_2} A_2$$

а для констант  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $D$ ,  $\Phi$  и корней характеристического уравнения  $z_1$  и  $z_2$  используются выражения из [1].

Производная по релаксационному модулю упругости  $E_M$ :

$$\frac{\partial q}{\partial E_M} = \frac{\partial q}{\partial C_{1,i}} \cdot \frac{\partial C_{1,i}}{\partial E_M} + \frac{\partial q}{\partial C_{2,i}} \cdot \frac{\partial C_{2,i}}{\partial E_M} + \frac{\partial q}{\partial z_1} \cdot \frac{\partial z_1}{\partial E_M} + \frac{\partial q}{\partial z_2} \cdot \frac{\partial z_2}{\partial E_M} + \frac{\partial \Phi}{\partial E_M}, \quad (7)$$

где, в свою очередь:

$$\frac{\partial C_{1,i}}{\partial E_M} = \frac{\partial C_{1,i}}{\partial D} \cdot \frac{\partial D}{\partial E_M} + \frac{\partial C_{1,i}}{\partial A_1} \cdot \frac{\partial A_1}{\partial E_M} + \frac{\partial C_{1,i}}{\partial A_2} \cdot \frac{\partial A_2}{\partial E_M} + \frac{\partial C_{1,i}}{\partial \Phi} \cdot \frac{\partial \Phi}{\partial E_M} + \frac{\partial C_{1,i}}{\partial z_1} \cdot \frac{\partial z_1}{\partial E_M} + \frac{\partial C_{1,i}}{\partial z_2} \cdot \frac{\partial z_2}{\partial E_M} \quad (8)$$

и

$$\frac{\partial C_{2,i}}{\partial E_M} = \frac{\partial C_{2,i}}{\partial C_{1,i}} \cdot \frac{\partial C_{1,i}}{\partial E_M} + \frac{\partial C_{2,i}}{\partial \Phi} \cdot \frac{\partial \Phi}{\partial E_M} + \frac{\partial C_{2,i}}{\partial z_1} \cdot \frac{\partial z_1}{\partial E_M} + \frac{\partial C_{2,i}}{\partial z_2} \cdot \frac{\partial z_2}{\partial E_M}, \quad (9)$$

$$а \quad \frac{\partial q}{\partial C_{1,i}} = r_i^{z_1} + r_i^{z_2} \frac{\partial C_{2,i}}{\partial C_{1,i}}, \quad \frac{\partial q}{\partial C_{2,i}} = r_i^{z_2}, \quad \frac{\partial q}{\partial z_1} = r_i^{z_1} \frac{\partial C_{1,i}}{\partial z_1} + C_{1,i} r_i^{z_1} \ln r_i + r_i^{z_2} \frac{\partial C_{2,i}}{\partial z_1},$$

$$\frac{\partial q}{\partial z_2} = r_i^{z_2} \frac{\partial C_{2,i}}{\partial z_2} + C_{2,i} r_i^{z_2} \ln r_i, \quad \frac{\partial \Phi}{\partial E_M} = -\frac{\sigma_H \lambda_c \chi}{(\lambda_c \chi E_M + f - 1)^2}, \quad \frac{\partial C_{1,i}}{\partial D} = \frac{r_i^{z_2}}{L},$$

$$\frac{\partial D}{\partial E_M} = \frac{\chi(f-1)(\lambda_c r_0 - \lambda_H)}{r_0(\lambda_c E_M \chi + f - 1)^2}, \quad \frac{\partial C_{1,i}}{\partial A_1} = -\frac{\left\{ Dr_i^{z_2} + A_2 r_0^{z_2} [\Phi - q(r_i)] \right\} r_0^{z_1} r_i^{z_2}}{L^2}, \quad \frac{\partial A_1}{\partial E_M} = \frac{\partial A_2}{\partial E_M} = \frac{\lambda_H \chi}{r_0},$$

$$\frac{\partial C_{1,i}}{\partial A_2} = \frac{A_1 [\Phi - q(r_i)] r_0^{z_1+z_2} + Dr_i^{z_1+z_2} r_0^{z_2}}{L^2}, \quad \frac{\partial C_{1,i}}{\partial \Phi} = \frac{A_2 r_0^{z_2}}{L}, \quad \frac{\partial \Phi}{\partial E_M} = -\frac{\sigma_H \lambda_c \chi}{(\lambda_c E_M \chi + f - 1)^2},$$

$$\frac{\partial C_{2,i}}{\partial C_{1,i}} = -r_i^{z_1-z_2}, \quad \frac{\partial z_1}{\partial E_M} = 0,5 \lambda_c \chi (\lambda_c \chi E_M)^{-0,5}, \quad \frac{\partial z_2}{\partial E_M} = -0,5 \lambda_c \chi (\lambda_c \chi E_M)^{-0,5}, \quad \frac{\partial C_{2,i}}{\partial \Phi} = -r_i^{-z_2}.$$

В полученных выражениях  $\lambda_c$ ,  $\chi$  – соответственно коэффициент податливости и коэффициент заполнения слоя;  $f$  – коэффициент трения между слоями [1].

Производная по намоточному напряжению  $\sigma_H$  равна:

$$\frac{\partial q}{\partial \sigma_H} = \frac{\partial \Phi}{\partial \sigma_H} = \frac{\partial}{\partial \sigma_H} \left( \frac{\sigma_H}{\lambda_c \chi E_M + f - 1} \right) = \frac{1}{(\lambda_c \chi E_M + f - 1)}, \quad (10)$$

Для вычисления остаточного члена  $R_2$  функции  $q(r_i, E_M, \sigma_H)$ : необходимо найти вторые производные для

$$R_2 = \frac{1}{2} \left[ \frac{\partial^2 q}{\partial r_i^2} (\Delta r_i)^2 + \frac{\partial^2 q}{\partial E_M^2} (\Delta E_M)^2 + \frac{\partial^2 q}{\partial \sigma_H^2} (\Delta \sigma_H)^2 + 2 \frac{\partial^2 q}{\partial E_M \partial r_i} \Delta r_i \Delta E_M + 2 \frac{\partial^2 q}{\partial \sigma_H \partial E_M} \Delta \sigma_H \Delta E_M + 2 \frac{\partial^2 q}{\partial \sigma_H \partial r_i} \Delta \sigma_H \Delta r_i \right]. \quad (11)$$

В соответствии с (6):

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 q}{\partial r_i^2} = & C_{1,i} r_i^{z_1-2} (z_1^2 - z_1) + C_{2,i} r_i^{z_2-2} (z_2^2 - z_2) + 2z_1 r_i^{z_1-1} \frac{\partial C_{1,i}}{\partial r} + 2z_2 r_i^{z_2-1} \frac{\partial C_{2,i}}{\partial r} + \\ & + r_i^{z_1} \frac{\partial^2 C_{1,i}}{\partial r^2} + r_i^{z_2} \frac{\partial^2 C_{2,i}}{\partial r^2}. \end{aligned} \quad (12)$$

Используя выражение (7), находим:

$$\frac{\partial^2 q}{\partial E_M^2} = \frac{\partial^2 q}{\partial C_{1,i}^2} \frac{\partial^2 C_{1,i}}{\partial E_M^2} + \frac{\partial^2 q}{\partial C_{2,i}^2} \frac{\partial^2 C_{2,i}}{\partial E_M^2} + \frac{\partial^2 q}{\partial z_1^2} \frac{\partial^2 z_1}{\partial E_M^2} + \frac{\partial^2 q}{\partial z_2^2} \frac{\partial^2 z_2}{\partial E_M^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial E_M^2}, \quad (13)$$

где  $\frac{\partial^2 q}{\partial C_{1,i}^2} = \frac{\partial^2 q}{\partial C_{2,i}^2} = 0$ ;  $\frac{\partial^2 q}{\partial z_1^2} = C_{1,i} r^{z_1} \ln r_i^2$ ;  $\frac{\partial^2 z_1}{\partial E_M^2} = -\frac{0,25 \lambda_c^2 \chi^2}{(\lambda_c \chi E_M)^{3/2}}$ ;  $\frac{\partial^2 q}{\partial z_2^2} = C_{2,i} r^{z_2} \ln r_i^2$ ;

$$\frac{\partial^2 z_2}{\partial E_M^2} = \frac{0,25 \lambda_c^2 \chi^2}{(\lambda_c \chi E_M)^{3/2}}; \quad \frac{\partial^2 \Phi}{\partial E_M^2} = \frac{\sigma_H \lambda_c^2 \chi^2}{(\lambda_c E_M \chi + f - 1)^3}.$$

Последняя из несмешанных производных  $\frac{\partial^2 q}{\partial \sigma_H^2} = 0$ . Аналогично находим сме-

шанные производные. Если обозначить  $dq/dr_i = q'_r$ , то смешанная производная:

$$\frac{\partial^2 q}{\partial E_M \partial r_i} = \frac{\partial q'_r}{\partial E_M} = \frac{\partial q'_r}{\partial C_{1,i}} \frac{\partial C_{1,i}}{\partial E_M} + \frac{\partial q'_r}{\partial z_1} \frac{\partial z_1}{\partial E_M} + \frac{\partial q'_r}{\partial C_{2,i}} \frac{\partial C_{2,i}}{\partial E_M} + \frac{\partial q'_r}{\partial z_2} \frac{\partial z_2}{\partial E_M},$$

где  $\frac{\partial q'_r}{\partial C_{1,i}} = z_1 r_i^{z_1-1}$ ;  $\frac{\partial q'_r}{\partial z_1} = C_{1,i} r_i^{z_1-1} (1 + z_1 \ln r_i) +$   
 $+ r_i^{z_1} \ln(r_i) \frac{\partial C_{1,i}}{\partial r_i}$ ;  $\frac{\partial q'_r}{\partial C_{2,i}} = z_2 r_i^{z_2-1}$ ;  
 $\frac{\partial q'_r}{\partial z_2} = C_{2,i} r_i^{z_2-1} (1 + z_2 \ln r_i) + r_i^{z_2} \ln(r_i) \frac{\partial C_{2,i}}{\partial r_i}$ , а

производные  $\frac{\partial C_{1,i}}{\partial E_M}$  и  $\frac{\partial C_{2,i}}{\partial E_M}$  вычисляются

в соответствии с (8) и (9). Две последних смешанных производных из (11) равны соответственно:

$$\frac{\partial^2 q}{\partial \sigma_H \partial E_M} = -\frac{\lambda_c \chi}{(\lambda_c E_M \chi + f - 1)^2} \quad \text{и} \quad \frac{\partial^2 q}{\partial \sigma_H \partial r_i} = 0.$$

Остаточный член  $R_2$ , вычисленный в соответствии с выражением (11), сравни-

ваем с линейным членом разложения (1). При вычислениях используем численные значения кинематических и других параметров из [1], а значения погрешностей прямых измерений аргументов принимаем не превышающими 3,5%, при этом, по-

$$R_2 < \frac{\partial q(r, E_M, \sigma_H)}{\partial r} \Delta r + \frac{\partial q(r, E_M, \sigma_H)}{\partial E_M} \Delta E_M + \frac{\partial q(r, E_M, \sigma_H)}{\partial \sigma_M} \Delta \sigma_M,$$

поэтому линеаризация возможна.

Частные производные линейного члена разложения функции  $q(r, E_M, \sigma_H)$  в ряд называются коэффициентами влияния [3]. Числовые значения этих коэффициентов зависят от параметров наматываемой пряжи и формируемой в результате намотки паковки. Превалирующее влияние на погрешность оказывает релаксационный модуль упругости, причем его влияние настолько больше, по сравнению с радиусом намотки и намоточным напряжением, что влиянием последних можно пренебречь. Например, ко-

скольку влияние погрешности измерения радиуса намотки и его вариативности рассматриваются совместно, выполняем суммирование этих двух случайных величин в соответствии с правилами [10]. В результате сравнения устанавливаем, что

эффицент влияния по релаксационному модулю упругости на три порядка превышает коэффициент по намоточному напряжению, а в сравнении с коэффициентом влияния радиуса намотки превышение еще больше.

В табл. 1 приведены значения коэффициента влияния и относительной погрешности косвенного измерения давления в слое, вычисленные при доверительной вероятности 0,95 в соответствии с рекомендациями из [3].

Таблица 1

Коэффициент заполнения слоя $\chi$	Коэффициент влияния $\left  \frac{\partial q(r, E_M, \sigma_H)}{\partial E_M} \right $	Относительная погрешность, %
0,224	1,019	7,6
0,306	0,503	3,8
0,340	0,347	2,6

Из табл.1 следует, что с уменьшением коэффициента заполнения слоя погрешность измерения давления возрастает. Для достижения принятой в расчетах погрешности релаксационного модуля упругости требуется его непрерывный контроль в процессе наматывания. В противном случае в соответствии с (5) его относительное изменение достигает половины изменения натяжения и составляет 30,5%, что обуславливает погрешность вычисления давления 66,4% при коэффициенте заполнения 0,224.

Влияние коэффициента заполнения слоя на величину погрешности свидетельствует о необходимости включения в алгоритм расчета послойного определения плотности

намотки и коэффициента заполнения слоя. Значительные колебания натяжения в партионном сновании вызывают изменения модуля упругости наматываемой на паковку пряжи и, как следствие, изменение параметров НДС сновального вала. Выполненные численные расчеты позволяют оценить чувствительность давления в слое и к другим изменяющимся параметрам процесса снования.

## В Ы В О Д Ы

1. На величину погрешности в выбранной модели НДС партионной сновальной паковки превалирующее влияние оказывает релаксационный модуль упругости пряжи.

2. Снижение погрешности косвенного



измерения давления в слое намотки сновального вала возможно при включении в алгоритм вычисления давления расчетных соотношений для плотности намотки и коэффициента заполнения слоя, а также при использовании дополнительных информационных каналов, уточняющих значение модуля упругости наматываемой пряжи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеев В.А., Вайнер И.И., Ерошкин Ю.В. Расчет паковок рулонного типа на основе кинематических параметров наматывания // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1988, № 1. С. 29...32.
2. МИ 2083-90 ГСИ. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей.
3. Рабинович С.Г. Погрешности измерений. – Л.: Энергия, 1978.
4. Сухарев В.А., Матюшев И.И. Расчет тел намотки. – М.: Машиностроение, 1982.
5. Степанов В.А. Экспериментальное опреде-

ление радиальных давлений и перемещений в цилиндрических текстильных паковках // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1976, № 6. С. 130...132.

6. Кулида Н.А., Линькова Л.В., Кулида А.Н. Косвенные измерения параметров намотки пряжи на партионной сновальной машине // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 6. С. 103...107.

7. Справочник по хлопкоткачеству / Э.А. Оников, П.Т. Букаев, А.П. Алленова и др.; под. общ. ред. Э.А. Оникова. – М.: Легкая индустрия, 1979.

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

9. Налетов В.В. Зависимость между деформацией и усилием в текстильных материалах в условиях кратковременных нагрузжений // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1975, № 4. С. 20...24.

Рекомендована кафедрой автоматики и радиоэлектроники. Поступила 31.01.11.

УДК 677.024.1:531.1

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТКАНИ МЕТОДАМИ СТРУКТУРНОЙ МЕХАНИКИ

## DESIGNING OF A FABRIC BY THE METHODS OF STRUCTURAL MECHANICS

В. П. ЩЕРБАКОВ, А. П. БОЛОТНЫЙ, Б. М. ФОМИН  
V.P. SHCHERBAKOV, A.P. BOLOTNY, B.M. FOMIN

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

*Дана теория двухосного растяжения ткани с учетом растяжимости нитей основы и утка и изменения структуры ткани при деформировании. Поставлена и решена задача расчета деформаций и возникающих при растяжении ткани нагрузок при заданной структуре ткани, плотности по основе и утку, линейных плотностях нитей, их деформационных характеристиках.*

*The theory of a fabric biaxial stretching subject to extensibility of warp and weft threads and a fabric structure change under deformation is represented. The problem of calculation of deformation and arising charges under a fabric stretching at the set fabric structure, warp and weft density, linear density of threads, their deformation characteristics, is delivered and solved.*

**Ключевые слова:** нить, ткань, основа, уток, растяжение, деформация, натяжение, нелинейная механика, жесткость, порядок фазы строения.

**Keywords:** a thread, a fabric, warp, weft, stretching, deformation, tension, nonlinear mechanics, rigidity, an order of a structure phase.

Типичная процедура проектирования ткани заключается в установлении строения элементарной ячейки, определении ее геометрических параметров и их количественных соотношений между собой. Заметим что наряду с модными в 70-х годах прошлого столетия методами планирования эксперимента в последнее время в расчетах ткани появились методы теории размерностей. Но положенные в их основу идеи построения моделей не могут внести какой-либо существенный вклад в проектирование любых текстильных материалов, так как и в планировании, и в теории размерностей полностью игнорируется механизм явлений, возникающих в том или ином объекте и процессе. В методологии проектирования можно встретить два основных подхода: геометрический и механический. Первый метод стал преобладающим, его можно найти во многих учебниках и книгах по технологии ткачества и смежных областей текстильной промышленности, а также нашел применение для технического проектирования и расчета композитов с пространственными волокнистыми армирующими каркасами. Сторонники второго метода и, в первую очередь проф. С.Д. Николаев, указывают, что при проектировании тканей необходимо иметь функциональные зависимости между параметрами строения ткани и технологическими параметрами ее изготовления на ткацком станке [1]. При формировании ткани на станке нити подвергаются значительным нагрузкам, особенно в процессе прибивания утка к опушке ткани, когда бердо вдавливают уток между сильно натянутыми нитями основы. Формирование ткани построено таким образом, чтобы сохранить образованную при этом структуру даже после снятия ткани со станка. Поэтому в расчетах следует принять двухосное деформирование ткани, растяжение

нитей основы и утка, изменение профиля сечения нити.

Основу анализа должны составлять определение и количественное описание геометрической элементарной ячейки ткани. На первом этапе проектирования рассмотрим ткань в свободном состоянии, то есть внешняя нагрузка отсутствует. При этом следует иметь в виду, что реальная ткань существует как цельное физическое плоское тело вследствие взаимодействия между собой нитей основы и утка. Стремление изогнутой в ткачестве упругой нити восстановить естественную прямолинейную форму приводит к возникновению усилий, действующих в области контакта перекрещивающихся нитей. Результирующей распределенных здесь сил является сила, которая является следствием взаимодействия двух соприкасающихся нитей. Параметры, определяющие напряженно-деформированное состояние ненагруженной ткани, существенно зависят от жесткости при изгибе нитей основы и утка. Из-за большой кривизны обеих систем нитей методы сопротивления материалов непригодны, и описание состояния ткани будем проводить методами геометрически нелинейной теории упругой нити, где осевая линия нити принимается нерастяжимой. Расчетная схема приведена на рис.1.

Длина упругой линии неизвестна, но задано расстояние между опорами. Жесткость нити при изгибе определена по методике [2]. В данном случае анализ модели проводится на примере технической ткани полотняного переплетения, выработанной из крученой пряжи в два сложения линейной плотности  $50 \times 2$  текс. Жесткость при изгибе нити равна  $H = 1,2 \text{ сН} \cdot \text{мм}^2$ . Наша задача сводится к рассмотрению изгиба консольной упругой нити на участке 01 (рис.1) [2], [3].

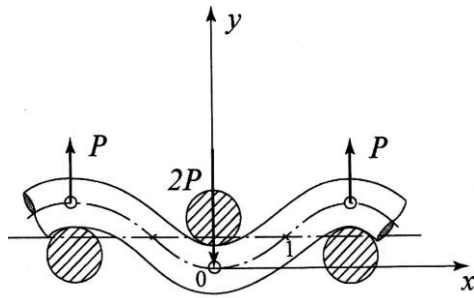


Рис. 1

При плотности ткани по основе  $P_o = 127$  нитей/дм и  $P_y = 125$  плотности по утку координаты  $x_1 = 0,394$  мм и  $y_1 = 0,191$  мм. Вторая координата определена экспериментально по микросрезам ткани доцентом кафедры МТВМ МГТУ им. А.Н. Косыгина А.А. Ликучевой. Величина  $y_1$  реально отличается от радиуса  $R = 0,2$  мм исходной нити. Уже отмечалось, что в деформированном состоянии изменяются диаметры нитей из-за возникающих в них натяжений. Уменьшение  $\delta$  диаметра нити при деформировании ткани – функция сжимающей силы  $F_s$  [4]. Кривая  $\delta = \delta(F_s)$  приведена на рис. 2.

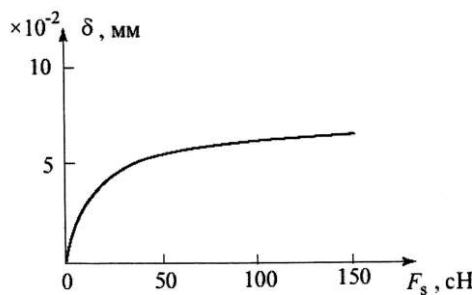


Рис. 2

В случае аппроксимации кривой  $\delta = \delta(F_s)$  степенной функцией при  $F_s = 8,8$  сН диаметр уменьшается на  $0,017$  мм и  $y_1 = (0,399 - 0,017) / 2 = 0,191$  мм. Значение  $F_s$  пока неизвестно, но, как будет показано позже, величина сжимающей силы даже в свободном состоянии ткани, то есть при отсутствии внешней нагрузки, составляет  $8,8$  сН.

Длина осевой линии нити  $\ell_0$  неизвестна и подлежит определению так же, как и угол  $\varphi$  между осью нити и нейтральной линией структуры в точке 1. Уравнения

для вычисления четырех неизвестных  $\ell_0$ ,  $P$ ,  $k$ ,  $\alpha_0$  приведены в [2], [3]:

$$F(k) - F(\alpha_0) = \omega, \quad k \sin \alpha_0 = \frac{\sqrt{2}}{2},$$

$$\frac{y_1}{\ell_0} = 1 - \frac{2}{\omega} [F(k) - F(\alpha_0)], \quad (1)$$

$$\frac{x_1}{\ell_0} = \frac{2}{\omega} k \cos \alpha_0.$$

Здесь введены обозначения:

$$F(k) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \alpha}} d\alpha,$$

$$F(\alpha_0) = \int_0^{\alpha_0} \frac{1}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \alpha}} d\alpha,$$

$$\omega = \sqrt{\frac{P \ell_0^2}{H}}.$$

Длина осевой линии участка  $01 = \ell_0$  равна  $0,447$  мм. Тогда можно вычислить уработку основной нити:

$$a_o = \frac{\ell_0 - x_1}{\ell_0} \cdot 100 = \frac{0,447 - 0,394}{0,447} \cdot 100 = 11,76 \%$$

Угол  $\varphi$  наклона касательной в конечной точке 1:

$$\varphi = 2 \arcsin k - \frac{\pi}{2} = 0,668 \text{ рад} = 38,265^\circ.$$

Решение системы (1) дает  $P = 8,8$  сН. Но что гораздо важнее, так это то, что длина упругой линии не зависит от жесткости нити при изгибе. При тех же координатах точек 0 и 1 длина осевой линии участка  $01 = \ell_0$  равна по-прежнему  $0,447$  мм. Объяснение этого важного явления можно найти в статье G.A.V. Leaf 1957 года.

Рассмотрим теперь двухосное растяжение ткани под действием растягивающих нагрузок, направленных вдоль нитей основы и утка. К этой задаче теория упругих нитей неприменима, поскольку в качестве одной из основных гипотез этой теории

полагается нерастяжимость оси нити. Натяжение нити, возникающее при деформировании ткани, выпрямляет изогнутую нить. Реальная структура заменяется моделью, в которой оси основы и утка – прямые линии с точкой перегиба в центре перекрытия нитей [4] (рис. 3).

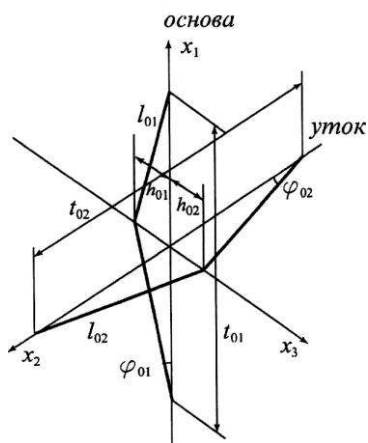


Рис. 3

Обозначим длину (шаг) структурного элемента вдоль  $x_1$  через  $t_{01}$ , вдоль  $x_2$  – через  $t_{02}$ . В дальнейшем индекс 0 соответствует недеформированному состоянию, индекс 1 – величине, относящейся к нитям основы, индекс 2 – к нитям утка. Шаг связан с плотностью нитей  $P$  (число нитей на 10 дециметров) соотношением:

$$t_{0i} = \frac{100}{P_i} \quad (i = 1, 2). \quad (2)$$

Расстояние между нейтральной линией структуры и осью нити в точке перегиба в направлении толщины нити –  $h_{0i}$ .

Напряжение в нити  $\sigma_f$ , вызванное ее растяжением, связано с деформацией  $\varepsilon_f$  степенной зависимостью  $\sigma_f = E\varepsilon_f^m$ . Полное представление о свойствах нити при одноосном растяжении дает диаграмма растяжения  $\sigma \sim \varepsilon$  (термин «диаграмма» принят во всей технической литературе). Испытания нити проведены на машине FP-100/1. Аппроксимация кривой растяжения проведена методами численной оптимизации. Общепринятым при решении задач выравнивания или сглаживания является метод наименьших квадратов:

$\sum_{i=1}^n (\sigma_{i0} - E\varepsilon_i^m)^2 \rightarrow \min$ . Решением оптимизационной задачи являются  $E = 0,349$  ГПа и  $m = 0,551$ .

Дальнейшее описание напряженно-деформированного состояния ткани непосредственно на ткацком станке в процессе ткачества основано на работе Kawabata, Niwa, Kawai [4].

На границах ткани действует растягивающая сила  $f_i$ . Если на длину ткани приходится  $n_i$  нитей, то на конце одной нити по оси  $x_i$  действует сила  $F_i = f_i / n_i$  (рис. 4).

При растяжении ткани по обеим осям в нитях возникает натяжение  $T_{fi}$ , связанное с силой, действующей на ткань, зависимостью

$$F_i = T_{fi} \cos \varphi_i, \quad (3)$$

где  $\varphi_i$  – угол между осью нити и нейтральной линией структуры в деформированном состоянии (рис. 4).

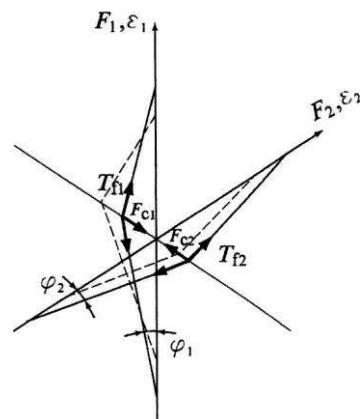


Рис. 4

При моделировании растяжения ткани полагаем, что расстояния между нитью основы и нитью утка на линии их контакта сохраняются постоянными при условии неизменяемых поперечных размеров нитей:

$$h_1 + h_2 = h_{01} + h_{02}. \quad (4)$$

Начальное положение нитей основы и утка, когда внешняя нагрузка на ткань отсутствует, на рис. 4 показано пунктирными

линиями. На ткацком станке в процессе формирования ткани при большем натяжении основных нитей уток смещается в направлении равнодействующей натяжений  $T_{f1}$  изогнутых на утке ветвей основной нити, то есть в направлении толщины ткани (ось  $x_3$ ). Конечное взаимное расположение нитей изображено на этом рисунке сплошной линией. Если в результате изменения натяжения обеих систем нитей в ткачестве устанавливается расстояние  $h_1$  между нейтральной линией структуры и осью основной нити в точке перегиба, то для уточной нити  $h_2 = h_{01} + h_{02} - h_1$ .

Напомним, что на данном этапе работы поставлена задача расчета деформаций и возникающих при двухосном растяжении ткани сил при заданной структуре ткани, плотности по основе и утку  $P_i$ , линейных плотностях нитей  $T_i$ , их деформационных характеристиках. Натяжение нити определяется ее деформацией в соответствии с выражением  $\sigma = E\varepsilon^m$ :

$$T_{fi} = E_i \varepsilon_{fi}^m \frac{T_i}{\rho_i}. \quad (5)$$

Деформация ткани  $\varepsilon_i$  связана с деформацией нити  $\varepsilon_{fi}$  зависимостью:

$$\varepsilon_{fi} = \frac{\ell_i}{\ell_{0i}} - 1 = \frac{t_{0i}}{2} \sqrt{\left(\frac{2h_i}{t_{0i}}\right)^2 + (1 + \varepsilon_i)^2} - 1. \quad (6)$$

Ранее отмечено, что реальная структура ткани заменяется моделью, в которой оси основы и утка – прямые линии с точкой перегиба в центре перекрытия нитей. Форма и длина нити в структурном элементе уже определены в первой части работы, где рассматривалось свободное состояние ткани. Эта длина нити основы  $\ell_{01} = 0,447$  мм подвергается растяжению при нагружении ткани. Изогнутая нить выпрямляется. При начальной длине нити  $\ell_{01}$  и шаге структурного элемента  $t_{01}$  вычисляется расстояние между нейтральной линией структуры и осью нити вдоль оси  $x_3$  в точке перегиба:  $h_{01} = \sqrt{\ell_{01}^2 - (t_{01}/2)^2} = 0,21$  мм. Нить утка находится в равновесии под действием сил натяжения  $T_{f2}$  и реакции  $N$  нити основы, направленной по оси  $x_3$  в точке контакта нитей основы и утка. На нить основы действует реакция  $N'$  нити утка, равная по модулю и направленная противоположно силе  $N$ . Обе реакции уравниваются силами давления нитей друг на друга, которые сжимают нити и вызывают смещение обеих систем нитей по оси  $x_3$  (рис. 4). В деформированном состоянии  $h_2 = h_{01} + h_{02} - h_1$ . Сжимающая сила связана с натяжением нити соотношением  $F_{c1} = 2T_{fi} \sin \varphi_i$ . Здесь

$$\sin \varphi_i = \frac{h_i}{\sqrt{h_i^2 + \left[\frac{(1 + \varepsilon_i)t_{0i}}{2}\right]^2}} = \frac{2h_i / t_{0i}}{\sqrt{\left(\frac{2h_i}{t_{0i}}\right)^2 + (1 + \varepsilon_i)^2}}. \quad (7)$$

Из равенства  $F_{c1} = F_{c2}$  или

$$\left(E_1 \varepsilon_{f1}^m \frac{T}{\rho}\right) \frac{4h_1 / t_{01}}{\sqrt{\left(\frac{2h_1}{t_{01}}\right)^2 + (1 + \varepsilon_1)^2}} = \left(E_2 \varepsilon_{f2}^m \frac{T}{\rho}\right) \frac{4(h_{01} + h_{02} - h_1) / t_{02}}{\sqrt{\left[\frac{2(h_{01} + h_{02} - h_1)}{t_{02}}\right]^2 + (1 + \varepsilon_2)^2}} \quad (8)$$

и соотношений (6) при деформации ткани вдоль утка  $\varepsilon_2 = 0$  получаем выражение для определения  $h_1, \varepsilon_{f1}, \varepsilon_{f2}, \varepsilon_1$ .

Обратимся теперь к процессу ткачества непосредственно на станке. В предыдущем абзаце записаны соотношения для деформации  $\varepsilon_2 = 0$ . Действительно, ткань при формировании на станке находится в условиях двухосного растяжения под действием шпаруток. В противном случае кромки принимают криволинейную форму, и натяжение нитей основы по ширине станка существенно различно. В начале статьи отмечено, что формирование ткани построено таким образом, чтобы сохранить образованную структуру даже после снятия ткани со станка. Для этого все ткани за малым исключением вырабатываются с заступом, когда закрывающийся зев фиксирует прибитую к опушке ткани нить утка. Тогда в равенство (8) введем натяжение основы при приборе  $T_{f1} = E_1 \varepsilon_{f1}^m \frac{T_1}{\rho_1}$ , определяемое формулой (5), в момент прибора. В это же равенство (8) запишем натяжение утка  $T_{f2} = E_2 \varepsilon_{f2}^m \frac{T_2}{\rho_2}$ .

Приведенные выше исходные и вычисленные параметры ткани относятся к технической ткани, выработанной на станке при натяжении нити основы в процессе прибора  $T_{f1} = 80$  сН и натяжении утка  $T_{f2} = 70$  сН. В этих условиях формирования ткани на станке из решения равенств (6) и (8) получаем  $\varepsilon_1 = 0,015$  и  $h_1 = 0,199$  мм. Тогда  $h_2 = h_{01} + h_{02} - h_1 = 0,238$  мм.

Длина элемента основы в деформированном состоянии становится равной

$$\ell_1 = \frac{t_{01}}{2} \sqrt{\left(\frac{2h_1}{t_{01}}\right)^2 + (1 + \varepsilon_1)^2} = 0,446 \text{ мм.}$$

При этом изменяется и длина полуволны изгиба основы:  $t_1 = t_{01}(1 + \varepsilon_1) = 0,799$  мм. Напомним, что для учета деформационных характеристик нити и ткани реальная форма нитей основы и утка была преобразована в прямую. Теперь, зная геометрические параметры ткани в деформированном со-

стоянии, которые со временем изменяются сравнительно немного, опять перейдем от прямолинейной формы нити к реальной криволинейной, описываемой, как показано выше, эллиптическими функциями.

Прежде всего учтем, что при деформировании изменились размеры элемента основы и утка. Для вычисления амплитуды волны изгиба  $\tilde{h}_1$  воспользуемся той же системой уравнений (1), заменив в ней  $\ell_0$  на  $\ell_1$  и  $x_1$  на  $\tilde{x}_1 = t_1 / 2$ :

$$F(k) - F(\alpha_0) = \omega_1, \quad k \sin \alpha_0 = \frac{\sqrt{2}}{2},$$

$$\frac{\tilde{y}_1}{\ell_1} = 1 - \frac{2}{\omega_1} [F(k) - F(\alpha_0)], \quad \frac{\tilde{x}_1}{\ell_1} = \frac{2}{\omega_1} k \cos \alpha_0. \quad (9)$$

Решение дает  $\tilde{y}_1 = 0,18$ ,  $P = 8,8$  сН. Амплитуда волны изгиба основной нити  $\tilde{h}_1 = 2\tilde{y}_1 = 0,36$  мм.

Аналогично рассчитывается амплитуда уточной нити. При этом длина элемента в деформированном состоянии:

$$\ell_2 = \frac{t_2}{2} \sqrt{\left(\frac{2h_2}{t_2}\right)^2 + 1} = 0,465.$$

Тогда из (9) с учетом замены индексов 1 (основная нить) на 2 (уточная нить) и том же контактном взаимодействии  $P = 8,8$  сН получаем  $\tilde{y}_2 = 0,22$  и соответственно  $\tilde{h}_2 = 0,44$  мм.

Наконец, вычисляем соотношение амплитуд волн изгиба основной и уточной нитей  $s = \frac{\tilde{h}_1}{\tilde{h}_2} = 0,818$  и порядок фазы строения ткани:

$$PFS = \frac{9s + 1}{s + 1} = 4,6. \quad (10)$$

Таким образом, получено описание двухосного растяжения ткани полотняного переплетения. Вследствие деформирования ткани изменяются параметры структуры элемента ткани и взаимное расположе-

ние нитей основы и утка. В зависимости от натяжения обеих систем нитей изменяются и амплитуды волн изгиба основной и уточной нитей и, следовательно, порядок фазы строения, который в значительной мере определяет деформационные и механические свойства ткани. В теории других структур, таких как саржа, сатин и т.п., может быть использована изложенная здесь теория. Предлагаемая теория позволяет объяснить механизм явлений при деформировании и нагружении полотна и управлять процессом ткачества для получения ткани с заданными свойствами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Николаев С.Д.* Прогнозирование технологических параметров изготовления тканей заданного строения и разработка методов их расчета: Дис. ...докт. техн. наук. – М.: МТИ им. А.Н. Косыгина, 1988.
2. *Щербаков В.П., Скуланова Н.С.* Основы теории деформирования и прочности текстильных материалов: Монография. – М., 2008.
3. *Попов Е.П.* Теория и расчет гибких упругих стержней. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986.
4. *Kawabata S., Niwa M., Kawai H., J.* // Text. Inst. – 64, 1973, 21.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 31.01.11.

---

УДК 338.242.2

**ОБУЧЕНИЕ ПЕРСОНАЛА И ПЕРЕДАЧА НОВЫХ ЗНАНИЙ  
В СТРАТЕГИИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА  
ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ**

**THE STAFF TRAINING AND TRANSFER OF NEW KNOWLEDGE  
IN THE STRATEGY OF EFFICIENCY INCREASING  
USING THE INTELLECTUAL POTENTIAL  
OF TEXTILE ENTERPRISES**

*С.Д. НИКОЛАЕВ, А.В. ЗАЙЦЕВ, В.В. БАРАНОВ, И. КРАФТ*  
*S.D. NIKOLAEV, A.V. ZAITSEV, V.V. BARANOV, I. KRAFT*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина,  
Академия народного хозяйства при Правительстве Москвы,  
Технический университет, г.Либерец, Чехия)  
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin",  
The Academy of National Economy under the Government of Moscow,  
Technical University of Liberec, Czech Republic)  
E-mail: nsd@msta.ac.ru

*В статье исследованы механизмы и выявлены факторы использования обучения и форм передачи новых знаний для формирования и развития интеллектуальных возможностей персонала предприятий инновационной направленности. Рассмотрены факторы повышения конкурентоспособности предприятий текстильной отрасли. Обосновывается значение процесса обучения и передачи знаний в повышении интеллектуального потенциала.*

*The mechanisms and factors of using training and forms of new knowledge transfer for forming and development of intellectual possibilities of the staff of innovated textile enterprises are probed and revealed in the article. The factors of increasing of textile enterprises competitiveness are considered. The meaning of training process and knowledge transfer for intellectual potential increasing is proved herein.*

**Ключевые слова:** знания, инновации, интеллектуальный потенциал, интеллектуальные ресурсы, конкурентное преимущество, конкурентная стратегия, обучение персонала.

**Keywords:** knowledge, innovations, intellectual potential, intellectual resources, competitive advantage, competitive strategy, staff training.



В современных условиях требования рынка по созданию новых продуктов и технологий определяют инновационную направленность предприятий национальной экономики. Конкурентоспособность и эффективность хозяйственно-экономической деятельности предприятия в настоящее время определяются долей выпускаемой продукции, производство которой основано на знаниях. Переход предприятий текстильной промышленности на инновационную модель развития ориентирован на увеличение выпуска качественной продукции нового поколения. Поэтому в инновационной экономике особое значение приобретает развитие персонала предприятия, обладающего высоким интеллектуальным потенциалом. Такая концепция деятельности предприятий текстильной и легкой промышленности воплощена в Государственной инновационной доктрине страны и Стратегии развития легкой промышленности России до 2020 года. Для достижения поставленных задач, сформулированных в Стратегии развития легкой промышленности России до 2020 года, современное производство инновационного продукта требует от персонала предприятий отрасли наличие профессиональной компетентности и высокого интеллектуального потенциала [1...8].

Отход от системы профессионально-технической подготовки кадров для индустриальной экономики в период существования планового способа управления отечественным народным хозяйством, отсутствие притока молодых кадров и старение квалифицированного персонала оказало особенно негативное воздействие на эффективность деятельности предприятий текстильной промышленности. Такое положение с профессиональными кадрами привело к проблемам в сферах разработки технологических инноваций и выпуска новых продуктов для потребительского рынка текстильных изделий. Наличие дефицита качественно подготовленного персонала даже при условии обладания предприятиями текстильной отрасли ресурсной базой не позволяет им обеспечить внедрение продуктовых иннова-

ций и технологическое обновление производства.

Не только наследие индустриальной экономики оказало влияние на возникновение такого дефицита. Отрицательную роль в формировании интеллектуальных ресурсов для высокотехнологичного сектора зарождающейся экономики знаний сыграла недостаточно ориентированная на конечные результаты система подготовки специалистов. Устранение перечисленных негативных факторов и реализация требований хозяйствующих субъектов текстильной отрасли к уровню образования и качеству подготовки специалистов возложено Федеральной целевой программой на 2009-2013 годы "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на образовательные учреждения страны. На основании Стратегии развития легкой промышленности России до 2020 года формирование интеллектуальных ресурсов предприятия должно ориентироваться на:

- новые подходы и методы обучения сотрудников;
- внедрение механизмов вовлечения персонала в инновационную деятельность;
- создание системы обмена знаниями, информацией и опытом в инновационной сфере;
- преимущество в научных изысканиях.

Эффективность использования интеллектуального ресурса в значительной степени влияет на величину и динамику роста рыночной стоимости предприятия. Поэтому основные усилия в сфере управления персоналом предприятия инновационной направленности должны быть сфокусированы на решении таких задач, как обеспечение роста профессионализма персонала, улучшении межличностных отношений, росте коммуникабельности, снижении сопротивлений различным нововведениям и т.д. Важную роль в повышении эффективности использования интеллектуального потенциала играют методы, основанные на процессном подходе к управлению. Эти методы предполагают установление личной ответственности каждого сотрудника при реализации того или иного бизнес-процесса, а

также определение доли структурного подразделения предприятия (а в идеале каждого сотрудника) в интегральном результате.

Решение этих задач входит в обязанности как руководства, так и менеджеров предприятия. Однако в условиях глобализации экономики, повышения уровня конкуренции на рынках наукоемкой продукции необходима профессиональная поддержка процесса формирования и реализации стратегии повышения интеллектуального потенциала. Поэтому на предприятиях текстильной отрасли необходимо создавать структурные подразделения, основной функцией которых станет разработка стратегии управления интеллектуальными ресурсами и интеллектуальным потенциалом. Для того чтобы эта стратегия обеспечивала эффективное развитие предприятия, ее надо интегрировать в общую конкурентную стратегию. Деятельность структур, создаваемых для управления интеллектуальными ресурсами и интеллектуальным потенциалом, необходимо строить на основе использования передовой отечественной и зарубежной методологии и опыта управления. Это предполагает деловое сотрудничество специалистов предприятий отрасли по организационному развитию с внешними консультантами и руководством предприятия. Такое сотрудничество способствует ускорению процессов обмена опытом, повышению эффективности обучения персонала при выполнении непосредственных должностных обязанностей. Кроме того, сотрудничество выступает в качестве катализатора повышения интеллектуального потенциала предприятия и развития деловой активности его персонала.

Такой подход к формированию стратегии управления интеллектуальным потенциалом и интеллектуальными ресурсами предприятия обеспечивает эффективное решение задач, возникающих в различных сферах его деятельности. Алгоритм решения этих задач должен быть интегрирован в общий механизм реализации конкурентной стратегии предприятия. В этой ситуации возникает задача разработки оригинальных программ обучения персонала, учитываю-

щих специфику деятельности, характерную для предприятий текстильной отрасли. При разработке программ необходимо принимать во внимание такие факторы, как способность конкретного сотрудника к восприятию новых знаний, возможность использования новых обучающих технологий (групповых тренингов, ролевых игр и т.д.) при проведении корпоративных занятий.

Содержание обучения и формы передачи новых знаний должны быть направлены на развитие интеллектуальных возможностей персонала предприятия. Преодоление тенденциозности мышления благодаря обучению положительно сказывается на качестве разработки управленческих решений и повышает степень оперативности их принятия. Этот результат обучения персонала для предприятия инновационной направленности крайне важен, так как известно, что принятие решений является не всегда рациональным и контролируемым управленческим процессом. Часто менеджментом предприятия принимаются решения под влиянием доминирующих у того или иного руководителя тенденций мышления. Эти тенденции, например, могут быть обусловлены действием следующих факторов:

- намеренного поиска подтверждений в пользу определенных предложений и пренебрежение информацией, которая свидетельствует о целесообразности рассмотрения других предложений. В этой ситуации руководитель, принимая решения, часто ориентируется на аналогии, в результате чего не учитываются вновь появившиеся факторы;

- приоритетного использования при принятии управленческого решения новых данных и игнорирования прежних данных. Иногда не учитываются даже те данные, которые в прошлом обуславливали принятие эффективных управленческих решений;

- приверженности руководителя устоявшимся схемам действия, излишней уверенности в своем опыте, амбициозной убежденности в правильности собственной точки зрения. В этой ситуации успех воспринимается руководителем как собственное умение принимать правильные решения,

а неудачи как результат невезения и чужих ошибок;

– часто при принятии управленческого решения руководитель излишне оптимистичен, в результате чего недооцениваются различные неопределенности и риски;

– и т.д.

Однако совокупность этих факторов может расширяться, если менеджмент предприятия будет уделять внимание решению только экономических вопросов. Например, в своих исследованиях О.Н. Мельников, обосновывая "Универсальную модель принятия управленческих решений человеком (обществом) при удовлетворении своих потребностей" и "Закон триединства энергий управления", обращает внимание на то, что принятие рациональных управленческих решений невозможно без постоянного развития знаний о фундаментальных Законах природы и без разработки на их базе новых технологий, которые являются основой для развития экономики и социальной среды существования человека [6]. В практической деятельности руководитель предприятия и персонал на подсознательном уровне используют не только законы природы (фундаментальные и прикладные науки, техника и технологии в различных отраслях народного хозяйства), но и социальные законы общества (в первую очередь, в таких сферах деятельности, как экономика, политология, культурология и т.д.). Поэтому при разработке, принятии и реализации управленческих решений менеджмент предприятия находится под постоянным воздействием этих законов.

Таким образом, если содержание обучения и формы передачи новых знаний, сосредоточенные на развитие интеллектуальных возможностей персонала предприятия, будут направлены на решение только экономических вопросов, то менеджмент часто становится ориентированным на принятие нерациональных управленческих решений. В этой связи создание методов обучения и формирование целевых программ, а также планирование корпоративных занятий на

предприятии должно проводиться при одновременном и равноценном развитии персонала и всех элементов Законов природы и общества. Такой подход создаст для менеджмента фундаментальную базу для принятия рациональных решений и усиления инновационной направленности конкурентной стратегии предприятия.

Учитывая тот факт, что принимаемые решения на различных уровнях управления инновационным предприятием, как правило, являются комплексными, затрагивая многие сферы деятельности предприятия и стоящие перед ним проблемы, требуется развитие многопланового мышления. На практике для этого часто используются специальные тренинги. Причем наиболее сложной задачей является тренинг лидеров. При решении этой задачи должны быть использованы передовые отечественные и зарубежные теоретические разработки, охватывающие такие сферы, как психология принятия управленческого решения, управление изменениями, организационное развитие и ряд других областей.

Приобретенный в процессе обучения опыт и знания способствуют не только успешной деятельности персонала, но и создают благоприятные условия для перехода предприятий текстильной отрасли на инновационную модель развития. Переход к такой модели должен способствовать обеспечению роста объемов производства конкурентоспособной продукции к 2020 году в 3,1 раза по отношению к уровню 2008 года и увеличению экспорта в 4,0 раза, объем которого в 2020 году составит порядка 3,0 млрд. долларов США. В период с 2009 по 2020 гг. за счет стимулирования инноваций ожидается внедрение по отрасли свыше 50 вновь разработанных технологий, в том числе мирового уровня, и выдача более 70 патентов, удостоверяющих новизну технологических решений. Доля товаров отечественного производства на российском рынке к 2020 году должна составить не менее 50 процентов, товаров инновационного характера и имеющих патентную защиту (товарный знак, полезная

модель) – не менее 46 процентов объема производимой продукции предприятиями текстильной и легкой промышленности [2].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральная целевая программа на 2009-2013 годы "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России". Утверждена постановлением Правительства Российской Федерации, № 568 от 28.07.2008.

2. Стратегия развития легкой промышленности России на период до 2020 года, разработана в соответствии с поручением Президента Российской Федерации от 3 июля 2008 года № Пр-1369 и поручением Правительства Российской Федерации от 15 июля 2008 года № ВП-П9-4244, утверждена Приказом Минпромторга России от 24 сентября 2009 г. № 853. – [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: [http://www.minprom.gov.ru/activity/light/strateg/3/STRATEGIYA\\_LEGKOY\\_2020.doc](http://www.minprom.gov.ru/activity/light/strateg/3/STRATEGIYA_LEGKOY_2020.doc)

3. Зайцев А.В., Баранов В.В., Крафт Й. Требования современной экономики к формированию интеллектуальных ресурсов предприятия // Креативная экономика. – 2009, № 4. С.15...22.

4. Каркошкина Т.А., Литвинова О.И. Компетентностный подход в подготовке студентов высших учебных заведений как фактор роста конку-

рентоспособности выпускников // Креативная экономика. – 2009, № 10. С.22...26.

5. Кельчевская Н.Р. Определение востребованного качества подготовки специалистов – основа эффективной деятельности вуза // Экономика образования. – 2006, №4. С.101...107.

6. Мельников О.Н. Универсальная модель принятия управленческих решений человеком (обществом) // Креативная экономика. – 2009, №12. С.87...90.

7. Николаев С.Д., Баранов В.В., Зайцев А.В., Крафт Й. Интеллектуальный ресурс как фактор эффективной деятельности высокотехнологичного предприятия в кризисной экономике / В кн.: Проблемы развития инновационно-креативной экономики / Сб. научн. ст. по итогам Междунар. научн. конф. – С.-Петербург, 19-20 мая 2009 г. / Под общ. ред. проф. Горелова Н.А., проф. Мельникова О.Н. – М.: Изд-во "Креативная экономика", 2009. С.302...315.

8. Смирнов С.В., Мостовой Е.Л. Стратегический кадровый потенциал предприятия: проблемы формирования, оценки, управления. Проекция на государственный уровень // Научн. тр. междунар. союза экономистов и вольного экономического общества России. – Том 9. – М.-СПб., 2009. С.131...137.

Рекомендована кафедрой ткачества МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 05.06.10.

УДК 658.51

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕСОМОСТИ КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ\*

#### DETERMINATION OF THE SIGNIFICANCE OF COMPETITIVE ADVANTAGES OF TEXTILE ENTERPRISE

*Е.В. ВОРОБЬЕВА, Н.А. ГРУЗИНЦЕВА*

*E.V. VOROBIEVA, N.A. GRUZINTSEVA*

(Ивановская государственная текстильная академия)

(Ivanovo State Textile Academy)

E-mail: ng@igta.ru

*В статье проведен анализ конкурентных преимуществ. С применением метода анализа иерархий выделены и ранжированы конкурентные преимущества текстильного предприятия.*

*The analysis of competitive advantages is carried out in the article. Using the method of the hierarchies analysis the competitive advantages of textile enterprise are marked out and ranked.*

**Ключевые слова:** конкурентоспособность, преимущество, текстильное предприятие, фактор, иерархия, весомость.

\* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Б.Н. Гусева.

**Keywords: competitiveness, advantage, a textile enterprise, a factor, hierarchy, significance.**

Для успешного функционирования промышленным предприятиям в рыночных условиях необходимо не только обновлять технологии и технологическое оборудование, изучать внутренний и внешний рынки, вести маркетинговые исследования, но и своевременно выявлять свои конкурентные преимущества, которые оказывают прямое воздействие на

собственную конкурентоспособность и определяют основные направления ее повышения.

По отношению к текстильным предприятиям факторы, оказывающие влияние на их конкурентные преимущества, можно классифицировать как внешние и внутренние [1].

Т а б л и ц а 1

Группа	Наименование	Весомость	
		частная	общая
Внешние			
Политико-правовая	Стабильная политическая обстановка в стране	0,30	0,30
	Поддержка Правительством РФ секторов экономики	0,20	
	Реализация Правительством РФ программы поддержки малого и среднего бизнеса	0,25	
	Ориентирование потребителей на товары отечественного производства	0,25	
Социальная	Выход на рынок гражданского ассортимента с достаточно дешевыми тканями с приемлемым качеством, восстановление прежних связей	0,50	0,20
	Создание региональных представительств	0,50	
Технологическая	Использование современных инновационных технологий	0,30	0,20
	Разработка новых видов продукции	0,30	
	Соответствие продукции международным стандартам	0,15	
	Замена изношенного технологического оборудования	0,25	
Экономическая	Стратегии расширения рынка и внедрение на рынок путем разработки новых видов тканых полотен и продукции для перспективных сегментов	0,40	0,30
	Привлечение инвестиций, расширение рынка мелкооптовых потребителей	0,60	
Внутренние			
Организация производства	Обновление ассортимента	0,45	0,20
	Повышение качества продукции	0,30	
	Совершенствование технологических процессов	0,25	
Кадровое обеспечение	Ориентация руководства на обеспечение конкурентоспособности предприятия	0,30	0,20
	Рациональное распределение прав и ответственности	0,15	
	Повышение квалификации кадров	0,30	
	Мотивирование персонала	0,25	
Сбытовая политика	Внедрение инструментов анализа конкуренции (оценка показателей, сбор информации, оценка продукции)	0,15	0,35
	Определение и проведение рекламной компании	0,10	
	Введение маркетинговой концепции по ценовой политике	0,20	
	Развитие сети сбыта в России и за рубежом	0,20	
	Увеличение объемов экспорта с целью нормализации движения наличных средств	0,10	
	Разработка новых каталогов и новых подборок образцов	0,15	
	Разработка привлекательной упаковки	0,10	
Финансовая стратегия	Использование новой системы определения цен, основанной на современных методиках	0,50	0,25
	Внедрение международных стандартов бухгалтерского учета	0,15	
	Применение компьютерной системы управленческого учета	0,35	

К внешним факторам относятся меры воздействия, которые позволяют сориентироваться производителю на рынке и определить дальнейшую стратегию развития предприятия: политико-правовые; социальные; технологические и экономические. Внутренние факторы определяют возможности предприятия по обеспечению собственной конкурентоспособности и включают в себя: организацию производства; кадровое обеспечение; сбытовую политику и финансовую стратегию.

Одним из основных этапов формирования конкурентных преимуществ на текстильном предприятии является выбор наиболее значимых внешних и внутренних факторов. Данный выбор осуществляется экспертной группой с использованием разработанных для этих целей анкет на основе методологии [2]. В табл. 1 представлены факторы, оказывающие существенное влияние на конкурентоспособность текстильного предприятия.

Для выбора наиболее значимых групп факторов конкурентного преимущества использовали метод анализа иерархий [3]. На первом этапе анализа в виде иерархии были представлены основные задачи исследования, на втором этапе устанавливали приоритеты критериев и в заключении оценивали альтернативные варианты по критериям, определяя наиболее значимые.

Анализ результатов ранжирования конкурентных преимуществ текстильного предприятия показывает, что на уровне внешних факторов наиболее весомыми являются политико-правовая и экономическая группы, а по внутренним факторам выделена сбытовая политика.

## ВЫВОДЫ

Выделены и ранжированы внешние и внутренние конкурентные преимущества текстильного предприятия, позволяющие обеспечить его успешное развитие в современных экономических условиях.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Зайцев Н.И.* Экономика организаций. – М.: "Экзамен", 2000.
2. *Бурцева Т.А., Катаева Н.Н., Ворожцов С.Н.* Методологические основы выбора маркетинговых стратегий предприятия на основе экспертных оценок // *Маркетинг в России и за рубежом.* – 2008, №4. С. 32...42.
3. *Саати Т.* Принятие решений. Метод анализа иерархий / Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии. Поступила 31.01.11.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ  
НА ДЛИННОМЕРНЫЙ ВОЛОКНИСТЫЙ ПРОДУКТ УПЛОТНИТЕЛЯ  
В ФОРМЕ ТОРА И КОНИЧЕСКОГО УПЛОТНИТЕЛЯ\***

**THE COMPARATIVE ANALYSIS OF FORCE INFLUENCE  
OF A TORE AND CONICAL COMPACTOR  
ON A LONG-LENGTH FIBROUS PRODUCT**

*Р.М. БОРИСОВ, М.А. АНДРЕЕВ, А.В. ШАГИНОВ, Е.Н. НИКИФОРОВА, В.И. РОНЬЖИН*  
*R.M. BORISOV, M.A. ANDREEV, A.V. SHAGINOV, E.N. NIKIFOROVA, V.I. RONZHIN*

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

*Показан сравнительный анализ силового взаимодействия волокнистого продукта с уплотнителем в форме тора и коническим уплотнителем.*

*The comparative analysis of force interaction of a fibrous product with a tore and conical compactor is shown herein.*

**Ключевые слова:** волокнистый продукт, сила сжатия, конический уплотнитель, сила сопротивления протаскиванию.

**Keywords:** a fibrous product, force of shrinkage, a conical compactor, force of resistance to drawing through.

Сравним результат, полученный в [2], с сжатием ленты для конического уплотнителя с теми же параметрами:

конус, изображенный на рис. 1, задается следующими уравнениями:

$$D(x) = a_0(x_0 - x); \quad y(x) = \frac{a_0}{2}(x_0 - x);$$

$$x = 0: \quad b - a = \frac{a_0}{2}x_0;$$

$$x = -a: \quad b = \frac{a_0}{2}(x_0 + a).$$

Решая полученную систему уравнений, находим:

$$a_0 = 2; \quad x_0 = b - a;$$

$$D(x) = 2 \cdot (b - a - x).$$

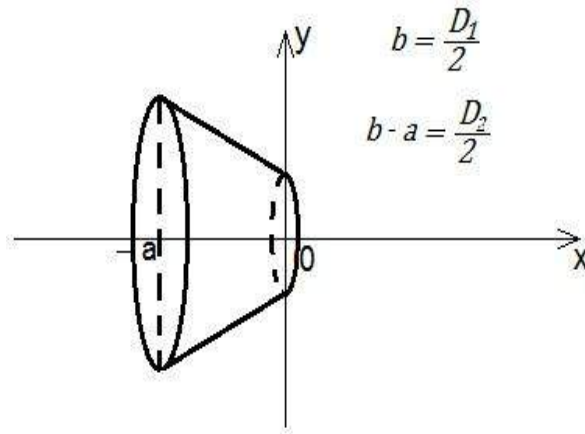


Рис. 1

\* Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук (МД-1102.2011.8).

Вычисляем:

$$I_1 = \frac{1}{8} \left[ \left( \frac{1}{2^4(b-a)^4} - \frac{1}{2^4b^4} \right) - 2K(4b^2 - 4(b-a)^2) \right] = \frac{1}{8} a(2b-a) \cdot \left[ \frac{b^2+(b-a)^2}{(2b(b-a))^4} - 8K \right],$$

$I_1 = 0$  при заданных значениях параметров;

$$I_2 = \frac{1}{\mu_y} \int_{-a}^0 [(D(x))^{-5} - KD(x)] dx;$$

$$2^{-5} \int_{-a}^0 (b-a-x)^{-5} dx = 2^{-7} \frac{a(2b-a)(b^2+(b-a)^2)}{(b(b-a))^4}.$$

При  $b = 2a$  получаем:

$$2^{-7} \cdot \frac{15}{16} \cdot \frac{1}{a^4} = \frac{15}{8},$$

$$2 \int_{-a}^0 (b-a-x) dx = 2ab - a^2 = a(2b-a).$$

При  $b = 2a$  получаем:

$$3a^2 = 3 \cdot 2^{-4} = \frac{3}{16} \text{ (см}^2\text{)},$$

$$I_2 = \frac{1}{\mu_y} \left( \frac{15}{8} - K \cdot \frac{3}{16} \right) = 0.$$

То есть сила сжатия ленты для конического уплотнителя с такими же параметрами равна нулю. Соответственно сила сопротивления протаскиванию ленты равна нулю [1, с. 23].

Рассмотрим модель при другом значении параметра.

$K = 20,2 \text{ см}^{-6}$ , что соответствует развесу ленты  $g = 3,57 \cdot 10^{-2} \text{ г/см}$ .

Фиксируем параметры модели по-прежнему из условия  $I_1 = 0$ ;  $\frac{a}{b} = 0,5$ . Для  $a$

находим  $a \cong 0,22 \text{ см}$ , следовательно:

$$D_1 = 0,88 \text{ см},$$

$$D_2 = 0,44 \text{ см},$$

$$I_2 \cong 16,1 \text{ (см}^{-4}\text{)}.$$

Сила сжатия ленты  $N \cong \alpha \cdot 13,5 \cdot 10^{-4} \text{ (дин)}$ .

Сравним полученный результат с сжатием ленты для конического уплотнителя с теми же параметрами:

$$I_1 = 0,$$

$$I_2 = \frac{1}{\mu_y} \left[ 2^{-7} \cdot 2^{-4} \cdot 15 \cdot \frac{1}{(0,22)^4} - 20,2 \cdot 3 \cdot (0,22)^2 \right] = 0,65 \text{ (см}^{-4}\text{)}.$$

Сила сжатия ленты:

$$N_{\text{конус}} \cong \alpha \cdot 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ (дин)},$$

то есть

$$\frac{N}{N_{\text{конус}}} = 24,7.$$



При длине рабочей зоны 0,22 см тороидальный уплотнитель оказывает давление на продукт примерно в 25 раз больше, чем конический с теми же параметрами.

Сравним силы сопротивления протаскиванию ленты для тороидального и конического уплотнителей.

Тороид:

$$F = \frac{\alpha}{\pi^2} \left( \frac{4g}{8} \right)^3 \mu_y \cdot 9,34 = \alpha \frac{\pi \zeta_0^3}{K} \mu_y \cdot 9,34 = \mu_y N,$$

$$F = \alpha \cdot 4,75 \cdot 10^{-4} \text{ (дин)}.$$

Конический уплотнитель:

$$F_{\text{конус}} = 0,$$

б)  $K = 20,2 \text{ см}^{-6}$ ;  $D_1 = 0,88 \text{ см}$ ;  $D_2 = 0,44 \text{ см}$ .

Тороид:

$$F = \mu_y N,$$

$$F = \alpha \cdot 4,05 \cdot 10^{-4} \text{ (дин)}.$$

Конический уплотнитель:

$$F_{\text{конус}} = \mu_y N_{\text{конус}},$$

$$F_{\text{конус}} = \alpha \cdot 0,16 \cdot 10^{-4} \text{ (дин)}.$$

То есть

$$\frac{F}{F_{\text{конус}}} \approx 24,7.$$

Общая формула:

$$F = \frac{\alpha}{\pi^2} \left( \frac{4g}{\gamma} \right)^3 \left[ \mu_y I_2 + \frac{1}{\mu_y} I_1 \right].$$

а)  $K = 10 \text{ см}^{-6}$ ;  $D_1 = 1 \text{ см}$ ;  $D_2 = 0,5 \text{ см}$ .

Из этого можно сделать вывод, что уплотнитель, имеющий тороидальную форму, имеет лучший технологический эффект по сравнению с уплотнителем, имеющим коническую форму.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Губерман М.С., Чистобородов Г.И., Агалаков В.А. Математические методы проектирования уплотняющих устройств. – Иваново: ИГТА, 1999.
2. Борисов Р.М., Андреев М.А., Шагинов А.В., Никифорова Е.Н., Роньжин В.И. Аналитическое исследование взаимодействия волокнистого продукта с уплотнителем в форме тора // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №1.

Рекомендована кафедрой инженерной графики.  
Поступила 29.03.11.

**СОРКИН АРКАДИЙ ПАВЛОВИЧ**  
(К 70-летию со дня рождения)

**SORKIN ARCADY PAVLOVICH**  
(In Commemoration of the 70 Anniversary from the Date of Birth)

В мае 2011 г. исполняется 70 лет со дня рождения профессора кафедры теоретической механики и сопротивления материалов Костромского государственного технологического университета Аркадия Павловича Соркина.

Свою трудовую деятельность Аркадий Павлович начал в 1958 г. в качестве слесаря Ташкентской текстильно-галантерейной фабрики. Высшее образование получил в Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности (ТИТЛП), по окончании которого работал конструктором в Ташкентском СКБТМ.

С 1963 г. Аркадий Павлович перешел на работу в ТИТЛП на должность ассистента кафедры проектирования и ремонта хлопковых машин. Это была только что созданная кафедра, укомплектованная молодыми специалистами, которая должна была готовить инженеров-механиков для текстильного машиностроения и текстильных предприятий Средней Азии.

А.П. Соркин внес большой вклад в становление этой кафедры и школы инженеров-механиков г. Ташкента. Он с самого начала ориентировал свою работу на тесное сотрудничество с производством, с Ташкентским СКБТМ и заводом "Таштекстильмаш". Большинство специалистов этих организаций, занимающих посты от рядового конструктора до руководителя,



являются его учениками. Он принимал непосредственное участие в разработке текстильных машин, созданных Ташкентским СКБТМ, таких как кольцевая прядильная машина П-76-5М6, прядильно-крутильная машина ПК-100 и ее последующие модификации, ровничные машины для хлопка Р-192-3, Р-260-5, прядильные роторные машины ПР-150 и ПР-200-Ш и многих других.

В 1971 г. на заседании диссертационного совета в Костромском технологическом институте (КТИ) А.П. Соркин защищает кандидатскую диссертацию: Исследование намотки хлопчатобумажной ровницы без принудительного привода катушек на ровничных машинах.

В 1979 г. при ТИТЛП им была создана хоздоговорная лаборатория – Механика текстильных машин, которую он возглавил. С созданием лаборатории связи вуза с производством существенно укрепились. Это позволило поднять на качественно новый уровень подготовку инженеров в ТИТЛП.

В 1988 г. А.П. Соркин защищает докторскую диссертацию на тему: Нестационарные процессы наматывания ровницы и повышение эффективности крутильно-мотальных механизмов ровничных машин.

В 1993 г. А.П. Соркин был приглашен на работу в Костромской технологический

институт, где возглавил кафедру теоретической механики, а после объединения ее с кафедрой сопротивления материалов возглавил объединенную кафедру и руководил этой кафедрой до 2007 года.

А.П. Соркин – крупный ученый, возглавляющий научную школу в области технологии текстильных материалов. Под его руководством были защищены 13 кандидатских и 7 докторских диссертаций. Он является автором 32 изобретений и 3 монографий. Его работы получили заслуженную оценку на самом высоком уровне, он имеет звания "Изобретатель СССР" и "Заслуженный изобретатель Костромской области", награжден медалью ВДНХ СССР. В 2002 г. ему присвоено почетное звание "Заслуженный работник высшей школы РФ", а в 2007 г. А.П. Соркин удостоен звания лауреата Премии Правительства РФ в области науки и техники.

А.П. Соркин ведет большую организационную работу, являясь заместителем председателя диссертационного совета при Костромском государственном технологическом университете (КГТУ), членом редколлегий ряда научных журналов.

На протяжении многих лет А.П. Соркин преподает студентам базовые общетехнические дисциплины – механика, прикладная механика, сопротивление материалов. Аркадий Павлович зарекомендовал себя знающим и опытным специалистом, пользующимся большим уважением у студентов вуза, преподавательского и научного сообществ.

От всей души поздравляем Аркадия Павловича с замечательным юбилеем и желаем ему здоровья, счастья, благополучия, успехов в научной, педагогической деятельности и творческих успехов.

**Ректорат Костромского государственного технологического университета.**

**Кафедра теоретической механики и сопротивления материалов.**

**Редакционная коллегия и редакция журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности"**

СОДЕРЖАНИЕ

**Экономика и организация производства**

<i>Юхина Е.А., Радовский И.А.</i> Риски инвестиционных проектов в текстильной промышленности в современных условиях .....	5
<i>Степанова С.М.</i> Перспективы развития социально-трудового потока Ивановского текстильно-швейного комплекса .....	8
<i>Скрябина Е.А., Шаломин О.А., Гусев Б.Н.</i> Выделение разновидностей и критериев мониторинга процессов ткацкого производства .....	12

**Текстильное материаловедение**

<i>Шустов Ю.С., Курденкова А.В.</i> Прогнозирование капиллярности медицинских нетканых материалов .....	17
<i>Кирюхин С.М., Жуковский В.И., Литовченко С.Ф., Маврашин А.А.</i> Определение оптимального соотношения между затратами на качество и стоимостью текстильных изделий .....	19

**Первичная обработка. Сырье**

<i>Пашин Е.Л., Баринов А.А., Маянский С.Е.</i> Зависимость величины двойного протрепа прядей льняного сырья от их свойств и условий обработки .....	23
---	----

**Прядение**

<i>Столяров А.А.</i> Модернизация вытяжного прибора кольцевой прядильной машины .....	28
<i>Ларин И.Ю.</i> Исследование повреждаемости волокон льняного котонина в процессах хлопкопрядения .....	32

**Ткачество**

<i>Саввин О.А.</i> Связь между деформацией ветви основы, огибающей скало, и плечом силы ее натяжения .....	34
<i>Брут-Бруляко А.Б., Ерохова М.Н., Тягунов В.А.</i> Натяжение основных нитей на ткацком станке СТБ при выработке тканей полотняного переплетения .....	37

**Отделка**

<i>Артамохина Ю.А., Тихомирова Н.А., Николаев Ю.Е., Киселев А.М.</i> О влиянии поверхностно-активных веществ на качество струйной печати ковровых покрытий .....	41
<i>Блинов М.Е., Чешкова А.В., Белякова Т.Н.</i> Исследование деструкции хлопковой шелухи в процессе ферментной обработки и щелочной варки .....	45
<i>Заводчикова А.А., Сафонов В.В., Иванов В.В.</i> Печатные УФ-краски на основе нанопигментов .....	48

**Технология нетканых материалов**

<i>Полякова Е.В., Иванов С.М., Шмелева Т.В., Сизов А.А., Волынкин О.Н.</i> Методика расчета приведенной жесткости колкового барабана машины для регенерации отходов .....	53
---	----

**Трикотажное производство**

<i>Кудрявин Л.А., Беляев О.Ф., Заваруев В.А., Котович О.С.</i> Расчет деформации трико одноребеночное открытое .....	57
<i>Фокина Е.В., Строганов Б.Б.</i> Разработка технологии изготовления огнестойкого трикотажного полотна для полетных костюмов космонавтов .....	61
	64

Сабырханова С.Ш., Байжанова С.Б. Снижение материалоемкости трикотажного полотна .....

### Швейное производство и дизайн

Иванова О.В., Смирнова Н.А., Корлакова Ю.Н. Особенности технологической обработки изделий текстильного декора интерьера .....	68
Белова И.Ю., Бубнова Т.С., Веселов В.В. Разработка технологии дифференцированного по свойствам ниточного соединения .....	72

### Текстильные машины и агрегаты

Ситникова И.Н., Буреев С.К. Определение минимальной длины петли в период прессования .....	77
Терентьев В.И., Смирнов Б.Н. Динамика зверообразовательного механизма с гибкими связями .....	80
Тувин А.А., Шляпугин Р.В. Приближенный анализ устойчивости движения гибкой рапиры механизма прокладывания утка .....	83
Ведерникова И.И., Егоров С.А. Повышение ремонтпригодности роторов пневмопрядильных устройств .....	87

### Экология и промтеплоэнергетика

Реутский В.А., Сажин Б.С. Использование обобщенного уравнения массопередачи для процессов хемосорбции и сушки ленточных материалов .....	89
--	----

### Информационные технологии

Севостьянов П.А., Никитюк В.Ю., Забродин Д.А., Лебедева В.И. Статистическая имитация истирания тканей методами компьютерного моделирования .....	93
--	----

### Механика нити и полотен

Туцкая Т.П., Фомин Ю.Г. Моделирование процесса деформации ткани при сжатии .....	97
Кулида Н.А., Демидов Н.А. Погрешность оценки напряженно-деформированного состояния сновальной паковки на основе кинематических параметров наматывания .....	100
Щербаков В. П., Болотный А.П., Фомин Б.М. Проектирование ткани методами структурной механики .....	107

### Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

Николаев С.Д., Зайцев А.В., Баранов В.В., Крафт И. Обучение персонала и передача новых знаний в стратегии повышения эффективности использования интеллектуального потенциала предприятий текстильной отрасли .....	114
Воробьева Е.В., Грузинцева Н.А. Определение весомости конкурентных преимуществ текстильного предприятия .....	118
Борисов Р.М., Андреев М.А., Шагинов А.В., Никифорова Е.Н., Роньжин В.И. Сравнительный анализ силового воздействия на длинномерный волокнистый продукт уплотнителя в форме тора и конического уплотнителя .....	121
Соркин Аркадий Павлович (К 70-летию со дня рождения) .....	124

## CONTENTS

### Economics and Production Planning

Juhina E.A., Radovsky I.A. Investment Projects Risks in the Textile Industry in Modern Conditions .....	5
Stepanova S.M. Perspectives of the Development of the Sociolabor Stream of the Ivanovo Textile Sewing Complex .....	8
Skryabina E.A., Shalomin O.A., Gusev B.N. Selection of the Varieties and Criteria of the Monitoring Operations for the Weaving Production .....	12

### Textile Materials

Shustov Ju.S., Kurdenkova A.V. Forecasting of Medical Non-Woven Materials Capillarity .....	17
---	----

<i>Kirjuhin S.M., Zhukovsky V.I., Litovchenko S.F., Mavrjashin A.A.</i> Determination of an Optimum Ratio between Expenses for Quality and the Textile Articles Value .....	19
<b>Preliminary Treatment. Raw Materials</b>	
<i>Pashin E.L., Barinov A.A., Majansky S.E.</i> Dependence of the Rate of Double-Scutch of Raw Flax Strands on their Properties and Treatment Conditions .....	23
<b>Spinning</b>	
<i>Stolyarov A.A.</i> Modernisation of the Drafter of a Ring Spinning Machine .....	28
<i>Larin I.Ju.</i> Research of Damageability of Linen Cottonized Fibers while Cotton Spinning Processes.	32
<b>Weaving</b>	
<i>Savvin O.A.</i> Connection between Deformation of a Warp Branch Bending Around a Tension Bar and a Shoulder of Force of its Tension .....	34
<i>Brut-Bruljako A.B., Erohova M.N., Tjagunov V.A.</i> The Tension of Warp Threads on STB Loom when Manufacturing Linen Weave Fabrics .....	37
<b>Finishing</b>	
<i>Artamohina J.A., Tikhomirova N.A., Nikolayev Ju.E., Kiselev A.M.</i> On the Influence of Surface-Active Substances on Quality of Chromojet Printing of Carpets .....	41
<i>Blinov M.E., Cheshkova A.V., Beljakova T.N.</i> Research of a Cotton Husk Destruction in the Course of Fermental Processing and Alkaline Boiling .....	45
<i>Zavodchikova A.A., Safonov V.V., Ivanov V.B.</i> Printing UV Paints on the Basis of Nanopigments .....	48
<b>Technology of Non-Wovens</b>	
<i>Poljakova E.V., Ivanov S.M., Shmeleva T.V., Sizov A.A., Volynkin O.N.</i> Design Procedure of a Finger Drum Rigidity of the Machine for Waste Regeneration .....	53
<b>Knitting</b>	
<i>Kudrjavin L.A., Beljaev O.F., Zavaruev V.A., Kotovich O.S.</i> Calculation of Meshfabric Deformation Executed by a Single-Comb on the Basis of Interlacing of Body Stockings with Open Loops .....	57
<i>Fokina E.V., Stroganov B.B.</i> Development of the Techniques of Manufacturing of a Fire-Resistant Knitted Fabric for Cosmonaut Spacesuits .....	61
<i>Sabyrhanova S.S., Bajzhanova S.B.</i> Reduction of Materials Consumptions of a Knitted Fabric .....	64
<b>Sewing and Design</b>	
<i>Ivanov O.V., Smirnova N.A., Korlakova Ju.N.</i> Features of Processing Treatment of the Articles of an Interior Textile Decor .....	68
<i>Belova I. Ju., Bubnova T.S., Veselov V.V.</i> Exploitation of the Technology of the Filament Joint Differentiated on Properties .....	72
<b>Textile Machines and Aggregates</b>	
<i>Sitnikova I.N., Bureev S.K.</i> Determination of a Minimum Loop Length during Pressing .....	77
<i>Terentyev V.I., Smirnov B.N.</i> Dynamics of a Shedding Mechanism with Flexible Links .....	80
<i>Twin A.A., Shljapugin R.V.</i> The Approximate Analysis of a Flexible Rapiet Movement of the Mechanism of Weft Making .....	83
<i>Vedernikova I.I., Egorov S.A.</i> Increasing of Maintainability of Twisting Chambers of OE-spinning Machines .....	87
<b>Ecology and Industrial Heat Engineering</b>	

<i>Reutsky V.A., Sazhin B.S.</i> The Use of the Generalised Equation for Mass Transport for the Processes of a Chemisorption and Drying of Band Materials .....	89
---	----

### **Information Technologies**

<i>Sevostjanov P.A., Nikitjuk V.Ju., Zabrodin D.A., Lebedeva V.I.</i> Statistical Imitation of Fabrics Abrasion by the Methods of Computer Modelling .....	93
--	----

### **Mechanics of Threads and Fabrics**

<i>Tutskaja T.P., Fomin Ju.G.</i> Modelling of the Fabric Deformation Process under Shrinkage .....	97
<i>Kulida N.A., Demidov N.A.</i> The Error of the Estimation of the Intense-Deformed State of Warper's Package on the Basis of Kinematic Parametres of Winding .....	100
<i>Shcherbakov V.P., Bolotny A.P., Fomin B.M.</i> Designing of a Fabric by the Methods of Structural Mechanics .....	107

### **Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items**

<i>Nikolaev S.D., Zaitsev A.V., Baranov V.V., Kraft I.</i> The Staff Training and Transfer of New Knowledge in the Strategy of Efficiency Increasing Using the Intellectual Potential of Textile Enterprises .....	114
<i>Vorobeva E.V., Gruzintseva N.A.</i> Determination of the Significance of Competitive Advantages of Textile Enterprise .....	118
<i>Borisov R.M., Andreev M.A., Shaginov A.V., Nikiforova E.N., Ronzhin V.I.</i> The Comparative Analysis of Force Influence of a Tore and Conical Compactor on a Long-Length Fibrous Product .....	121
<i>Sorkin Arcady Pavlovich</i> (In Commemoration of the 70 Anniversary from the Date of Birth) .....	124

**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. В редакцию представляются два экземпляра статьи. Объем статей с учетом таблиц не должен превышать 6 страниц текста, который располагается на одной стороне листа писчей бумаги белого цвета формата А4 (210×297 мм). Размер шрифта основного текста 12. Поля могут быть произвольными, но не менее 15 мм. Текст необходимо печатать через два интервала. К бумажному варианту статьи должен быть приложен идентичный вариант на электронном носителе. Текстовый редактор Word (формат \*.doc, \*.rtf), редактор формул Microsoft Equation, графический редактор Adobe Photoshop (формат \*.psx, \*.bmp, \*.jpg).

4. Получить информацию по оформлению статей и списка литературы к ним можно на сайте Ивановской государственной текстильной академии. В список литературы, помещаемый в конце статьи, включаются только опубликованные работы, на которые имеются ссылки в статье. Данный список следует оформлять по примеру списков литературы в конце статей, публикуемых в журнале.

5. Чертежи, графики, структурные формулы выполнять по правилам ГОСТа "Единая система конструкторской документации" чисто и четко в двух экземплярах (формата не более 13×18 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 9×12 см (с учетом последующего уменьшения). Не принимаются рисунки, выполненные от руки, небрежно, карандашом или шариковой ручкой.

Все рисунки помещать в конце статьи на отдельных листах (не вставляя их в текст) и сопровождать описью с указанием их номеров и названий. Количество рисунков в статье не должно превышать четырех.

6. В начале статьи (над ее названием) проставлять индекс Универсальной десятичной классификации (УДК). Под заголовком указать инициалы, фамилии авторов и полное название института (организации), в котором работают авторы, адрес электронной почты (E-mail). Далее следует



расположить аннотацию на русском языке, отражающую основное содержание статьи, не более 10 строк, а после нее – основной текст статьи. Если в статье есть таблицы, то их заголовки следует вносить в текст. Статья должна заканчиваться конкретными выводами.

7. К статье прилагать следующие документы:

а) сопроводительное письмо с перечнем всех документов, направляемых в редакцию, с указанием организации, где проведена описываемая работа, а также места работы, должности, ученой степени и ученого звания, фамилии, имени и отчества автора (авторов), точного домашнего адреса и адреса для переписки, номеров служебного и домашнего телефонов, E-mail;

б) заверенную выписку из протокола заседания кафедры, рассмотревшего направляемую статью. В выписке должны содержаться рекомендации кафедры к публикации в журнале, а также полное (без сокращений) наименование кафедры. К статье должны быть приложены документы, подтверждающие возможность ее открытого опубликования;

в) аннотации статей на русском и английском языках; ключевые слова к статье;

г) название статьи, фамилию и инициалы автора (авторов), место работы и должность на английском языке.

8. Плата с аспирантов дневной формы обучения, выступающих единым автором работы, за публикацию статьи не взимается.

9. С целью ускорения публикаций статей переписку, связанную с исправлениями материалов, желательно осуществлять по электронной почте: E-mail: [ttp@igta.ru](mailto:ttp@igta.ru)

## **ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К РЕФЕРАТУ**

а) В реферате кратко излагается основное содержание статьи. Реферат должен дать читателю представление о характере освещаемой работы, оригинальности постановки вопроса, методике исследования и его основных результатах.

б) Реферату должно предшествовать библиографическое описание в следующем виде: название статьи, фамилии и инициалы авторов, название журнала, в котором помещается статья. Текст реферата начинается непосредственно с изложения существа работы без повторения заголовка. Форма изложения материала не обязательно должна повторять форму изложения оригинальной статьи.

в) Если оригинал содержит большое количество цифровых данных, то их следует обобщить и систематизировать.

г) Средний объем реферата 0,5...1 страница машинописного текста, отпечатанного через два интервала на белой писчей бумаге формата А4 (210x297 мм) в двух экземплярах с полем 4 см с левой стороны листа.

д) Таблицы, схемы, графики и пр. включаются в том случае, если отражают основное содержание работы или сокращают текст реферата. Сообщение о наличии в реферируемой работе таблиц, схем, графиков, фотографий, карт, рисунков необходимо давать в конце реферата. Например, табл. 2, ил. 4.

е) Формулы приводятся только в том случае, если необходимы для понимания статьи. Не следует помещать громоздкие математические выражения.

ж) В конце реферата в квадратных скобках указывается название института или организации, где автор (если эти данные приводятся в статье) провел работу. Подпись автора и дату написания реферата следует ставить в левом нижнем углу листа на обоих экземплярах реферата.

\* \* \*

Редакция обращает внимание авторов на необходимость соблюдения изложенных правил, что ускоряет прохождение статьи в производстве, сокращает время ее напечатания и способствует уменьшению ошибок и опечаток.

Статьи, отклоненные от публикации, не возвращаются.

Авторский гонорар не выплачивается.

РЕДАКЦИЯ