

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

**№ 1 (343)  
2013**

Издание Ивановской государственной текстильной академии

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор *Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ*.

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

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

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ*.

Статьи печатаются в редакции авторов.

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

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

*E-mail: ttp@igta.ru*

*http://www.igta.ru*

---

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 05.02.2013. Подписано в печать 20.02.2013. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 21,39; Усл. кр.-отт. 21,64. Заказ

Тираж 400 экз.

---

"Известия вузов. Технология текстильной промышленности"

Ивановская государственная текстильная академия

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

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

Издательско-полиграфический комплекс "ПресСто"

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

Тел. (4932) 30-42-91, 30-43-07

E-mail: pressto@mail.ru

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

**PROCEEDINGS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS**

**TEXTILE  
INDUSTRY  
TECHNOLOGY**

SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

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

**№ 1 (343)  
2013**

Published by Ivanovo State Textile Academy

EDITORIAL BOARD

Chief editor *G.I. CHISTOBORODOV*.

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

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

Executive secretary *S.L. KHALEZOV*.

The articles are published in authors' editions.

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

---

Registered with the Ministry of Printing of Russian Federation. Registration no. 796. Passed for typesetting on 05.02.2013.  
Signed for printing on 20.02.2013. Format 60×84 1/8. Book/journal paper. Offset printing. 21.39 conventional sheets.  
21.64 conventional. Order

Circulation of 400.

---

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

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

УДК 658.562.47

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА РЕЗЕРВОВ  
ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ  
В СИСТЕМЕ РЕЗЕРВОВ РАЗВИТИЯ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

**DEFENITION OF THE PLACE OF RESERVES  
OF PRODUCTION QUALITY IMPROVEMENT  
IN THE SYSTEM OF RESERVES OF TEXTILE ENTERPRISE DEVELOPMENT**

*М.В. РАДОВСКАЯ*  
*M.V. RADOVSKAYA*

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

E-mail: rdvsk@qip.ru

*В статье рассмотрена классификация резервов развития предприятия и предложена трехмерная матрица взаимосвязи групп резервов, объектов воздействия и элементов повышения конкурентоспособности продукции текстильного производства.*

*The classification of enterprise development reserves has been considered in the article and the tree-dimensional matrix of interrelation of groups' reserves groups, objects of influence and elements of competitiveness increase have been offered herein.*

**Ключевые слова:** резерв, классификация, конкурентоспособность продукции, качество.

**Keywords:** reserve, classification, production competitiveness, quality.

Многие отечественные текстильные предприятия не сумели приспособиться к рыночной среде, в связи с этим их продукция обладает низким уровнем конкурентоспособности. Уровень конкурентоспособности зависит от качества продукции или ее цены, но возможности снижения цен ограничены высокими издержками производства. Таким образом, рост качества текстильной продукции сегодня является

основополагающим фактором обеспечения ее конкурентоспособности на рынке.

Повышение качества продукции непосредственно связано с проблемой выявления резервов развития предприятия, под которыми понимаются потенциальные возможности роста и совершенствования производства. Под резервами повышения качества продукции предлагается понимать возможность улучшения продукта на кон-

критном этапе его жизненного цикла. Выбор конкретных резервов для внедрения должен быть целесообразен, в связи с чем актуальным является вопрос о нахождении места резервов повышения качества продукции в системе резервов развития предприятия.

Анализ экономической литературы [1...6] показал, что классификация резервов может быть основана на различных признаках. В работе предлагается классификация резервов, представленная на рис. 1.



Рис. 1

Основополагающее значение для выявления резервов развития предприятия имеет их классификация по отношению к субъекту, в соответствии с которой различают внутренние резервы, то есть обусловленные деятельностью предприятия, и внешние – связанные с внешними по отношению к предприятию факторами. Внешние резервы включают в себя народнохозяйственные и отраслевые резервы. Примером использования резервов в народном хозяйстве служит привлечение инвестиций в отрасли, дающие наибольший экономический эффект или ускорение темпов научно-технического прогресса.

Внутренние резервы, в зависимости от источника возникновения, подразделяются на внепроизводственные (организационные, экономические и социальные) и производственные (обусловлены технико-экономическими особенностями предприятия). Также внутренние резервы делят на экстенсивные и интенсивные, в зависимости от характера их воздействия на результат. Интенсивные резервы за счет достижений научно-технического прогресса позволяют организации с неизменным количеством используемых ресурсов изготовить больший объем продукции, либо изготовить тот же объем продукции с меньшим количеством используемых ресурсов. Экстенсивные резервы

представляют собой увеличение объемов используемых в процессе производства ресурсов, а также увеличение времени использования трудовых ресурсов и основных фондов, а также устранение причин непроизводительного использования всех названных видов ресурсов.

Большое значение имеет классификация внутренних резервов в зависимости от возможностей их выявления на явные и скрытые. Скрытые резервы означают, что к моменту планирования производства они неизвестны. Их поиск ведется в процессе производства с целью корректировки текущего или будущего плана. Как правило, скрытые резервы связаны с развитием научно-технического прогресса, рационализацией производства, разработкой организационно-технических мероприятий. Явные резервы – это известная возможность улучшения результатов производства: устранение потерь, простоев, расходов, отклонений от норм и т.п. Отличительная особенность явных резервов в том, что они известны и учтены в плане производства, но по каким-то причинам не были использованы.

По объекту воздействия внутренние резервы подразделяются на резервы развития

средств труда (включая реконструкцию и техническое перевооружение); резервы развития предметов труда (в том числе более эффективного использования материалов, топлива, энергии и т.д.); резервы развития трудовых ресурсов (возможность повышения квалификации работников и подготовка потенциальных кадров); резервы улучшения организации производства, труда и управления (повышение рациональности использования трудовых ресурсов); резервы улучшения использования финансовых ресурсов (в том числе оптимизация денежных потоков, совершенствование системы расчетов и др.); резервы роста конкурентоспособности продукции (совершенствование ассортимента, повышение качества и снижение себестоимости продукции).

Ранее нами предлагалась классификация резервов в зависимости от их сущностной характеристики [2].

Практический интерес представляет определение взаимосвязи групп резервов, объектов воздействия и элементов повышения конкурентоспособности. В связи с этим нами предлагается трехмерная матрица, представленная на рис. 2.

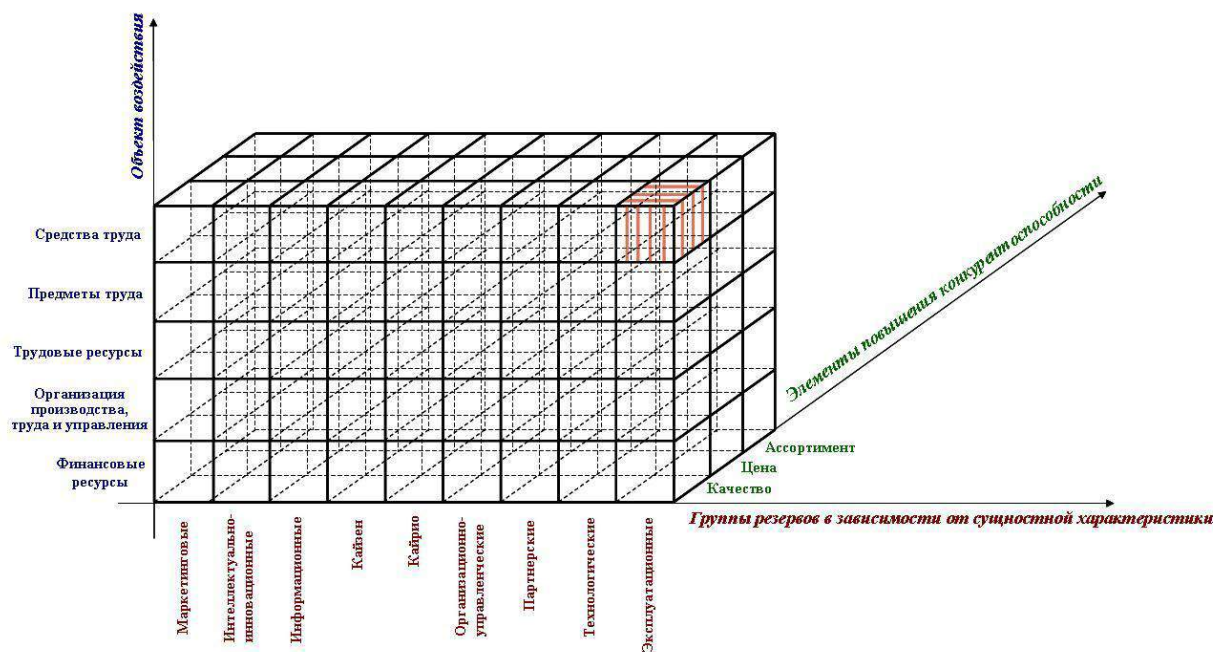


Рис. 2

Посредством этой матрицы можно определить, как применение резервов определенной группы к конкретному объекту воздействия влияет на элементы повышения конкурентоспособности. Например, заштрихованный на рис. 2 элемент показывает, что резервом повышения качества продукции в текстильном производстве являются мероприятия по улучшению использования оборудования (например, по снижению обрывности на различных этапах производства и т.д.). Результатом станет снижение процента брака или улучшение характеристик продукции, что в целом обуславливает повышение ее конкурентоспособности.

### ВЫВОДЫ

1. Все виды резервов так или иначе способствуют повышению одного или нескольких элементов конкурентоспособности продукции.

2. Сформированная на основе классификации резервов трехмерная матрица позволяет системно оценить наличие резервов предприятия и возможность их использования с конкретными целями.

1. Вагнер А.К. Классификация резервов производства предприятий мясной промышленности // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2010, вып. №3.

2. Иващенко Н.С., Радовская М.В. Виды резервов и их значимость в зависимости от этапа жизненного цикла товара // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №4.

3. Кожухов В.И., Ларин В.М., Немцев А.Д. Конкурентоспособность предприятия и резервы ее повышения. – Тольятти, 2009.

4. Мохаммед М.А. Анализ, классификация и оценка технологических резервов повышения качества продукции и конкурентоспособности промышленного предприятия // Вестник ТГУ. – 2010, вып. №9.

5. Смольянова Е.Л. К вопросу о классификации факторов и резервов обеспечения конкурентоспособности предприятия // Вестник ТГУ. – 2009, вып. №2.

6. Толстых Т.Н., Уманец А.А. Формирование и развитие механизма планирования резервов повышения качества продукции промышленного предприятия: Монография. – Тамбов, 2009.

Рекомендована кафедрой маркетинга и управления бизнесом. Поступила 34.01.13.

УДК 677:677(09):338.45

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ УСТОЙЧИВЫХ КОРПОРАТИВНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

### THE LAWS OF DEVELOPMENT OF STABLE CORPORATIVE ESTABLISHMENTS IN TEXTILE INDUSTRY

*Е.Н. МЕЗЕНЦЕВА, С.В. ГОРИНОВА*  
*E.N. MEZENTSEVA, S.V. GORINOVA*

(Ивановская государственная текстильная академия)

(Ivanovo State Textile Academy)

E-mail: mezentseva-ekaterina@yandex.ru

**Для выявления закономерностей устойчивых корпоративных образований в текстильной промышленности предложено выделить 4 этапа: первичная интеграция, либеральная интеграция, территориально-отраслевая интеграция и диверсифицированная интеграция, с использованием критериев: органи-**



*зация труда, концентрация производства, уровень технологии, право собственности. Выявленные закономерности позволяют сформулировать стратегию развития отечественной текстильной промышленности.*

*For revealing laws of stable corporative establishments in textile industry four stages have been offered to single out: primary integration, liberal integration, sector and territory integration and diversified integration with such criteria as labour organization, production concentration, a technological level, the right of property. The revealed laws give the opportunity to formulate the development strategy of national textile industry.*

**Ключевые слова:** интеграционные процессы, синергия процесса интеграции предприятий, этапы развития интегрированных образований в текстильной промышленности, закономерности развития интегрированных объединений в текстильной промышленности.

**Keywords:** integration processes, synergy of enterprise integration process, development stages of integrated establishments in textile industry, development laws of integrated combinations in textile industry.

В сложившихся экономических условиях наблюдается тенденция роста интегрированных объединений, формируется множество корпоративных структур (холдингов, корпораций, ассоциаций и т.д.). Интеграционные процессы в настоящее время затрагивают практически все сферы деятельности, оказывая значительное влияние на развитие и особенности функционирования как отраслевой структуры хозяйства в целом, так и отдельных отраслей промышленности [12]. Результатом интегрирования зачастую становится создание законченного цикла от производства продукции до распределения товара конечным потребителям.

Данная тенденция характерна и для российской экономики, что обусловлено необходимостью повышения эффективности российских предприятий, расширения и диверсификации их деятельности, разработки и освоения, новых наиболее привлекательных направлений развития бизнеса в России.

На основании контент-анализа нами были сформулированы характерные черты современных интегрированных образований:

- 1) наличие единой цели у всех участников интегрированного объединения;
- 2) финансово-хозяйственное взаимодействие между предприятиями, входящими в интегрированное объединение;

- 3) собственные распределительные структуры по продвижению товара или собственного производства с целью создания полного цикла;

- 4) централизация управления;

- 5) объединение с предприятиями смежных отраслей (сфер) с целью повышения устойчивости интегрированного объединения и охвата нового сегмента рынка;

- 6) модернизация процессов как на отдельных предприятиях в составе интегрированного объединения, так и во всей структуре в целом.

Механизмы формирования и функционирования корпоративных образований вызывают стойкий интерес отечественных и зарубежных ученых экономистов. Наиболее существенные работы Акулова В.Б., Веснина В.Р., Лапыгина Ю.Н., Мильнера Б.З. и др. позволили выделить основные предпосылки объединения предприятий в интегрированные образования:

- слабая конкурентоспособность предприятия;
- финансовые проблемы предприятия;
- проблемы в сфере обеспечения предприятия материальными ресурсами;
- узкий ассортимент;
- недостаточное развитие управленческой среды;
- недостаточный охват рынка.

На наш взгляд, имеет место синергия процесса интеграции предприятий, которая проявляется в следующем:

- во-первых, повышается конкурентоспособность в результате повышения компетентности, наращивания и использования научно-технического потенциала (интегрированные структуры могут поставить на рынок продукцию, отличающуюся от продукции других предприятий);

- во-вторых, увеличивается общий и резервный капитал, что обеспечивает более стабильное существование;

- в-третьих, объединение имеющихся ресурсов и мощностей, что позволяет использовать одним предприятием недостающих ресурсов за счет присоединенного предприятия, и наоборот, это способствует снижению ресурсоемкости продукции для интегрированного объединения;

- в-четвертых, происходит расширение охвата рынка за счет увеличения ассортимента товаров и услуг и их привлекательности (это способствует упрочнению стратеги-

ческих позиций предприятий);

- в-пятых, распространение имеющегося опыта управления, формирования кадровой политики, ведения переговоров и т.п. усиливает позиции предприятий и обеспечивает их конъюнктурную устойчивость.

Отсюда следует, что отдельные предприятия в составе корпоративной структуры имеют больше шансов к выживанию, интегрированный бизнес успешнее развивается и закрепляет свои позиции в выбранной сфере, осваивает новые сферы деятельности и т.д. Общеизвестна позиция Ивановской области в производстве текстильных изделий.

Наиболее существенный вклад область вносит в производство хлопчатобумажной пряжи и ткани, что демонстрируется статистическими данными, представленными в виде диаграмм на рис. 1 и 2 (рис. 1 – распределение производства хлопчатобумажной пряжи по областям ЦФО в 2011 г.; рис. 2 – распределение выпуска хлопчатобумажных тканей по областям ЦФО в 2011 г.).

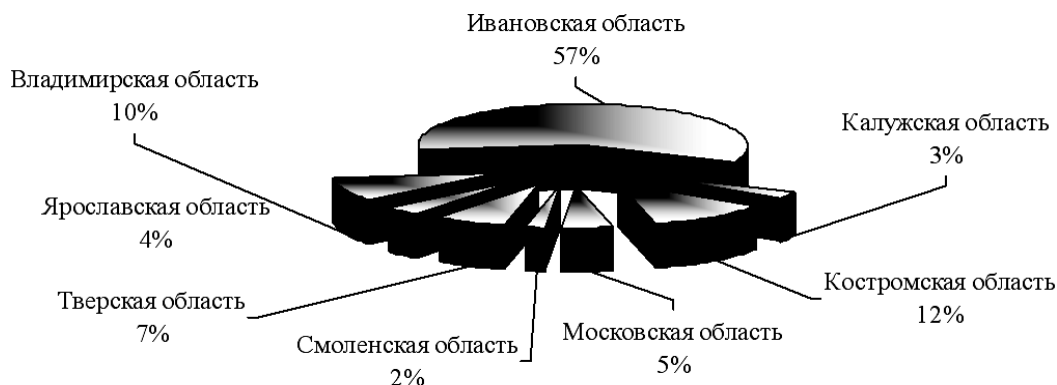


Рис. 1

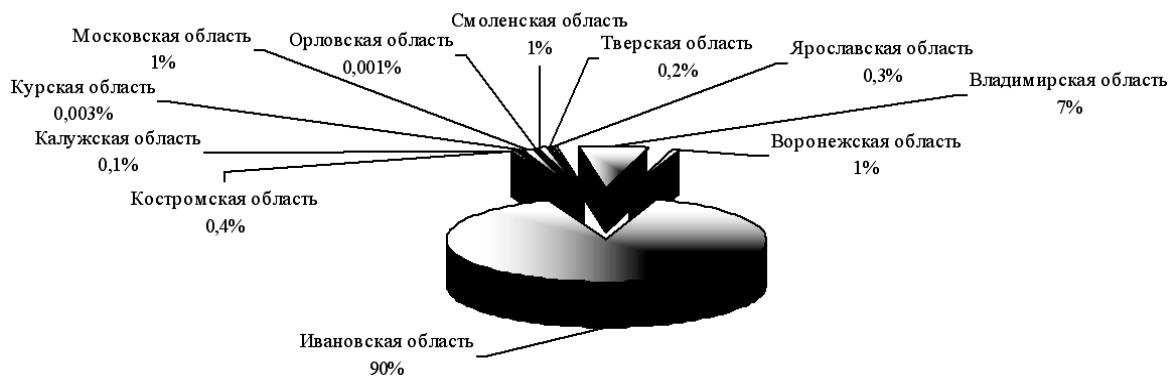


Рис. 2

Развитие текстильного производства на территории Ивановской области привело к созданию текстильных предприятий и дальнейшему их преобразованию в крупные и средние интегрированные объединения. В настоящее время на территории работают 6 холдингов, производящих текстильные изделия. Этот процесс проходил поэтапно под воздействием технических, экономических и политических факторов.

Нами было выделено 4 этапа. В качестве критериев периодизации принимаем:

- организация труда (проявляется в концентрации, кооперации труда и т.п.);
- концентрация производства (проявляется в росте крупных предприятий и сосредоточении на них все больше средств производства, капиталов, рабочей силы);
- уровень технологии (проявляется в степени совокупности рабочей силы и средств труда в процессе производства продукции);
- право собственности (проявляется в смене формы собственности).

Предпосылками первого этапа – "первичной интеграции" послужили активно развивающиеся ремесленничество и кустарное производство, которые постепенно перешли из деревень и сел в города. Впоследствии ремесленники объединялись, создавая технологические цепочки производства продукции и собственные распределительные сети, а также осваивали новые территории для распространения товара. Эта первичная интеграция, основанная на обмене опытом и совместно накопленном капитале, позволила образовывать крепостные мануфактуры. Реформы Петра I, отмена крепостного права способствовали росту производства, расширили рынки сбыта, а научно-технический прогресс способствовал формированию капиталистических фабрик [6].

Следующий этап – "либеральной интеграции", он обусловлен особенностями плановой экономики. Текстильные предприятия в СССР обладали принципиальными особенностями [5], [7]:

1) все предприятия принадлежали государству и являлись общенародной собственностью;

2) деятельность предприятий строилась на сочетании централизованного государственного руководства с хозяйственной самостоятельностью и инициативами предприятий;

3) предприятия образовывали законченную цепочку создания готовой продукции по заранее разработанному плану, который описывал взаимоотношения и контроль между ними (план разрабатывался в соответствии с заявками, заказами, ассортиментом, характеристиками и т.п.);

4) предприятия функционировали на основе хозяйственного расчета.

В период формирования и развития СССР текстильная промышленность перешла на новый уровень интеграционного развития. Вместо отраслевой системы управления промышленностью сформировалась территориально-отраслевая, а после реорганизации ВСНХ руководство осуществлялось его главками через местные советы народного хозяйства (совнархозы) и отраслевые хозяйственные тресты [13].

В условиях плановой экономики управление осуществлялось через Госплан СССР, который поддерживал баланс между производством, потреблением и накоплением. Параллельно в Госплане учитывался фактор ведения политики внешней и внутренней торговли на основе государственной монополии (монополия образовалась вследствие установления централизованного управления государством всеми предприятиями в СССР). Торговые сделки по покупке и продаже всякого рода продуктов как внутри страны, так и с иностранными государствами и отдельными торговыми предприятиями за границей совершались от лица СССР через уполномоченные органы – сначала через Наркомат внешней и внутренней торговли, а потом через Минвнешторг (на основе торговой монополии), что позволяло поддерживать баланс в цепочке "снабжение–производство–сбыт" [5], [7].

Отлаженная система "снабжение–производство–сбыт", находящаяся под контролем государственных органов, способствовала формированию жестких интегрированных форм, основанных на том, что предприятия, в составе интегрированного объе-

динения, теряли коммерческую и сбытовую самостоятельность, но частично сохраняли юридическую и производственную свободу действий – яркими представителями являются тресты, синдикаты, картели и комбинаты [12]. Именно в этот период сформировался идеальный симбиоз между государством и интегрированными образованиями, что позволило достигнуть колоссальных результатов в производстве текстильной продукции и завоевать нашей стране определенную нишу на мировом рынке.

В условиях реверсивной (переходной) экономики начался этап "территориально-отраслевой интеграции". Поскольку плановая система распределения ресурсов свертывалась, начала формироваться сеть товарных и товарно-сырьевых бирж. Сразу нарушился межотраслевой баланс. Были свернуты все государственные программы, начался быстрый спад производства. СССР погрузился в состояние "без плана и без рынка". При этом стали распадаться и интегрированные объединения, так как они выступали в роли государственных органов [7], [8].

Именно в этот период и появились современные интегрированные структуры. Но это было не добровольное объединение с целью создания эффективной и мощной корпоративной структуры, а постепенное поглощение предприятий с целью срыва большого "куша".

Схема создания современных интегрированных структур в текстильной промышленности начиналась с "захвата" прядильных фабрик. Руководитель предприятия заменялся антикризисным управляющим, который был обязан вывести предприятие из стадии банкротства. Но на практике случилось так, что он отдавал сырье по заниженной цене, источник покрытия потребности в сырье не разглашался, и постепенно у предприятия образовывался долг перед поставщиком. Предприятие-должник расплачивалось акциями и постепенно менял собственника. После захвата прядильного предприятия переходили к ткацкой фабрике, и опять по той же схеме. Таким образом, формировался контроль над полным циклом производства готовой текстильной продукции. Новый владелец, как правило,

не был заинтересован в технико-технологическом развитии производства. Основной его целью являлась сиюминутная выгода. Такое "выжимание денег" из текстильных предприятий полностью подорвало отрасль, но при этом способствовало введению в российскую практику других способов ведения бизнеса и продвижению новых форм интегрированных объединений, наиболее распространенной из которых является – холдинг.

Собственники таких интегрированных объединений рассчитывали, что в современных экономических условиях текстильная промышленность останется достаточно эффективной и прибыльной сферой деятельности. Но возрождение текстильного производства требует больших финансовых вложений в технико-технологическое совершенствование, а процесс "выкачивания прибыли" обременил предприятия большими долгами. Конкуренция с зарубежными производителями осложнила положение интегрированных образований в текстильной промышленности, что подтолкнуло некоторых владельцев выставить текстильный бизнес на продажу. Однако покупателей на запущенные производства так и не нашлось.

Не все современные интегрированные образования нашей области прошли "рейдерский" путь, многие из них объединялись с целью создания устойчивой корпоративной структуры для обладания всеми преимуществами интеграции: ОАО "Ивановское текстильное объединение", Текстильное объединение "Монолит".

Современный период можно определить как "диверсифицированная интеграция". Он характеризуется определенным количеством сформированных устойчивых интегрированных образований. Первым шагом к возрождению текстильной промышленности в России стал вывод текстильных предприятий из депрессивного состояния, перерегистрация предприятий и введение их в состав интегрированной структуры уже без долгов.

Несмотря на все преимущества интеграции, предприятия остаются подверженными влиянию кризиса. Кроме того, холдинги по-прежнему не застрахованы от рейдерских захватов. Так, в 2008 году был разрушен

холдинг ООО "Альянс русский текстиль", что заметно сказалось на выпуске хлопчатобумажной пряжи и ткани интегрированными образованиями. На фоне общей тенденции снижения объемов текстильного производства можно констатировать разли-

чия по отдельным видам продукции (рис. 3 – объем выпуска хлопчатобумажной пряжи в ЦФО за 2007 – 2011 гг.; рис. 4 – объем выпуска хлопчатобумажной ткани в ЦФО за 2007 – 2011 гг.).

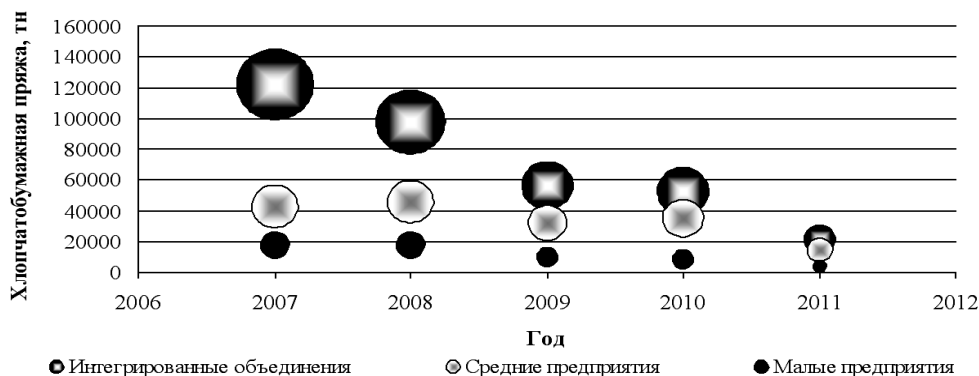


Рис. 3

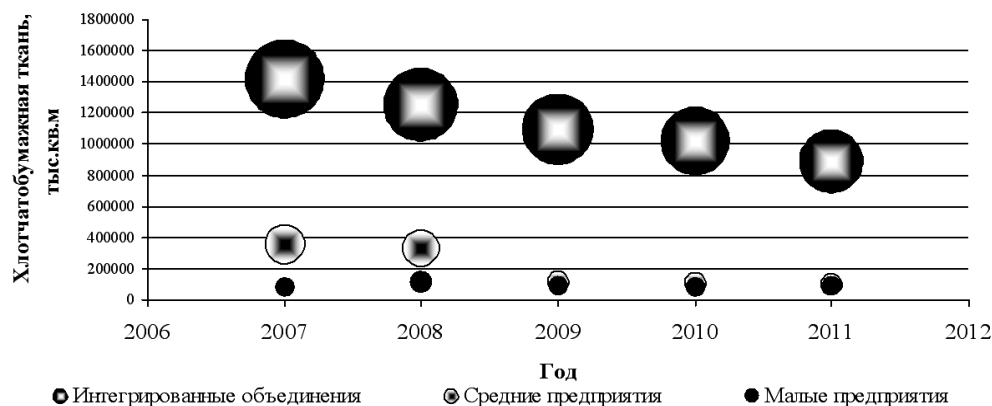


Рис. 4

Снижение выпуска хлопчатобумажной пряжи связано с перевооружением прядильных фабрик. Отказ от производства хлопчатобумажной пряжи связан, в первую очередь, с колебаниями цен на хлопковых биржах. Кроме того, при высоких трудо- и энергоемкости отечественного прядения продукция выходит неконкурентоспособной. В целом при негативной тенденции общего снижения объемов производства доля хлопчатобумажной пряжи и ткани, вырабатываемых в рамках интегрированных образований, остается высокой.

Проанализировав процесс формирования устойчивых интегрированных структур в текстильной промышленности, выделим следующие закономерности их развития:

- объединение капиталов с целью более эффективного роста масштабов производства при формировании интегрированных образований;

- достижение синергетического эффекта за счет снижения трансакционных издержек, внешних и внутренних рисков, повышения инновационности и конкурентоспособности интегрированных структур;

- диверсификация деятельности, способствующая одновременному развитию многих, не связанных друг с другом видов производств, расширению ассортимента и снижению риска банкротства;

- смена экономической политики влечет за собой новый этап интеграционных процессов через изменение организационно-

правовой формы, условий взаимодействия и т.п.

Выявленные закономерности позволяют создавать необходимые благоприятные условия выведения текстильной промышленности из кризисного состояния и сформулировать стратегию развития отечественной текстильной промышленности. Первые шаги уже сделаны. Осуществляются:

– модернизация оборудования на многих фабриках в составе интегрированных структур, частично осуществляемая при поддержке государства;

– формирование распределительных сетей и логистических центров;

– активное сотрудничество интегрированных образований с вузами и местным правительством.

Постепенно расширяясь как в географических, так и в отраслевых масштабах, интегрированные структуры стали осваивать новые направления и развивать производство смешанных тканей, геотекстиля, материалов с использованием нанотехнологий и т.д. При этом укрепляется, модернизируется и расширяется распределительная сеть. Формируются логистические подразделения, которые, концентрируя материальные потоки, способствуют снижению издержек корпорации, оптимизируют работу всех хозяйствующих субъектов, задействованных в цепочке создания стоимости.

На сегодняшний момент, по оценке экспертов, легкая промышленность находится в первой тройке отраслей, подверженных особому риску в связи с вступлением России во Всемирную торговую организацию [3]. В этих условиях особенно важна государственная защита отечественной легкой промышленности, которая может проявляться в увеличении госзаказов (для военных, медиков и т.п.), в решении проблем обеспечения сырьем (развивать источники нового сырья), в активизации спроса на отечественную продукцию (стимулирование обновления ассортимента, борьба с контрафактной про-

дукцией и т.д.), в увеличении финансовой господдержки проектов по развитию текстильной промышленности и т.п.

Таким образом, интеграция предприятий в текстильной промышленности является одним из способов защиты интересов производителей текстильной продукции

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Акулов В.Б., Рудаков М.Н. Теория организации. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2002.
2. Бирюков О.Б., Бочкова Л.А. Приемы антикризисного менеджмента. – М.: Дашко и К°, 2008.
3. Биткина С. Где тонко [Электронный ресурс] // Российская газета. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2012/09/18/reg-sfo/textil.html>, свободный. – Заглавие с экрана. – Язык русский.
4. Веснин В.Р. Теория организации. – М.: Проспект, 2008.
5. Иоффе И.Г., Пекшиева Е.Н., Боброва З.В. Экономика текстильной промышленности. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.
6. Зрюкин В.В., Горьков Г.Н., Смирнов А.Н. История возникновения и развития текстильной промышленности. – Иваново: ИГТА, 2004.
7. Кара-Мурза С.Г. История государства и права России. – М.: Былина, 1998.
8. Крупнов Ю.С. О платежном кризисе: Неплатежи // Финансы. – 1995, № 4.
9. Лапыгин Ю.Н. Теория организации. – М.: ИНФРА-М, 2007.
10. Мильнер Б. З. Теория организации. – 6-е изд., перер. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2008.
11. Степанова С.М., Горинова С.В. Интеграционное управление как необходимое условие развития промышленного регионального текстильного комплекса // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 8.
12. Трофимов А.С., Горинова С.В. Методические основы формирования коммуникативных стратегий в бизнесе // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 2.
13. Орлов А.С., Георгиев В.А., Георгиева Н.Г., Сивохина Т.А. История России. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: ТК; Простект, 2007.

Рекомендована кафедрой организации производства и логистики. Поступила 14.01.13.

**НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННЫЙ И КЛАСТЕРНЫЙ ПОДХОД  
К ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ  
ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**FUZZY MULTIPLE AND CLUSTER APPROACH  
TO THE ASSESSMENT  
OF THE TEXTILE INDUSTRY CONDITION IN IVANOV REGION**

*С.А. КРАСАВЦЕВ, К.М. ПИРОГОВ, С.В. ТИХОМИРОВ*  
*S.A. KRASAVTSEV, K.M. PIROGOV, S.V. TIHOMIROV*

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

*В статье предложен механизм оценки состояния текстильной промышленности Ивановской области, построенный на нечетко-множественном и кластерном подходе. Рассчитан интегральный показатель конкурентоспособности и определены пути выхода отрасли на уровень требований ВТО.*

*The mechanism of assessment of the textile industry condition in Ivanovo region constructed according to the fuzzy multiple and cluster approach has been offered in the article. The integral index of competitiveness has been calculated and the ways of exit on the level of WTO requirements have been defined.*

**Ключевые слова:** интеллектуальный анализ данных, интегральная оценка конкурентоспособности, лингвистическая оценка.

**Keywords:** intellectual analysis of data, integral assessment of competitiveness, linguistic estimation.

Стремительное развитие рыночных отношений в России ставит вопрос повышения конкурентоспособности национальной экономики в качестве одной из приоритетных задач. Конкурентоспособность отрасли в государственном масштабе связана с различными аспектами в отдельных секторах экономики и ориентирует субъекты управления не только на повышение качества продукции, но и уровня конкурентоспособности товара, работ, услуг, которые следует рассматривать как многофакторные системы. Подобные многофакторные системы предполагают использование механизма интеллектуального анализа данных (ИАД) через использование математических моделей. В основу механизма ИАД положена концепция шаблонов (пат-

тернов), отражающих фрагменты многоаспектных взаимоотношений в данных [1].

В качестве одного из прогрессивных шаблонов, согласно [3], [4], выделяется кластерный анализ, который предусматривает объединение объектов в группы (кластеры) по схожести признаков объектов одной группы и отличий между группами. Наряду с инструментом ИАД в шаблонах присутствует фактор неопределенности, недостоверности и неполноты как в существующих элементах конкурентоспособности отрасли, так и в последующей их динамике.

Для формализации данных успешно применяется аппарат теории нечетких множеств, который имеет неоспоримое преимущество над вероятностными подходами и заключается в том, что постро-

енные на их основе экспертные системы обладают повышенной степенью обоснованности принимаемых решений. Это связано с тем, что в расчет попадают все возможные сценарии развития событий, что несвойственно вероятностным методам, рассчитанным на конечное (дискретное) множество сценариев [5].

В статье предлагается алгоритм расчета интегральной (Int) оценки конкурентоспособности текстильной промышленности Ивановской области, в основе которого заложен симбиоз кластерного анализа (КА) и алгоритма теории нечетких множеств.

В состав алгоритма включены социально-экономические и технические показатели конкурентоспособности текстильной отрасли, представленные Федеральной

службой статистики РФ по Ивановской области, из которых выделена номенклатура из 34 показателей. С целью формирования группы показателей, влияющих на интегральную оценку конкурентоспособности отрасли, был проведен кластерный анализ ППП (пакета программных продуктов) Statistica. Кластеризация проводилась методом k-средних – метод определения принадлежности элементов к кластерам с помощью минимизации разницы между элементами кластера и максимизации расстояния между кластерами [3]. Расчетным путем определены пять кластеров и семь ведущих показателей, характеризующих конкурентоспособность текстильной отрасли Ивановской области, которые представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Показатель	Год					
		2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	Доля ивановской текстильной промышленности на российском рынке, %	33	32,6	35,9	45,7	43,1	41,7
2	Средний возраст основных производственных фондов, лет	35,3	40,7	31,4	33,6	33,4	27,8
3	Рентабельность всех проданных товаров, продукции (работ, услуг), %	1,1	3,8	2,4	0,4	2,9	2,4
4	Объем отгруженных товаров собственного производства (малое предпринимательство), млн. руб	2998	5394	12035	14469	15755	25269
5	Суммарная задолженность по обязательствам перед банками, млн. руб	6440	12111	13131	15366	17745	21919
6	Объем инновационных товаров, работ и услуг организаций, млн. руб	632,9	495	782,5	818,9	251,5	2477
7	Среднегодовая численность работников организаций, чел	93823	91018	80683	67448	62788	62479

В рамках кластерного анализа представляется возможным выявить значимость каждого из отобранных показателей. Дальнейшая реализация метода связана с использованием алгоритма теории нечетких множеств. В ходе выстраивания нечетко-множественного алгоритма решаются задачи лингвистического определения (смысловой оценки) состояния объекта. В

данном случае речь идет об уровне конкурентоспособности текстильной промышленности Ивановской области как интегрального показателя. В табл. 2 представлена результирующая шкала интегрального показателя конкурентоспособности отрасли с соответствующей лингвистической оценкой.



Уровень конкурентоспособности отрасли	Диапазоны количественной оценки интегрального показателя (Int)	Лингвистическая оценка уровня конкурентоспособности отрасли
1	$0,95 < \text{Int} < 1$	Высшая
2	$0,8 < \text{Int} < 0,94$	Высокая
3	$0,6 < \text{Int} < 0,79$	Средняя
4	$0,4 < \text{Int} < 0,59$	Низкая
5	$0 < \text{Int} < 0,39$	Низшая

Как видно из табл. 2, были определены пять состояний уровня конкурентоспособности. Используя разработанный совместный механизм кластерного анализа и алгоритма теории нечетких множеств, были рассчитаны интегральные показатели (Int) конкурентоспособности в период с 2006-2011 гг., отраженные в рис.1.

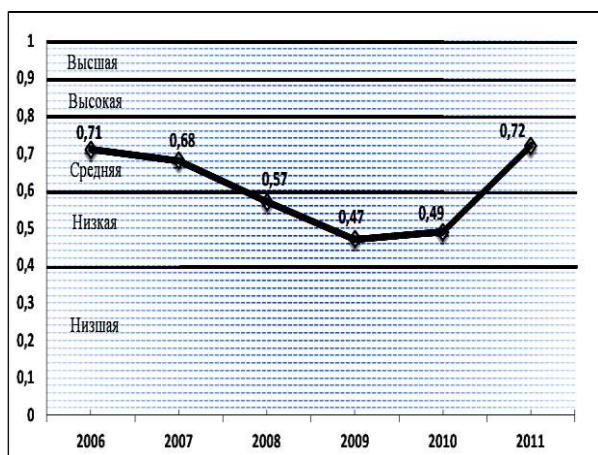


Рис. 1

Из рис. 1 видно, что уровень конкурентоспособности текстильной отрасли за 2006-2011 гг. колеблется от низкой до средней (от 0,47 до 0,72). Падение конкурентоспособности за 2006-2009 гг. объясняется высокой долей морально устаревшего оборудования, недостаточной поддержкой правительства в развитии механизма льготного налогообложения и кредитования. В 2011 году стали больше использоваться механизмы лизинга, аутсорсинга, повышенной нормы амортизации, отмены НДС на технологическое оборудование и запасные части к нему, не имеющих аналогов отечественного производства и др. Переход на условия ВТО ставит задачи довести этот показатель свыше 0,8,

то есть обеспечить Int не менее 0,9 и до 0,95.

## ВЫВОДЫ

1. Рассмотрен подход для интеллектуального анализа данных, основанный на кластерном анализе и алгоритме теории нечетких множеств.

2. Рассчитан интегральный коэффициент (Int) за 2006-2011 гг., характеризующий уровень конкурентоспособности текстильной отрасли, а также дана его лингвистическая оценка (рис. 1).

3. Сформулированы дальнейшие пути повышения конкурентоспособности текстильной отрасли Ивановской области и обусловлено дальнейшее вхождение в ВТО.

4. Универсальность предложенного подхода позволяет рекомендовать его применение в качестве оценки состояния для любой оцифрованной системы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Крошлин А.В., Крошлина С.В. // Фундаментальные исследования. – 2012, № 6. С.128...133.
2. Статистический сборник. Федеральная служба статистики РФ по Ивановской области // Текстильное и швейное производство. – 2011.
3. Боровиков В.П., Боровиков И.П. STATISTICA. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. – М.: Информ.-издат. Дом "Филинь", 1997.
4. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных: Учебник. – 3-е изд. – М.: ООО "Бином-Пресс", 2008.
5. Недосекин А.О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций. – СПб.: Деан, 2003.

Рекомендована кафедрой экономики. Поступила 28.01.13.

## КОРПОРАТИВНАЯ ПАМЯТЬ КАК УПРАВЛЕНЧЕСКИЙ РЕСУРС ТЕКСТИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

### CORPORATE MEMORY AS A MANAGEMENT RESOURCE OF A TEXTILE ENTERPRISE

*A.A. PAЖEBA, K.M. ПИРОГОВ*  
A.A. RAZHEVA, K.M. PIROGOV

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

*Корпоративная память рассматривается в качестве управленческого ресурса текстильного предприятия. Раскрывается ее понятие, функциональная структура, а также приводится пример результатов ее влияния на систему качества предприятия. Показано, что вовлечение корпоративной памяти в процесс управления предприятием способствует повышению эффективности его деятельности.*

*Corporate memory is considered as a management resource of a textile enterprise. Its definition and functional structure are revealed, as well as the example of the results of its influence on the management system of enterprise quality is given. Implication of corporate memory into enterprise management process is shown to contribute to the enterprise efficiency.*

**Ключевые слова:** управленческий ресурс, корпоративные знания, корпоративная память, текстильная промышленность.

**Keywords:** management resource, corporate knowledge, corporate memory, textile industry.

Вступление России в ВТО усиливает необходимость промышленных предприятий страны в повышении собственной эффективности. Возрастающая конкуренция позволяет выживать только наиболее эффективным производителям, нашедшим на рынке свою уникальную нишу и позиционирование. Тем самым вопросы, связанные с повышением собственной конкурентоспособности, стоят перед отечественными промышленными предприятиями очень остро.

Не стали исключением и предприятия текстильной промышленности: новые условия только усугубили их и без того сложное положение. Несмотря на то, что в общем объеме производства страны доля легкой промышленности сравнительно невелика – порядка 1,1%, отрасль занимает

важное место в списке приоритетов государства. В первую очередь, это объясняется ее высокой социальной значимостью. На сегодняшний день в текстильной и швейной промышленности государства заняты около 326000 человек, работающих на 653 крупных и средних предприятиях [1]. Таким образом, и государство, и сами предприятия заинтересованы в повышении конкурентоспособности. Причем проблема восстановления конкурентоспособности состоит не в том, чтобы заставить сотрудников предприятий работать усерднее, а в том, чтобы научить их работать иначе.

В связи с этим среди способов повышения эффективности работы предприятий все большее значение приобретают решения, связанные с активным вовлечением знаний в процессы предприятия.

Причем наибольшую ценность получают корпоративные знания, являющиеся продуктом интеллектуальной деятельности сотрудников предприятия. Такие знания, создаваемые путем непрерывной организации коллективного опыта, представляются нами в виде корпоративной памяти предприятия. Ее ключевое отличие от хранилищ и баз знаний заключается в наличии внутреннего механизма управления знаниями, который позволяет не просто их накапливать, а преобразовывать в единую целостную систему, способную к развитию. Таким образом, корпоративная память представляет собой "живой" организм. Этому способствует ее функциональная структура (рис.1). Она базируется на трехкомпонентной структуре человеческой памяти, предложен-

ной Р. Аткинсоном и Р. Шиффрином, и представляет собой три основных функциональных блока:

- регистрация проблемных ситуаций;
- поиск решений для зарегистрированных проблемных ситуаций;
- хранение информации о найденных решениях.

Под проблемной ситуацией (проблемой) понимается осознание какого-либо противоречия в процессе функционирования системы (предприятия), которое приводит к появлению потребности в новых знаниях, направленных на решение возникающих противоречий. Информация о проблемных ситуациях поступает в корпоративную память в виде сигналов.

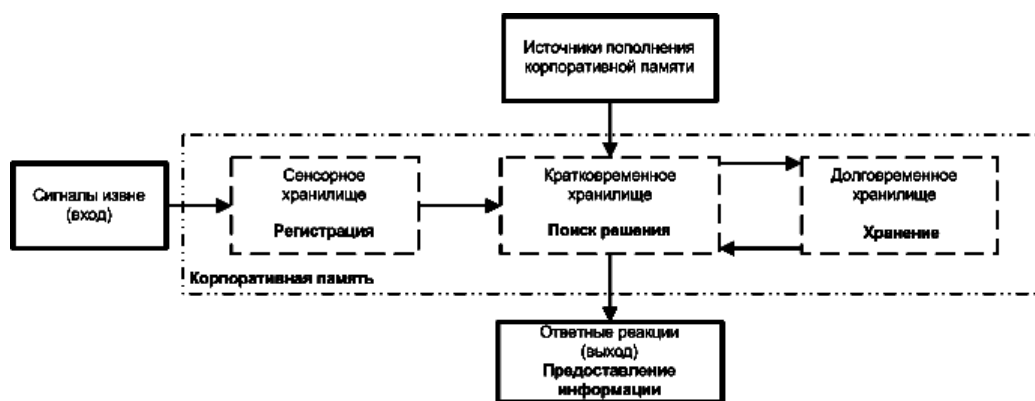


Рис. 1

Корпоративная память является не просто уникальным и исчерпывающим информационным ресурсом предприятия, который постоянно способен адекватно отражать реальное состояние его хозяйственных процессов, она, благодаря внутреннему механизму управления, становится управленческим ресурсом, выступающим в качестве интеллектуального помощника для лиц, принимающих решения.

Знания, которые накапливаются в течение всего времени существования предприятия, позволяют ему развивать интуицию и способности к познанию, помогают лучше понять бизнес. Данный процесс называют накоплением мудрости предприятия. Мудрость приобретает на основе коллективного опыта и результатов исследований. Совокупное корпоративное зна-

ние, воплощенное в мудрости, отлично от знания отдельных сотрудников. Оно образует собой интеллектуальный капитал, который является стратегическим активом предприятия. Именно интеллектуальный капитал задает темп и характер обновления технологии производства и его продукции, которые затем становятся главным конкурентным преимуществом на рынке. Специалисты отмечают [2], что интеллектуальному капиталу присуща более высокая степень развития по сравнению с уже известными функциональными формами капитала, критерием чего является более устойчивый уровень экономического роста предприятия.

В качестве примера рассмотрим, какое влияние оказывает применение корпора-

тивной памяти на процесс управления качеством продукции.

На сегодняшний день системы качества большинства текстильных предприятий базируются на требованиях стандартов ISO серии 9000, главные цели которых – удовлетворение запросов потребителей, вовлечение персонала предприятия в борьбу за качество и сосредоточение внимания на трудовых, технологических и производственных процессах. Однако жесткие иерархические структуры, командные методы работы, как затянувшиеся следствия функционирования предприятий в условиях плановой экономики, затрудняют их полноценное использование. По словам З.В. Брагиной и Н.В. Буториной [3], современная система управления качеством должна опираться на использование (активизацию) интеллектуальных и профессиональных возможностей личностей. Это означает, что каждый сотрудник предприятия должен быть вовлечен в процесс управления качеством.

Кроме того, опыт зарубежных предприятий показывает, что совершенствование системы качества – это непрерывный процесс, требующий постоянных усилий. С развитием рынка, требования к составу принципов управления технологическим процессом и значение отдельных принципов изменяются. Требуется постоянная адаптация технологического процесса к требованиям внешней среды.

Корпоративная память как управленческий ресурс решает эти задачи.

Во-первых, мониторинг и регистрация всех сигналов, исходящих из внешней и внутренней среды предприятия, позволяет формировать реальную картину протекающих процессов. Для этого корпоративная память должна отслеживать информацию, поступающую от всех факторов, влияющих на работу системы качества, а именно:

- внешней среды;
- покупателей;
- поставщиков;
- послепроизводственного сервиса;
- конкурентов;

- внутренней среды;
- системы целей (как нормативов качества).

Во-вторых, обработка поступающих сигналов (поиск решений) способствует своевременному реагированию на изменения, происходящие во внешней и внутренней среде предприятия. За счет этого предприятие совершенствует свою деятельность и адаптируется к новым условиям.

Решение проблем происходит за счет различных источников знаний, в состав которых входят: покупка и аренда знаний, обучение сотрудников предприятия, результаты аналитических обзоров. Однако предпочтение отдается таким источникам знаний, как НИОКР и опыт сотрудников предприятия. Они способствуют формированию уникального знания, использование которого создает предприятию дополнительное конкурентное преимущество.

В-третьих, сохранение найденных решений способствует наращиванию интеллектуального капитала предприятия. Часть решений закрепляется в виде документации предприятия. В частности, нормативная база управления качеством включает в себя:

- систему технологических параметров;
- требования потребителей продукции;
- систему комплексной стандартизации;
- нормативную литературу;
- систему допусков физико-математических параметров;
- опережающую стандартизацию, ГОСТы, ТУ, инструкции.

В целом, применение корпоративной памяти в системе управления качеством способствует ее приближению к стандартам TQM. Такой вывод обусловлен тем, что благодаря корпоративной памяти осуществляется непрерывное совершенствование деятельности. Кроме того, при участии корпоративной памяти система качества ориентирована не только на выполнение заказа клиента, она также учитывает интересы сотрудников и создает условия для наиболее полной реализации их творческого потенциала.

Последнее утверждение справедливо и для остальных подсистем управления. Использование корпоративной памяти ориентировано на совершенствование процессов на всех системных уровнях управления предприятием: уровне внешней среды (взаимоотношений с клиентами и партнерами), уровне системы (предприятия), уровне элементов предприятия (его сотрудников). Результатом такой работы является повышение эффективности управления предприятием, его престижа, имиджа и конкурентоспособности.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Горячкин Д.* Вступление России в ВТО опасно для легкой промышленности // Экономика и жизнь. – 2012, №30.

2. *Петрухина Е.В.* Роль интеллектуального капитала в обеспечении инновационного развития предприятий // Сб. мат. Второй междунар. научн.-практ. конф.: Проблемы развития инновационно-креативной экономики // Режим доступа: <http://econference.ru/blog/conf06/261.html>.

3. *Брагина З.В., Буторина Н.В.* Управление качеством: текстильные предприятия: Монография. – Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2002.

Рекомендована кафедрой экономики. Поступила 29.01.13.

---

УДК 677-168-19/629.012.5

**ИЗМЕНЕНИЕ УПРУГОРЕЛАКСАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НИТИ  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЛАЖНОСТИ**

**CHANGE OF ELASTIC AND RELAXATION THREAD CHARACTERISTICS  
DEPENDING ON MOISTURE**

*А.Б. НЕКРАШЕВИЧ, В.Г. ТИРАНОВ, А.В. ПОСТНИКОВ*  
*A.B. NEKRASHEVICH, V.G. TIRANOV, A.V. POSTNIKOV*

(Ивановская государственная текстильная академия,  
Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна,  
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет)  
(Ivanovo State Textile Academy,  
Saint-Petersburg State University of Technology and Design,  
Ivanovo State University of Civil Engineering and Architecture)  
E-mail: ttp@igta.ru

*В ходе эксперимента были получены результаты по влиянию влаги и динамической нагрузки на деформационный процесс в капроновых комплексных нитях, которые используются в кордных тканях.*

*In the process of the experiment the results on the influence of moisture and dynamic loading on deformation process in fosta nylon complex threads used in cord fabrics, have been obtained.*

**Ключевые слова:** кордная ткань, комплексная капроновая нить, влагосодержание, растягивающее напряжение, логарифмический декремент, динамический модуль.

**Keywords:** cord fabric, integrated nylon thread, moisture content, tensile tension, logarithmic decrement, a dynamic modulus.

Кордные ткани являются армирующим элементом в процессе формирования автомобильных шин. За период эксплуатации шинам приходится значительное время находиться в среде влажного воздуха и воды.

В связи с этим несомненный интерес представляет изучение влияния влаги на динамические и механические свойства ка-

проновых нитей, из которых вырабатывается большое количество кордных тканей [1].

В качестве объекта исследования была выбрана комплексная нить из капрона с толщиной T124, так как известно, что капроновые нити обладают повышенной гигроскопичностью по сравнению с другими полиамидами.

Для получения различного процентного содержания влаги образцы выдерживались в эксикаторах в течение 14 суток. Первый образец при 60% влажности, второй – при 0% влажности, третий образец – при 100% влажности, и четвертый образец выдерживался в дистиллированной воде в течение суток.

На разрывной машине Интрон были получены диаграммы растяжения 1-го образца и 4-го образца [2].

Сопоставляя диаграммы, можно отметить, что прочность более влажного образца меньше, а деформация больше.

Феномонологическое рассмотрение анизотропии набухания волокон показывает, что степень ориентации должна уменьшаться [3]. Соответственно этому увеличивается способность волокна к деформации, что объясняется эффектом пластификации и изменением ориентационного порядка. В случае ориентированных полимеров можно ожидать и значительных изменений надмолекулярной структуры, связанной с диффузией надмолекулярного компонента в аморфной области полимера. Зависимости динамического модуля упругости  $E$ , ГПа, от растягивающего напряжения  $\sigma$ , МПа, при различной влажности приведены на рис. 1.

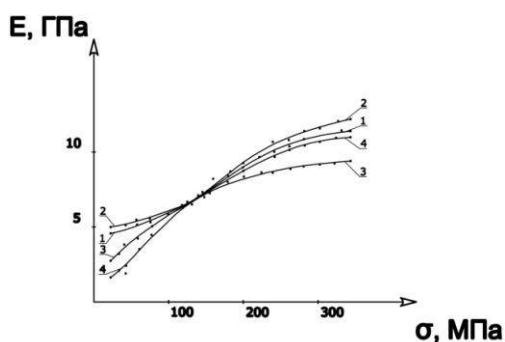


Рис. 1

При рассмотрении зависимостей можно сделать вывод, что на изменение динамического модуля упругости оказывает влияние не только влагосодержание, но и уровень растягивающего напряжения. До уровня напряжения в 120 МПа с увеличением влагосодержания динамический модуль уменьшается. Выше уровня напряже-

ния в 120 МПа модуль образца 4 (в среде дистиллированной воды) и модуль образца 2 (при  $W=0\%$ ) практически имеют одно значение. Вероятно, что при растягивающем напряжении свыше 120 МПа для данного капрона на молекулярную и надмолекулярную структуры и перестройки оказывает влияние приложенное напряжение, а не содержание влаги.

Зависимость логарифмического декремента  $\delta$  от влагосодержания показана на рис. 2.

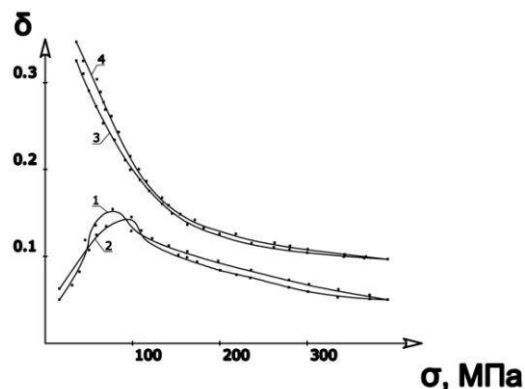


Рис. 2

С увеличением влагосодержания максимум возрастает и смещается в сторону меньших напряжений. Величина логарифмического декремента для образца 4 существенно меняется. Значения логарифмического декремента для образцов 1 и 2 меняются незначительно.

Отсюда можно заключить, что введение молекул воды приводит к увеличению сегментальной подвижности больших кинетических элементов макроцепи за счет ослабления межмолекулярного взаимодействия. Но это увеличение наблюдается при малых значениях растягивающего напряжения.

При больших напряжениях влияние влаги подавляется действием, "тормозящим" напряжения. Поэтому различие в значениях логарифмического декремента при  $\delta_{\text{раст}}=200$  МПа для образца 2 и образца 4 различаются на 0,4 раза, а при  $\delta_{\text{раст}}=80$  МПа – в 3 раза.

Таким образом, одновременное действие влаги и напряжения приводит к протеканию параллельно двух процессов пла-

стификации и "антипластификации". Под действием молекул воды и напряжения происходит разрушение упорядоченных областей, состоящих только из сегментов полимерных цепей, и приводит к возникновению упорядоченных областей, состоящих из фрагментов полимерных цепей и молекул пластификатора.

## ВЫВОДЫ

1. На основе эксперимента показана возможность определения преобладающей роли влияния того или иного фактора (влаги, нагрузки) на деформационный процесс и изменение упругорелаксационных и демпфирующих свойств.

2. При одновременном действии влаги и напряжения происходит протекание в образцах двух параллельных процессов пластификации, что приводит к возрастанию жесткости образца при больших на-

пряжениях независимо от влагосодержания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Колесник П.А., Кланица В.С. Материаловедение на автомобильном транспорте. – М.: Издательский центр "Академия", 2007.

2. Тиранов В.Г., Некрашевич А.Б., Каминский В.Н., Краснов Е.П. Зависимость составляющих комплексного модуля технической нити капрон от растягивающего натяжения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1987, №1. С.9...11.

3. Перепелкин К.Е. и др. Процессы структурного образования в растворах полимеров. – Саратов: Изд. СГУ, 1980.

4. Геллер Б.Х. Термодинамические и структурные аспекты процесса отжига армированных волокон // II Международный симпозиум, 15-30 мая, Т. 1. – Калинин, 1977.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильного отделочного оборудования ИГТА. Поступила 31.10.12.

УДК 677.017

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ

## RESEARCH OF THE PROPERTIES OF FLAX FABRICS

Н.А.ВИНОГРАДОВА, Ю.С.ШУСТОВ, С.В.ПЛЕХАНОВА  
N.A.VINOGRADOVA, YU.S. SHUSTOV, S.V. PLEHANOVA

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

*Проведено исследование по выявлению основных факторов износа льняных тканей бельевого назначения в процессе эксплуатации. В качестве критерия постепенного ухудшения свойств бельевых тканей было выбрано изменение стойкости к истиранию и рассмотрена зависимость этого показателя от количества стирок.*

*Research on revealing basic factors of wear of linen underwear in the process of exploitation has been carried out in the article. As a criterion of constant degradation of properties of linen fabrics the change of abrasion resistance has been chosen and dependence of this parameter on washing amount has been considered.*



**Ключевые слова:** льняные ткани бельевого назначения, причины износа тканей в процессе эксплуатации, износ от истирания по плоскости, усадка, воздухопроницаемость.

**Keywords:** linen underwear, reasons of fabric wear during exploitation, wearing from abrasion along a surface, shrinkage, breathability.

В качестве объектов исследования были выбраны 10 образцов льняных и полуньяных тканей бельевого назначения,

отличающихся волокнистым составом и структурными показателями, представленными в табл.1.

Таблица 1

Наименование показателя	Номер образца									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сырьевой состав:										
лен	100	100	100	100	53	45	30	28	11	6
хлопок	-	-	-	-	47	55	70	72	89	94
Линейная плотность нитей, текс:										
– по основе	33,0	30,0	86,2	110,0	29,3	29,4	50,0	29,3	29,4	29,4
– по утку	33,0	30,0	86,2	110,0	46,1	33,3	85,7	33,3	36,9	48,5
Плотность нитей, нитей/10 см:										
– по основе	197	197	137	144	234	234	174	234	240	233
– по утку	160	190	130	108	161	194	93	160	175	151
Поверхностная плотность ткани, г/м <sup>2</sup>	120	120	250	280	146	146	200	140	145	148
Средняя плотность ткани, мг/мм <sup>3</sup>	0,39	0,48	0,31	0,48	0,46	0,30	0,42	0,46	0,32	0,30
Линейное заполнение ткани, %										
– по основе	38,9	38,5	44,9	54,5	47,7	46,2	48,5	51,9	52,5	46,6
– по утку	32,7	37,1	43,6	39,4	41,1	40,9	34,4	34,6	34,3	39,3
Линейное наполнение ткани, %										
– по основе	77,9	77,0	89,8	109	107	94,7	112	101	101	107
– по утку	65,4	74,2	87,1	78,8	73,9	79,9	60,3	70,9	71,3	69,5
Поверхностное заполнение ткани, %	58,9	61,3	68,9	72,4	69,2	68,2	66,2	68,6	68,9	67,6
Поверхностная пористость, %	41,1	38,7	31,1	27,6	30,8	31,8	33,8	31,4	31,1	32,4
Общая пористость, %	74,7	68,8	53,9	68,8	70,1	80,5	72,7	74,0	79,2	80,5

В качестве единичных показателей были выбраны: разрывная нагрузка, стойкость к истиранию, усадка после стирки, несминаемость, гигроскопичность. Все испытания были проведены по стандартным методикам.

Результаты определения разрывных показателей исследуемых образцов приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ образца	Разрывная нагрузка, Н	
	по основе	по утку
1	826±44	693±19
2	880±119	575±35
3	1563±130	1277±78
4	1330±137	1041±47
5	740±34	850±67
6	703±85	1065±77
7	790±68	556±29
8	723±57	561±19
9	806±85	607±20
10	713±34	662±46

Наибольшей разрывной нагрузкой по основе обладают образцы 3 и 4, что примерно в 2 раза больше, чем у образцов 6, 8, 10 соответственно.

По утку наибольшей разрывной нагрузкой обладают образцы – 3, 4, 6, что в 1,5 раз больше, чем у образцов 2, 7, 8.

В процессе эксплуатации текстильные изделия подвергаются воздействию различных факторов внешней среды, в результате чего их свойства постепенно ухудшаются.

В работе было проведено исследование постепенного ухудшения свойств льняных тканей в результате стирки. В качестве критерия постепенного ухудшения свойств бельевых тканей в результате стирки в данной работе было выбрано изменение стойкости к истиранию.

Результаты изменения стойкости к истиранию льняных тканей в зависимости от количества стирок приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Количество стирок Номер образца	1	5	10	15
1	14391	4625	3092	2290
2	5438	2341	1924	1726
3	22516	13813	12531	11569
4	24478	12708	11673	11822
5	13732	6099	4320	4127
6	13817	12211	2917	2371
7	21670	11187	9458	6496
8	14300	12995	4355	1964
9	16641	14144	12769	12136
10	13245	7626	3842	1724

По результатам исследования можно отметить, что зависимость изменения истирания по плоскости для льняных тканей от количества стирок носит экспоненциальный характер. Для всех образцов характерно резкое уменьшение стойкости к ис-

тиранию, особенно с 1 по 5 стирки. Так, для образцов 1, 2, 5, 4 и 7 это уменьшение составляет 3,1; 2,3; 2,2; 1,9 и 1,9 раз соответственно. Для образцов 6 и 8 уменьшение незначительное. Далее тенденция к уменьшению стойкости к истиранию имеет более плавный характер. С 5 по 10 стирки заметное уменьшение стойкости к истиранию наблюдается у 6, 8 и 10 образцов (в 4,2; 3,0 и 2,0 раз соответственно). С 10 по 15 стирки тенденция к уменьшению стойкости к истиранию льняных тканей в зависимости от количества стирок составляет 1,1...1,4 раз. Исключение составляют образцы 8 и 10...2,2 раз.

В процессе стирки происходит значительное изменение воздухопроницаемости (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Номер образца	Количество стирок				
	0	1	5	10	15
1	448	376	464	635	725
2	422	468	960	810	755
3	234	202	294	355	418
4	179	159	334	435	328
5	193	214	306	435	256
6	132	162	270	210	190
7	332	386	430	510	595
8	175	224	382	410	260
9	100	119	233	190	115
10	153	196	260	200	184

## В Ы В О Д Ы

Проведены исследования и получены результаты износостойкости и воздухопроницаемости льняных тканей различного процентного содержания от количества стирок.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 25.01.13.

## ОЦЕНКА ЭРГОНОМИЧНОСТИ ШЕРСТЯНЫХ ОДЕЯЛ

### ESTIMATION OF ERGONOMICS OF WOOLEN BLANKETS

*М.Е. СМІРНОВ, С.М. КІРЮХІН*  
*M.E. SMIRNOV, S.M. KIRYUHIN*

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

*Для выявления наилучшей эргономичности шерстяных одеял проведена их комплексная оценка качества.*

*For revealing of the best ergonomics of woolen blankets their complex quality assessment has been carried out.*

**Ключевые слова:** эргономичность, шерстяные одеяла, комплексная оценка качества.

**Keywords:** ergonomics, woolen blankets, complex quality assessment.

Объектами исследования были выбраны семь видов шерстяных одеял, волокни-

стый состав и материалоемкость которых представлены в табл. 1.

Таблица 1

Артикул	Волокнистый состав	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>
С-2871	Основа: хлопок – 100% Уток: шерсть – 83%, ПА – 17%	810
С-2872	Основа: хлопок – 100% Уток: шерсть – 83%, ПА – 17%	810
С-10 "О"	Шерсть – 70%, ПА – 30%	644
С-2	Шерсть – 70%, ПА – 30%	555
С-4	Шерсть – 70%, ПА – 30%	702
2-121-140	Шерсть – 85%, ПА – 15%	650
2-222-140	Шерсть – 100%	720

Были выбраны пять определяющих показателей эргономичности шерстяных одеял: тепловое сопротивление, паропроницаемость, туше, стойкость окраски.

Измерение значений показателей качества осуществляли стандартными методами [1], [2].

Сводные результаты всех испытаний показаны в табл. 2.

Таблица 2

Артикул одеяла	Суммарное тепловое сопротивление, $\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$	Относительная паропроницаемость $V_o$ , %	Туше, баллы	Устойчивость окраски к трению
С-2871	0,355	68,999	4,1	3
С-2872	0,431	70,633	4,5	3
С-10 "О"	0,379	74,115	3,4	3
С-2	0,428	73,697	5,5	4
С-4	0,459	72,006	5,2	3
2-121-140	0,418	75,587	6,7	4
2-222-140	0,372	73,936	5,9	4

В качестве базовых выбрали значения показателей следующим образом – для позитивных показателей выбрано наибольшее значение, для негативных – наименьшее. Для суммарного теплового сопротивления выбрано наибольшее значение, полученное при проведении испытания. Это результат испытания одеяла арт. С-4, составивший  $0,459 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$ . Для оценки качества были выбраны только значения относительной паропроницаемости, поскольку они зависят только от окружающих условий. В качестве базового значения паропроницаемости выбрано макси-

мальное значение, которое получило одеяло арт. 2-121-140, оно составило 75,587 %. Для туше была использована семибалльная шкала, поэтому в качестве базового значения приняли максимальное значение 7,0. Для устойчивости окраски трению использовали пятибалльную шкалу, поэтому за базовое значение взяли максимально возможные 5 баллов.

Далее по методике [3] рассчитали комплексные показатели качества. Полученные результаты показаны в табл. 3, где К – арифметический, G – геометрический, Н – гармонический комплексные показатели.

Т а б л и ц а 3

Показатели	Артикулы шерстяных одеял						
	С-2871	С-2872	С-10 "О"	С-2	С-4	2-121-140	2-222-140
К	0,724	0,789	0,731	0,876	0,836	0,920	0,858
G	0,716	0,777	0,708	0,876	0,824	0,921	0,859
Н	0,706	0,763	0,683	0,875	0,810	0,921	0,859

По полученным данным можно сделать вывод, что из представленных образцов шерстяных одеял наилучшая эргономичность у одеяла арт. 2-121-140, комплексные показатели этих одеял имеют наиболее высокие значения по сравнению с остальными.

При сравнении нескольких вариантов одноименной продукции применяли интегральный показатель:

$$J = \frac{K}{C}, \quad (1)$$

где С – стоимость одеял.

Наилучшее соотношение суммарного полезного эффекта (К) и стоимости (С) у одеял арт. С-2 (J=0,0018), далее С-10 "О" – 0,0016, С-4 – 0,0014, 2-121-140 – 0,0010, С-2872 – 0,0009, С-2871 – 0,0007 и 2-222-140 – 0,0007.

## ВЫВОДЫ

Предложена методика сравнительной оценки эргономичности шерстяных одеял с использованием комплексных и экономических показателей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 20489. Материалы для одежды. Метод определения суммарного теплового сопротивления.
2. ГОСТ 13527. Изделия штучные и тканые набивные чистошерстяные и полушерстяные. Нормы устойчивости окраски и методы ее определения.
3. Додонкин Ю.В., Кирюхин С.М. Ассортимент и оценка качества тканей. – М.: Легкая индустрия, 1979.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 11.01.13.

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КОЭФФИЦИЕНТА  
ТАНГЕНЦИАЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ  
ТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН**

**THE METHODS OF ESTIMATION  
OF THE COEFFICIENT OF TANGENTIAL FRICTION  
OF TEXTILE CLOTH**

*L.V. ВОРОНОВА, Н.А. СМЕРНОВА, А.Н. ФЛЕГОНТОВ*  
*L.V. VORONOVA, N.A. SMIRNOVA, A.N. FLEGONTOV*

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

*Предложена методика определения коэффициента тангенциального сопротивления текстильных полотен с обоснованием основных параметров испытаний. Методика реализуется на разработанной авторами автоматизированной измерительной установке и позволяет оценить влияние волокнистого состава и структуры текстильных полотен на величину коэффициента тангенциального сопротивления.*

*The article presents the methods of determination of tangential friction coefficient of textile cloth with substantiation of tests main parameters. The methods is realized on the automated measuring system developed by the authors and makes it possible to estimate the influence of fibrous structure and structure of textile cloth on the coefficient of tangential friction.*

**Ключевые слова:** коэффициент тангенциального сопротивления, масса груза, размеры пробы, формула Эйлера, текстильное полотно.

**Keywords:** a tangential friction coefficient, weight of a load, sample size, Euler's formula, textile cloth.

Среди множества показателей, используемых материаловедами для оценки качества текстильных материалов, многие эксперты выделяют коэффициент тангенциального сопротивления (КТС). Коэффициент тангенциального сопротивления представляет собой отношение силы тангенциального сопротивления (или трения) к нормальному давлению. Например, подкладочные ткани должны обладать малым коэффициентом тангенциального сопротивления, чтобы не затруднять надевание и снятие одежды. Используемые ранее методы определения коэффициента тангенциального сопротивления текстильных полотен (метод наклонной плоскости, метод А.Эдерлея) реализовывали поступательное

перемещение соприкасающихся плоскостей. В одежде плоские текстильные полотна приобретают сложную пространственную форму. Поэтому ближе к реальным условиям поведения текстильных полотен при эксплуатации одежды метод, в котором две цилиндрические поверхности соприкасаются при их относительном перемещении. В настоящее время в отечественном материаловедении отсутствует методика определения коэффициента тангенциального сопротивления текстильных полотен, регламентируемая стандартом.

С целью максимального приближения условий эксперимента к реальным процессам, имеющим место при эксплуатации швейных изделий, разработана методика

определения коэффициента тангенциального сопротивления текстильных полотен. Методика реализуется на разработанной авторами автоматизированной измерительной установке.

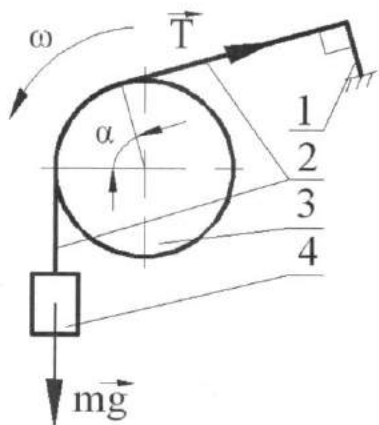


Рис. 1

На рис.1 представлена схема устройства и распределение сил, возникающих при контакте трущихся поверхностей проб исследуемых полотен. Пробы имеют прямоугольную форму и могут выкраиваться в направлении основы или утка, а также под углом к нитям основы, из одной ткани или разных материалов, в зависимости от цели исследования. Одну пробу (110×350 мм) закрепляют на поверхности вращающегося с постоянной угловой скоростью  $\omega$  барабана 3. Вторая проба 2 (50×500 мм), огибая цилиндрическую поверхность и охватывая ее под углом, равным  $\alpha$ , свисает под действием груза 4 массой  $m$ . Один конец пробы 2 прикрепляется к консольному силоизмерительному тензорезисторному датчику 1.

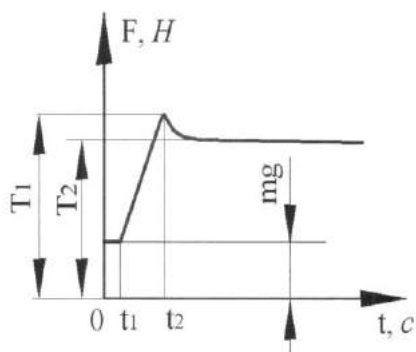


Рис. 2

На рис. 2 приведен общий вид экспериментальной зависимости усилия, фиксируемого датчиком, от времени. В начальный момент времени (0 -  $t_1$ ) на балку действует усилие  $mg$ , равное весу груза. При включении двигателя происходит смещение одного полотна относительно другого, и усилие, действующее на балку за промежуток времени от момента  $t_1$  до  $t_2$ , возрастает до некоторого значения ( $T_1$ ), а затем стремится к некоторому установившемуся значению ( $T_2$ ).

По величине фиксируемого тензодатчиком усилия, используя известную формулу Эйлера, вычисляют КТС:

$$f = \frac{1}{\alpha} \ln \frac{T_x}{mg}, \quad (1)$$

где  $T_x$  – усилие, действующее на датчик;  $mg$  – вес груза;  $\alpha$  – угол охвата барабана.

Если в формуле (1) величину  $T_x$  взять равной  $T_1$ , то будет получена формула для вычисления КТС покоя. В случае, если за величину  $T_x$  взять величину, равную  $T_2$ , то получим формулу для вычисления КТС движения.

После проведения серии экспериментов была установлена величина массы груза  $m$ , равная 2 кг. Целесообразность этого объясняется следующими обстоятельствами:

- такая величина груза используется в работах других отечественных и зарубежных авторов, занимающихся исследованием тангенциального сопротивления [1...3];
- такая величина груза позволяет получить график эксперимента в полном объеме;
- такая величина груза соответствует усилиям, имеющим место в реальных условиях эксплуатации одежды [4].

Одним из факторов, определяющих величину тангенциального сопротивления, является площадь контакта взаимодействующих поверхностей. Размеры исследуемых проб установлены с учетом влияния этого фактора. Ширина и длина пробы 1 заложены в конструкцию измерительной установки. Проба 1 полностью охватывает поверхность барабана 3, при этом ее ширина больше, чем ширина пробы 2, и обес-

печивает полный контакт поверхностей материалов. Для обоснования выбора размеров пробы 2 проводились эксперименты по определению КТС для разных полотен. При постоянном угле охвата изменялась ширина пробы 2 от 30 до 70 мм с шагом 10 мм. Зависимость влияния ширины пробы на КТС костюжных камвольных тканей представлена на рис. 3.

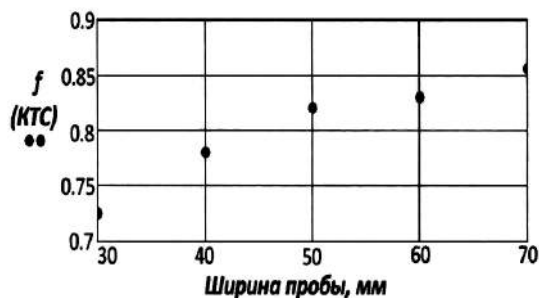


Рис. 3

Ширина пробы 50 мм является рациональной, соответствует ширине пробы, предусмотренной ранее существовавшим стандартом для определения коэффициента тангенциального сопротивления текстильных полотен (ГОСТ 8495), используется в других стандартных и общепринятых методах испытаний текстильных полотен [1, с. 116, 135, 140 и др.] и при определении формовочной способности тканей для одежды [5, с. 155].

Профессор И.В. Крагельский показал, что при трении по мере притирания поверхностей происходит падение коэффициента тангенциального сопротивления, причем процесс носит затухающий характер [1]. При разработке методики необходимо было выяснить, скольких повторных измерений на одной и той же паре исследуемых проб будет достаточно для получения достоверной величины КТС. Результаты 20 последовательных определений коэффициента тангенциального сопротивления для одних и тех же полотен показали, что начиная с 15-го измерения для проб разных материалов снижение КТС незначительно: последующие измерения имеют отклонения, не превышающие 5% от 15-го измерения КТС. При определении коэффициента тангенциального сопротив-

ления полотен первые 15 измерений не учитывают, а из последних пяти замеров вычисляют среднее значение КТС.

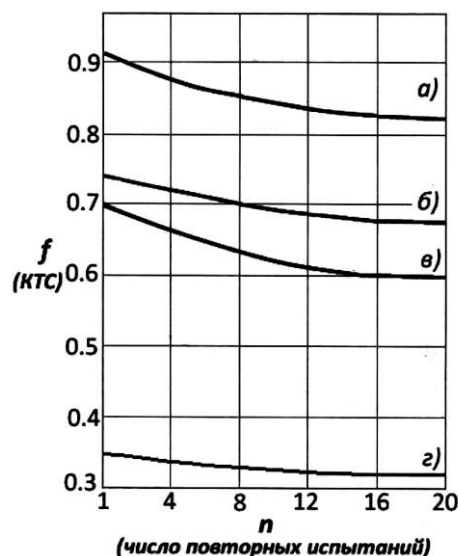


Рис. 4

Зависимости величины статического КТС от числа последовательных определений коэффициента тангенциального сопротивления для одних и тех же тканей (рис 4), исследованные для разных объектов, таких как камвольная костюжная ткань мелкоузорчатого переплетения (рис. 4-а), льняная костюжная ткань мелкоузорчатого переплетения (рис. 4-б), льняная костюжная ткань саржевого переплетения (рис. 4-в) и саржа подкладочная из вискозных нитей (рис. 4-г), убеждают в том, что предлагаемая методика, реализуемая на разработанном автоматизированном устройстве, позволяет оценить влияние волокнистого состава и переплетения тканей на коэффициент тангенциального сопротивления и осуществить рациональное конфекционирование материалов для производства качественной одежды.

## ВЫВОДЫ

1. Разработана методика определения коэффициента тангенциального сопротивления текстильных полотен, позволяющая максимально приблизить условия испыта-

ний к реальным процессам, имеющим место при эксплуатации швейных изделий.

2. Предлагаемая методика, реализуемая на разработанном автоматизированном устройстве, позволяет оценить влияние волокнистого состава и переплетения тканей на коэффициент тангенциального сопротивления и осуществить рациональное конфекционирование материалов для производства качественной одежды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. Текстильное материаловедение. – Т.3. – М.: Легкая индустрия, 1967.

2. PARAM MXD-01A Прибор для определения коэффициента трения [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://ru.labthink.cn/product/info-1040200.html>

3. AFT Advanced Friction Tester [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.hanatekinstruments.com/Advanced-Friction-Tester.html>

4. Бузов Б.А., Алыменкова Н.Д., Петропавловский Д.Г. Практикум по материаловедению швейного производства. – М.: "Академия", 2004.

5. Бузов Б.А., Румянцева Т.П. Материалы для одежды. Ткани. – М.: Издательский Дом "ФОРУМ", 2012.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 17.01.13.

УДК 667.01

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ВОЛОКНИСТО-СЕТЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ЦИКЛИЧЕСКОГО СЖАТИЯ

## RESEARCH OF DEFORMATION OF FIBROUS MESHY MATERIALS BY THE METHOD OF CYCLIC COMPRESSION

Л. Н. ЛИСИЕНКОВА, А. И. ДЕРЯБИНА  
L.N. LISIENKOVA, A.I. DERYABINA

(Филиал Южно-Уральского государственного университета (НИУ), г. Златоуст)  
(The Branch of South-Ural State University, Zlatoust)  
E-mail: ptis@zb-susu.ru

*В статье исследовались показатели деформации материалов и пакетов в условиях циклического сжатия, имитирующих воздействие технологических и эксплуатационных факторов. Показаны конструкция и принцип работы приспособления для сжатия, описана методика оценки показателей деформации материалов, приведены результаты испытаний образцов кожи и пакетов материалов. Показано, что метод циклического сжатия позволяет прогнозировать поведение материалов в процессах производства и эксплуатации изделий.*

*The indicators of deformation of materials and packages in the conditions of cyclic compression imitating the influence of technological and exploitation factors are researched in the article. The constructions and principle of operation of compression unit have been presented, the methods of estimation of materials deformation rates have been described, the results of leather and packages samples tests have been presented. It is shown that the method of cyclic compression makes it possible to predict the materials behavior during the processes of products manufacture and operation.*



**Ключевые слова:** волокнисто-сетчатые материалы, пакеты материалов, деформация, свободное и стесненное циклическое сжатие, показатели сжимаемости.

**Keywords:** fibrous meshy materials, materials packages, deformation, free and constrained cyclic compression, compression rates.

Процессы производства (формование, соединение, влажно-тепловые) изделий легкой промышленности в основном связаны с направленным изменением формы деталей изделий при растяжении и/или сжатии материалов. Показатели надежности готовых изделий обусловлены прежде всего потерей заданной формы вследствие циклических деформаций растяжения и/или сжатия элементов структуры материалов и пакетов в условиях эксплуатации. Научный поиск показал, что свойства материалов при воздействии технологических и эксплуатационных факторов изучены недостаточно. Данное обстоятельство связано в первую очередь с отсутствием адекватных методов и средств, позволяющих изучать свойства материалов при изменении их структуры в процессах изготовления и эксплуатации изделий. Работ, посвященных изучению свойств волокни-

сто-сетчатых материалов при сжатии, крайне недостаточно [1...3].

Воздействие сжимающих усилий на материалы при изготовлении и эксплуатации в основном имеет циклический характер, что приводит объекты к изменению размеров и формы, влияет на их качественные характеристики (технологичность, надежность). Закономерности изменения свойств материалов при циклическом сжатии зависят не только от внешнего силового фактора, но и усложняются условиями деформирования: стесненное или свободное сжатие, климатические (влажность, тепло) и другие. Поэтому для улучшения качества оценки свойств материалов актуальны методы исследования объектов в условиях циклического сжатия, моделирующих воздействие технологических и эксплуатационных факторов.

Т а б л и ц а 1

Кожи хромового дубления из шкур КРС (ГОСТ 939)						
№ образца	Вид		Толщина, мм	Поверхностная плотность г/м <sup>2</sup>	Предел прочности при растяжении, 10 МПа, не менее	Удлинение при разрыве, %
1	Кожа хромовая со шлифованной лицевой поверхностью КРС (бычина)		1,29	460,0	1,8	15...35
2	Кожа хромовая для верха обуви эластичная гладкая КРС (бычина)		1,16	445,0	1,8	15...35
3	Кожа хромового дубления с стесненной лицевой поверхностью, КРС (бычина)		1,31	445,8	1,8	15...35
Трикотажные полотна						
	Переплетение	Толщина, см	Поверхностная плотность, г/м	Волокнистый состав, %	Плотность П <sub>г/в</sub> , число петель/100 мм	Линейная плотность пряжи, Текс
4	Двуластик	1,72	215,4	ВПЭф-40 ВХЛ-60	320/240	31,0
5	Двуластик	1,81	240,9	ВПЭф-70 ВШр-30	380/400	18,5
Пакеты материалов						
	Материалы, входящие в пакет			Условия испытаний образцов		
6	образец №4 + образец №3			ГОСТ 938.14		
7	образец №4 + образец №3			увлажнение пакета (W <sub>образца</sub> = 40 %)		
8	образец №5 + образец №3			ГОСТ 938.14		
9	образец №5 + образец №3			увлажнение пакета (W <sub>образца</sub> = 40 %)		

Цель работы – исследование деформации образцов кож и пакетов в условиях циклического сжатия. Испытаниям подвергали образцы в кондиционном состоянии и после увлажнения ( $W_{\text{образца}} = 40\%$ ) при нормальных внешних климатических

условиях. Характеристика материалов и пакетов представлена в табл. 1. Тестируемые пакеты состояли из основного и подкладочного материалов, отличающихся волокнистым составом и структурой.

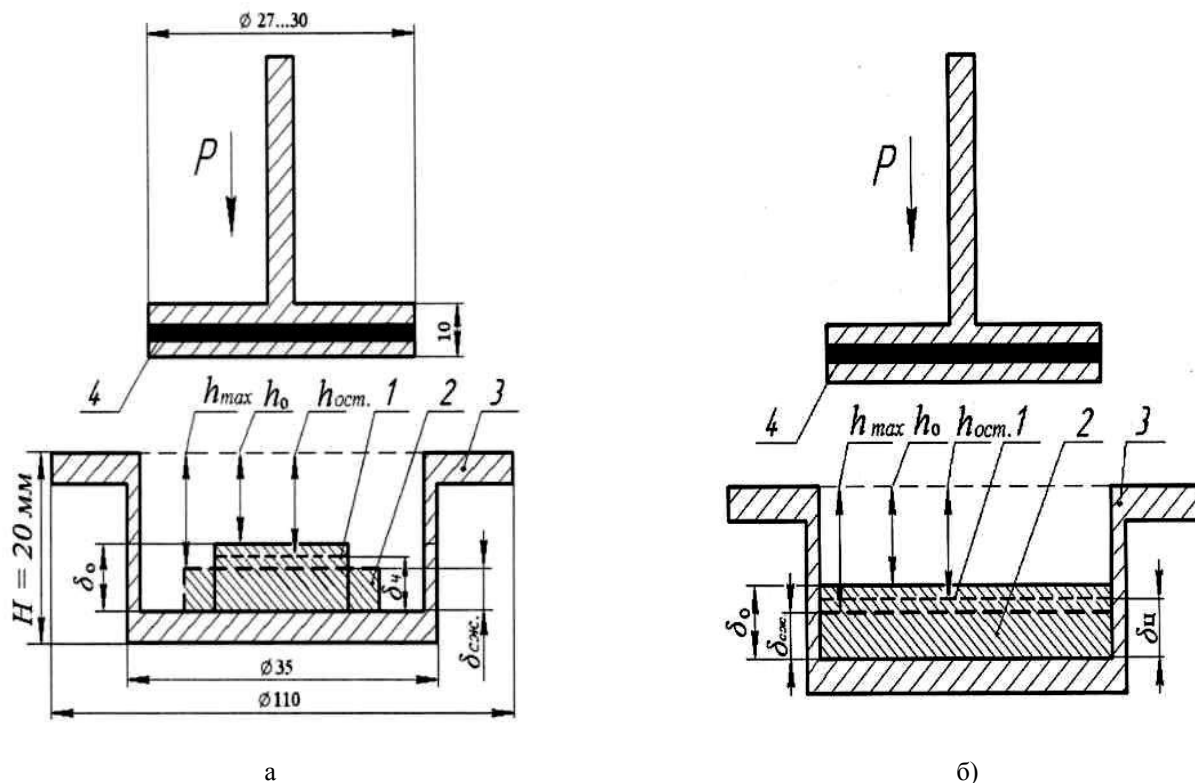


Рис. 1

Для реализации поставленной задачи использовали устройство [4], к которому разработано приспособление для циклического сжатия (рис. 1 – приспособление для свободного (а), стесненного (б) сжатия: 1 – проба до сжатия; 2 – проба при сжатии), включающее: стальную емкость цилиндрической формы 3 для размещения пробы 1, 2 и съемный индентор 4, в котором между основанием и рабочей поверхностью имеется слой из микропористой резины для обеспечения равномерного давления на образец (пробу) [2], [3]. Отсутствие давления измерителя на пробу обеспечивает объективность результатов оценки толщины, что важно при исследовании свойств волокнистых и сетчатых материалов. Дифференциальные фотодатчики измерительной системы устройства [4] позволяют измерять толщину пробы бесконтактным способом, обеспечивая точность измерений. Инстру-

ментальная ошибка метода составляла  $3 \cdot 10^{-6} \dots 0,1 \cdot 10^{-3}$  (м), относительная погрешность оценки деформации сжатия 3...12% при 6...8 элементарных пробах для материалов толщиной 0,1...20,0 мм [2].

Отличительная особенность устройства заключается в возможности моделировать условия, имитирующие воздействие факторов производства и эксплуатации изделий: стесненное и свободное циклическое сжатие, влажную, жидкую или иную среду внутри емкости 3 (рис. 1) при испытании или в период отдыха образцов. Это позволяет комплексно изучать динамику изменения показателей деформации при изменении воздействия внешних факторов.

Показатели деформации объектов при сжатии определялись в абсолютных (мм) и относительных (% , доли) величинах по методике, изложенной в работе [3].

Результаты обработки экспериментальных данных предварительного эксперимента позволили выбрать параметры испытаний материалов (пакетов) толщиной 0,1...20, 0 мм в условиях циклического сжатия. Для реализации свободного сжатия образцов выбраны следующие параметры: рабочие размеры индентора  $D = 30$  мм, пробы  $d = 10...25$  мм; время нагружения / отдыха в цикле – 10 с, масса груза для нагружения пробы – 15 даН, циклическое давление на пробу в зависимости от ее размера ( $d$ , мм) составляло 0,01...0,30 кПа, период нагружения – 100...300 циклов. Выбранные параметры обеспечивают наименьшие затраты времени и трудоемкость испытаний, позволяют оценить деформацию материалов и пакетов материалов, различных по составу и структуре.

Далее проведены исследования деформации образцов 3...9 (табл. 1) в условиях циклического свободного сжатия при указанных выше параметрах. Результаты представлены в табл. 2 и на диаграмме (рис.2). Относительная ошибка измерений составила 1,5... 8,4 %, коэффициент вариации 5,4...7,9%.

Т а б л и ц а 2

Образец, №	Составные части относительной деформации, %		
	полная $\epsilon_{пол}$	обратимая $\epsilon_{обр}$	необратимая $\epsilon_{ост}$
4	0,94	0,79	0,15
5	0,62	0,29	0,20
3	0,79	0,49	0,30
6	0,73	0,61	0,12
7	0,67	0,52	0,15
8	0,72	0,63	0,08
9	0,63	0,37	0,26

Анализ результатов испытаний образцов (№ 3...9, табл. 1) показал, что после 200 циклов их свободного сжатия в кондиционном состоянии величина остаточной деформации трикотажного полотна из полиэфирных и хлопковых волокон (№ 4, табл. 1) меньше, чем у трикотажного полотна № 5 (табл.1) на 51,5 %, что объясняется разным волокнистым составом полотен. Условно-обратимая деформация полотна № 4 в среднем больше на 50...57%

по сравнению с величиной данного показателя у образцов № 3...5 после 200 циклов свободного сжатия образцов в кондиционном состоянии, что объясняется различным волокнистым составом образцов № 4 и № 3, 5.

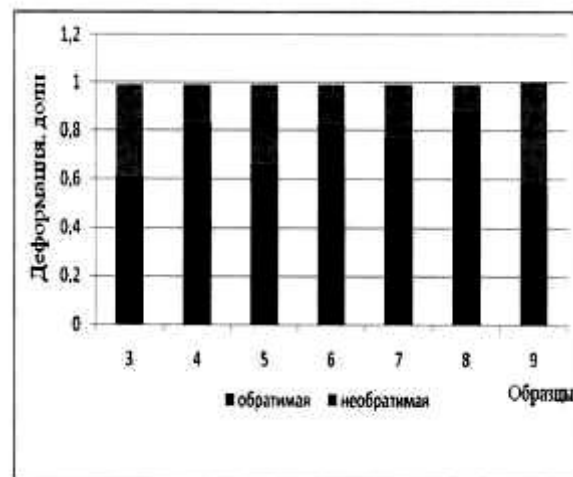


Рис. 2

Анализ изменения деформации пакетов, состоящих из кожи и трикотажных полотен, показал неоднозначные изменения ее компонент после сжатия образцов в кондиционном и влажном состояниях (образцы № 6...9, рис.2). Рис. 2 – деформация образцов кожи и пакетов № 3...9 (табл. 1) в кондиционном и влажном состояниях после 200 циклов сжатия (давление 0,21 кПа). Величина упругой деформации пакетов № 6 и 8 в кондиционном состоянии практически одинакова и составляет 0,61...0,63%. Однако изменение деформации пакетов № 7 и 9 во влажном состоянии после 200 циклов сжатия существенно отличается. Так, у образца № 9 остаточная деформация на 47,6% больше, чем у пакета № 7. Последнее объясняется наличием шерстяных волокон в составе подкладочного трикотажного полотна в пакете № 9. Таким образом, различная структура (состав) подкладочного материала влияет на динамику изменения деформации пакетов при циклическом сжатии.

1. Исследовано изменение показателей деформации образцов кож и пакетов изделий в условиях циклического сжатия. Установлено, что компоненты деформации материалов и пакетов при циклическом сжатии изменяются неоднозначно, динамика изменения деформации зависит от состава, структуры входящих в пакет материалов, предыстории внешних воздействий, параметров сжатия.

2. Сравнительная характеристика остаточной деформации образцов после циклического сжатия, в отличие от абсолютной сжимаемости, позволяет получать более объективную информацию о поведении материалов при воздействии технологических и эксплуатационных факторов, что практически необходимо для рационального конфекционирования материалов в пакеты для швейных изделий.

1. Жихарев А.П. Развитие научных основ и разработка методов оценки качества материалов для изделий легкой промышленности при силовых, температурных и влажностных воздействиях: Дис. ... докт. техн. наук. – М.: МГУДТ, 2005.

2. Лисиенкова Л.Н. Развитие теории и методов исследования деформационных свойств материалов для одежды при воздействии технологических и эксплуатационных факторов: Дис... докт. техн. наук. – М., 2010.

3. Лисиенкова Л.Н., Кирсанова Е.А. Исследование деформационных свойств материалов для одежды методом циклического сжатия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 3. С. 25...28.

4. Патент Российская Федерация № 2354953 С2, МКИ G01N 3/08 Устройство для определения деформационных свойств кожи и подобных ей гибких материалов / Е.В. Баранова, Л.Н. Лисиенкова, В.И. Стельмашенко, А.В. Саламатин. - Заявка № 2007114927; заявл. 20.04.07; опубл. 10.05.09; Бюл. № 13.

Рекомендована кафедрой проектирования и технологии изделий сервиса. Поступила 30.01.13.

УДК 677.052

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРЫВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРОЩЕНЫХ НИТЕЙ ИЗ НАТУРАЛЬНОГО ШЕЛКА

### RESEARCH OF BREAKING CHARACTERISTICS OF DUBLED SILK FILAMENTS

*А.Б. ИШМАТОВ, П. С. БАЛАБАЕВ*  
*B. ISHMATOV, P. S. BALABAEV*

(Костромской государственный технологический университет,  
 Технологический университет Таджикистана)  
 (Kostroma State Technological University,  
 Technological University of Tajikistan)  
 E-mail: textile @ ksty edy. ru

*На основе проведенных статических испытаний на растяжение образцов одиночных и трощеных нитей из натурального шелка определены механические характеристики текстильного материала. Предложено вычисление разрывной нагрузки нитей шелка-сырца путем линейного интерполирования диаграммы растяжения.*

*On the basis of static tensile tests of silk filaments and doubled silk filaments samples mechanical properties of textile materials have been determined. The calculation of breaking load of raw silk fibers by linear interpolation of a tension diagram has been offered.*

**Ключевые слова:** нить, одиночная, трощеная, разрывная нагрузка, разрывное удлинение, корреляция, диаграмма.

**Keywords:** a filament, a single filament, a doubled filament, breaking load, breaking elongation, correlation, a diagram.

Моделирование технологического процесса в ткачестве невозможно без знания механических характеристик текстильного материала [1]. Анализ литературы показал, что данных о механических характеристиках нитей из натурального шелка в литературе крайне мало [2]. В работе [3] предложена новая технология подготовки основных нитей к ткачеству для тканей типа крепдешин, которая заключается в предварительном их трощении на этапе перемотки. Сведения о механических свойствах трощеных нитей шелка-сырца, эмульсированных в процессе перематывания, приведены в [4], а сведения о неэмульсированных нитях в литературе отсутствуют.

По этой причине нами были проведены статические испытания на растяжение образцов одиночных и трощеных нитей натурального шелка линейной плотностью 2,33 и 3,23 текс. Расчетная длина образцов составляла 100 мм, скорость деформирования 35 мм/мин. Повторность первой серии опытов – более 60. Испытания проводились на разрывной машине ИР 5057-50. Использовался силоизмерительный датчик с НПИ 10 Н. Единица младшего разряда силоизмерительного устройства 0,1 сН, а отсчет деформации проводился с точностью 0,01 мм. Общая точность машины по каналу измерения силы 1%, по каналу измерения деформации 0,2 мм на длине до 500 мм.

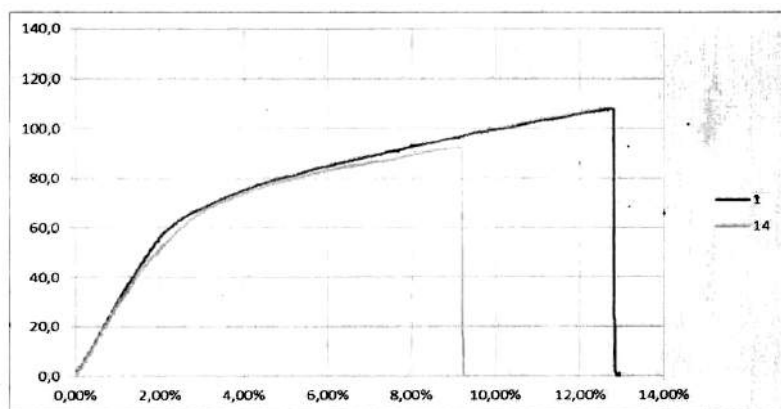


Рис. 1

В качестве примера на рис.1 приведены диаграммы разрыва 1 и 14-й (по порядку проведения эксперимента) одиночной нити линейной плотностью 2,33 текс. Обработанные результаты экспериментов представлены в табл. 1.

На ткацком станке силовому воздействию подвергается одновременно большое количество нитей основы. Возникает во-

прос, как спрогнозировать характеристики группы нитей, если известны результаты испытания одиночных нитей. В [3] рассматривается такой случай и показывается, что приведенный к одной нити предел прочности группы нитей меньше средней прочности одиночных нитей. Но следует заметить, что при выводе расчетной формулы применялся закон Гука.

Таблица 1

Нить	Разрывная нагрузка		Разрывное удлинение	
	среднее значение, сН	коэффициент вариации, %	среднее значение, %	коэффициент вариации, %
2,33 текс	99,27	9,60	10,44	24,87
3,23 текс	179,33	53,11	12,91	42,16

Проведенные нами испытания показали, что момент разрыва шелковых нитей лежит далеко за пределами упругой зоны. В связи с чем были проведены испытания на растяжение групп, состоящих из 2, 3, 4, 6 и 8 нитей линейной плотностью 2,3 текс. На рис. 2 показана одна из полученных диаграмм растяжения группы из 6 нитей. Обработанные результаты испытаний представлены в табл. 2 (линейная плотность нитей 2,3 текс).

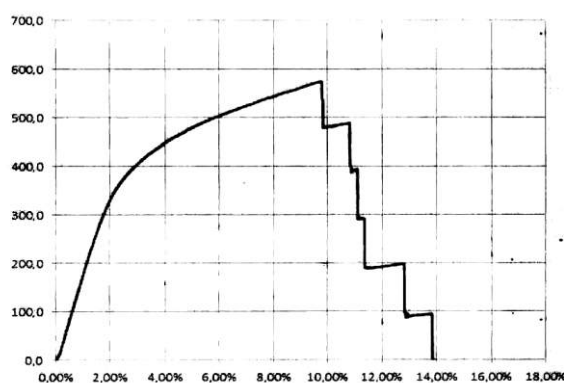


Рис. 2

Таблица 2

Число нитей в группе	Разрывная нагрузка			Равномерное удлинение		Разрывное удлинение	
	среднее значение, сН	в расчете на 1 нить, сН	коэффициент вариации, %	среднее значение, %	коэффициент вариации, %	среднее значение, %	коэффициент вариации, %
2	234,5	117,8	8,12	10,6	23,60	12,7	13,54
3	311,3	104,3	10,25	9,8	18,32	12,9	9,33
4	375,9	94,3	6,44	9,1	20,42	13,0	13,87
6	690,6	102,5	7,37	8,8	15,34	12,9	10,45
8	843,4	105,4	6,41	9,3	15,55	13,6	7,63

Нити в группе рвутся неодновременно. Начало разрыва характеризуется, как правило, наибольшей силой и удлинением, именуемым в дальнейшем равномерным (одинаковым для всех нитей). Разрыв последней нити характеризуется разрывным удлинением.

На рис. 3 представлена экспериментальная зависимость удельной разрывной нагрузки (в расчете на 1 нить) от числа нитей.

Для выяснения причин увеличения экспериментального значения удельной прочности при двух нитях построим корреля-

ционную функцию разрывной нагрузки одиночной нити аналогично [4] (рис. 4).

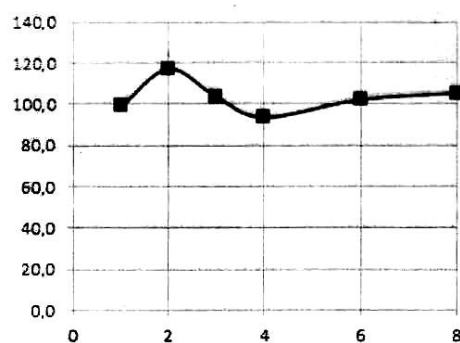


Рис. 3

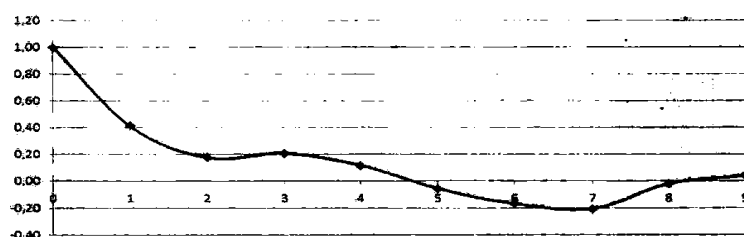


Рис. 4

Видно, что корреляционная функция при 1...4 соседних опытах отлична от 0, то есть между прочностью соседних отрезков нити длиной 150 мм (с учетом длины в захватах машины) имеется взаимосвязь. Этим, видимо, и объясняется кажущееся увеличение прочности группы из двух нитей,

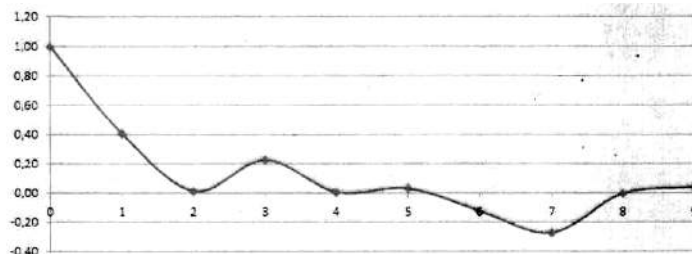


Рис. 5

Коррелограмма разрывного удлинения одиночной нити (рис.5) обращается в 0 уже при двух отрезках, то есть разрывные удлинения любых отрезков нити длиной более 0,3 м могут моделироваться как независимые реализации случайной функции.

Таким образом, предлагается моделировать механические свойства шелковых нитей, используя два независимых параметра: разрывное удлинение и толщину нити. Эти параметры моделируются независимыми случайными функциями. А разрывную нагрузку нити предлагается вычислять линейным интерполированием диаграммы растяжения:

$$P = S(a + b\varepsilon), \quad (1)$$

где  $P$  – разрывная нагрузка;  $S$  – толщина нити;  $\varepsilon$  – разрывное удлинение;  $a$  и  $b$  – постоянные, определяемые интерполированием.

тей, так как для испытаний брали два следующих друг за другом отрезка нити с одной катушки.

Для отрезков нити длиной более 0,7 м (4...5 отрезков по 150 мм) эта взаимосвязь теряется. Иными словами, обнаружена одна из характерных длин неровноты нити.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ишматов А.Б., Рудовский П.Н., Палочкин С.В. Применение предварительно трощеных нитей для получения основ из натурального шелка // Вестник МГТУ им. А.Н.Косыгина. – М., 2012. С.12...15.
2. Ишматов А.Б., Рудовский П.Н. Подготовка основных нитей из натурального шелка к ткачеству // Вестник КГТУ. – Кострома, 2012, №2. С.20...23.
3. Ишматов А.Б., Рудовский П.Н. Усовершенствованная технология получения крепдешина // Текстильная промышленность. – 2012, №2. С.29...31.
4. Ишматов А.Б., Рудовский П.Н., Яминова З.Я. Применение серицина для шлихтования основ // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 6. С. 109...112.
5. Мортон В.Е., Херл Д.В.С. Механические свойства текстильных волокон / Под ред. Г.Н. Кукина. – М.: Легкая индустрия, 1971.
6. Секованова Л.А., Рыбакова Н.А. Применение теории случайных функций к моделированию неровноты пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5. С.53...57.

Рекомендована кафедрой инженерной графики, теоретической и прикладной механики КГТУ. Поступила 18.03.13.

УДК 677.11

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЛОЯ ЛЬНА  
С РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ ТРЕПАЛЬНОЙ МАШИНЫ**

**DESIGNING OF THE PROCEES OF INTERACTION OF FLAX LAYER  
WITH DRIVEN ELEMENTS OF A SCUTCHING MACHINE**

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

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

*В работе рассматривается возможность снижения сил натяжения слоя в процессе его обработки в трепальной машине. Она заключается во введении в транспортирующий механизм препятствия, что позволит увеличить выход длинного волокна.*

*The possibility of reducing layer tension forces in the process of processing in a scutching machine is considered in the article. It lies in introduction of barriers in a transporting mechanism that will increase the output of long fibers.*

**Ключевые слова:** натяжение, слой, трепальные барабаны, препятствие.

**Keywords:** tension, a layer, scutching drums, a barrier.

В процессе трепания слой льнотресты подвергается воздействиям со стороны вращающихся бильных планок. В результате в слое возникают значительные силы натяжения. В случае, когда эти силы превышают силы зажима слоя в транспортирующих ремнях, происходит выдергивание отдельных стеблей или участков слоя из зажима. В результате этого часть льнотресты проходит неполную обработку и попадает в отходы трепания. Это явление уменьшает выход данного (наиболее ценного) волокна, что приводит к уменьшению рентабельности предприятий по переработке льна.

Имеется несколько путей, которые могут способствовать уменьшению потерь

длинного волокна из-за вышеописанного явления.

1. Совершенствование формы сечения транспортирующих ремней.

2. Совершенствование конструкции нажимных роликов и их рациональное распределение по длине трепальной машины.

3. Совершенствование конструкции механизма утонения слоя с целью выравнивания его по толщине и ширине, а также параллелизации стеблей в слое.

4. Имеется еще один путь, заключающийся в снижении сил натяжения слоя в сечении его зажима в транспортирующих ремнях. Этого можно достичь путем совершенствования бильных барабанов или



снижением частоты их вращения. Последнее неприемлемо, поскольку приводит к снижению производительности машины.

В данной работе рассматривается еще одна возможность снижения сил натяжения слоя без уменьшения производительности машины. Она заключается в том, что между точкой зажима слоя (т.О) и точкой пересечения траекторий бильных планок устанавливается препятствие (т.А) в виде двух прутков, не позволяющих участку слоя ОА вращаться вокруг точки зажима (рис. 1 – схема трепания).

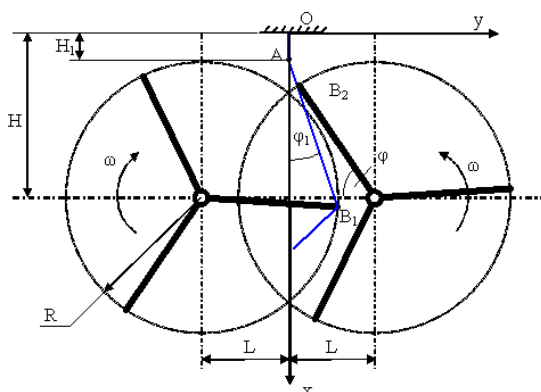


Рис. 1

В результате сила натяжения участка слоя ОА уменьшается, так как между слоем и препятствием возникают силы трения, препятствующие вытаскиванию слоя из зажима. Силу натяжения участка ОА можно определить по формуле [1]:

$$T_1 = T' e^{-f\varphi_1}, \quad (1)$$

где  $T'$  – сила натяжения слоя в сечении А ведомой ветви ( $AB_2$ );  $f$  – коэффициент трения;  $\varphi_1$  – угол обхвата слоем препятствия.

Целью исследования является определение эффективности введения препятствия с целью снижения сил натяжения и выбор рационального расположения данного препятствия.

Для упрощения расчетов пренебрегаем размерами препятствия (т.А) и бильных планок (т.В<sub>1</sub>;В<sub>2</sub>). Будем также считать, что сила натяжения слоя в сечении сбегания с кромки била В<sub>2</sub> не зависит от того уста-

новлено или нет препятствие А. Примем ее равной  $T_0$ . Участки ОА и АВ<sub>2</sub> считаем распрямленными, так же как и участок ОВ<sub>2</sub>.

Силу  $T'$  найдем по формуле:

$$T' = T_0 + \frac{1}{2} \gamma l_1^2 \omega_1^2, \quad (2)$$

где  $\gamma$  – линейная плотность слоя;  $l_1$  – длина участка АВ<sub>2</sub>;  $\omega_1$  – угловая скорость участка АВ<sub>2</sub>.

Подставляя (2) в (1), найдем силу зажима, необходимую для предотвращения вытаскивания слоя из ремня для случая, когда препятствие установлено:

$$T_1 = \left[ T_0 + \frac{1}{2} \gamma l_1^2 \omega_1^2 \right] e^{-f\varphi_1}. \quad (3)$$

В случае отсутствия препятствия А, силу натяжения в т. О можно определить по формуле:

$$T_2 = T_0 + \frac{1}{2} \gamma l_2^2 \omega_2^2, \quad (4)$$

где  $l_2$  – длина участка ОВ<sub>2</sub>;  $\omega_2$  – угловая скорость участка ОВ<sub>2</sub>.

Определим входящие в формулы (3) и (4) величины:

$$\omega_1 = \frac{\omega R \cos \alpha_1}{l_1}, \quad \omega_2 = \frac{\omega R \cos \alpha_2}{l_2}, \quad (5)$$

где  $\omega$ ,  $R$  – соответственно угловая скорость и радиус бильного барабана;  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – угол между скоростью точки В<sub>2</sub> и нормалью к слою в соответствующих вариантах.

Определим положение бильных планок в момент начала взаимодействия планки В<sub>2</sub> со слоем. Пусть каждый из барабанов имеет  $n$  бильных планок; расстояние между осями барабанов –  $2L$ ; расстояние от точки зажима до линии, проходящей через оси барабанов –  $H$ ;  $l_{OA} = H_1$ . Выберем оси, как показано на рис. 1, тогда:

$$X_{B_1} = H + R \sin \varphi, \quad Y_{B_1} = R \cos \varphi - L,$$

$$X_{B_2} = H - R \sin\left(\frac{\pi}{n} - \varphi\right),$$

$$Y_{B_2} = L - R \cos\left(\frac{\pi}{n} - \varphi\right),$$

$$X_A = H_1, Y_A = 0.$$

Условие, при котором точки А, В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> лежат на одной прямой, имеет вид [2]:

$$\frac{X_{B_2} - X_A}{X_{B_1} - X_A} = \frac{Y_{B_2} - Y_A}{Y_{B_1} - Y_A},$$

или

$$\frac{H - R \sin\left(\frac{\pi}{n} - \varphi\right) - H_1}{H + R \sin \varphi - H_1} = \frac{L - R \cos\left(\frac{\pi}{n} - \varphi\right)}{R \cos \varphi - L}. \quad (6)$$

Уравнение (6) решалось в среде MathCad при следующих значениях входящих в него величин:  $n = 3$ ,  $H = 0,277$  м,  $H_1 = 0,01$  м,  $R = 0,37$  м,  $L = 0,275$  м,  $\omega = 26,18$  с<sup>-1</sup>. В результате угол поворота  $\varphi$ , при котором начинается взаимодействие бильной планки В<sub>2</sub> с обрабатываемым материалом, при наличии препятствия оказался равным 17,636°. Далее по формулам (3) и (4) с учетом (5) определялись силы

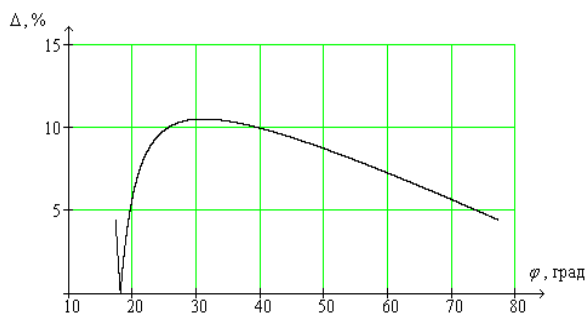


Рис. 3

На рис. 3 представлен график, показывающий эффективность (в процентах) введения препятствия при различных углах поворота бильных барабанов, рассчитанный по формуле:

$$\Delta = \frac{T_2 - T_1}{T_2} \cdot 100.$$

натяжения  $T_1$  и  $T_2$ . Зависимость этих сил от угла поворота барабана при  $H_1 = 0,01$  м представлена на рис. 2.

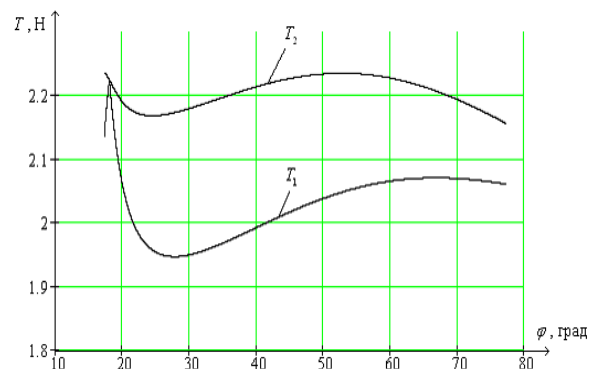


Рис. 2

Расчет проводился при следующих значениях входящих в формулы величин:

$$T_0 = 2 \text{ Н}, \gamma = 0,005 \text{ кг/м}, f = 0,22.$$

Анализ полученных графиков позволяет сделать заключение о том, что введение препятствия позволяет снизить силу натяжения слоя в сечении зажима в транспортирующих ремнях во всем диапазоне исследуемых углов.

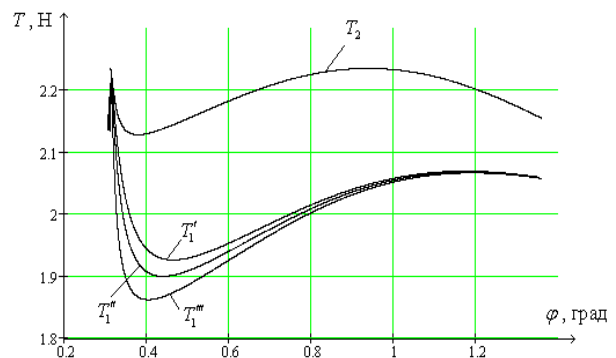


Рис. 4

Эффект от введения препятствия, заключающийся в снижении сил натяжения, изменяется от 0 до 11% в зависимости от угла поворота.

Далее были исследованы зависимости силы натяжения в сечении зажима слоя (т.А) от величины  $\varphi$  при различных значениях  $H_1$ . Анализ полученных зависимостей (рис. 4 – зависимость силы натяжения

слоя от угла поворота бильных барабанов при  $H_1=0,015\text{м}$  (кривая  $T_1'$ ), при  $H_1=0,020\text{м}$  (кривая  $T_1''$ ), при  $H_1=0,025\text{м}$  (кривая  $T_1'''$ ) позволяет сделать заключение о том, что увеличение расстояния  $H_1$  приводит к снижению силы натяжения слоя в сечении зажима. Особенно заметно это снижение в диапазоне угла поворота от 20 до 30 градусов. Так, например, минимальное значение сил натяжения при  $H_1$ , равном 0,01 м, составляет 1,947 Н (при  $\varphi=26^\circ$ ), а при  $H_1$  равном 0,025 м, оно равно 1,862 Н (при  $\varphi=23^\circ$ ). Таким образом, увеличение размера  $H_1$  позволяет снизить силу натяжения слоя в этом положении примерно на 12,65%.

## ВЫВОДЫ

На основе проведенных исследований можно сделать заключение о том, что изменение конструкции транспортирующего механизма за счет введения препятствия позволяет снизить силу натяжения в сечении зажима слоя, что даст возможность увеличить выход длинного волокна в процессе трепания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Яблонский А.А. Курс теоретической механики – М.: Высшая школа, 1984.
2. Кадомцев СБ. Аналитическая геометрия и линейная алгебра. – М.: Физматлит, 2003.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 28.012.13.

---

УДК 677.21.021

**ВИБРОАКУСТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ  
ПРОЦЕССА ВЫТЯГИВАНИЯ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**VIBROACOUSTIC REGULATION  
OF THE PROCESS OF FIBROUS MATERIALS EXTENSION**

*S.B. ВОЛКОВ, Н.К. ПАКУЛОВА, В.В. ВОЛКОВ*  
*S.V. VOLKOV, N.K. PAKULOVA, V.V. VOLKOV*

(Пензенская государственная технологическая академия)  
(Penza State Technological Academy)  
E-mail: ttp@igta.ru

*В статье рассмотрен вопрос применения высокочастотных акустических колебаний в качестве фактора регулирования процесса вытягивания волокнистых материалов. Показана практическая возможность целенаправленного изменения протекания процесса вытягивания посредством виброактивации волокон в узкой зоне акустического поля.*

*The question of high-frequency acoustic vibrations as a factor of regulation of the process of fibrous materials extension has been considered in the article. The practical possibility of purposeful change of the extension process by fibers vibro-activation in a narrow zone of an acoustic field has been shown.*

**Ключевые слова:** волокнистый продукт, вытягивание, неровнота, ультразвук, виброакустическая активация.

**Keywords:** a fibrous material, extension, unevenness, ultrasound, vibro-acoustic activation.

Вибрационное воздействие на различные материалы и среды имеет в настоящее время достаточно широкое применение. Диапазон видов используемых вибраций и их амплитудно-частотных параметров также весьма велик: от нескольких Гц до ультразвука. Это объясняется тем, что воздействие колебаний вызывает изменение условий взаимодействия между физическими телами на макро- и микроуровнях и

приводит к существенно иным результатам этого взаимодействия.

В механических дисперсных системах используется эффект "виброактивации", заключающийся в снижении сил сцепления между их элементами. Аналогичный эффект наблюдается и при вибровоздействии на волокнистые материалы. Вместе с тем практическое использование подобных технологий в текстильном производстве

крайне ограничено и касается лишь отделки, крашения и других переходов [1].

Известны технические решения, позволяющие снижать силы вытягивания волокнистого продукта при его прохождении через акустическое поле ультразвукового диапазона [2]. Однако задача уменьшения силы вытягивания, как таковая, является, скорее, исключением при переработке волокнистых материалов. При вытягивании, например, технологические цели процесса достигаются контактным взаимодействием волокон при определенных усилиях вытягивания.

Другой важной задачей, решаемой при вытягивании, является снижение неровности продукта по развесу. Для этой цели применяются специальные системы автоматического выравнивания (САВ), непрерывно изменяющие скорости вытяжных пар в соответствии с толщиной продукта на входе и выходе. Главным недостатком САВ является их конструктивная сложность и высокая стоимость, что негативно отражается на экономических показателях производства. Поэтому представляет интерес решение задачи снижения неровности продукта более простым и дешевым способом.

Известно, что процесс вытягивания определяется полями сил трения между волокнами. При постоянстве вытяжки  $E$  колебания развеса на входе в вытяжной прибор (ВП) приводят к неровности продукта на выходе. К этому добавляется дополнительная неровность от вытягивания, создаваемая в самом ВП.

Таким образом, процесс вытягивания можно представить в виде:

$$n(x,t,\ell) = A\{n(0,t,\ell), B[n(x,t,\ell), t]\}, \quad (1)$$

где  $n(x,t,\ell)$  – плотность передних концов волокон в точке  $x$  с длиной волокон между  $\ell$  и  $\ell+d\ell$  в момент времени  $t$ ;  $A$  – оператор, отражающий связь между параметрами продукта и полем скоростей;  $B$  – нелинейный оператор связи скорости движения волокна  $v(x, t, \ell)$  и  $n(x, t)$ .

На рис. 1 представлена общая схема процесса.

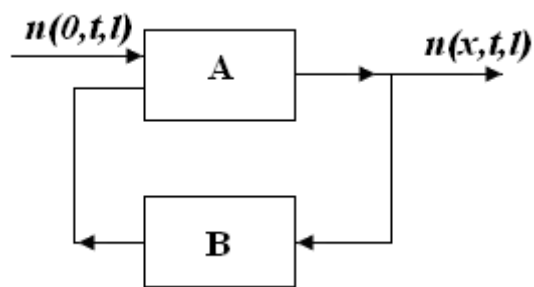


Рис. 1

Элемент  $B$  отражает обратную связь между параметрами продукта и полем скоростей волокон, которая может меняться и по причинам, не связанным с изменением параметров продукта.

Наибольшую сложность представляет устранение коротковолновой неровности с длиной волн меньше разводки зоны вытягивания, что связано с быстроедействием и инерционностью САВ, а также особенностями движения волокон в зоне вытягивания. В то же время коротковолновая неровность продукта на входе попадает в диапазон наибольшего увеличения неровности от вытягивания (эффект вытяжных волн), то есть способствует росту общего уровня неровности.

Из кинематической модели [3] процесса вытягивания известны основные зависимости для кривых утонения по числу волокон в сечении  $N(x)$ , по развесу  $M(x)$  и плотности передних концов волокон  $n(x)$ . Например:

$$N(x) = n_1 \int_0^{\infty} \varphi(\ell) d\ell \int_x^{x+1} [v(x,\ell)]^{-1} dx, \quad (2)$$

где  $\varphi(\ell)$  – функция распределения волокон по длинам  $\ell$ ;  $n_1$  – число волокон на входе в ВП.

Из формулы (2) следует, что характер процесса вытягивания определяется штапельной диаграммой продукта на входе и видом функции распределения скоростей в поле вытягивания.

Однако удобные допущения о постоянстве поля скоростей волокон редко соответствуют реальным процессам. Поэтому, несмотря на большую сложность, целесообразно придерживаться более адекватно-

го подхода, при котором процесс считается нестационарным и не только по отношению функции  $v(x, t)$ . Более того, оказалось, что никаких иных способов выравнивания продукта для валичного ВП не существует, кроме использования нестационарности процесса. Важно отметить также, что нестационарность функции перехода обычно больше влияет на неровноту, чем изменение скорости. То есть часть общей неровноты продукта, являющаяся следствием нестационарности точки перехода, равна:

$$\Delta n_2(t) = -n_2 \frac{\varepsilon(t)}{v_1} - \frac{E-1}{v_2} \frac{d\varepsilon(t)}{dt}, \quad (3)$$

где  $\varepsilon$  – координата точки перехода на новую скорость  $(E-1)v_2^{-1}$ ;  $n_2$  – число волокон на выходе ВП.

Или через передаточные функции:

$$\Delta \bar{n}_2(S) = W_{\text{en}}(S) \varepsilon(S); \quad (4)$$

передаточная функция от координаты точки перехода к плотности передних концов:

$$W_{\text{en}}(S) = -\frac{S}{v_2} (E-1). \quad (5)$$

Таким образом, неровнота по плотности передних концов (первая предельная схема) уменьшается с увеличением диапазона функции перехода:

$$A(j\omega) = W_{\text{en}}(j\omega) = -(E-1) \frac{\omega}{v_2} |W_{v_2 n}(j\omega)|. \quad (6)$$

Из (3) и (6) видно, что влияние смещения точки перехода на неровноту может быть более значительным, чем изменение скорости вытягивания.

Из сказанного вытекает, что существует принципиальная возможность регулирования процесса вытягивания с целью снижения колебаний развеса на выходе за счет соответствующего изменения координат точки перехода  $\varepsilon$ .

Очевидно, что

$$\Delta \varepsilon(t) = -k \Delta \bar{N}(R, t), \quad (7)$$

где  $k$  – параметр, связывающий координату точки перехода с числом быстро движущихся волокон.

Выражение (6) по сути отражает положительную обратную связь между  $\Delta \varepsilon$  и  $\beta N$ :

$$\Delta \varepsilon'(S) = -W_{\text{ne}}(S) \Delta N'(S). \quad (8)$$

Остается только учесть особенности движения волокон в зоне вытягивания: до зоны перехода основная масса волокон движется со скоростью питающей пары  $v_1$ , а переход на скорость выпуска  $v_2$  происходит в точках перехода за весьма малые промежутки времени. Как уже отмечено выше, увеличение зоны перехода волокон на скорость  $v_2$  является выравнивающим фактором (при известных оговорках).

Таким образом, если при вытягивании утолщенного участка обеспечить более ранний переход части волокон на новую скорость (то есть их относительное смещение), то это будет сопровождаться выравниванием продукта путем перераспределения "лишних" волокон на большей длине. Оставаясь в рамках стандартных настроек ВП, указанный эффект можно получить за счет плавающих волокон при изменении параметров поля сил трения в зоне питающей пары.

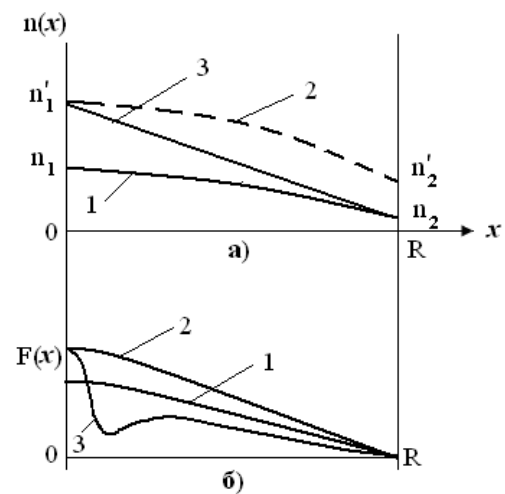


Рис. 2

Графическая иллюстрация сказанного представлена на рис. 2 (графики процесса вытягивания: а) кривые утонения (1 – для номинального участка  $f_1(x)$ , 2 – для утолщенного участка  $f_2(x)$ , 3 – при выравнивании утолщенного участка  $f_3(x)$ ); б) кривые тормозящих сил (1 – для номинального участка  $F_{T1}(x)$ , 2 – для утолщенного участка  $F_{T2}(x)$ , 3 – при выравнивании утолщенного участка  $F_{T3}(x)$ )).

Между кривыми утонения существует определенная зависимость, которую можно выразить, например, на основе формального анализа функций (1)...(3):

$$\int_0^R f_3(x) = \int_0^R f_1(x) + \left[ \int_0^R f_2(x) - \int_0^R f_1(x) \right] C, \quad (9)$$

где  $C < 1$ .

В случае линейности функции  $f_3(x)$ , используя представление ее по типу уравнения в отрезках (при этом  $n_2 = 0$ ), получаем:

$$f_3(x) = \left[ 1 - \frac{x}{R} \right] \cdot \frac{1}{n_1}. \quad (10)$$

Тогда в исходных координатах имеем:

$$f_3(x) = \left[ 1 - \frac{x}{R + \frac{n_2 R}{n_1 - n_2}} \right] \cdot \frac{1}{n_1 + n_2}. \quad (11)$$

Кривая утонения 3 при выравнивании утолщения получается модификацией кривой утонения 2 путем местного уменьшения сил трения между волокнами в результате вибровоздействий:

$$F = \mu r(x), \quad (12)$$

где  $\mu$  – коэффициент трения;  $r(x)$  – давление в контакте.

Основная сложность анализа связана с тем, что  $\mu$  зависит как от давления, так и от скорости относительного движения волокон. Силы, тормозящие переход волокон на новую скорость, определяются как

$$F_T(x) = \beta \int_{x-1}^x F_1(x) m_1(x) dx, \quad (13)$$

где  $F_1(x)$  – силы трения покоя;  $\beta$  – среднее число контактов у одного волокна;  $m_1(x)$  – доля медленно движущихся волокон.

Воздействие высокочастотных вибраций изменяет коэффициент  $\mu$  и давление в контакте  $p(x)$ , поэтому местное снижение сил трения между волокнами может быть значительным. Уменьшение тормозящих сил в зоне питающей пары приводит к тому, что плавающие волокна начинают смещение задолго до подхода к основной зоне перехода у вытяжной пары. При этом характер движения контролируемых волокон не изменяется.

Следует отметить, что задача точного аналитического определения параметров вибровоздействия для получения требуемых характеристик полей сил трения в продукте является пока неразрешимой. Это связано не только с вероятностным характером движения и взаимодействия волокон, но и с тем, что виброакустические процессы удовлетворительно моделируются в масштабе одного волокна или в случае условного волокнистого слоя с заданными характеристиками. В реальности оказывается, что технологические давления в волокнистом слое слишком малы (за исключением давления в зажимах вытяжных пар), чтобы вести расчет как для стандартного случая вязкоупругого материала. Модели же для дисперсных сред оказываются некорректными из-за высокой анизотропии волокнистого слоя и влияния значительной протяженности волокон.

Указанные сложности в значительной степени все же можно преодолеть, если рассматривать зону акустического воздействия как узкую полосу (луч) и оптимизировать параметры волокнистого потока в данной зоне по геометрии поперечного сечения и давлению в месте контакта с излучателем.

Самым существенным является то, что распределение энергии звуковых колебаний через волокнистый слой представляет собой сложный многофакторный пере-

менный процесс, сопровождающийся явлениями расхождения, рассеивания и поглощения. Расхождение волны вызвано увеличением волнового фронта. В результате интенсивность волны уменьшается пропорционально квадрату расстояния, амплитуда – пропорционально первой степени расстояния (толщины слоя). Поэтому изначально было понятно, что толщина продукта должна быть ограниченной (несколько мм).

Рассеяние звуковых волн связано с дифракцией на неоднородностях среды, то есть на волокнах, различающихся по плотности и сжимаемости. В результате создается сложное акустическое поле, сопровождаемое наложением первичных и вторичных волн, а также многократное рассеяние. Следует также учесть, что в данном случае размеры неоднородностей находятся в диапазоне длин волн внешнего излучения. А частоты собственных колебаний могут находиться в зоне резонансного возбуждения. Поэтому интенсивность волны при ее прохождении через данную среду существенно изменяется не только в зависимости от расстояния от источника излучения (то есть поперек продукта), но и по мере прохождения волокнистого потока с новым набором параметров через зону акустического поля, так как постоянно изменяется коэффициент поглощения  $\beta$  и число рассеивающих центров  $\alpha$ .

$$J_x = J_0 \exp\left(-2\frac{\beta}{c}x\right), \quad (14)$$

где  $J_0$  – начальная интенсивность;  $c$  – скорость звука.

И

$$\frac{dJ}{dx} = -\alpha\theta J, \quad (15)$$

где  $\theta$  – сечение рассеивания.

При этом имеется в виду достаточно узкая зона (1...3 мм), за которой происходит резкое затухание акустического излучения. Только для этой зоны при наличии достаточных внутренних давлений можно предполагать наличие внутреннего и объ-

емного трения. То есть в данной среде различные слои имеют неодинаковые скорости движения (даже при неподвижном продукте), что сопровождается появлением сил внутреннего трения:

$$F_\tau = \eta \frac{\partial v_1}{\partial x_1} S, \quad (16)$$

где  $\eta$  – сдвиговая вязкость;  $S$  – площадь соприкосновения слоев.

При колебательном процессе изменение объема  $V$  порождает объемное трение

$$F'_\tau = \eta' \frac{1}{V} \frac{\partial v}{\partial t}, \quad (17)$$

где  $\eta'$  – объемная вязкость.

В общем виде для сил трения через тензор вязких напряжений [4] имеем:

$$\sigma_{ik} = \eta \left( \frac{\partial v_i}{\partial x_k} + \frac{\partial v_k}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \delta_{ik} \frac{\partial v_1}{\partial x_1} \right) + \eta' \delta_{ik} \frac{\partial v_1}{\partial x_1}, \quad (18)$$

где  $\sigma_{ik} = \begin{cases} 0 & \text{при } i \neq k \\ 1 & \text{при } i = k \end{cases}$  – единичный тензор.

Первое слагаемое отражает явления сдвиговой вязкости, а второе определяет внутреннее трение за счет объемной вязкости.

Из-за отсутствия прямых методов определения коэффициентов объемной вязкости невозможно точное аналитическое нахождение параметров поглощения среды. Данную задачу можно решить, если учесть, что аналитически неопределимая часть поглощения соответствует релаксационным процессам термодинамических переходов, для которых требуется определенное время. Вследствие малости времени нахождения волокнистой среды в зоне облучения явления релаксации не успевают развиться, и поэтому данную составляющую процесса можно не учитывать. То есть нас в первую очередь интересует механический эффект вибровоздействия на воздушно-волокнистую среду. В функции Лагранжа появляется дополнительный



член  $H(t)$  потенциальной энергии, пропорциональный смещению и силе:

$$L = \frac{m\dot{x}^2}{2} - \frac{kx^2}{2} + xH(t). \quad (19)$$

Соответствующее уравнение движения имеет вид:

$$H(t) = (\ddot{x} + \omega_0^2 x) m, \quad (20)$$

где  $\omega_0$  – частота собственных колебаний системы.

Кроме того, следует отметить, что резкое изменение характера протекания колебательных процессов в продукте может быть связано с попаданием в околорезонансные зоны отдельных волокон и их групп. Максимальная амплитуда наблюдается при частоте  $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2}$ . Для средне-частотного ультразвукового диапазона  $\beta < \omega_0$ , с учетом  $\omega \approx \omega_0$ , получаем для интенсивности излучения:

$$J(\Delta\omega) = \frac{F_0^2}{4m} \frac{\beta}{\beta^2 + \Delta\omega^2}. \quad (21)$$

С помощью выражений (20) и (21) можно примерно оценить параметры колебательного процесса (внешнего возбуждения) в зависимости от параметров волокнистой среды, в первую очередь, от  $\beta$ .

В целом рассматриваемая система имеет  $n$  степеней свободы, собственных частот и форм нормальных колебаний. Амплитуда вынужденных колебаний зависит от амплитуды колебаний рабочей поверхности излучателя и соотношения частот вынужденных и собственных колебаний среды. Таким образом, подбором частот внешнего излучения можно добиваться приближения к околорезонансным зонам (для большой доли волокон), что увеличивает эффект виброактивации даже при относительно невысоких интенсивностях излучения порядка  $2 \div 3$  Вт/см<sup>2</sup>.

Основная особенность данной системы состоит в том, что она работает в следящем режиме без всякой дополнительной

автоматики, так как использует зависимость удельного потока энергии акустических колебаний в слое продукта от величины давления  $\sigma$  в нем:

$$q = \frac{\sigma^2}{\zeta}. \quad (22)$$

Акустический импеданс системы:

$$\zeta = \sqrt{\left(\omega_b M - \frac{\delta}{\omega_b}\right)^2 + \mu^2}, \quad (23)$$

где  $\omega_b$  – частота вынужденных колебаний;  $\mu$  – коэффициент трения;  $\delta$  – коэффициент упругости;  $M$  – масса колеблющейся системы.

Изменение массы проходящего участка продукта мало влияет на значение  $\zeta$ , но существенно влияет на  $q$ , так как  $q$  квадратично зависит от скачка давления  $\sigma$  между излучателем и продуктом, возникающего при прохождении утолщенного участка. При этом увеличение  $q$  сопровождается виброактивацией волокон именно в утолщении и создает условия для более раннего смещения плавающих волокон в зоне вытягивания. Таким образом, происходит сглаживание пиков неровноты продукта без изменения скоростей вытяжных пар и вообще без использования САВ.

Прохождение тонких мест сопровождается снижением давления в слое продукта в месте контакта с излучателем и соответственно резким падением потока энергии колебаний. Плавающие волокна остаются сцепленными с другими волокнами и транспортируются без смещения до зоны основного вытягивания.

Наиболее удобна установка излучателя в предварительной зоне вытягивания, где скорость перемещения продукта сравнительно невелика. Расчет режимов работы данной системы выравнивания достаточно сложен, однако, как показали проведенные исследования, практическая ее настройка не представляет особых трудностей. Необходимы лишь соответствующий датчик развеса и средства индикации к нему. Отметим, что современные машины оснаще-

ны средствами индикации и контроля, что еще более упрощает применение данной системы.

## ВЫВОДЫ

1. Предложен и практически проверен более простой способ снижения неровноты волокнистого продукта путем местного уменьшения сил сцепления между волокнами при прохождении утолщенных участков через зону ультразвукового поля.

2. Установлено, что эффект местной виброактивации волокон может быть достигнут в широком диапазоне частот колебаний, начиная от нескольких кГц и до сотен кГц, в зависимости от параметров продукта и скорости его движения. С ростом скорости перемещения продукта необходимо увеличивать амплитуду колебаний излучателя без снижения рабочего диапазона частот (16...30 кГц для хлопка) во избежание снижения интенсивности колебаний.

3. Особое значение для эффективности работы системы имеет оптимальный профиль поверхности излучателя, контактирующий с волокном. От этого зависит не только характер протекания виброакустических процессов в рабочей зоне, но и до-

ля виброактивированных плавающих волокон, а значит и эффективность выравнивания.

4. Предложенным способом возможно снижение пиков неровноты на  $20 \div 50\%$  и более. Эффективность системы может быть повышена за счет применения соответствующих элементов автоматики для более качественного реагирования на изменение параметров продукта.

5. Создан ряд патентоспособных технических решений регуляторов неровноты, работающих с использованием высокочастотной виброактивации волокон.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Фаерман В.Т. Применение ультразвука для обработки текстильных материалов. – М.: Легкая индустрия, 1969.
2. А.с. СССР №1467100. Вытяжной прибор текстильной машины. Оpubл. 23.03.89. Бюл. №11.
3. Гинзбург Л.Н., Хавкин В.П. и др. Динамика основных процессов прядения. – Ч.2. – М.: Легкая индустрия, 1972.
4. Шутилов В.А. Основы физики ультразвука. – Л.: ЛГУ, 1980.

Рекомендована кафедрой теоретической и прикладной механики. Поступила 08.11.12.

УДК 677.21.022

## АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧАСТНОГО СЛУЧАЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПРЯЖИ В КАМЕРАХ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЯДИЛЬНЫХ МАШИН

### ANALYSIS AND DESIGNING OF A SPECIAL CASE IN FORMATION OF YARN IN ROTORS OF ROTOR SPINNING MACHINES

*А.Ф. ПЛЕХАНОВ, И.С. БЛИНКОВ, С.А. НОСКОВА*  
*A.F. PLEHANOV, I.S. BLINOV, S.A. NOSKOVA*

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

*Определены технологические ограничения при проектировании конструкций и установке параметров заправки пневмомеханических прядильных машин.*

*Technological limits in designing the constructions installation of charging parameters of rotor spinning machines have been determined.*

**Ключевые слова:** безверетенный способ прядения, пневмомеханическая прядильная машина, лента, дискретизация, волокна, пряжа, длина волокна.

**Keywords:** open end spinning, a rotor spinning machine, a sliver, sampling, fibers, yarn, fiber length.

В работах различных авторов [1...4] технологическая операция формирования пряжи из волокнистой ленточки, полученной в желобе ротора камеры в результате сгущения дискретного потока волокон, полученного в результате операции дискретизации волокнистой ленты на пневмомеханических прядильных машинах, пред-

ставлена с позиции различных технологических факторов. Вместе с тем вопрос о подборе соотношения диаметра роторов камер, средней длины волокон в волокнистой ленте и относительных линейных скоростей, по нашему мнению, представлен недостаточно полно.

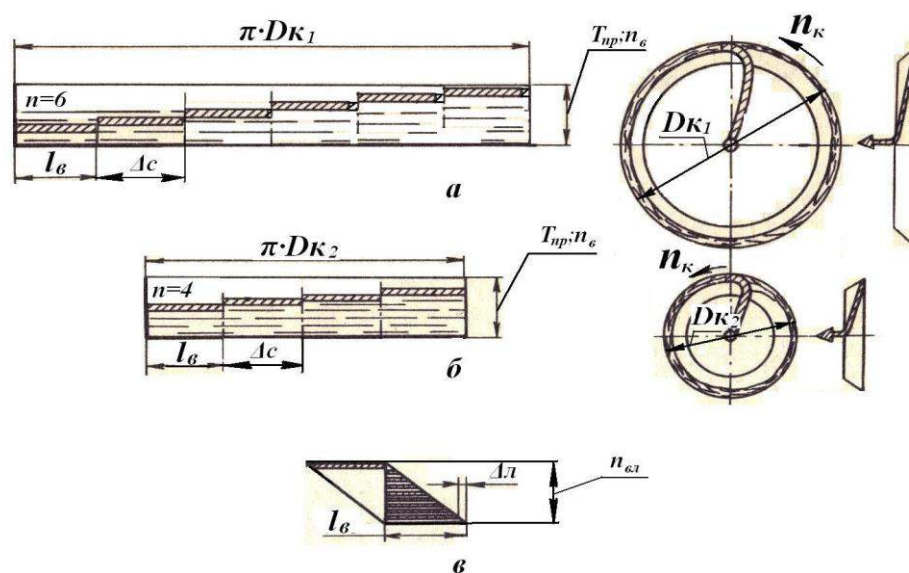


Рис. 1

Рассмотрим частный случай, когда все волокна в волокнистой ленте, питающей камеру пневмомеханической прядильной машины, имеют одинаковую длину  $l_b$ , линейную плотность  $T_b$ , равномерны по линейной плотности (рис. 1-а, б, в). Примем допущения, что коэффициент распрямленности волокон в ленте, волокнистом потоке после дискретизации и на сборной поверхности желоба камеры  $\eta=1$ , волокна располагаются в ленте с равномерным сдвигом передних кончиков  $\Delta_l$  (рис. 1-в). Примем условие, что волокна поступают

на сборную поверхность желоба камеры (рис. 1-а, б) непрерывным слоем и количество волокон, укладываемых за один оборот ротора, составляет целое число:

$$n l_b = \pi D_k, \quad (1)$$

где  $n$  – кратность укладки волокон в желобе камер, в соответствии с аксиоматической теорией условий возможности пневмомеханического прядения, принимается из условия:  $2 \leq n \leq 10$ ;  $l_b$  – длина волокон в ленте, м;  $D_k$  – диаметр камеры, м.

Сдвиг волокон  $\Delta_c$  в непрерывном слое, укладываемом на сборной поверхности желоба за один оборот ротора пневмомеханической прядильной камеры при принятых нами условиях, составит:

$$\Delta_c = \ell_v. \quad (2)$$

При этих условиях вытяжка  $E_{л-с}$  между питающим цилиндром и сборной поверхностью желоба камеры должна составлять:

$$E_{л-с} = E_{л-д} E_{д-в} E_{в-с} = \frac{T_l}{T_v} = n_{вл}, \quad (3)$$

где  $E_{л-д}$  – вытяжка в результате технологической операции дискретизации волокнистой ленты на пневмомеханической прядильной машине;  $E_{д-в}$  – технологическая вытяжка в результате транспортирования потока волокон от дискретизирующего барабанчика до сборной поверхности желоба ротора камеры пневмомеханической прядильной машины;  $E_{в-с}$  – вытяжка потока волокон, поступающего с воздушным потоком на сборную поверхность желоба ротора камеры;  $T_l$  – линейная плотность ленты, питающей камеру пневмомеханической прядильной машины, текс;  $T_v$  – линейная плотность волокон, текс;  $n_{вл}$  – число волокон в поперечном сечении ленты.

Вытяжка волокон в процессе дискретизации волокнистой ленты может быть определена из соотношения:

$$E_{л-д} = \frac{V_{дб}}{V_{пц}} = \frac{\pi D_{дб} n_{дб}}{\pi D_{пц} n_{пц}}, \quad (4)$$

где  $V_{дб}$  – линейная скорость поверхности гарнитуры дискретизирующего барабанчика, м/мин;  $V_{пц}$  – линейная скорость питающего цилиндра, м/мин;  $D_{дб}$  – диаметр поверхности гарнитуры дискретизирующего барабанчика, м;  $D_{пц}$  – диаметр питающего цилиндра, м.

Технологическая вытяжка в результате транспортирования дискретного потока волокон от поверхности гарнитуры дискретизирующего барабанчика до сборной

поверхности желоба ротора камеры может быть определена из соотношения:

$$E_{д-в} = \frac{V_{вк}}{V_{дб}} = \frac{S_{к.вк}}{S_{к.вдб}}, \quad (5)$$

где  $V_{вк}$  – линейная скорость волокон на входе в ротор камеры пневмомеханического прядения, условно принимаемая равной скорости воздушного потока, поступающего в ротор из конфузора, м/мин;  $S_{к.вк}$  – площадь поперечного сечения конфузора в плоскости перехода волокон с поверхности гарнитуры дискретизирующего барабанчика в технологический транспортный воздушный поток, м<sup>2</sup>;  $S_{к.вдб}$  – площадь поперечного сечения конфузора в плоскости перехода волокон со скорости поступающего в ротор воздушного потока на сборную поверхность желоба ротора камеры, м<sup>2</sup>.

Вытяжка потока волокон, поступающего с воздушным потоком на сборную поверхность желоба ротора камеры, может быть определена из соотношения:

$$E_{в-с} = \frac{V_k}{V_{вк}} = \frac{\pi D_k n_k}{V_{вк}}, \quad (6)$$

где  $V_k$  – линейная скорость поверхности желоба ротора камеры пневмомеханической прядильной машины, м/мин;  $D_k$  – диаметр сборной поверхности желоба ротора камеры, м;  $n_k$  – частота вращения роторов пневмомеханической прядильной машины, мин<sup>-1</sup>.

Подставив выражения (4), (5) и (6) в уравнение (3), получим:

$$n_{пц} = n_k \frac{D_k T_l}{D_{пц} T_l} \quad (7)$$

и

$$n_k = n_{пц} \frac{D_{пц} T_l}{D_k T_l}. \quad (8)$$

При рассмотренных нами примерах частного случая процесса формирования пряжи в камерах пневмомеханических прядильных машин, независимо от диаметра сборной поверхности желоба ротора, при выполнении условия кратности

длины окружности длине волокна (1), каждый последующий оборот ротора будет формировать слой волокон со сдвигом, равным  $\ell_b$ . При этом кончики волокон в формируемых слоях мычки будут совпадать, что создаст условия для вероятного снижения целостности продукта и повышения вероятности обрыва пряжи в процессе ее формирования.

Поэтому при конструировании новых моделей пневмомеханических прядильных устройств и проектировании заправочных параметров существующих конструкций пневмомеханических прядильных машин необходимо стремиться к выполнению следующих условий:

$$\left\{ \begin{array}{l} D_k \neq \frac{n\ell_b}{\pi}, 2 \leq n \leq 10; \\ n_{\text{шц}} \neq n_k \frac{D_k T_b}{D_{\text{шц}} T_k}; \\ n_k \neq n_{\text{шц}} \frac{D_{\text{шц}} T_l}{D_k T_b}. \end{array} \right. \quad (9)$$

В табл. 1 (расчетные значения длин волокон "хлопковой группы" ("short staple fibers") при различных диаметрах и кратности укладки волокон в желобе роторов) приведены расчетные величины "неблагоприятного" соотношения диаметров желобов роторов прядильных камер  $D_k$ , числа кратности укладки волокон в желобе камер  $n$  и длины волокна  $\ell_b$ .

Таблица 1

$D_k$ , мм	Кратность укладки волокон в желобе камер, $n$								
	10	9	8	7	6	5	4	3	2
65	20,4	22,7	25,5	29,2	34,0	-	-	-	-
56	17,6	19,5	22,0	25,1	29,3	35,2	-	-	-
48	-	16,7	18,8	21,5	25,1	30,1	37,7	-	-
42	-	-	16,5	18,8	22,0	26,4	33,0	-	-
36	-	-	-	16,1	18,8	22,6	28,3	37,7	-
32	-	-	-	-	16,7	20,1	25,1	33,5	-
30	-	-	-	-	16,0	18,8	23,6	31,4	-
28	-	-	-	-	-	17,6	22,0	29,3	-
24	-	-	-	-	-	-	18,8	25,1	37,7

Вместе с тем следует иметь в виду, что возникновение на практике условий, принятых нами к рассмотрению для изучения частного случая процесса формирования пряжи в камерах пневмомеханических прядильных машин, настолько маловероятно, что сравнимо с одновременным полетом челноков ткацких станков, приводящих к резонансу производственных помещений. И тем не менее, роту солдат при движении по мосту спешивают, а прядильщик должен помнить о возможности частного случая, особенно при переработке штапелированных волокон с определенной длиной нарезки, и своевременно принимать меры к устранению возможности формирования пряжи при рассмотренных в данной статье условиях.

## ВЫВОДЫ

1. Проведен сравнительный анализ частных случаев процесса формирования пряжи в камерах пневмомеханических прядильных машин.
2. Установлено, что диаметр желоба роторов камер не должен быть кратен величине  $n\ell_b/\pi$ , где  $2 \leq n \leq 10$ .
3. Определены технологические ограничения (9) при проектировании конструкций и установке параметров заправки пневмомеханических прядильных машин.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Борзунов И. Г. и др. Прядение хлопка и химических волокон (изготовление ровницы, суровой и меланжевой пряжи, крученых нитей и ниточных изделий). – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легпробытгиздат, 1986.

2. Плеханов Ф.М. Технологические процессы пневмомеханического прядения. – М.: Легпромбытиздат, 1986.

3. Севостьянов А. Г. и др. Механическая технология текстильных материалов. – М.: Легпромбытиздат, 1989.

4. Бадалов К. И., Черников А. Н., Плеханов А.Ф. и др. Проектирование технологии хлопкопрядения:

Учебник для вузов. – М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2004.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 07.12.12.

УДК 677.053.3

## УСЛОВИЯ УСТОЙЧИВОСТИ В СИСТЕМЕ РАЗДЕЛЬНОГО КРУЧЕНИЯ И НАМАТЫВАНИЯ

### STABILITY CONDITIONS IN THE SYSTEM OF SEPARATE ROTATING AND WINDING

*П.М. МОВШОВИЧ, В.И. ВОЛКОВ, Е.В. ПАВЛЮЧЕНКО, К.Э. РАЗУМЕЕВ, И.С. ЗЫКОВ*  
*P.M. MOVSHOVICH, V.I. VOLKOV, E.V. PAVLYUCHENKO, K.E. RAZUMEEV, I.S. ZYKOV*

(Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского,  
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет,  
Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
(Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky;  
Moscow Aviation Institute (National Research University);  
Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")  
E-mail: fface@msta.ac.ru

*Рассматриваются вопросы, связанные с устойчивостью работы механического устройства, реализующего способ раздельного кручения и наматывания пряжи. Установлена взаимосвязь между диаметром неподвижной опорной оси и минимальной частотой вращения, обеспечивающей устойчивую работу за счет влияния гироскопического эффекта.*

*The questions concerning stability of a mechanical unit operation realizing the way of separate yarn rotation and winding have been considered. The interconnection between the diameter of a fixed reference axis and rotation minimum speed, which provides stable operation due to gyroscopic effect influence, has been established.*

**Ключевые слова:** процесс, кручение, наматывание, устойчивость, гироскопический эффект.

**Keywords:** process, twisting, winding, stability, a gyroscopic effect.

Условия работы узла кручения и наматывания имеют свою специфику. Опорный стержень, проходящий через полое веретено, имеет значительную длину и должен иметь минимально возможный диаметр. Это необходимо для ограничения диаметра веретена. С другой стороны, колпачное раскладывающее устройство должно иметь минимальную массу, сосредоточенную

возможно ниже к краю колпака. Все это вызывает необходимость точного учета всех особенностей конструкции и тщательного расчета динамики рассматриваемого устройства. Следует выделить две особенности работы данного устройства. С одной стороны, уменьшение диаметра опорного стержня способствует потере устойчивости системы в определенном диа-

пазоне скоростей. С другой – вступает в силу гироскопический эффект, стабилизирующий систему и позволяющий выполнять опорную ось с весьма малым диаметром. В данной статье проводится математическое исследование предложенной авторами модели устройства.

Устойчивость вращения рассматриваемой гироскопической системы, представляющей собой сбалансированный колпак, вращающийся на вертикальном гибком стержне, определяется значениями (см., например, [1])  $C$  – полярного и  $A$  – центрального экваториального момента инерции колпака, длиной гибкого вала,  $\ell$ , и параметром  $f$ , характеризующим жесткость вала:

$$f = v \operatorname{ctg} v, \quad (1)$$

где  $v = (mgl^2/EI)^{0.5}$ , (2)  
 $m$  – масса колпака;  $g$  – как обычно, ускорение свободного падения;  $E$  – модуль упругости материала стержня (сталь),  $I$  – момент инерции площади поперечного сечения стержня [2].

Нижний конец стержня жестко прикреплен к станине, а его поперечное сечение представляет собой круг радиуса  $R$ . Будем сначала считать стержень невесомым ( $M_{\text{ст}} \ll m$ ). Рассмотрим простейший случай: колпак можно аппроксимировать тонким диском радиуса  $r$ , прикрепленным к валу в центре инерции колпака. При этом  $\ell$  – расстояние от основания вала до центра инерции колпака.

Полагая стержень абсолютно жестким:  $v \rightarrow 0$  и  $f \rightarrow 1$ , получим [1], как и следовало ожидать, условие устойчивого вертикального вращения волчка для случая Лагранжа:

$$\omega^2 C^2 > 4(A + m\ell^2)mg\ell. \quad (3)$$

Отсюда найдем значение минимальной угловой скорости ( $\omega_0$ ), обеспечивающей устойчивое вращение системы при следующих параметрах последней:  $\ell=30\text{см}$ ,  $r=2\text{см}$ :

$$\omega_0 \approx 5200 \text{ рад/с} \quad (4)$$

или

$$v_0 \approx 52000 \text{ об/мин.} \quad (5)$$

Если центр инерции колпака будет смещен ближе к свободному концу стержня, значение граничной скорости возрастает. При  $\ell=50$  см оно составит:

$$v_{50} \approx 104000 \text{ об/мин.} \quad (6)$$

Как показано в [1], при учете изгибных колебаний стержня ( $v > 0$  и  $f < 1$ ) характер зависимости устойчивого движения системы от скорости вращения колпака не изменится: существует некоторое граничное значение скорости, отделяющее зону устойчивого движения от неустойчивого, но само это граничное значение будет расти по мере падения значения  $f$ , то есть по мере снижения жесткости (увеличения гибкости) стержня. Так что указанное выше значение  $\omega_0$  – минимально возможное для граничной скорости данной системы. При малых значениях момента инерции (экваториального) колпака по сравнению с  $m\ell^2$  рост значения пограничной скорости при изменении значения  $f$  от 1 до 0,9 может составить десятки процентов (20...30%).

Что означает устойчивость вращения? При устойчивом движении данная система оставалась бы в равновесии, не опрокидывалась, даже если бы стержень не был жестко закреплен на станине. Закрепление на станине удержит стержень с колпаком от падения, но за счет повышения нагрузки на стержень, что, в свою очередь, вызовет вибрацию системы и приведет к увеличению ее износа.

Оценим наименьший радиус стержня, при котором последний еще может считаться жестким. Пусть масса колпака составляет 200 г. При  $v \approx 0,3$   $f \approx 0,97$  и радиус стержня  $R \approx 2$  мм. Это в том случае, если считать, что центр инерции колпака расположен достаточно низко:  $\ell \approx 30$  см. Если же полагать  $\ell \approx 50$  см, то  $R \approx 3...3,5$  мм. С другой стороны, снижение массы колпака до 100 г приведет и к снижению граничного радиуса стержня:  $R(\ell=30) \approx 1,5$  мм и  $R(\ell=50) \approx 2,5$  мм.

Рассмотрим влияние формы колпака на устойчивость системы. Пусть колпак представляет собой цилиндр радиуса  $r$ , высота которого равна  $H$ . Будем полагать массу цилиндрической поверхности колпака пренебрежимо малой по сравнению с массой основания (дна) и массой крышки колпака. Крышка и дно колпака представляют собой сплошные тонкие диски равной массы, расположенные на расстоянии  $H$  друг от друга. При  $H=20$  см экваториальный момент инерции колпака  $A$  увеличится примерно в 60 раз, однако и в этом случае он окажется много меньше произведения  $m\ell^2$ :

$$\sigma = A / m\ell^2 \approx 6 \cdot 10^{-2}.$$

Следовательно, на значение граничной скорости это не окажет заметного влияния.

С другой стороны, увеличение полярного момента инерции колпака  $C$ , а следовательно, его радиуса  $r$ , согласно (3), заметно уменьшит значение граничной скорости, а именно: оно будет падать пропорционально росту квадрата радиуса колпака (то есть значение граничной скорости обратно пропорционально квадрату радиуса колпака). Так, увеличение  $r$  в два раза: до 4 см снизит значение граничной скорости вращения колпака  $\approx$  в 4 раза до  $v_0 \approx 10^4$  об/мин.

## ВЫВОДЫ

Итак, как следует из вышесказанного, основное влияние на значение граничной скорости, обеспечивающей устойчивость системы, оказывают значение полярного момента инерции колпака и высота его центра инерции: значения  $C$  и  $\ell$ . Увеличить  $C$  можно, увеличив радиус колпака, а уменьшить  $\ell$  – сосредоточив массу колпака в его нижней части. Таким образом, колпак должен иметь массивный (относительно) обод в нижней части. Этого следует добиваться даже ценой увеличения массы колпака. Что, в свою очередь, увеличит относительную гибкость стержня  $\nu$ , однако это увеличение может быть скомпенсировано увеличением радиуса стержня и уменьшением  $l$ . Причем, как следует из

(2)  $\nu$  растет пропорционально квадратному корню массы колпака, длине стержня  $\ell$  (под длиной стержня понимается расстояние от основания стержня до центра инерции колпака) и обратно пропорционально квадрату (!)  $R$  – радиуса стержня.

При  $\nu < 0,3$  значение параметра  $f > 0,97$  и стержень можно считать практически абсолютно жестким: значение граничной скорости при этих значениях параметров будет незначительно превосходить граничную скорость, соответствующую абсолютно жесткому стержню –  $\nu=0$ ,  $f=1$ . Зафиксируем эти значения. Для этого должно выполняться:

$$(m^{0,5} \ell / R^2) < 12 \cdot 10^3 \quad (7)$$

в системе СГС (см, г, с). Предположим, удалось добиться положения центра масс колпака, соответствующего  $\ell = 35$  см (полная длина стержня 50 см, высота колпака 20 см), а полярный момент инерции колпака равен моменту инерции тонкого массивного кольца радиуса  $r = 4$  см. Тогда граничная скорость равна:

$$\omega_0 \approx 820 \text{ рад/с} \quad (8)$$

или

$$v_0 \approx 8200 \text{ об/мин.} \quad (9)$$

Если же момент инерции колпака будет приблизительно равен моменту инерции тонкого диска радиуса  $r = 4$  см, то значение граничной скорости увеличится вдвое:  $v_0 \approx 16,5 \cdot 10^3$  об/мин. Приведем минимальные значения радиуса стержня  $R$ , обеспечивающие ему необходимую жесткость при различных массах колпака (табл. 1.)

$m$ (г)	$R$ (мм)
100	1,7
200	2
600	4

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зейтман М.Ф. Колебания гибких тонких вертикальных роторов с тяжелыми сосредоточен-



ными элементами // Вибрации в технике. – М.: Машиностроение, 1980. – Т. 3. С. 189...200.

2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости. – М.: Наука, 1987.

Рекомендована кафедрой прядения МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 12.02.13.

УДК 677.021

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КРУТКИ ЛЬНЯНОЙ ВЬЮРКОВОЙ ПРЯЖИ БЕЗ РАЗДЕЛЕНИЯ ЗОН КРУЧЕНИЯ И НАМОТКИ

### FEATURES OF FORMATION OF LINEN AIR-TWIST YARN TWISTING WITHOUT SEPARATION OF TWISTING AND WINDING ZONES

Н.С. КУЗНЕЦОВА, А.А. ТЕЛИЦЫН, Л.С. ИЛЬИН  
N.S. KUZNETSOVA, A.A. TELITSYN, L.S. ILYIN

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

*В статье рассматриваются вопросы наматывания вьюрковой пряжи на цилиндрическую наковку, при этом процессы кручения и наматывания разделены. Авторами отмечается влияние положения нитераскладчика на значение крутки готовой пряжи.*

*The questions of winding air-twist yarn on a cylindrical package are considered in the article, and at the same time the processes of twisting and winding are separated. The authors note the influence of the traverse motion place on the value of ready yarn twisting.*

**Ключевые слова:** аэродинамическое крутильное устройство, льняная пряжа, наматывание пряжи, спектральный анализ.

**Keywords:** an aerodynamic twisting device, linen yarn, yarn winding, spectral analysis.

Разделение процессов кручения и наматывания пряжи позволяет существенно повысить производительность рабочего места. Так, например, отечественная прядильная машина марки ПСК-225-ШГ реализует самокруточный способ формирования волокнистого продукта со скоростью выпуска пряжи до 200 метров в минуту при помощи аэродинамических крутильных устройств (АКУ). При этом способе из соединительной камеры АКУ выходит практически сформированный вдвоенный продукт. Это дает возможность установить после АКУ транспортирующую пару цилиндр—нажимной валик, обеспечиваю-

щую подачу пряжи в зону намотки с постоянной скоростью. При такой схеме в зоне выпускная пара—транспортирующая пара обеспечивается постоянная величина нагона [1].

На кафедре прядения КГТУ был создан стенд для формирования льняной пряжи мокрого прядения вьюрковым способом (рис.1 – технологическая схема вьюрковой прядильной машины), в котором процессы кручения и наматывания также разделены, однако транспортирующая пара отсутствует, то есть зоны кручения и наматывания совмещены. Во время экспериментов из ровницы интенсивной химической обра-

ботки 575 текс (смеска: чесаный лен №16 (50%), №18 (50%), вытяжка 8,61) вырабатывалась пряжа.

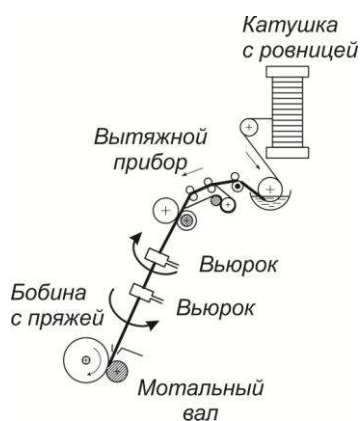


Рис. 1

Получение пряжи выюрковым способом открывает новые перспективы развития мокрого прядения льна с точки зрения повышения производительности.

Процесс кручения продукта при выюрковом способе прядения осуществляется во выюрках без жесткого зажима продукта, при этом готовая пряжа имеет периодическую остаточную знакопеременную крутку [2]. Отсутствие транспортирующей пары между последним выюрком и зоной намотки позволяет сохранять на пряже остаточную крутку, в противном случае транспортирующая пара выступала бы порогом кручения. Остаточная крутка повышает прочность выюрковой пряжи, поэтому важно ее сохранить.

Формирование такой пряжи возможно только при ненапрянутом состоянии формируемого продукта в зоне кручения для обеспечения способности продукта принять кручения, создаваемые вращением воздуха во выюрках. Это достигается путем установления опережения скорости вытяжного цилиндра над скоростью выпуска – нагоном.

Наматывание пряжи на бобину осуществляется мотальным валом, раскладка витков происходит при помощи нитераскладчика, который движется возвратно-поступательно вдоль бобины с пряжей (рис. 2 – зона наматывания пряжи).

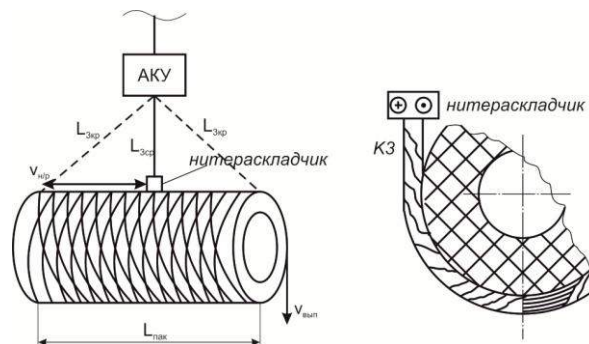


Рис. 2

Крутка в зоне наматывания будет приниматься продуктом неравномерно, в зависимости от нагона и местоположения нитераскладчика. При этом очевидно, что в крайних положениях крутка продукта будет наименьшей в связи с большей натянутостью продукта. Так как

$$L_{зкр}^2 = L_3^2 + \left[ \frac{L_{нак}}{2} \right]^2$$

и

$$\frac{L_{зкр}}{L_3} = \frac{\sqrt{L_3^2 + \left( \frac{L_{нак}}{2} \right)^2}}{L_3} = \sqrt{1 + \left( \frac{L_{нак}}{2L_3} \right)^2},$$

следовательно, нагон пряжи в крайних положениях нитераскладчика будет меньше в

$\sqrt{1 + \left( \frac{L_{нак}}{2L_3} \right)^2}$  раз. Соответственно крутка

пряжи за время раскладки одного слоя пряжи будет изменяться в зависимости от положения нитераскладчика:

$$K(L) = \frac{K}{\sqrt{1 + \left( \frac{L}{L_3} \right)^2}},$$

где  $L = -\frac{L_{нак}}{2} \dots \frac{L_{нак}}{2}$ ; K – крутка при среднем положении нитераскладчика.

При этом следует учитывать, что многочисленные просмотры пряжи действительно показывают периодичность ее крутки.

Учитывая то, что крутка продукта создается при помощи аэродинамического устройства, в котором нет жесткого зажима пряжи, и решая разнообразные динамические уравнения, описывающие динамику кручения в двух- и трехзонных АКУ, можно лишь приблизительно прогнозировать

величину остаточной крутки готовой пряжи [3].

Проведенные исследования позволят сделать уточнение математической модели кручения продукта в АКУ дополнительным параметром, характеризующим периодичность крутки в зависимости от положения нитераскладчика.

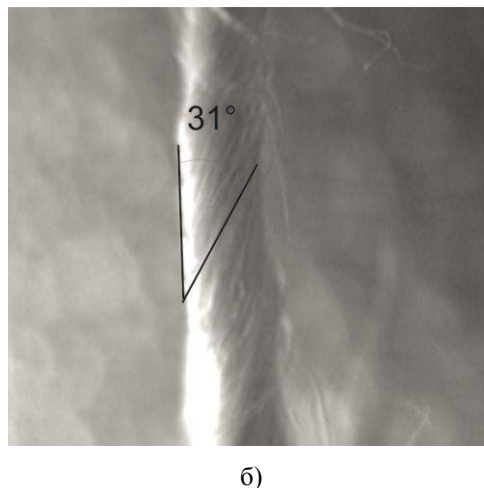
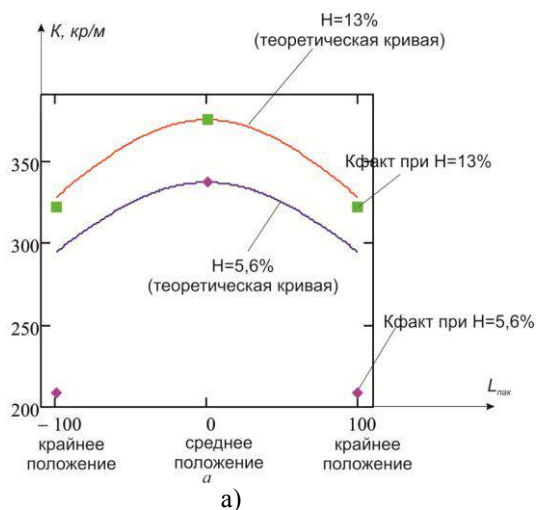


Рис. 3

На рис. 3-а (рис. 3 – крутка готовой вьюрковой пряжи: а – зависимость значения крутки от положения нитераскладчика; б – определение угла кручения) приведен расчетная теоретическая кривая и указаны фактические значения крутки в местах ее образования, определенные на готовой пряже в зависимости от положения нитераскладчика. Измерения проводились путем определения угла кручения (рис. 3-б). Фактическое определение крутки при нагоне 13% практически совпало с теорети-

ческими расчетами, а при нагоне 5,6% значение крутки при крайних положениях нитераскладчика значительно меньше. Это можно объяснить тем, что при малом значении нагона его величина в крайних положениях нитераскладчика уменьшается до такой степени, что способность продукта принимать кручения резко снижается. Анализ графика доказывает снижение значения крутки пряжи при крайних положениях нитераскладчика.

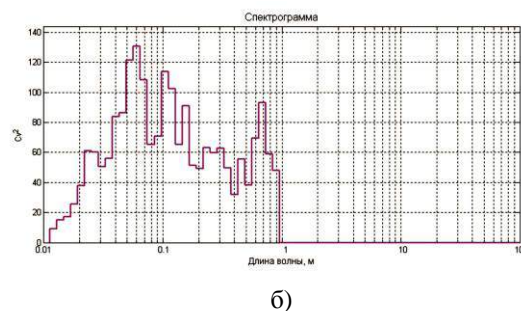
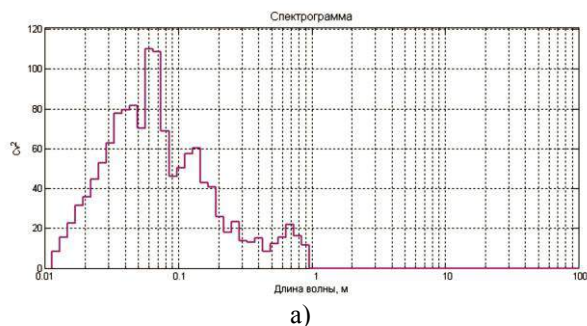


Рис. 4

Анализ спектров, полученных при пропуске пряжи через прибор КЛА-М (рис. 4-

а, б: а – при нагоне 5,6%; б – при нагоне 13%), выявил период неровноты пряжи

при длине волны, кратной половине длины витка в одном слое, а также явную неровноту с длиной волны около 80 мм. Малый период также явно виден путем визуального просмотра пряжи: на пряже есть чередование мест скопления крутки с участками нулевой крутки, при этом длина каждого участка варьируется от 30 до 40 мм, что соответствует периоду длины волны неровноты на спектрограмме. Выявление причин этого факта требует дополнительных исследований.

## ВЫВОДЫ

1. Выработка льняной пряжи вьюрковым способом возможна при отсутствии транспортирующей пары между зоной кручения и зоной наматывания.

2. Процесс формирования крутки в пряже возможен при значении нагона, достаточном для компенсации дополнительного натяжения продукта в крайних положениях нитераскладчика.

3. Анализ средних спектров вьюрковой пряжи подтверждает выдвинутое предположение о влиянии положения нитераскладчика на значение крутки на готовой пряже.

4. Целесообразно провести исследование по выявлению причин возникновения в пряже неровноты с малой длиной волны.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Телицын А.А.* Развитие технологий процесса самокручения текстильных материалов и создание оборудования для их реализации: Дис.... докт. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 2000.

2. *Кузнецова Н.С., Жуков В.И.* О кручении в процессе формирования льняной пряжи мокрого прядения вьюрковым способом // Сб. науч. тр. Мат. Междунар. научн.-практ. конф.: Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании - 2011. – Вып. 4. Т.10. – Одесса, 2011. С.17...19.

3. *Мовшович П.М.* Самокруточное прядение.– М.: Легпромбытиздат, 1985.

Рекомендована кафедрой прядения натуральных и химических продуктов. Поступила 30.01.13.

УДК 677.024.1

**МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ МОДЕЛИ  
ОДНОСЛОЙНОЙ РЕМИЗНОЙ ТКАНИ****THE METHODS OF CONSTRUCTION OF THREE-DIMENSIONAL MODEL  
OF ONE-LAYER HEALD FABRIC***Г.И. ТОЛУБЕЕВА, Н.А. КОРОБОВ*  
*G.I. TOLUBEEVA, N.A. KOROBOV***(Ивановская государственная текстильная академия)**  
**(Ivanovo State Textile Academy)**  
E-mail: ttp@igta.ru

*Предложена методика построения с помощью ЭВМ объемной модели однослойной ткани по известным заправочным данным ткани и высоте волны изгиба основы, 3D-модель ткани отображает ее структуру и внешний вид.*

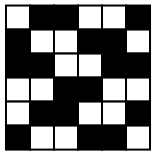
*The methods of construction of three-dimensional computer model of one-layer fabric by the given looming fabric data and wave height of warp curve have been offered. A three-dimensional fabric model reflects its structure and appearance.*

**Ключевые слова:** однослойная ткань, основа, уток, матрица переплетения, перекрытие, монохромное изображение, 3D-модель, координаты цветов, серый цвет, интенсивность.

**Keywords:** one-layer fabric, a warp, a weft, an interweaving matrix, overlapping, a monochrome image, three-dimensional model, centers coordinates, grey color, intension.

Предлагаемая методика позволяет с помощью программного комплекса [1] построить полутоновое монохромное объемное изображение однослойной ткани в так называемой серой шкале (grayscale), отображающее ее структуру и внешний вид. Теоретические основы и последовательность предварительных расчетов изложены в [2...6]. Задача решается в среде программирования MATLAB. Исходные данные: матрица  $A = (a_{j,i})$  переплетения с

раппортами по основе  $R_o$  и по утку  $R_y$  [4], диаметры основной  $d_{ог}$  и уточной  $d_{ут}$  гладкой и ровной пряжи по горизонтали [3]; матрицы  $O' = (o'_{j,i})$  и  $U' = (u'_{j,i})$  координат центров перекрытий основных и уточных нитей [5], высота волны изгиба основы  $h_o$ ; разрешение  $resol$  изображения при условии, что на 1 пиксель приходится 0,01 мм, разрешение составит 2400 пикс/дюйм.



а)

0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	1	0
1	1	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0
0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	1	0

б)

Рис. 1

x					
0,54	1,06	1,34	1,85	2,13	2,65
0,54	1,06	1,34	1,85	2,13	2,65
0,66	0,94	1,46	1,73	2,25	2,53
0,66	0,94	1,46	1,73	2,25	2,53
0,54	1,06	1,34	1,85	2,13	2,65
0,54	1,06	1,34	1,85	2,13	2,65

y					
3,19	3,16	3,19	3,16	3,19	3,16
2,59	2,62	2,59	2,62	2,59	2,62
2,11	2,08	2,11	2,08	2,11	2,08
1,51	1,54	1,51	1,54	1,51	1,54
1,03	1,00	1,03	1,00	1,03	1,00
0,43	0,46	0,43	0,46	0,43	0,46

Определяем размер изображения по вертикали  $gy\_mm$ : к максимальному значению координат перекрытий уточных нитей

$$yk\_mm = \text{mean}(\text{abs}(\text{diff}(\text{mean}(y, 2))))/2; \quad ry\_mm = \text{max}(\text{max}(y)) + yk\_mm.$$

Аналогично определяем размер изображения по горизонтали  $gx\_mm$ . Получаем  $gy\_mm = 3,46$  мм,  $gx\_mm = 2,85$  мм.

Выполняем центрирование изображения в окне по горизонтали: рассчитываем одномерный массив  $xс$  средних значений

$$xc = \text{mean}(x, 1); \quad dbx = (gx\_mm - (xc(\text{end}) - xc(1)))/2 - xc(1); \quad x = x + dbx.$$

Центрирование изображения в окне по вертикали выполняем аналогичным образом. Получаем  $dbx = -0,17$  мм,  $dbу = -0,08$  мм.

x1					
0,37	0,89	1,17	1,68	1,96	2,48
0,37	0,89	1,17	1,68	1,96	2,48
0,49	0,77	1,29	1,56	2,08	2,36
0,49	0,77	1,29	1,56	2,08	2,36
0,37	0,89	1,17	1,68	1,96	2,48
0,37	0,89	1,17	1,68	1,96	2,48

тей (в примере, равном 3,19 мм) добавляем средний полупериод следования уточных нитей:

координат центров перекрытий основных нитей; находим среднее расстояние между центрами перекрытий первой и последней нитей; находим величину  $dbx$  корректирующей добавки:

Эти значения добавляем ко всем элементам матриц  $x$  и  $y$ , получим:

y1					
3,11	3,08	3,11	3,08	3,11	3,08
2,51	2,54	2,51	2,54	2,51	2,54
2,03	2,00	2,03	2,00	2,03	2,00
1,43	1,46	1,43	1,46	1,43	1,46
0,95	0,92	0,95	0,92	0,95	0,92
0,35	0,38	0,35	0,38	0,35	0,38

Рассчитываем размер изображения по горизонтали  $gx\_pix$  и по вертикали  $gy\_pix$  в пикселях:

$$gx\_pix = gx\_mm \cdot \text{rezol}/25,41; \quad (1)$$

$$gy\_pix = gy\_mm \cdot \text{rezol}/25,41. \quad (2)$$

Получаем  $rx\_pix=269$ ,  $ry\_pix=327$  пикселей. Строим поле черного цвета:  $im =$

x0					
35	84	110	159	185	234
35	84	110	159	185	234
46	73	121	148	196	223
46	73	121	148	196	223
35	84	110	159	185	234
35	84	110	159	185	234

Рассчитываем элемент нити  $en$  высотой 1 пиксель: по формуле, подобной (1), определяем ширину элемента нити – размер диаметра в пикселях:  $dog\_pix=19$ ; находим вектор масштабных коэффициентов  $xq$  интенсивности серого цвета для каждого пикселя по ширине элемента нити. Для создания объемности изображения интенсивность серого цвета в центре нити принимаем максимальной, равной единице, в краях – минимальной, равной нулю. Распределение интенсивности описываем параболической зависимостью:

$$xq = 1 - h^2; \quad h = [-1, 1], \quad (3)$$

рассчитываемой с помощью оператора  $xq = 1 - \text{linspace}(-1, 1, dog\_pix).^2$  [7, с. 247...251], график которой на рис. 2 отмечен треугольниками.

$= \text{zeros}(ry\_pi, rx\_pi)$ . Переводим все элементы матриц  $x1$  и  $y1$  в пиксели:

y0					
294	291	294	291	294	291
237	240	237	240	237	240
192	189	192	189	192	189
135	138	135	138	135	138
90	87	90	87	90	87
33	36	33	36	33	36

угольниками. Для снижения контрастности откорректируем вектор  $xq: en = xq * 0,55 + 0,45$ , полученное распределение интенсивности на рис. 2 отмечено квадратиками.

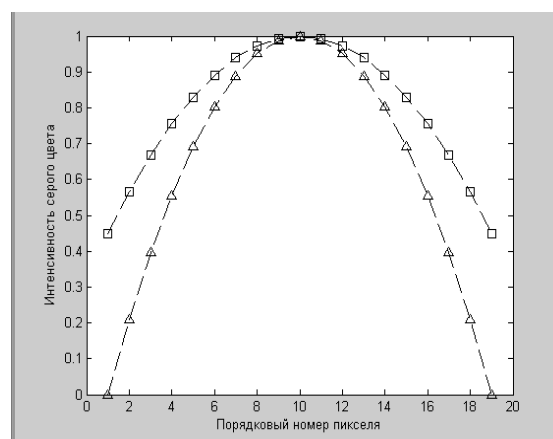


Рис. 2

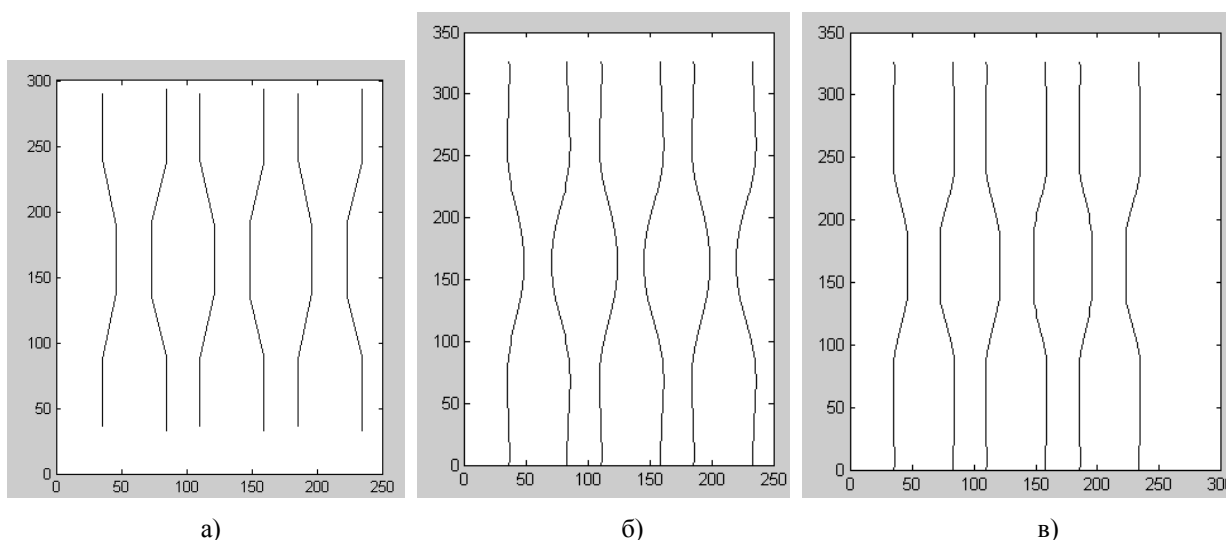


Рис. 3

По данным матриц  $x0$  и  $y0$  построим сечения нитей основы, рис. 3-а. Для получе-

ния более сглаженных кривых для каждой оси используем функцию, строящую

сглаженный сплайн  $csaps(x, y, p, xx, w)$  [7, с. 490...491], где  $x$  и  $y$  – аппроксимируемые данные;  $p$  – параметр сглаживания;  $xx$  – вектор контрольных точек (число

пикселей по высоте изображения);  $w$  – вектор весов. Предварительно определим среднее отклонение центров перекрытий  $gx$  и число входных элементов сплайна  $nn$ :

```
xx=1:1: ry_pix; rx=round(mean(diff(x))); nn= length(xo);
z=round(csaps([xo-rx*nn xo xo+rx*nn],[yo yo yo],1,xx)),
```

при  $p=1$ , как в нашем случае, сглаженный сплайн представляет собой обычный кубический сплайн [7, с. 488...489]. Сглаженные оси приведены на рис. 3-б. Выполним их корректировку, заменив недостающие и

превышающие величины на минимальные и максимальные значения из первоначальных кривых, графики откорректированных осей нитей основы приведены на рис. 3-в.

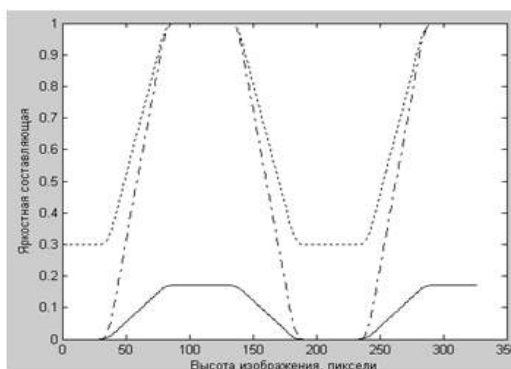


Рис. 4

Для получения зависимости яркостной составляющей основной нити по высоте от ее переплетения используем уравнения (1)...(5) осей нитей [6]. На рис. 4 сплошной линией показан график оси первой нити основы  $y_{o1}$ , штрихпунктирной – полученный на основе  $y_{o1}$  график яркостной составляющей нити  $zr_1$ , изменяющейся от нуля до единицы:  $zr_1 = y_{o1} \cdot (1/h_o)$ . Снизим

контрастность кривой  $zr_1$ :  $zr_{n1} = zr_1 \cdot 0,7 + 0,3$ . График яркостной составляющей оси первой нити основы  $zr_{n1}$  на рис. 4 отмечен штриховой линией. Выполняем прорисовку основных нитей: на каждую точку  $z(j)$  оси нити накладываем вектор  $en$ , корректируя его элементы с учетом яркости данной точки оси  $zr_{n1}(j)$ :

```
for j=1:xx im(xx-j+1,[z(j):z(j)-1+ dog_pix]- round(dog_pix /2)-1)=en.*zr_n(j); end.
```

На рис. 5-а для примера показана прорисовка первой основной нити. Затем производим сглаживание изображения нитей. Выбираем участки нитей, в которых осевая

линия изменяет свое положение по горизонтали, в пределах изогнутых участков линейаризуем [7, с. 247...251] интенсивности серого цвета:

```
dz=diff(z); ndz=find(dz ~= 0);
for j=1:length(ndz)
    i=ndz(j); a=i-7+1; if a < 1, a = 1; end
    b=i+7; if b > size(im,1), b=size(im,1); end
    p=im(a:b,[z(i):z(i)+ dog_pix +1]-round(dog_pix /2));
    for k=1:size(p,2) p(:,k)=linspace(p(1,k),p(end,k),size(p,1)); end
    im(a:b,[z(i):z(i)+ dog_pix +1]-round(dog_pix /2))=p;
end
```





## ВЫВОДЫ

Разработана методика автоматизированного построения объемной модели однослойной ткани, отображающей ее структуру и внешний вид, по известным заправочным данным ткани и высоте волны изгиба основы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Толубеева Г.И., Коробов Н.А. Программа для расчета уработок нитей основы и утка однослойных тканей по различным методикам. Свидетельство о госуд. регистрации программы для ЭВМ № 2011616799 от 01.09.2011 г.

2. Толубеева Г.И., Якубова И.Г., Пятли С.Г. Методика расчета уработок нитей полотна по заправочным данным ткани и высоте волны изгиба основы // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 1. С.54...58.

3. Толубеева Г.И. Пример расчета уработок нитей основы и утка и построение их профилей в ткани полотняного переплетения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 2. С.53...58.

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

5. Толубеева Г.И. Методика расчета уработок нитей в горизонтальной плоскости однослойной ткани по ее заправочным данным и высоте волны изгиба основы // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 5. С.64...69.

6. Толубеева Г.И. Методика построения профилей нитей основы и утка однослойной ремизной ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 6. С.69...73.

7. Кетков Ю.Л., Кетков А.Ю., Шульц М.М. MATLAB 6.x.: Программирование численных методов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных изделий. Поступила 17.01.12.

УДК 677.054

## МЕХАНИЗМ ПРОКЛАДЫВАНИЯ УТКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

## THE MECHANISM OF WEFT INLAYING FOR MAKING THREE-DIMENSIONAL TEXTILE PRODUCTS

В.Ю. СЕЛИВЕРСТОВ, И.Н. ПЕТРОВ, К.А. ЧЕРКАСОВ  
V.YU. SELIVERSTOV, I.N. PETROV, K.A. CHERKASOV

(Костромской государственный технологический университет)  
(Kostroma State Technological University)

E-mail: info@kstu.edu.ru

*В статье приведены особенности формирования трехмерных слоистокаркасных тканей. Дано описание рапирного механизма, применяемого для получения данного вида текстильных изделий, используемых в качестве армирующего наполнителя композиционных материалов, предложены зависимости для определения величины перемещения рапир в вертикальной плоскости.*

*The features of formation of three-dimensional layer stick-figure fabrics have been presented in the article. The description of a rapier mechanism, applied for manufacture of this kind of textiles used as reinforcing filling material of compo-*

*site material has been presented, the dependences for definition of rapier transmission value in a vertical plane have been offered.*

**Ключевые слова:** трехмерная ткань, армирующий наполнитель, рапирный механизм, процесс формирования ткани.

**Keywords:** three-dimensional fabric, reinforcing filler, a rapier mechanism, fabric formation process.

Рост многих отраслей промышленности напрямую связан с разработкой и использованием новых конструкционных материалов, обладающих рядом уникальных свойств. В связи с этим следует выделить композиционные материалы, занимающие по своим физико-механическим свойствам лидирующее положение среди конструкционных материалов. Свойства таких материалов определяются армирующим наполнителем, который может иметь различное строение, вид и состав. Углеродный тканый армирующий наполнитель – наиболее известный и применяемый материал при изготовлении композитов. Однако переработка углеродного сырья методами традиционного ткачества встречает ряд трудностей. Прежде всего это низкая стойкость к изгибающим и истирающим воздействиям углеродных нитей. Эти трудности еще более усиливаются при выработке трехмерных тканых изделий. Особую группу трехмерных тканей составляют слоисто-каркасные ткани, позволяющие получать профильные текстильные изделия большой толщины (свыше 50 мм) на обычном ткацком станке из различных видов волокон и нитей. Несмотря на уникальные свойства таких тканей, их промышленный выпуск в значительных объемах никогда не осуществлялся. Основная причина – отсутствие специализированного ткацкого оборудования, хотя попытки его создания принимались неоднократно. Неудачи в разработке установок для получения трехмерных слоисто-каркасных тканей определялись не полным учетом особенностей формирования данного типа текстильных изделий. И в первую очередь тем, что при формировании данного типа

тканей опушка имеет значительные перемещения в вертикальной плоскости, что отрицательно влияло на процесс прокладывания утка по причине уменьшения полезного для прокладывания утка пространства зева.

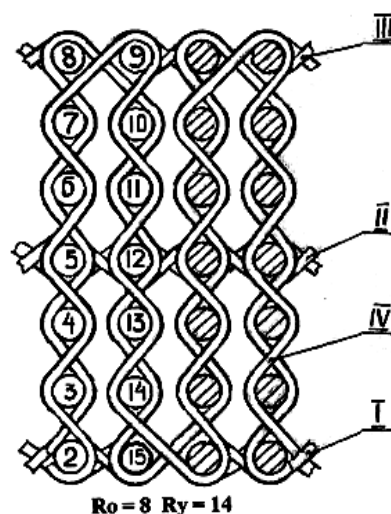


Рис. 1

На рис. 1 представлен продольный разрез слоисто-каркасной ткани. Цифрами I, II, III обозначены нижний, средний и верхний каркасные слои соответственно. Цифрой IV – заполнительный слой. Следует отметить, что между слоями расположены две уточные нити (нити 2,3 и 5,6), то есть в звене заполнительного слоя имеем две уточины. Для выработки данной ткани требуется 8 ремизных рам, проборка в них нитей рядовая. Ткань носит название двухъярусная слоисто-каркасная ткань с двумя уточными нитями в звеньях заполнительных слоев.

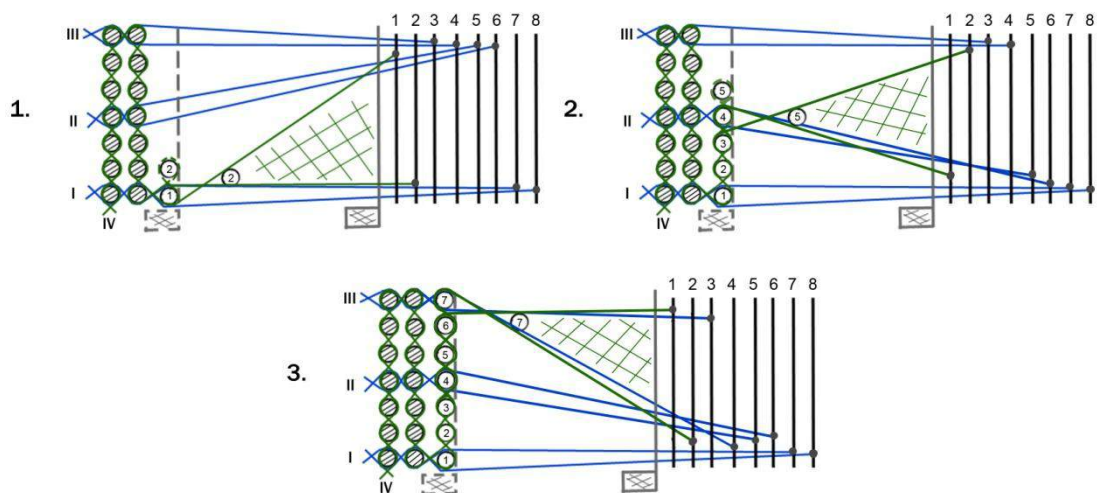


Рис. 2

На рис. 2 показан процесс формирования слоисто-каркасной ткани, который можно представить тремя этапами. Рис. 2.1 – формирование нижнего каркасного слоя; рис. 2.2 – среднего и рис. 2.3 соответственно верхнего каркасных слоев. Как видно из рис. 2.1, при формировании нижнего каркасного слоя I полезное пространство зева для прокладывания уточной нити 2 максимально. Далее следует наработка первого яруса (нижнего) заполнительного слоя (уточные нити 1÷3) и присоединение его к среднему каркасному слою II за счет уточной нити 4. Опушка ткани при этом имеет перемещение в вертикальной плоскости, что сокращает полезное пространство зева (рис. 2.2). Прокладывание уточной нити 5 затруднено. На рис. 2.3 показан

процесс формирования верхнего яруса заполнительного слоя и присоединение его за счет уточной нити 7 к верхнему каркасному слою III. При этом нити основ I ÷ III располагаются на трех уровнях, что затрудняет прокладывание утка, особенно при использовании традиционного челночного способа. Нами в работе [1] были рассчитаны параметры зева при использовании рапирного способа прокладывания уточной нити. С учетом расчетов и специфики формирования данной трехмерной слоисто-каркасной ткани разработан, изготовлен и в настоящее время проходит испытание рапирный механизм (рис.3), особенностью которого является перемещение рапир по заданной программе в вертикальной плоскости.

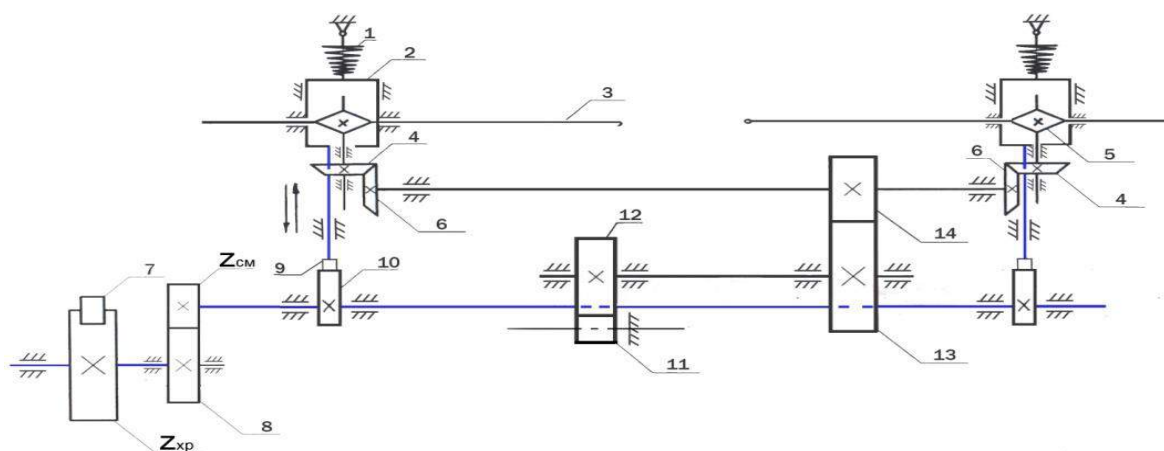


Рис. 3

Механизм размещен непосредственно на батане. Свое движение в горизонтальной плоскости рапиры (3) получают от движения батана через зубчатую передачу  $Z(4,5,6,12,13,14)$  от рейки (11), закрепленной в стойке с возможностью регулировки. Вертикальное перемещение рапирный механизм получает от сменных эксцентриков (10), движение которым передается от храпового механизма ( $Z_{xp}$ ), зубчатой пары и сменной шестерней ( $Z_{см}$ ). Величина этого перемещения связана с линейной плотностью основных и уточных нитей, количеством уточных нитей в ярусе и видом трехмерной ткани. Ее вычисляют по формуле:

$$b = \frac{T_{\text{тк}}}{(j-1)}, \text{ мм},$$

где  $j$  – максимальное количество нитей утка в вертикальном слое ткани.

Ранее нами в [2] по геометрическому разрезу, без учета деформаций нитей основы и утка, выведена формула для определения толщины слоисто-каркасной ткани:

$$T_{\text{тк}} = (j-1) \frac{100}{P_{\text{зу}}} + d_y + 2d_{\text{зо}},$$

где  $P_{\text{зу}}$  – плотность по утку заполнительного слоя, н/дм;  $d_y$  – диаметр уточной нити, мм;  $d_{\text{зо}}$  – диаметр основы заполнительного слоя, мм.

Следует отметить, что механизм вертикального перемещения рапир, при выработке определенного ассортимента трехмерных тканей, может быть отключен. Величина вертикального перемещения  $b$  за-

дается габаритными размерами используемого эксцентрика, а характер перемещения определяется сменной шестерней ( $Z_{см}$ ) храпового механизма. Введение перемещающих рапир в вертикальной плоскости позволило на 30% увеличить максимальную толщину вырабатываемой трехмерной ткани по сравнению с челночным способом введения утка и использовать уточные паковки конической формы с максимальными габаритами [2].

## ВЫВОДЫ

1. Предложена новая конструкция механизма прокладывания утка, особенностью которого является возможность перемещения блока рапир по программе в вертикальной плоскости.
2. Предложен механизм расчета перемещения блока рапир по вертикали для выработки трехмерных многослойных слоисто-каркасных тканей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Селиверстов В.Ю., Иванюк Е.В. Особенности технологии получения трехмерных слоисто-каркасных тканей // Вестник КГТУ. – Кострома: КГТУ, 2005, №11. С.14...17.
2. Селиверстов В.Ю., Гречухин А.П., Петров И.Н. Взаимосвязь размеров зева с максимально возможной толщиной слоисто-каркасных тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №2. С.52...54.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 04.09.12.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ И КОЛИЧЕСТВА СОПРЯЖЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ОСНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СНОВАЛЬНО-ШЛИХТОВАЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ ИГТА

## DEFINITION OF OPERATING MODES AND QUANTITY OF CONNECTED EQUIPMENT WHILE PREPARING WARPS USING WARPING AND DRESSING ISTA UNITS

*T.B. СМИРНОВА, В.Л. МАХОВЕР*  
*T.V. SMIRNOVA, V.L. MAHOVER*

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

*Предложена методика расчета различных вариантов сопряженности оборудования и режимов его работы по сокращенной технологии подготовки основ к ткачеству с применением сновально-шлихтовальных агрегатов системы ИГТА.*

*The methods of calculation of different variants of connected equipment and its modes with the abbreviated technology of preparing warps for weaving using warping and dressing units of ISTA units has been offered.*

**Ключевые слова:** сокращенная технология, сновально-шлихтовальный агрегат, сновальная машина, ткацкий станок, сопряженность оборудования, режимы работы, методика расчета.

**Keywords:** abbreviated technology, a warping and dressing unit, a warping machine, a loom, connection of equipment, operation modes, calculation methods.

Формирование ткацких навоев по сокращенной технологии подготовки основ на сновально-шлихтовальном агрегате конструкции ИГТА [1] осуществляется путем сматывания нитей с бобин шпулярилка и одного сновального вала.

Структурная схема данного технологического процесса применительно к использованию бобин пневмомеханического способа прядения изображена на рис. 1.

Сделаем оценку сопряженности оборудования в ткацком производстве при применении указанных сновально-шлихтовальных агрегатов. Определим сначала количество агрегатов, сопряженных с одной сновальной машиной.

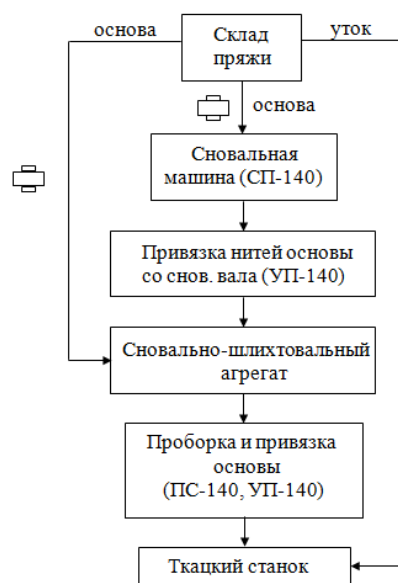


Рис. 1

Доля  $\delta\Pi_a$  производительности сновально-шлихтовального агрегата, соответствующая потребности нитей в сновке, будет:

$$\delta\Pi_a = 0,01\delta_{\text{сн}}\Pi_a, \quad (1)$$

где  $\delta_{\text{сн}}$  – процент присутствия сновки [2], определяемый по формуле:

$$\delta_{\text{сн}} = 100m'_c / m_o, \quad (2)$$

$m_o$ ,  $m'_c$  – число нитей в основе и на сновальном валу;  $\Pi_a$  – фактическая производительность сновально-шлихтовального агрегата, кг/ч:

$$\Pi_a = 60v_a m_o T_o \text{КПВ}_a \cdot 10^{-6}, \quad (3)$$

$v_a$ ,  $T_o$ ,  $\text{КПВ}_a$  – соответственно скорость процесса на агрегате (м/мин), линейная плотность пряжи (текс) и КПВ агрегата.

Пренебрегая здесь незначительными отходами пряжи в сновании и на сновально-шлихтовальном агрегате, получим количество  $n_a$  агрегатов, сопряженных с одной сновальной машиной:

$$n_a = \frac{\Pi_c}{\delta\Pi_a} = \frac{100\Pi_c}{\delta_{\text{сн}}\Pi_a}, \quad (4)$$

где  $\Pi_c$  – фактическая производительность сновальной машины, кг/ч:

$$\Pi_c = 60v_c m'_c T_o \text{КПВ}_c \cdot 10^{-6}, \quad (5)$$

$v_c$ ,  $\text{КПВ}_c$  – скорость снования (м/мин) и КПВ сновальной машины.

С учетом выражений (5), (2) и (3) формулу (4) можно представить в виде:

$$n_a = \frac{v_c \text{КПВ}_c}{v_a \text{КПВ}_a}. \quad (6)$$

Найдем теперь количество  $N_{\text{ст}}$  ткацких станков, обслуживаемых одним сновально-шлихтовальным агрегатом.

Пусть  $G_o$  – масса нешлихтованной основы в 100 пог. метрах ткани, кг. Тогда масса шлихтованной (после сновально-шлихтовального агрегата) основной пряжи, необходимой для выработки этих 100 пог. метров с учетом отходов, будет:

$$G_{\text{ошл}} = \frac{G_o(1+0,01k_n\Pi_{\text{и}})}{1-0,01Y_{\text{тк}}}, \text{ кг}, \quad (7)$$

где  $\Pi_{\text{и}}$  – истинный приклей пряжи, %;  $k_n$  – коэффициент неосыпаемости шлихты;  $Y_{\text{тк}}$  – процент отходов основы в ткачестве.

Количество ткацких станков в работе, сопряженное с одним сновально-шлихтовальным агрегатом

$$N_{\text{ст}} = \Pi_a / (0,01G_{\text{ошл}}A_{\text{ст}}), \quad (8)$$

где  $A_{\text{ст}}$  – производительность ткацкого станка, м/ч.

В свою очередь:

$$A_{\text{ст}} = 6n \text{КПВ}_{\text{ст}} / P_y, \quad (9)$$

где  $n$ ,  $\text{КПВ}_{\text{ст}}$ ,  $P_y$  – соответственно частота вращения главного вала станка в мин, КПВ ткацкого станка и плотность ткани по утку, нити/дм.

После подстановки выражений (7) и (9) в (8) найдем:

$$N_{\text{ст}} = \frac{100\Pi_a P_y (1-0,01Y_{\text{тк}})}{6n \text{КПВ}_{\text{ст}} G_o (1+0,01k_n\Pi_{\text{и}})}. \quad (10)$$

Если в фоне и кромках ткани нити одинаковы, то

$$G_o = \frac{m_o T_o (1-0,01b_o)}{(1-0,01a_o) \cdot 10^4}, \quad (11)$$

где  $b_o$ ,  $a_o$  – соответственно суммарная вытяжка нитей основы и уработка их в ткачестве, %.

В данном случае формула (10) будет:

$$N_{\text{ст}} = \frac{\Pi_a P_y \cdot 10^6 k_{\text{ст}}}{6n m_o T_o \text{КПВ}_{\text{ст}}}, \quad (12)$$

где

$$k_{\text{ст}} = \frac{(1 - 0,01 Y_{\text{тк}})(1 - 0,01 a_o)}{(1 + 0,01 k_n \Pi_{\text{и}})(1 - 0,01 b_o)}. \quad (13)$$

После перемножения выражений в числителе и знаменателе (13), пренебрегая затем малыми слагаемыми  $0,01^2 a_o Y_{\text{тк}}$  и  $0,01^2 b_o k_n \Pi_{\text{и}}$ , получим:

$$k_{\text{ст}} = \frac{100 - (a_o + Y_{\text{тк}})}{100 + (k_n \Pi_{\text{и}} - b_o)}. \quad (14)$$

Таким образом, количество станков в работе, обслуживаемых одним сновально-шлихтовальным агрегатом, можно рассчитать по формулам (10), (12) и (14).

В качестве примера рассмотрим применение полученных зависимостей при подготовке основ к выработке ткани бязь арт. 299 на станках АТПР-100-4 в условиях варианта 2 из [3], где  $m_c = 1100$ ,  $m'_c = 888$ ,  $m_o = 1988$ .

Для этой ткани  $T_o = 42$  текс,  $P_y = 160$  нитей/дм,  $a_o = 8,4\%$  [4]. В расчетах принимаем:  $v_c = 800$  м/мин,  $v_a = 75$  м/мин,  $n = 360$  об/мин,  $\Pi_{\text{и}} = 5\%$  (шлихта крахмальная),  $k_n = 0,67$ ,  $b_o = 1,2\%$ ,  $Y_{\text{тк}} = 0,15\%$ . Согласно [4] и [5] получено:  $\text{КПВ}_{\text{ст}} = 0,820$ ,  $\text{КПВ}_c = 0,200$ ,  $\text{КПВ}_a = 0,578$ .

При этих исходных данных по формулам (6) и (14) находим:  $n_a = 800 \cdot 0,200 / (75 \cdot 0,578) = 3,68$ ;  $k_{\text{ст}} = [100 - (8,4 + 0,15)] / [100 + (0,67 \cdot 5 - 1,2)] = 0,895$ . По формулам (3) и (12) получаем:  $\Pi_a = 60 \cdot 75 \cdot 1988 \cdot 42 \cdot 0,578 \cdot 10^{-6} = 217,173$  кг/ч,  $N_{\text{ст}} = (217,173 \cdot 160 \cdot 10^{-6} \cdot 0,895) / (6 \cdot 360 \cdot 1988 \cdot 42 \cdot 0,820) = 210$ .

Таким образом, при подготовке основ для выработки ткани бязь арт. 299 одна сновальная машина в данном примере может обслужить 3,68 сновально-шлихтовальных агрегата, а один сновально-шлихтовальный агрегат обслуживает 210 ткацких станков АТПР-100-4. Следовательно, для полной загрузки одной сновальной машины и указанного количества сновально-шлихтовальных агрегатов нужно иметь в работе  $210 \times 3,68 = 772,8$  ткацких станков.

Т а б л и ц а 1

Вид оборудования	Число машин			Число машин по сменам работы	
	в работе	в заправке	в установке	2 см	1 см
Вариант 1					
Сновальная машина	1	1	1	1	–
Сновально-шлихтовальный агрегат	3,68	3,96	4	4	–
Ткацкий станок	772,8	805	805	805	–
Вариант 2					
Сновальная машина	0,50	0,52	1	–	1
Сновально-шлихтовальный агрегат	1,84	1,98	2	2	–
Ткацкий станок	386,4	402,5	403	403	–
Вариант 3					
Сновальная машина	0,54	0,56	1	–	1
Сновально-шлихтовальный агрегат	1	1,07	1	1	–
Ткацкий станок	210	218,8	219	219	–
Вариант 4					
Сновальная машина	0,27	0,28	1	–	1
Сновально-шлихтовальный агрегат	0,5	0,54	1	–	1
Ткацкий станок	105	109,3	110	110	–



В табл. 1 приведены режимы работы и потребность оборудования по двухсменному графику при разных, представляющих определенный интерес, вариантах сокращенной технологии подготовки основ.

Расчеты показывают, что для обслуживания сновально-шлихтовальных агрегатов во всех рассмотренных вариантах достаточно одной узловязальной машины.

## ВЫВОДЫ

Для подготовки основ к ткачеству с применением сновально-шлихтовальных агрегатов системы ИГТА предложена методика расчета различных вариантов сопряженности оборудования и режимов его работы по сокращенной технологии. Сновально-шлихтовальный агрегат целесообразно использовать при выработке тканей малой и средней поверхностной плотности.

1. А.С. 1541320 СССР, МКИ Д06В 3/06//Д02Н 1/00. Оpubл. 07.02.90. Устройство для приготовления основных нитей к ткачеству/ Ерохин Ю.Ф., Маховер В.Л., Гарелин В.Н. -№4351372/31-12; Заявл. 28.12.87; Оpubл. 07.02.90. Бюл. №5.

2. Смирнова Т.В., Маховер В.Л. Оценка величины сокращения процесса партионного снования при подготовке основ с применением сновально-шлихтовального агрегата ИГТА // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №1. С.63...66.

3. Маховер В.Л., Смирнова Т.В. Расчет сопряженности паковок на сновально-шлихтовальном агрегате ИГТА // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, № 4. С.49...52.

4. Хлопчаткачество: Справочник. 2-е изд., перераб. и доп./Букаев П.Т., Оников Э.А., Мальков Л.А. и др. / Под ред. П.Т. Букаева.– М.: Легпромбытиздат, 1987.

5. Смирнова Т.В., Маховер В.Л. Расчет производительности сновально-шлихтовального агрегата ИГТА//Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №3. С.56...59.

Рекомендована кафедрой технологии текстильных изделий. Поступила 20.11.12.

УДК 677.023.2

## РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПОЛНЕНИЯ СТРУКТУР КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ТЕКСТИЛЬНЫМ АРМИРУЮЩИМ КОМПОНЕНТОМ

### CALCULATION OF THE COEFFICIENT OF FILLING THE STRUCTURES OF COMPOSITE MATERIALS WITH A TEXTILE REINFORCING COMPONENT

И.Н.ПАНИН, М.И. ПАНИН, С.Д. НИКОЛАЕВ, А.С.НИКОЛАЕВ, И.М.ГАВРИЛОВА  
I.N.PANIN, M.I.PANIN, S. D. NIKOLAEV, A.S.NIKOLAYEV, I.M.GAVRILOVA

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

E-mail: nsd@msta.staff.ac.ru

*Расчет коэффициента заполнения структур композитных материалов армирующим текстильным компонентом позволяет определить не только его максимально возможную величину, но и характеризует структуру композита.*

*Calculation of the coefficient of filling the structures of composite materials with a reinforcing textile component makes it possible not only to define its maximum possible value, but also to characterize a composite structure.*

**Ключевые слова:** перематывание, сомкнутая намотка, заполнение, композит, армирующий материал.

**Keywords:** rewinding, close winding, filling, a composite, a reinforcing material.

Композитные материалы с армирующим компонентом из текстильных структур (волокон, нетканых материалов, нитей, тканей, трикотажа и т. д.) составляют основную долю изделий, применяемых в самых различных областях жизнедеятельности человека.

Особенно широко используются композитные материалы с текстильным армированием (углеродными и арамидными нитями и волокнами) в авиа- и ракетостроении, где кроме высоких прочностных характеристик большое значение уделяется массе формируемых изделий, так как чем тяжелее конструкция летательного аппарата, тем выше энергозатраты на его перемещение. Поиск оптимальной структуры текстильного армирующего компонента, обладающего высокими прочностными характеристиками и максимальным заполнением объема волокнистым материалом, является актуальной задачей. Практика создания и использования композитных материалов [1] показывает, что чем выше доля текстильного армирующего компонента в общем объеме композитного материала по сравнению с долей связующего (смолами), тем он легче. В настоящее время существующие технологии позволяют выпускать композиты с долевым отношением масс армирующего и связующего компонентов, максимум 60 на 40. Данное доленое соотношение обусловлено хаотичной (неупорядоченной) структурой расположения волокон в нетканых материалах, либо высокой пористостью и рельефностью тканей, применяемых в качестве армирующего компонента композитов.

Следует отметить, что структура ткани более упорядочена, по сравнению с неткаными материалами, и обладает значительно превосходящими их прочностными характеристиками. Однако в процессе подготовки нитей основы и утка к ткачеству (перемотка, снование, проборка), а главное в процессе самого тканеформирования, нити подвергаются интенсивному истиранию в ремизках, о бердо и друг о друга, что существенно снижает их прочностные характеристики (это особенно важно для углеродных и арамидных нитей).

С целью повышения коэффициента заполнения объема ткани углеродные нити подвергают плетению (утонению поперечника) и предварительному проклеиванию, однако эти операции и создание препрегов не дают высоких результатов, так как рельефность ткани сохраняется.

В меньшей степени нити подвергаются истиранию при перематывании, а многообразие структур намотки мотальных паковок (сомкнутые, замкнутые, застиленные, дисковые), отличающиеся друг от друга удельной плотностью намотки, пористостью и проницаемостью, позволяют на их основе создавать композитные материалы с заданным долевым соотношением армирующего и связующего компонентов. Очевидно, что данное соотношение может быть получено расчетным путем, на основе определения коэффициента заполнения намотки волокнистым материалом.

В общем случае, поскольку связующий компонент (смолы различного состава) заполняет в армирующем материале поры как в самом материале, так и в межволоконном пространстве, то степень заполнения будет зависеть от его пористости и проницаемости, которая определяется отношением объема пор к единице объема самого композитного материала, то есть:

$$\Pi = \frac{V_n}{V}, \quad (1)$$

где  $V$  – объем композитного материала;  $V_n$  – объем, занимаемый порами в общем объеме армирующего компонента.

Известно, что у нетканых материалов распределение пор в общем объеме носит хаотичный характер, а следовательно, и коэффициент заполнения объема волокнистым материалом, то есть объемное заполнение, невысок и составляет от 0,3 до 0,4.

Упорядоченное расположение нитей основы и утка в структуре ткани позволяет создавать прочные армирующие каркасы композитов. Однако объемный вес ткани  $E_v$ , определяемый как вес единицы объема ткани, и весовое заполнение ткани  $E_G$ , определяемое отношением веса нитей основы и утка в ткани к ее максимальному весу

$G_{\max}$  (определяется при условии полного заполнения всего объема ткани волокнистым материалом), невелики.

Как показали исследования, проведенные в работе [2], максимальное весовое заполнение у самой плотной ткани (льняная парусина) не превышает 0,46. Это обстоятельство обусловлено большой рельефностью поверхности тканей, высокой пористостью и рыхлостью структуры, а также порядком фазы строения ткани. Авторы работы [3] отмечают, что при рассмотрении схемы порядка фаз строения ткани видно, что около восьмого порядка фазы строения плотность по основе ткани полотняного переплетения достигает предельного значения, а около второго порядка фазы строения ткань имеет предельное значение плотности по утку, что, в свою очередь, обуславливает неравномерную структуру ткани как армирующего компонента композитов.

Практика показывает, что на ткацких станках вырабатываются ткани 5-6 фазы строения с более равномерной уработкой нитей и по основе, и по утку, при этом толщина ткани в различных точках поверхности не является постоянной величиной. Под толщиной ткани понимают ее наибольшую величину, определяемую выступами нитей [3], а измерение толщины тканей сопряжено с трудностями из-за смятия нитей. Поэтому заполнение (весовое) ткани волокнистым материалом мож-

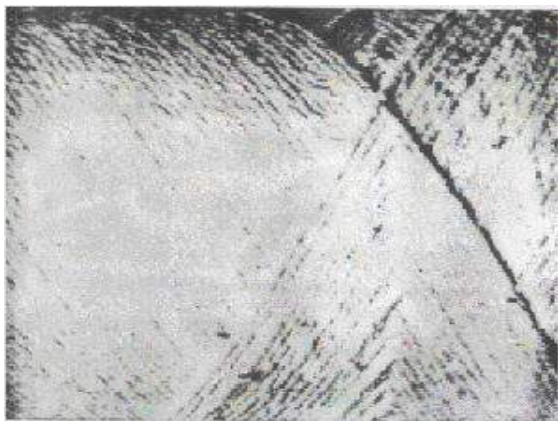


Рис. 1

но точно определить лишь экспериментальным путем (например, по массе воды, вытесненной тканью при ее погружении в мерный стакан с водой), в этом случае будет учитываться пористость не только структуры ткани, но и нитей, а также волокон, из которых они изготовлены.

При использовании в качестве армирующего компонента композитных материалов намоток можно определить максимальное значение коэффициента заполнения объема намотки (композита) волокнистым материалом расчетным путем.

Известно [4], что удельная плотность намотки нити на паковку определяется выражением:

$$\gamma = k_3 \gamma_n, \quad (2)$$

где  $k_3$  – коэффициент заполнения объема паковки волокнистым материалом;  $\gamma_n$  – объемная плотность нити.

Для мотальных паковок различных структур величина этого коэффициента может колебаться от 0,3 до 0,7. Максимальным заполнением объема намотки волокнистым материалом отличаются паковки сомкнутой структуры. Определим значение коэффициента заполнения объема волокнистым материалом для данных намоток.

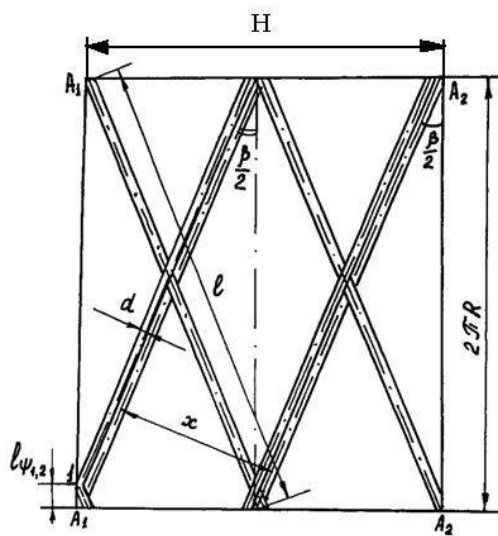


Рис. 2

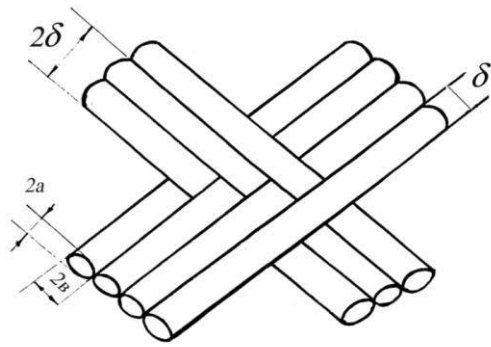


Рис. 3

При формировании сомкнутых намоток на цилиндрических бобиных (рис.1 – фото сомкнутой структуры намотки; рис.2 – развертка односомкнутой опережающей намотки) число витков в объемном слое:

$$W_{oc} = ki_o \frac{x}{2b}, \quad (3)$$

где  $2b$  – большая ось эллипса (рис. 3 – взаимное расположение перекрещивающихся витков в сомкнутой намотке) нити в сомкнутой намотке, находящейся под натяжением и прессующей нагрузкой укатывающего ролика;  $i_o$  – общее передаточное отношение от нитеводителя к веретену;  $k$  – число оборотов пазового кулачка нитераскладчика за цикл движения нити;  $x$  – минимальное расстояние между витками одного слоя намотки;

$$x = h \cos \frac{\beta}{2}, \quad (4)$$

где  $h$  – шаг канавки пазового кулачка нитеводителя;  $H$  – высота намотки бобины.

Следовательно:

$$W_{oc} = \frac{ki_o \frac{2H}{k} \cos \frac{\beta}{2}}{i_o 2b} = \frac{H \cos \frac{\beta}{2}}{b}. \quad (5)$$

Суммарная длина всех витков нити в объемном слое:

$$L = \ell W_{oc} = \frac{\pi D}{\cos \frac{\beta}{2}} W_{oc} = \frac{\pi D H \cos \frac{\beta}{2}}{b \cos \frac{\beta}{2}} = \frac{\pi D H}{b}, \quad (6)$$

где  $\ell$  – длина одного витка намотки нити.

Масса объемного слоя намотки:

$$G = \frac{L}{N} = \frac{\pi D H}{b N}, \quad (7)$$

где  $N$  – номер наматываемой нити.

Объем, занимаемый слоем намотки (рис. 3), составит:

$$V = \pi D H \delta, \quad (8)$$

где  $\delta$  – толщина объемного слоя нитей.

Очевидно, что  $\delta = 4a$ , где  $a$  – малая ось эллипса в сечении нити:

$$V = \pi D H 4a. \quad (9)$$

Следовательно, удельная плотность сомкнутой намотки нити на цилиндрической бобине может быть определена по формуле:

$$\gamma = \frac{G}{V} = \frac{\pi D H}{b N \pi D H \cdot 4a} = \frac{1}{4abN}. \quad (10)$$

Предположим, что при наматывании не произошло уплотнения нити, то есть площадь поперечного сечения круглой и эллиптической нити одинаковы, тогда:

$$\frac{\pi d^2}{4} = \pi ab,$$

или

$$ab = \frac{d^2}{4},$$

$$\gamma = \frac{1}{4abN} = \frac{1}{Nd^2}, \quad (11)$$

где  $d = \frac{c}{\sqrt{N}}$  – диаметр наматываемой нити;

$c = \sqrt{\frac{4}{\pi \gamma_n}}$  – коэффициент, характеризующий рыхлость пряжи и ее вид;  $\gamma_n$  – плотность наматываемой нити.

В этом случае:

$$\gamma = \frac{1}{Nd^2} = \frac{1}{c^2}. \quad (12)$$

Подставив значение коэффициента  $c$  в формулу (12), получим:

$$\gamma = \frac{\pi}{4} \gamma_n. \quad (13)$$

Следовательно, в случае формирования сомкнутых намоток, независимо от вида волокнистого состава нитей, коэффициент заполнения объема паковки волокнистым материалом будет равен:

$$k_3 = \frac{\pi}{4} = 0,785. \quad (14)$$

Это максимально возможное заполнение, которое может обеспечить текстильный армирующий компонент в структуре композитных материалов. Все остальные текстильные структуры (ткани, трикотаж, нетканые полотна) могут только приближаться к данному значению ввиду более рыхлой и объемной структуры.

Прессование намотки укатывающим роликом (натяжным барабанчиком) можно охарактеризовать величиной удельного давления (интенсивностью уплотняющей нагрузки):

$$q_c = \frac{N_r}{H} \left[ \frac{H}{\text{см}} \right], \quad (15)$$

где  $N_r$  – нормальная реакция, действующая со стороны мотального барабанчика или укатывающего ролика.

С увеличением степени прессования намотки  $q_c$  происходит смятие нитей (особенно в местах их пересечения), уменьшается толщина намотанного слоя, и несколько возрастают  $k_3$  и  $\gamma$ . На рис. 4 показан характер изменения удельной плотности намотки  $\gamma$  по мере увеличения степени прессования намотки  $q_c$  моталь-

ным барабанчиком при перематывании хлопчатобумажной пряжи на автомате АМК-150-3.

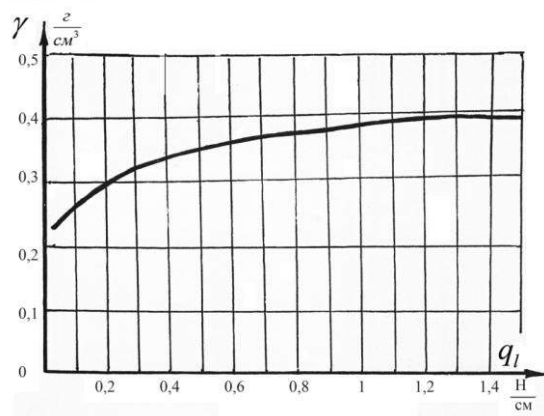


Рис. 4

Из графика на рис.4 видно, что с увеличением степени прессования вначале плотность намотки нити возрастает довольно быстро из-за увеличения коэффициента заполнения  $k_3$  бобины волокнистым материалом (намотка застилистая – не сомкнутая).

В дальнейшем рост плотности намотки замедляется вследствие того, что коэффициент заполнения достигает максимального значения для застилистых намоток, равного 0,5.

Аналогичная зависимость существует между плотностью намотки бобины и натяжением наматываемой нити.

Именно благодаря натяжению создается прессующий эффект вышележащих слоев намотки на нижележащие слои (4).

$$q = \frac{10^5 K \gamma \cos^3 \frac{\beta}{2}}{T} \ln \frac{R1}{R2} \left[ \frac{H}{\text{см}^2} \right], \quad (16)$$

где  $K$  – натяжение наматываемой нити;  $\beta$  – угол скрещивания витков;  $T$  – линейная плотность нити, текс;  $R1$  и  $R2$  – соответственно внутренний и наружный радиусы намотки слоя.

Вследствие чрезмерного натяжения нити и давления наружных слоев на внутренние происходит выдавливание последних на торцы паковки. Происходит нарушение структуры намотки, а повышение коэффици-

циента заполнения объема волокнистым материалом не происходит.

Для расчета исследуемых величин составлена программа расчета на ЭВМ в среде МАТКАД.

## ВЫВОДЫ

1. Максимально возможное заполнение композитов текстильным армирующим компонентом обеспечивает намотка сомкнутой структуры, которая составляет постоянную величину, равную 0,785.

2. Прессующее воздействие на текстильный материал (при сохранении структуры) в незначительной степени влияет на коэффициент заполнения объема армирующего компонента композитов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Андреев А.А.* Возможности практического применения нетканых полотен Viledon для изготовления композиционных материалов // Нетканые материалы, продукция, оборудование технологии. – С-П., 2008.

2. *Кукин Г.Н., Соловьев А.Н.* Текстильное материаловедение. – Ч.3. – М.: Легкая индустрия, 1967.

3. *Николаев С.Д. и др.* Методы и средства исследования технологических процессов в ткачестве. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2003.

4. *Гордеев В.А.* Ткацкие переплетения и анализ тканей. – М.: Легкая индустрия, 1969.

5. *Панин И.Н.* Совершенствование процесса формирования структуры и процесса сматывания мотальных паковок сомкнутой структуры намотки: Дис...канд. техн. наук.- Л.: ЛИТЛП им. С.М. Кирова, 1983.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 26.11.12.

УДК 677.024

## РАЗРАБОТКА МЕТОДА РАСЧЕТА КРИТЕРИЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ АРАМИДНОЙ НИТИ В ПРОЦЕССЕ ТКАЧЕСТВА

### DEVELOPMENT OF THE METHOD OF CALCULATION OF TECHNOLOGICAL EFFECTIVENESS AN ARAMIDE THREAD IN THE PROCESS OF WEAVING

*П.Е. САФОНОВ, С.С. ЮХИН*  
*P.E. SAFONOV, S.S. YUHIN*

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

*Статья посвящена разработке метода оценки технологичности арамидных нитей в процессе ткачества. В основе предложенного метода находится понятие критерия технологичности нити. Целью исследования является получение математического выражения, описывающего технологическую способность нити к переработке.*

*The article is devoted to development of estimation of technological effectiveness of aramide fibers in the process of weaving. In the basis of the offered method is the definition of the criterion of technological effectiveness of a thread. The research objective is reception of the mathematical expression describing technological ability of a thread to processing.*

**Ключевые слова:** арамидные нити, критерий технологичности, условия переработки нити, ткани различных переплетений.

**Keywords:** aramide threads, a technological effectiveness criterion, conditions of thread processing, fabrics of different interweaving.

При анализе существующих литературных источников, посвященных изучению напряженно-деформированного состояния нитей, было установлено, что существует ряд критериев длительной прочности (критерий Бейли, Москвитина), с помощью которых можно прогнозировать поведение нити на ткацком станке [1...3]. Однако для многих видов высокопрочных нитей, в том числе арамидных, на данный момент не накоплено достаточного количества расчетных и экспериментальных данных, позволяющих достоверно прогнозировать поведение нити на высокоскоростном оборудовании.

Таким образом, целью данного исследования является получение математического выражения, описывающего технологическую способность нити к переработке. Предлагаемая зависимость основана на методах теории подобия и размерностей и позволяет оценивать степень использования технологического потенциала нитей основы в процессе ткачества.

Разработку метода оценки технологичности нити основы начнем с введения понятия критерия технологичности  $\tau$ . Критерий  $\tau$  является безразмерной величиной и по своему физическому смыслу с возрастанием технологического потенциала, то есть  $\tau$ , условия выработки ткани улучшаются, нити на станке в этом случае имеют высокий запас прочности. Для каждого вида нитей и вида ткацких переплетений должно существовать свое критическое значение критерия  $\tau$ , ниже которого процесс переработки нити основы на станке

будет невозможен. Представим безразмерный критерий  $\tau$  как функцию независимых между собой размерных величин:

$$\tau = f(\bar{F}_R, P_{po}, n_{гв}, T_o, P_o, R_o, R_y, t_o, t_y), \quad (1)$$

где  $\bar{F}_R$  – среднее натяжение нити основы за период образования раппорта ткани по утку, Н;  $n_{гв}$  – частота вращения главного вала станка, об/мин<sup>-1</sup>;  $P_{po}$  – разрывная нагрузка нити основы, Н;  $T_o$  – линейная плотность нитей основы, текс;  $P_o$  – плотность ткани по основе, нить/см;  $R_o$  и  $R_y$  – раппорт ткани по основе и по утку;  $t_o$  и  $t_y$  – число основных и уточных перекрытий в раппорте по основе и по утку.

Применив методы теории подобия, можно записать следующую функциональную зависимость в виде безразмерных комбинаций:

$$\frac{n_{гв} \sqrt{T_o P_{po}}}{\sqrt[3]{\bar{F}_R^2 P_o}} = \tau = f\left(\frac{t_o t_y}{R_o R_y}\right). \quad (2)$$

Из выражения (2) следует, что при увеличении натяжения и плотности ткани по основе происходит снижение технологического потенциала нити на станке, тем самым напряженность заправки увеличивается. При увеличении линейной плотности перерабатываемой нити и ее разрывной нагрузки технологичность нити возрастает, и напряженность процесса ткачества снижается.

Т а б л и ц а 1

Артикул ткани	Переплетение	$T_o$ , текс	$P_o$ , н/см	Прочность нити, Н	Среднее натяжение за раппорт, Н	$n_{гв}$ , мин <sup>-1</sup>	$\frac{t_o t_y}{R_o R_y}$	$\tau$
8353/11	Полотно	100	11,2	222,75	0,45	150	1	1,693
85-294-05	Полотно	29,4	25,5	75,6	0,48	360	1	0,315
85-294-05	Саржа 1/5	29,4	28,0	75,6	0,73	310	0,11	0,109
85-294-05	Саржа 3/3	29,4	25,0	75,6	0,60	310	0,11	0,139
85-294-05	Репс уточный 3/3	29,4	27,0	75,6	0,72	310	0,33	0,333
85-294-05	Рогожка 3/3	29,4	27,0	75,6	0,96	310	0,11	0,094
85-294-05	Атлас (R=6)	29,4	25,0	75,6	0,95	310	0,11	0,102
5363/15	Полотно	58,8	14,0	140,5	0,71	180	1	0,580
86-146-06	Полотно	110	11,0	163,7	1,40	340	1	1,413

Для экспериментальной проверки зависимости (2) были проанализированы условия процесса ткачества для нескольких образцов арамидной ткани с различными переплетениями и нитями различных линейных плотностей. Характеристики данных тканей приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что критерий технологичности увеличивается при уменьшении длины перекрытий. Тем самым полу-

$$\tau = \frac{n_{гв} \sqrt{T_0 P_{po}}}{\sqrt[3]{F_R^2 P_0} \cdot 10^3} \left( \frac{\frac{t_0 t_y}{R_0 R_y}}{39,978 \left( \frac{t_0 t_y}{R_0 R_y} \right)^2 - 17,078 \frac{t_0 t_y}{R_0 R_y} + 7,1128} \right). \quad (3)$$

Формула справедлива для  $0,111 \leq \frac{t_0 t_y}{R_0 R_y} \leq 1$ .

Из данных расчета, приведенных в табл. 1, следует, что наиболее напряженные условия процесса ткачества будут наблюдаться для образцов ткани переплетения рогожка 3/3, саржа 1/5 и атлас из ни-

чено, что самые благоприятные условия переработки арамидных нитей должны наблюдаться для тканей полотняного переплетения.

Применив аппарат теории подобия и анализа размерностей, была установлена зависимость критерия технологичности от переплетения ткани. Полученная зависимость имеет вид:

тей Руслан 29,4 текс. Этот факт объясняется тем, что при данных переплетениях наблюдалось наибольшее натяжение за раппорт. Наиболее благоприятные условия наблюдались при выработке ткани полотняного переплетения из нитей Руслан 100 текс и Тварон 110 текс.

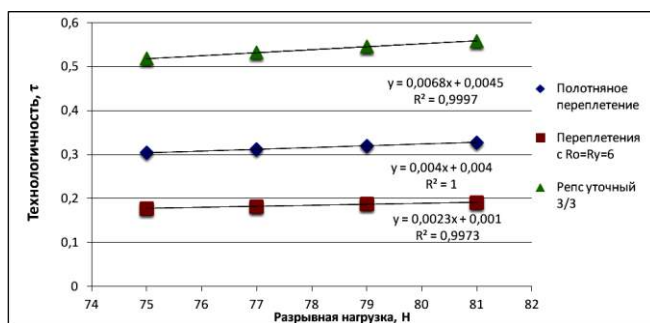


Рис. 1

На рис. 1 представлена зависимость коэффициента τ от разрывной нагрузки нитей основы при условии использования различных переплетений. Расчет проведен для нити Руслан 29,4 текс, скорость станка 360 мин<sup>-1</sup>, натяжение основы 0,5 Н. Видно, что с увеличением линейной плотности условия выработки ткани улучшаются, но они ухудшаются при увеличении длины перекрытий в раппорте.

На рис. 2 представлена зависимость технологичности от натяжения нити на станке при условии выработки различных

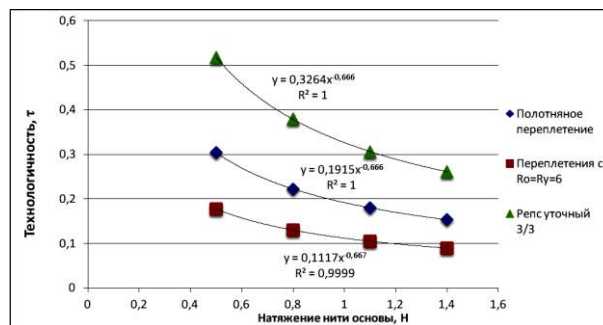


Рис. 2

переплетений, скорости станка 360 мин<sup>-1</sup>, расчет проведен для нити Руслан 29,4 текс.

Установлено, что с увеличением натяжения нити основы на станке условия выработки ткани ухудшаются в соответствии со степенным законом, технологичность также снижается при увеличении длины перекрытий в раппорте.

Таким образом, в данной работе предложен метод оценки напряженно-деформированного состояния нитей основы на ткацком станке, который основывается на расчете технологичности нити.



Увеличение критерия технологичности приводит к снижению напряженности заправки ткацкого станка. Выявлено, что нити больших линейных плотностей и с меньшей плотностью по основе перерабатываются менее напряженно.

Снижение напряженности заправки станков при выработке арамидных тканей позволит улучшить потребительские свойства тканей и поспособствует улучшению их баллистической эффективности.

## ВЫВОДЫ

1. Предложена методика расчета критерия технологичности нити в процессе ткачества, основанная на математическом аппарате теории подобия и анализа размерностей.

2. Произведена оценка критерия технологичности арамидных нитей различных линейных плотностей и перерабатываемых различными переплетениями на высокоскоростных станках.

3. Установлено, что при выработке арамидных тканей полотняным переплетением критерий технологичности принимает максимальные значения; наименьшие значения критерия технологичности при выработке ткани переплетением рогожка 3/3.

## ЛИТЕРАТУРА

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

2. *Николаев С.Д.* Прогнозирование технологических параметров изготовления тканей заданного строения и разработка методов их расчета. Дис.... докт. техн. наук. – М.: МТИ, 1989.

3. *Цибикдоржиева А.В.* Оценка технологичности нитей при выработке тканей различных переплетений: Дис.... канд. техн. наук. – М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2009.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 27.11.12.

УДК 677.027.262.2

**ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРОКСИДНО-ЛИПОСОМАЛЬНОГО  
БЕЛЕНИЯ НАТУРАЛЬНОГО ШЕЛКА**

**THE TECHNOLOGY OF PEROXIDE-LIPOSOMAL BLEACHING  
OF NATURAL SILK**

*О.А. БЕЛОКУРОВА, В.Н. НЕКРАСОВА*  
*O.A. BELOKUROVA, V.N. NEKRASOVA*

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

*Обоснована эффективность использования липосомальных препаратов в пероксидном белении тканей из натурального шелка, оптимизирован состав белящей ванны, изучена роль липосом в процессе.*

*The effectiveness of using liposomal preparations in peroxide bleaching of fabrics from natural silk has been substantiated, the composition of a bleaching bath has been optimized, the role of liposomes in the process has been researched.*

**Ключевые слова:** пероксидное беление, шелк, липосомы, стабилизация пероксида водорода.

**Keywords:** peroxide bleaching, silk, liposomes, stabilization of hydrogen peroxide.

При разработке нанотехнологий в текстильной промышленности большой интерес представляют липосомальные препараты. На кафедре ХТБМ ИГХТУ в последние годы проводятся широкие исследования с применением производных фосфолипидов, образующих устойчивые везикулы с двойным слоем молекул поверхностно-активного вещества, которые могут капсулировать различные реагенты, выполнять роль переносчиков, а также встраиваться в структуру волокна. Накопленный опыт свидетельствует о том, что успех применения липосомальных препа-

ратов в том или ином технологическом процессе зависит от целого ряда условий, важнейшими из которых являются температура процесса, его длительность, состав технологического раствора, значения pH среды, а также наличие сродства между липидами, образующими липосомы, и волокнистым материалом. Наиболее значимые результаты достигнуты при использовании липосомальных препаратов в процессах подготовки и крашения шерстяных материалов [1...5]. Учитывая родственную природу белковых волокнообразующих полимеров, большой интерес для исследо-

ваний наряду с шерстяными материалами представляют ткани из натурального шелка.

Цель настоящей работы состояла в оценке эффективности применения липосом в процессе пероксидного беления шелка.

Как известно, натуральный шелк является очень нежным, деликатным материалом, требующим мягких условий при проведении технологических процессов. Поэтому использование экологически безопасных липосомальных препаратов с нейтральным значением pH, способных одновременно выполнять несколько функций в технологическом процессе, может стать перспективным направлением совершенствования технологии беления шелка.

В работе использовалась липосомальная эмульсия российского производства с размером везикул около 300 нм, основу

которой составляет фосфатидилхолин. Наряду с ним в состав бислоя мембраны липосом входят холестерин и сфингомиелины. Суровая ткань из натурального шелка производства ООО «Детская одежда» (г. Киржач) перед исследованием подвергалась операции отварки в лабораторных условиях.

Согласно ранее проведенным исследованиям [3], [4], липосомы обладают высоким стабилизирующим действием по отношению к пероксиду водорода и эффективно подавляют его каталитический распад в условиях беления при температуре 40...60°C. В связи с этим была предпринята попытка заменить традиционные силикатные стабилизаторы на липосомы в составе пероксидной ванны. Результаты беления шелковой ткани при различном содержании липосомального препарата в белящем растворе представлены в табл. 1.

Таблица 1

Концентрация липосомального препарата, г/л	Степень белизны, %	Капиллярность, мм/30 мин	Степень деструкции по сорбции метиленового голубого К/S, ед.
0	78,6	85	11,5
1	79,4	91	7,8
2	80,2	94	6,2
3	80,3	97	5,1
4	80,6	98	4,0
6	80,6	95	4,3

Анализ представленных данных свидетельствует о том, что введение липосом в состав пероксидной ванны позволяет значительно снизить риск повреждения шелковой ткани при достижении высоких показателей белизны. Оптимальная концентрация препарата составляет 4 г/л. Учитывая способность везикулярных структур легко проникать через поверхностные слои белковых субстратов и выполнять роль транспортного средства для переноса различных веществ, было изучено влияние липосом на скорость доставки окислителя в шелковую ткань. Величину сорбции окислителя шелком оценивали по изменению содержания пероксида водорода в белящей ванне с течением времени (рис. 1 – влияние липосом на скорость сорбции окислителя: 1 – традиционный состав; 2 – липосомальный состав).

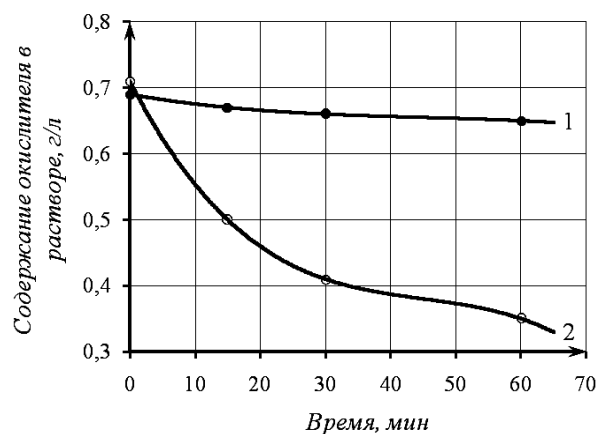


Рис. 1

Параллельно определяли изменение содержания окислителя на ткани в процессе ее беления (табл. 2).

Таблица 2

Продолжительность обработки, мин	Содержание активного кислорода в шелке, г/кг ткани	
	традиционное белиение	липосомальное белиение
15	0,16	0,19
30	0,18	0,21
60	0,19	0,25

Анализ полученных данных убедительно доказывает, что транспортировка окислителя посредством липосом является более эффективной. Так, количество окислителя, сорбированное тканью из традиционного белящего раствора за час, доставляется в волокнистый материал с помощью липосом за 15 мин (табл.2). Таким

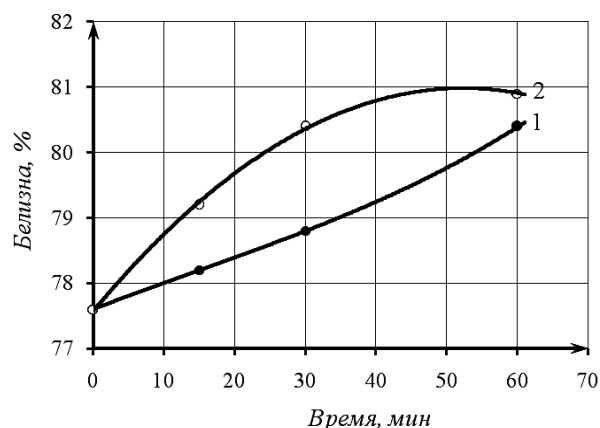


Рис. 2

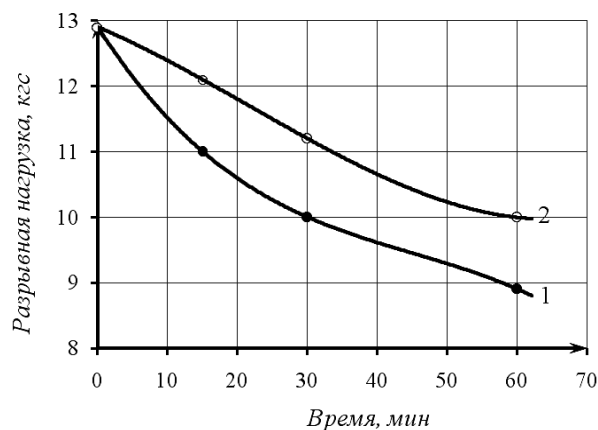


Рис. 3

С целью доказательства целенаправленного действия окислителя, доставленного в волокно, проанализировано изменение степени белизны шелковой ткани (рис. 2 – кинетика изменения белизны: 1 – традиционный состав; 2 – липосомальный состав) и ее прочностных характеристик (рис. 3 – изменение разрывной нагрузки в процессе белиения шелка: 1 – традиционный состав; 2 – липосомальный состав) в процессе белиения традиционным составом (с использованием силикатного стабилизатора) и пероксидно-липосомальным. Как видно из приведенных зависимостей, белизна шелковой ткани, обработанной в

присутствии липосомального препарата, нарастает опережающими темпами и, что очень важно, при меньших потерях механической прочности. А значит, липосомы не только являются удобным транспортным средством для пероксида водорода, но и эффективно стабилизируют белящий раствор.

О возможности использования менее концентрированной пероксидно-липосомальной белящей ванны можно судить по данным табл. 3, отражающим изменение качественных показателей шелковой ткани при снижении содержания окислителя.

Таблица 3

Состав белящей ванны	Концентрация $H_2O_2$ (30 %), г/л	Степень белизны, %	Разр. нагр. полоски 15×150 мм, кгс	Капиллярность, мм/30 мин
Пероксидно-липосомальный состав	2,0	80,7	6,3	94
	1,5	80,1	7,0	97
	1,0	79,7	8,3	99
Традиционный пероксидный состав	2,0	79,5	5,7	88

Из представленных данных следует, что даже при двукратном уменьшении концентрации окислителя обеспечиваются более высокие показатели качества белизны по сравнению с материалом, прошедшим обработку традиционным составом. В частности, при достижении одинакового уровня белизны образцы, отбеленные в присутствии липосомального препарата, отличаются более высокими показателями механической прочности и гидрофильности.

Важнейшей характеристикой отбеленных материалов, определяющей наряду с другими продолжительность эксплуатации изделий, является устойчивость белизны и самого материала к действию света. Что касается натурального шелка, то следует отметить, что, несмотря на свою уникаль-

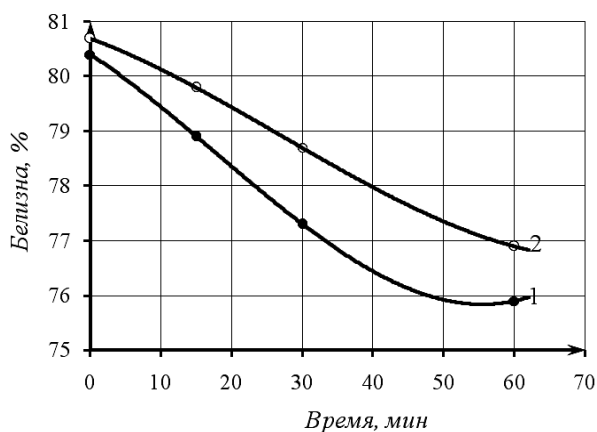


Рис. 4

При анализе кинетических кривых можно заметить, что у образцов, отбеленных с участием липосом, в первые часы облучения скорость фотостарения несколько замедлена. Полученные результаты можно объяснить следующим. Фосфатидилхолин, входящий в состав липосомального препарата, способен полимеризоваться под воздействием УФ-облучения. Образование устойчивой полимерной пленки с высокой степенью ориентации, в свою очередь, может защищать текстильный материал от фотодеструкции.

Таким образом, использование липосомальных препаратов в пероксидном белинии тканей из натурального шелка являет-

ность и множество достоинств, по устойчивости к свету он занимает среди текстильных волокон одно из последних мест. В связи с этим была проведена оценка устойчивости к УФ-облучению шелковой ткани, отбеленной в традиционной и пероксидно-липосомальной ваннах. В процессе облучения ртутно-кварцевым облучателем марки ОРК-21 оценивали изменение показателей белизны и прочности ткани. Результаты эксперимента представлены в виде графических зависимостей на рис. 4 (изменение белизны в процессе УФ-облучения: 1 – традиционный состав; 2 – липосомальный состав) и рис. 5 (фотодеструкция натурального шелка: 1 – традиционный состав; 2 – липосомальный состав).

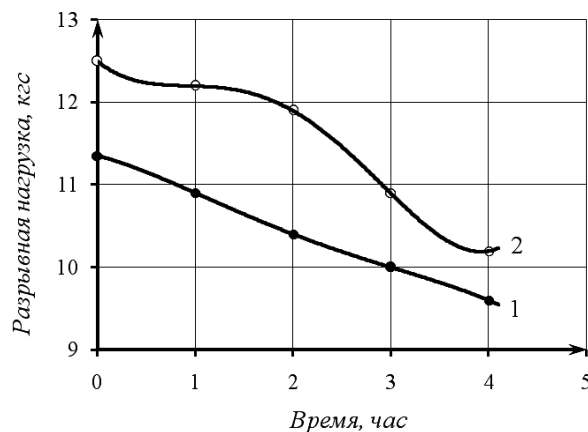


Рис. 5

ся перспективным направлением, позволяющим реализовать в ходе окислительной обработки деликатный подход к деликатному материалу.

## ВЫВОДЫ

1. Установлена высокая эффективность использования липосомальных препаратов в качестве стабилизаторов пероксида водорода при белинии тканей из натурального шелка. Показано, что участие везикулярных структур в процессе белизны наряду с высокими показателями белизны обеспечивает существенное повышение капиллярной проницаемости и высокую

сохранность шелковых тканей, сводя к минимуму степень их деструкции.

2. Выявлена возможность использования липосом в качестве эффективного транспортного средства для доставки пероксида водорода в шелковую ткань, позволяющая двукратно сократить содержание окислителя в составе белящей ванны.

3. Отмечено, что осуществление пероксидно-липосомального беления позволяет повысить устойчивость отбеленных шелковых тканей к УФ-облучению.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шевелева И.А., Белокурова О.А., Щеглова Т.Л., Мельников Б.Н. Эффективность использования липосом при белении шерсти // Текстильная химия. – 2004, №1(24). С.96...100.

2. Зарубина Н.П., Белокурова О.А., Телегин Ф.Ю. Температурный переход в шерстяном волокне, определенный по сорбции кислотных красителей // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2003, вып.1. С.97...101.

3. Шевелева И.А., Белокурова О.А., Щеглова Т.Л., Мельников Б.Н. Успехи использования липосом при пероксидном белении текстильных материалов // Вестник ИГТА. – 2004, №3. С.68...74.

4. Шевелева И.А., Белокурова О.А., Щеглова Т.Л., Завадский А.Е. Оценка модифицирующего действия липосом на шерстяное волокно // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №1. С. 58...64.

5. Белокурова О.А., Щитова Н.П., Щеглова Т.Л., Телегин Ф.Ю. Применение липосом в текстильной химии – новые возможности нанотехнологий // Изв. Вузов. Технология легкой промышленности. – 2010, №1. С.104...109.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 26.10.12.

УДК 677.026.4

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИЛЬТРАЦИИ ТЕРМОСТОЙКИХ  
ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРЫ**

**THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDY  
OF EFFECTIVENESS OF FILTRATION  
OF HEAT-RESISTANT FILTERING NONWOVENS  
OF DIFFERENT STRUCTURE**

О.О. ЕРОФЕЕВ., Т.Е. ВОЛОЩИК., З.Ю. КОЗИНДА, С.В. КУЗЬМИН  
O.O. EROFEEV, T.E. VOLOSHCHUK, Z.YU. KOZINDA, S.V. KUZMIN

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина",  
ООО ПФ "Кадотекс-2000)  
(Moscow State Textile University of "A.N. Kosygin";  
"Kadotex-2000" Ltd.)  
E-mail: office@msta.ac.ru

*В работе в качестве сравнения рассматривались три термостойких фильтровальных нетканых материала различного сырьевого состава. Проведены расчеты эффективности фильтрации ТФНМ различной структуры для фракционного состава частиц от 3 до 7 мкм, результаты которых подтвердили экспериментальные данные.*

*This paper has considered three heat-resistant filtering nonwovens of different raw structure as comparison. The calculation of efficiency of filtering heat-resistant nonwovens of different structure for fractional structure of particles from 3 to 7 microns, which results have confirmed experimental data, have been carried out.*

**Ключевые слова:** термостойкие фильтровальные нетканые материалы, метаарамидные волокна, эффективность фильтрации, дополнительный слой, стекловолокно.

**Keywords:** heat-resistant filtering nonwovens, metaaramide fibers, filtration effectiveness, additional layer, a glass fiber.

Теоретические и экспериментальные исследования процесса фильтрации направлены на установление зависимости и прогнозирование эффективности фильтра-

ции от структурных особенностей термостойких фильтровальных нетканых материалов (ТФНМ), свойств улавливаемых частиц и режима течения газа. В теории

фльтрации широко используют метод Ленгмюра, позволяющий получить указанные зависимости применительно к промышленным материалам. Наиболее полно теория фильтрации разработана для фильтровальных материалов с упорядоченным расположением волокон. При оценке ТФНМ основываются на сравнении теоретических и экспериментальных значений их фильтрующих свойств [1]. В настоящей работе для сравнения рассматривались три ТФНМ с односторонним опаливанием следующего сырьевого состава.

1. Холсты (внешние слои) и тканый каркас (внутренний слой) из метаарамидных волокон – 100%.

2. Холсты из метаарамидных волокон – 70% (внешние слои) и тканый каркас (внутренний слой) из волокон на основе полиамидбензимидазола (ПАБИ)– 30%.

3. Холсты из метаарамидных волокон – 50% (внешние слои), ПАБИ – 30% (тканый каркас), холст из стекловолокна (внутренний слой) 20% .

В качестве примера ниже приведен расчет эффективности фильтрации ТФНМ №3.

Для расчета брали следующие исходные данные: диаметр частицы  $d_{\text{ч}} 5 \cdot 10^{-6}$  м; скорость потока газа  $u 5$  м/с; плотность частицы  $\rho_{\text{ч}} 2700$  кг/м<sup>3</sup>; поверхностная плотность ТФНМ  $m_{\text{мат}} 490$  г/м<sup>2</sup>; толщина ТФНМ  $H 2,0 \cdot 10^{-3}$  м; средний диаметр волокон  $d_{\text{в}} 11,21 \cdot 10^{-6}$  м; средняя плотность волокон  $\delta_{\text{вол}} 1,67$  г/см<sup>3</sup>; вязкость газа  $\mu 18 \cdot 10^{-6}$  Н·сек/м<sup>2</sup>; абсолютная температура  $T 293$  К; средняя длина свободного пробега газовых молекул  $\lambda 6,5 \cdot 10^{-8}$  м; перепад давления  $\Delta P 300$  Па.

Отношение размеров частиц и улавливающего тела за счет механизма касания:

$$R = \frac{r}{a} = 0,446,$$

где  $r$  – радиус частицы, м;  $a$  – радиус волокна, м.

Коэффициент диффузии частицы  $D$  м<sup>2</sup>/с определялся из соотношения:

$$D = \left( \frac{C_{\text{к}} K_{\sigma} T}{6\pi\eta r} \right) = 4,93 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2 / \text{с},$$

где  $K_{\sigma}$  – константа Больцмана (принимается равной  $1,38 \cdot 10^{-22}$  Дж/К);  $T$  – абсолютная температура, К;  $C_{\text{к}}$  – поправка Кенингема-Милликена, учитывающая повышение подвижности частиц, размер которых сравним или меньше средней длины свободного пробега газовых молекул  $\lambda$  (принимается  $6,5 \cdot 10^{-8}$  м);

$$C_{\text{к}} = 1 + \frac{\lambda}{r} (1,257 + 0,4e^{-1,1r/\lambda}) = 1,033$$

Критерий Пекле характеризует относительную роль конвекции и диффузии в подводе частицы к поверхности цилиндра из движущегося потока газа:

$$Pe = \left( \frac{u2a}{D} \right) = 11,37 \cdot 10^5.$$

Параметр инерционного осаждения  $St$ , называемый критерием или числом Стокса, характеризует отношение инерционной силы, действующей на частицу, к гидравлической силе сопротивления среды:

$$St = \left( \frac{C_{\text{к}} \rho_{\text{ч}} d_{\text{ч}}^2 u}{18\mu d_{\text{вол}}} \right) = 0,960.$$

Уравнение для коэффициента захвата частиц изолированным цилиндром за счет механизмов диффузии, касания и их совместного действия:

$$P_{\text{F}} = St + 2Pe^{-1} = 0,960$$

Общую эффективность фильтрации невозможно представить в виде суммы, поскольку отдельные механизмы взаимосвязаны. Для расчета коэффициента суммарной фракционной эффективности захвата частиц в режиме вязкого обтекания изоли-



рованного цилиндра за счет совместного действия механизмов инерции и касания предложена следующую зависимость:

$$\eta_{\Sigma} = 0,16(R + (0,25 + 0,4R)P_F - 0,0263P_F^2) = 0,133.$$

Пористость материала определяется по следующей формуле:

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{\delta_{\text{мат}}}{\delta_{\text{вол}}}\right) \cdot 100\% = 85,3\%.$$

По закону улавливания частиц определяется логарифм коэффициента проскока:

$$\lg K = 2 - \frac{0,43 \cdot 2(100 - \varepsilon)H\eta_{\Sigma}}{\pi a \varepsilon} = -0,242,$$

откуда коэффициент проскока  $K=0,57\%$ .

Фракционная эффективность очистки:

$$\eta = 100 - 0,57 = 99,43\%.$$

Результаты расчетных и экспериментальных значений эффективности фильтрации для всех трех образцов ТФНМ представлены в табл. 1 и на рис. 1 (зависимость расчетных значений эффективности фильтрации для различного фракционного состава частиц от структуры ТФНМ).

Т а б л и ц а 1

№ образца	Эффективность фильтрации, %					экспериментальная
	теоретическая					
	3	4	5	6	7	
1	84,06	93,63	97,82	99,40	99,87	98,5
2	83,45	93,27	97,64	99,34	99,85	98,5
3	91,33	97,40	99,43	99,91	99,99	99,6

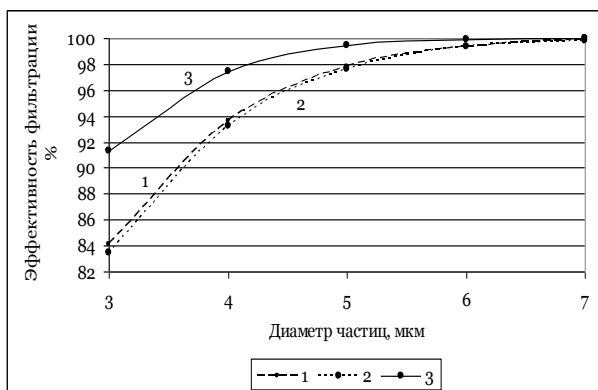


Рис. 1

Приведенные расчетные значения эффективности фильтрации ТФНМ для различного фракционного состава частиц отображают зависимость улавливания частиц от структуры ТФНМ.

Анализ расчетных и экспериментальных данных показал, что сырьевой состав тканого каркаса не влияет на общую эффективность фильтрации ТФНМ. Значения эффективностей фильтрации ТФНМ № 1 и № 2, содержащих тканые каркасы из волокон различной природы, равны и составляют 98,5%.

Использование в структуре ТФНМ дополнительного внутреннего холста из стекловолокна способствует увеличению эффективности фильтрации до 99,6%. Расчетные данные это наглядно отображают.

Опаливание одной из поверхностей ТФНМ также способствует повышению эффективности фильтрации. Например, экспериментальное значение эффективности фильтрации ТФНМ №3 без опаливания составляет 98,7%, после одностороннего опаливания – 99,6%, позволяя рекомендовать данный ТФНМ для эксплуатации на промышленных предприятиях, где размер выбрасываемых частиц превышает 5 мкм.

## ВЫВОДЫ

1. Проведены расчеты эффективности фильтрации ТФНМ различной структуры для фракционного состава частиц от 3 до 7 мкм, результаты которых подтвердили экспериментальные данные.

2. Анализ расчетных и экспериментальных данных показал, что сырьевой состав

став тканого каркаса не влияет на общую эффективность фильтрации ТФНМ.

3. Введение в структуру ТФНМ дополнительного слоя в виде холста из стекловолокна и опаливание одной из поверхностей ТФНМ повышает эффективность фильтрации и позволяет рекомендовать данный ТФНМ для эксплуатации на промышленных предприятиях, где размер выбрасываемых частиц превышает 5 мкм.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ужов В.Н. и др. Очистка промышленных газов от пыли. – М.: Химия, 1981.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 16.12.12.

УДК 677.026.42:691.16

### ВЛИЯНИЕ ВИНИЛТРИЭТОКСИСИЛАНА НА СВОЙСТВА ВТОРИЧНЫХ ПОЛИЭФИРНЫХ ВОЛОКОН И ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### INFLUENCE OF VINYL TRIETHOXISILANE ON THE PROPERTIES OF SECONDARY POLYESTER FIBERS AND GEOTEXTILE NONWOVEN MATERIALS

*В.М. ГОРЧАКОВА, А.Б. КУЧКОВСКАЯ, Б.А. ИЗМАЙЛОВ*  
*V.M. GORCHAKOVA, A.B. KUCHKOVSKAYA, B.A. IZMAYLOV*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,  
Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН)  
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin");  
Institute of Elementary Organic Connections named after A.N. Nesmeyanov of RAS)  
E-mail: office@msta.ac.ru

*Изучены процесс модификации поверхности вторичного полиэфирного волокна винилтриэтоксисилоном, а также механизм его взаимодействия с вторичным полиэфирным волокном и нетканым материалом. Установлено, что на физико-механические свойства волокон и иглопробивных нетканых материалов влияют природа и содержание модификатора на волокне. Показано, что обработка поверхности волокон оптимальным количеством (0,25%, масс) модификатора увеличивает удельную разрывную нагрузку и удлинение при разрыве волокон и иглопробивного нетканого материала.*

*The process of modification of the surface of a secondary polyester fiber by vinyl triethoxisilane has been studied. The mechanism of its interaction with a secondary polyester fiber and a nonwoven material has been researched. It is established that the nature and concentration of a modifier on a fiber influences on physical and mechanical properties of a fiber and needle-punched nonwoven materials. It is shown that the processing of a fiber surface by optimal modifier quantity (0,25%, mass) increases breaking load ratio and elongation in the process of breaking fibers and needle-punched nonwoven material.*

**Ключевые слова:** нетканый материал, вторичные полиэфирные волокна, кремнийорганические модификаторы.

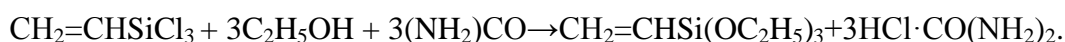
**Keywords: nonwoven material, secondary polyester fibers, an organosilicon modifier.**

В производстве геотекстильных нетканых материалов (НМ) применяются в основном химические полиэфирные и полипропиленовые волокна. На сегодняшний день объем их производства в РФ недостаточен, покупка волокна за границей приводит к увеличению себестоимости готовой продукции, поэтому многие предприятия заинтересовались производством НМ из вторичных волокон. Одним из основных недостатков вторичных волокон является их пониженная прочность, поэтому вопрос повышения их физико-механических свойств является актуальным.

Одним из перспективных путей достижения указанных целей является модифи-

кация поверхности волокон кремнийорганическими модификаторами. Целью данной работы является улучшение свойств полиэфирных волокон путем модификации их поверхности кремнийорганическими соединениями и повышение физико-механических свойств нетканых материалов, изготовленных из этих волокон.

Был выбран модификатор винилтриэтоксисилан (ВТС). Винилтриэтоксисилан получают реакцией этанола с винилтрихлорсиланом в присутствии мочевины, которая связывает выделяющийся при реакции хлористый водород, превращаясь в соляно-кислую мочевины:



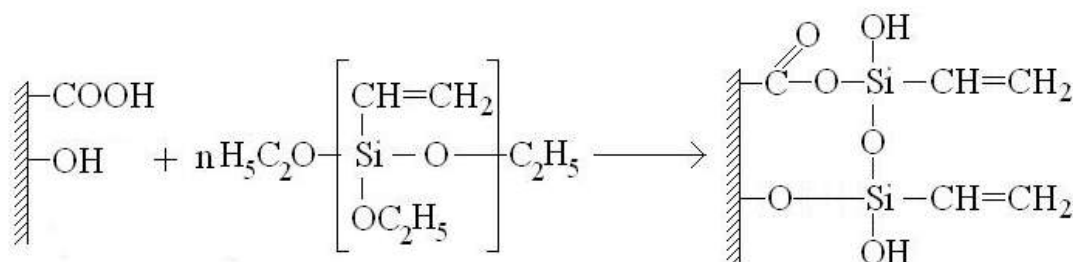
Химические свойства ВТС определяются в первую очередь наличием в молекулах гидролитически неустойчивых при комнатной температуре  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OSi}\equiv$  групп. ВТС реагирует с водой, но не растворяется в ней; растворяется в ацетоне, бензоле, этиловом эфире. Срок хранения кремнийорганического модификатора неограничен.

Винилтриэтоксисилан ковалентно закрепляется на поверхности волокон в ре-

зультате взаимодействия этоксильных групп модификатора с функциональными группами (карбоксыльными, гидроксильными) полимера волокна по схеме 1.

Рассматривали действие спиртового раствора ВТС на отмытые и не отмытые от замасливателя вторичные полиэфирные волокна от различных производителей. Спиртовой раствор модификатора наносили в количестве 0,25...5% от массы волокна.

Схема 1



После нанесения модификатора на волокно высушивали и подвергали термообработке при температуре 140°C в течение 10 минут. В табл. 1 и 2 приведены зависи-

мости физико-механических свойств волокон от количества нанесенного модификатора.

Таблица 1

№	Волокно от производителей:	Содержание модификатора, % масс	Волокно, отмытое от замасливателя					
			0	0,25	0,5	1	3	5
1	"Востокхим-волокно"	R*, сН/текс	28	24,23	19,36	21,92	<b>25,51</b>	22,60
		E**, %	55	126,0	100,0	110,0	102,0	122,5
2	"Судогда"	R*, сН/текс	40	34,47	29,73	32,27	33,58	<b>41,82</b>
		E**, %	78	126,0	118,0	130,0	100,0	125,0
3	"Селена-химволокно"	R*, сН/текс	25	<b>29,00</b>	24,17	28,38	25,83	26,25
		E**, %	78	164,0	134,0	155,0	193,8	132,5
4	"РБ-групп"	R*, сН/текс	42	38,48	42,42	41,82	40,91	<b>43,03</b>
		E**, %	68	122,0	95,00	66,00	60,00	88,00

Таблица 2

№	Волокно от производителей:	Содержание модификатора, % масс	Волокно, не отмытое от замасливателя					
			0	0,25	0,5	1	3	5
1	"Востокхим-волокно"	R*, сН/текс	28	22,92	<b>32,18</b>	21,96	21,54	27,56
		E**, %	55	127,5	154,0	125,0	142,0	190,0
2	"Судогда"	R*, сН/текс	40	<b>37,12</b>	29,55	35,45	37,12	34,24
		E**, %	78	126,0	116,0	104,0	130,0	106,0
3	"Селена-химволокно"	R*, сН/текс	25	<b>30,90</b>	29,88	30,33	28,17	30,0
		E**, %	78	100,0	115,0	144,0	158,0	125,0
4	"РБ-групп"	R*, сН/текс	42	<b>50,76</b>	42,42	43,18	43,03	41,67
		E**, %	68	107,5	90,00	87,50	86,00	122,5

Пр и м е ч а н и е. \* – относительная прочность волокна; \*\* – относительное удлинение при разрыве.

При нанесении ВТС прочность для отмытых от замасливателя волокон увеличивается в среднем на 1...15%, для неотмытых на 2...23%. Наилучший эффект ВТС оказал на неотмытое волокно от ООО "Селена-химволокно" – его удельная разрывная нагрузка увеличилась почти на 24% при количестве нанесенного модификатора 0,25% от массы волокна. И на неотмытое волокно от ЗАО "РБ-групп" его прочность увеличилась на 21% при содержании модификатора 0,25% масс.

Из данных табл. 1, 2 видно, что модификатор лучше наносить на не отмытые от замасливателя волокна. Поэтому роль замасливателя и его природы еще предстоит установить.

Из модифицированных волокон были выработаны иглопробивные нетканые материалы (ИНМ) поверхностной плотностью 200 г/м<sup>2</sup>, плотность прокалывания 100см<sup>-2</sup>, глубина прокалывания 5 мм. Количество наносимого модификатора и вид волокна, из которого изготавливался материал, был выбран исходя из данных табл. 1 и 2. После иглопрокалывания полотна подвергались дополнительной термообработке при температуре 160°C в течение 10 минут. Экспериментальные данные о влиянии ВТС на физико-механические свойства ИНМ представлены в табл.3.

Таблица 3

Производитель ПЭТ волокна	Содержание модификатора, % масс	Удельная разрывная нагрузка по длине, Н·м/г	Удельная разрывная нагрузка по ширине, Н·м/г	Удлинение при разрыве по длине, %	Удлинение при разрыве по ширине, %
ООО "Селена-химволокно"	0	7,42	1,81	137,33	>200
	0,25	8,59	3,05	137,00	196,67
ЗАО "РБ-групп"	0	9,96	2,62	87,00	161,33
	0,25	11,76	3,48	88,67	166,67

Из табл. 3 видно, что прочность по длине ИНМ выработанного из вторичного волокна от ООО "Селена-химволокно" после нанесения ВТС в количестве 0,25% от массы волокна увеличилась на 16%, а по ширине – на 68%. При нанесении на волокно от ЗАО "РБ-групп" в количестве 0,25% от массы волокна, прочность ИНМ по длине увеличилась на 18%, а по ширине – на 33%.

Изменение свойств волокон и ИНМ на их основе после их модификации ВТС объясняется образованием химических и физических связей между функциональными группами химических волокон и модификаторов. При последующей поликонденсации происходит формирование пространственной сетки химических связей между модифицированными волокнами. Кроме того, увеличивается взаимодиффузия сегментов контактирующих полимеров, что ведет к увеличению их адгезионной прочности.

## ВЫВОДЫ

1. Изучено влияние модификатора винилтриэтоксисилана, на физико-механические свойства вторичных ПЭФ волокон и иглопробивных нетканых материалов их основе.

3. Установлено, что на физико-механические свойства волокон и НМ влияет природа и содержание модифика-

тора на волокне. Нанесение 0,25%, масс. модификатора на волокно повышает его удельную разрывную нагрузку в среднем на 10...20%. Удельная разрывная нагрузка ИНМ по ширине увеличивается на 15...18%, по длине – на 30-60%.

4. Повышение физико-механических свойств ПЭФ волокон и ИНМ объясняется образованием химических связей между функциональными группами волокна и модификатора, образованием пространственной сетки химических связей при дальнейшем процессе поликонденсации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вакула В.Л., Прибыкин А.М. Физическая химия адгезии полимеров. – М.: Химия, 1984.
2. Горчакова В.М., Измайлов Б.А., Савинкин А.В. Нетканые материалы с бактериостатическими и ароматическими свойствами // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №6. С. 55...58.
3. Измайлов Б.А., Горчакова В.М. Повышение эксплуатационных характеристик нетканых материалов с помощью слоистых нанополимерных покрытий // Нетканые материалы. – 2007, №1. С.18...21.
4. Горчакова В.М., Измайлов Б.А. Применение наноразмерных органосилоксановых покрытий для придания специальных свойств нетканым материалам // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №3. С. 64...67.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 16.12.12.

УДК 677.025

**МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПИСАНИЯ  
ТЕХНОЛОГИИ ПРОЦЕССА ПЕТЛЕОБРАЗОВАНИЯ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАЗОВЫХ ИГЛ**

**MATHEMATICAL METHOD OF DESCRIPTION  
OF THE TECHNOLOGY OF THE PROCESS  
OF LOOPING USING COMPUND NEEDLES**

*Ф.А. ЛЕВИН, Е.Н. КОЛЕСНИКОВА, В.Д. НИКОЛАЕВ*  
*F.A. LEVIN, E.N. KOLESNIKOVA, V.D. NIKOLAEV*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")  
E-mail: levin1606@gmail.com

*Для анализа процессов петлеобразования, выполняемых на пазовых иглах, был использован математический аппарат описания процессов. В результате проведенной работы установлено, что на пазовых иглах могут выполняться семьдесят два процесса, которые позволили получить элементы структуры трикотажа: петлю, протяжку и набросок множеством новых способов.*

*For the analysis of the looping process made on compound needles the mathematical apparatus of process description has been used. As a result of the carried out work it has been established that seventy two processes can be done with compound needles, it has made possible to make the following knitting structures: a loop, casting-on and sticking by many new ways.*

**Ключевые слова:** пазовые иглы, таблица-матрица, математический метод.

**Keywords:** compound needles, matrix-table, a mathematical method.

В настоящее время на трикотажных машинах все чаще используются пазовые иглы, позволяющие за счет встречного движения иглы и замыкателя получать на машинах более высокие скорости, а следо-

вательно, и повышать производительность оборудования.

Однако глубокого анализа выполняемых процессов петлеобразования на машинах с использованием пазовых игл не проводилось. Нами впервые была сделана

попытка выполнить такой анализ с помощью математического аппарата, разработанного на кафедре технологии трикотажного производства МГТУ им. А.Н. Косыгина и использованного с целью анализа процессов петлеобразования для машин, оснащенных язычковыми иглами.

В процессе петлеобразования на язычковых иглах каждая игла проходит три определяющие операции: Z – заключение; P – прокладывание; K – кулирование.

Множество вязальных процессов  $\{P_r\}$  было представлено в виде произведения множества видов операций заключения  $\{Z_\gamma\}$ , прокладывания  $\{P_\beta\}$ , кулирования  $\{K_\lambda\}$ , то есть

$$\{P_r\} = \{\{Z_\gamma\} \cdot \{P_\beta\} \cdot \{K_\lambda\}\}.$$

Каждая из определяющих операций Z, P, K имеет несколько значений:  $Z_1$  – полное заключение;  $Z_2$  – неполное заключение;  $Z_3$  – без заключения;  $P_1$  – прокладывание нити под крючок;  $P_2$  – прокладывание нити на стержень иглы ниже язычка;  $P_3$  – прокладывание нити за спинку иглы;  $K_1$  – "полное" кулирование;  $K_2$  – работа иглы без кулирования.

Использование всех комбинаций определяющих операций на язычковых иглах дали восемнадцать вариантов вязального способа петлеобразования, обеспечивающих получение трех видов элементов структуры трикотажа: петли, наброска, протяжки. Однако из восемнадцати вариантов на современных машинах возможны только двенадцать.

При использовании пазовых игл, имеющих особенности конструкции, связанные с наличием замыкателя, добавляется еще одна определяющая операция –  $Y_\sigma$  – замыкание, обозначающая положение замыкателя (открыт  $Y_1$  или закрыт  $Y_0$ ). Добавление всего одной определяющей операции увеличивает количество вариантов вязального способа петлеобразования с восемнадцати до семидесяти двух. Таким образом, вязальный процесс  $\{P_r\}$  для пазовых игл будет иметь вид:

$$\{P_r\} = \{\{Z_\gamma\} \cdot \{Y_\sigma\} \cdot \{P_\beta\} \cdot \{Y_\sigma\} \cdot \{K_\lambda\}\}.$$

Операция замыкания добавляется дважды – до и после прокладывания.

На основе математического метода описания технологии процесса петлеобразования через определяющие операции с использованием пазовых игл была разработана таблица-матрица размером  $72 \times 72$ , где в нулевом столбце были представлены все возможные процессы, а в базовом (первом столбце) – результаты этих процессов при исходном положении петли под крючком иглы. Последующие столбцы отображали результаты  $a_{i,j}$  при выполнении тех же процессов нулевого столбца  $a_{n,0}$  при исходных значениях, выполненных при условии:









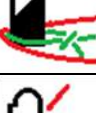

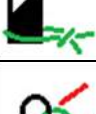

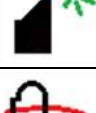

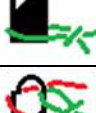

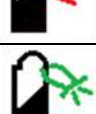



$$a_{i,j} = a_{k,1} \cdot a_{n,0},$$

где  $a_{i,j}$  – результат любой ячейки таблицы-матрицы;  $i$  – номер строки;  $j$  – номер столбца;  $a_{k,1}$  – результаты базового (первого) столбца, где  $k=i$ ;  $a_{n,0}$  – процессы, выполняемые на игле, представленные в нулевом столбце, где  $n=j$ .

На основании анализа первого столбца таблицы-матрицы, содержащей исходное значение –  $a_{1,1}$ , и выполняемых процессов  $a_{n,0}$  выявлены десять вариантов расположения новой нити и старой петли на пазовой игле, представленные в табл. 1.

Каждый итоговый результат, кроме первого, восьмого и девятого, могут быть получены несколькими вариантами выполнения процессов, например, результат второй строки может быть получен тремя способами:  $Z_1 Y_1 P_1 Y_0 K_2$ ,  $Z_1 Y_1 P_1 Y_1 K_2$ ,  $Z_1 Y_0 P_1 Y_1 K_2$ . Результат шестой строки – четырьмя способами:  $Z_1 Y_1 P_3 Y_0 K_2$ ,  $Z_1 Y_1 P_3 Y_1 K_2$ ,  $Z_1 Y_0 P_3 Y_0 K_2$ ,  $Z_1 Y_0 P_3 Y_1 K_2$ , результат третьей строки – может быть получен двенадцатью способами и так далее. В сравнении с язычковыми иглами, на которых вариантов получения, к примеру, набросков, возможно только четырьмя способами, на пазовых иглах выявлено двадцать пять вариантов способов образования наброска.

Таблица 1

№	Процесс	Итоговый результат	Элемент структуры трикотажа, полученный из новой нити	Количество вариантов получения итогового результата
1	$Z_1Y_1P_1Y_0K_1$			1
2	$Z_1Y_1P_1Y_0K_2$			3
3	$Z_1Y_1P_1Y_1K_1$			12
4	$Z_1Y_1P_2Y_0K_1$			5
5	$Z_1Y_1P_2Y_0K_2$			4
6	$Z_1Y_1P_3Y_0K_2$			4
7	$Z_1Y_1P_3Y_1K_1$			37
8	$Z_1Y_0P_1Y_0K_2$			1
9	$Z_2Y_0P_1Y_0K_2$			1
10	$Z_2Y_0P_2Y_0K_2$			4

## ВЫВОДЫ

Результаты проведенного анализа процессов петлеобразования, выполняемых на пазовых иглах, с использованием математического аппарата позволят создавать новые процессы для реализации структур трикотажа, а также разрабатывать новые структуры.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Колесникова Е.Н. Основы автоматизированных методов проектирования петлеобразования. – М.: МГТУ, 2000.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 24.12.12.



## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛИНЫ НИТИ ПЕТЕЛЬНОГО РЯДА СЛОЖНОГО РАППОРТА ЛАСТИКА

### SOME FEATURES OF DEFINITION OF LENGTH OF THE THREAD OF A LOOP COURSE OF A COMPLEX REPEAT RIB

Д.А. ГАДЖИЕВ  
D.A. GADZHIEV

(Азербайджанский технологический университет)  
(Azerbaijan Technological University)  
E-mail: j.hajioglu@rambler.ru

*Данная статья посвящена аналитическому определению длины нити петельного ряда сложного раппорта ластика. Выведена общая формула, с помощью которой можно определить длину нити петельного ряда любого сложного раппорта ластика  $i + j$ .*

*This article is devoted to the analytical definition of length of the thread of a loop course of a complex repeat rib. The general formula, with the help of which it is possible to define length of the thread of a loop course of any complex repeat rib  $I + j$ , has been deducted.*

**Ключевые слова:** трикотаж, переплетение, петля, пряжа, ряд, ластик, игла, игольница.

**Keywords:** knit, interlacing, a loop, yarn, a course, a rib, a needle, a needle bed.

В производстве трикотажа имеет место применение различных раппортов ластика. Следует отметить, что неправильный учет основных параметров трикотажа приводит к неверным результатам расчетов и необоснованным издержкам производства.

При расчете параметров трикотажа и расхода сырья на единицу изделий (деталей) нужно в первую очередь иметь графическую запись или структуру переплетения, а также параметры, входящие в формулы для определения длины нити в петле (ДНП). После чего нужно определить ДНП обычного и сложного ластиков, а также глади [1].

Например, для определения длины нити петельных рядов структур трикотажа ластика 1+1 (рис. 1-а), ластика 2+1 (рис. 1-б) и ластика 3+1 (рис. 1-в) нужно воспользоваться разными выражениями формул для определения ДНП.

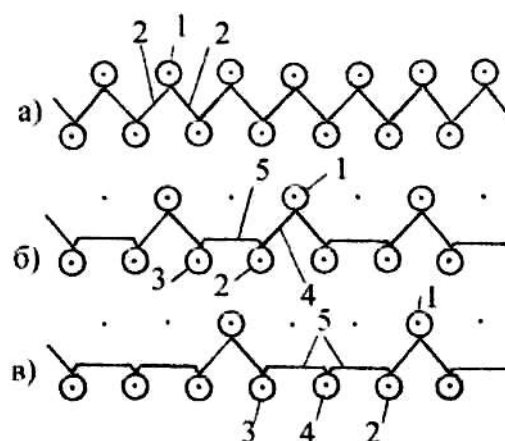


Рис. 1

Если при определении длины нити петельного ряда ластика 1+1 петли 1 и протяжки 2 (рис. 1-а) имеют одинаковую форму и размеры, то про другие сложные раппорты ластика  $i + j$  этого сказать нельзя. Например, ластик 2+1 (рис. 1-б) содержит два типа петли ластика. Петля 1 является

обычной петлей ластика 1+1, петля 2 и 3 сложной. Сложная петля ластика характеризуется тем, что ее остов 2 соединен с соседними остовами 1 и 3 соответственно посредством протяжки 4 ластика и протяжки 5 глади. Тогда как ластик 3+1 наряду с обычными 1 и сложными 2, 3 петлями ластика содержит петли глади 4, которые соединены с соседними петлями 2, 3 протяжками 5 глади (рис. 1-в).

В структуре трикотажа одна часть сложной петли 2 ведет себя как участок глади, а другая ее часть – как участок ластика. Этим объясняется проявление свойств глади и ластика в петельных столбиках, соединенных с протяжками этих переплетений. При обрыве нити в трикотаже петли глади или ее части, имеющейся в ластиках 2+1, 2+2, 3+2 и т.д., проявив свойства, присущие им, могут распускаться и в направлении вязания. Они играют особую роль также при установлении закручиваемости, эластичности и других свойств трикотажа сложных ластичных переплетений.

ДНП сложного ластика состоит из сумм длин остова  $\ell_1$ , протяжек ластика  $\ell_2$  и глади  $\ell_3$  [1], то есть

$$L_{p3+1} = \frac{1}{3}U\ell_{ло} + \frac{2}{3}U\ell_{ло} + \frac{1}{3}U\ell_r = \frac{1}{3}U(\ell_{ло} + 2\ell_{лс} + \ell_r), \quad (3)$$

где  $\ell_{лс}$  – ДНП сложного ластика;  $\ell_r$  – ДНП глади в сложном раппорте ластика 3+1; 1,2,1 – соответствующие коэффициенты перед слагаемыми, записанными в скобках, показывающие число типов петель в раппорте ластика.

Для определения длины нити петельного ряда ластика  $i + j$  единой формулой необходимо учитывать правильно число раппортов ластика в ряду и количество различных петель в раппорте.

Известно, что ширину трикотажа, выработанного переплетением с раппортом  $R_b$  на  $n$  иглах вязальной машины, определяют как [2], [3]:

$$W_{n(R)} = \frac{n}{R_n} W_R = \frac{n}{R_n} R_b A_n = nA_n, \quad (4)$$

$$\ell_{лс} = \ell_1 + \ell_2 + \ell_3,$$

где  $\ell_1 = \text{const}$ ,  $\ell_2 \neq \ell_3$ .

В данном случае, если длина протяжки глади в зависимости от класса вязальной машины и толщины перерабатываемой пряжи остается постоянной, длина протяжки ластика определяется взаимным положением отбойных плоскостей игольниц.

Таким образом, учитывая вышеизложенное, длину нити петельного ряда ластика 1+1  $\ell_{p1+1}$  можно определять формулой:

$$L_{p1+1} = 2\ell_{ло}U, \quad (1)$$

где  $\ell_{ло}$  – ДНП обычного ластика 1+1;  $U$  – число игл на одной игольнице (цилиндре или диске); 2 – число петель обычного ластика в раппорте.

Длину нити петельного ряда ластика 2+1  $L_{p2+1}$  и ластика 3+1  $L_{p3+1}$ , содержащих два и три типа петель сложного раппорта ластика, следует найти соответственно из выражений:

$$L_{p2+1} = \ell_{ло} \frac{U}{2} + \ell_{ло}U = \frac{U}{2}(\ell_{ло} + 2\ell_{лс}), \quad (2)$$

или

$$W_{n(R)} = nA_d \left( 1 - \frac{1}{R_b} \right), \quad (5)$$

где  $W_{n(R)}$  – ширина трикотажа;  $W_R$  – ширина раппорта ластика;  $n$  – количество игл на вязальной машине;  $R_b$  – раппорт ластика по ширине;  $A_n$  – приведенный петельный шаг;  $A_d$  – действительный петельный шаг.

В формуле (4) множитель  $\frac{n}{R_b}$  принят за число раппортов ластика по периметру игольницы, где  $R_b = i + j$ .

При определении числа раппортов по числу петель, образованных на иглах обе-

их игольниц машины, часть петель в учет не принимается. Это происходит из-за необоснованного приравнивания раппорта ластика по ширине с количеством игл, участвующим при его образовании.

Поскольку границы по ширине раппортов ластика  $i+j$  на игольницах формируются и с учетом выключенных игл, то при определении числа раппортов нужно это обстоятельство иметь в виду. В действительности значение раппорта ластика по ширине  $R_b$  больше фактического числа всех игл  $n_{Ri,j}$  на одной игольнице в пределах раппорта ластика, то есть  $R_b > n_{Ri,j}$  и соответственно меньше числа всех игл на игольницах, определяющих пределы раппортов ластика  $i+j - R_b < n_R$ .

Число всех игл  $n_R$  на игольницах в пределах раппорта ластика  $i+j$  нужно определить суммированием числа всех игл на обеих игольницах в пределах раппорта. Если дан раппорт ластика с числом петель на лицевой стороне  $i$  (на иглах цилиндра), а на изнаночной стороне  $j$  (на иглах диска), тогда  $R_b=i+j$ . При этом необходимое количество игл для установления границы раппорта ластика  $i+j$  на цилиндре  $n_{Ri}$  и диске  $n_{Rj}$  будет определено как [2]:

$$n_{Ri} = i + (j-1), \quad (6)$$

$$n_{Rj} = j + (i-1), \quad (7)$$

Если учесть тот факт, что при образовании петель любого раппорта ластика  $i +$

$$L_{Ri+j} = \frac{U}{R_b - 1} [(n_{loi} \ell_{loi} + n_{lci} \ell_{lci} + n_{ri} \ell_{ri}) + (n_{loj} \ell_{loj} + n_{lci} \ell_{lci} + n_{rj} \ell_{rj})]. \quad (12)$$

Формула (12) является общей, по которой можно найти любое  $L_{Ri+j}$ .

где  $j-1$  и  $i-1$  – число пропущенных игл на соответствующей противоположной игольнице - цилиндре и диске.

Учитывая значения  $R_b = i + j$  в выражениях (6) и (7), получим:

$$n_{Ri} = n_{Rj} = R_b - 1, \text{ или } n_{Ri,j} = R_b - 1. \quad (8)$$

С учетом выражений (6) и (7) находим:

$$n_R = n_{Ri} + n_{Rj} = 2(R_b - 1). \quad (9)$$

Число раппортов в одном ряду ластика  $i+j$  можно найти используя выражения (8) и (9):

$$C_R = \frac{2U}{n_R} = \frac{2U}{2(R_b - 1)} = \frac{U}{R_b - 1}. \quad (10)$$

где  $2U$  – число всех игл на обеих игольницах вязальной машины;  $U$  – число игл на одной игольнице.

Для расчета длины нити петельного ряда ластика  $i + j$  нужно воспользоваться числом игл для образования петель раппорта переплетения, притом по игольницам. Если обозначить число видов петель в раппорте ластика по ширине по игольницам в виде  $(n_{loi,j} + n_{lci,j} + n_{roi,j})$ , а ДНП соответствующих петель обычного ластика как  $\ell_{loi,j}$ , сложного ластика как  $\ell_{lci,j}$  и глади как  $\ell_{ri,j}$ , тогда длину нити петельного ряда сложного раппорта ластика  $i + j$  можно найти из формулы:

$$L_{Ri+j} = C_{Ri,j} (n_{loi,j} \ell_{loi,j} + n_{lci,j} \ell_{lci,j} + n_{ri,j} \ell_{ri,j}) = \frac{U}{n_{Ri}} (n_{loi} \ell_{loi} + n_{lci} \ell_{lci} + n_{ri} \ell_{ri}) + \frac{U}{n_{Rj}} (n_{loj} \ell_{loj} + n_{lci} \ell_{lci} + n_{rj} \ell_{rj}). \quad (11)$$

$j$  общее число игл по игольницам между собой равно, учитывая (8) в (11) находим:

При  $i=j=1$  получим для ластика  $1+1$  выражение (1), при  $i=2, j=1$  – для ластика

2+1 (2), при  $i = 3, j = 1$  – для ластика 3+1 (3) и т.д.

Например, для ластика 4+3, если  $i = 4, j = 3$ , также  $l_{лсi} = l_{лсj}, l_{гi} = l_{гj}$   $L_{R4+3}$  будет равняться:

$$L_{R4+3} = \frac{U}{7-1} [(2l_{лсi} + 2l_{гi}) + (2l_{лсj} + l_{гj})] = \frac{U}{6} (4l_{лсi} + 3l_{гi}). \quad (13)$$

Формулы для определения длины нити петельного ряда наиболее распространен-

ных раппортов ластика  $i+j$  приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Раппорт ластика $i+j$	Раппорт ластика по ширине $R_b$	Число петель в раппорте ластика $i+j$						Формулы для определения длины нити в ряду ластика $i+j$
		На лицевой (i) стороне			На изнаночной (j) стороне			
		обычные петли ластика $n_{лоi}$	сложные петли ластика $n_{лсi}$	петли глади $n_{гi}$	обычные петли ластика $n_{лоj}$	сложные петли ластика $n_{лсj}$	петли глади $n_{гj}$	
Ластик 1+1	2	1	-	-	1	-	-	$L_{R1+1} = 2U l_{oi,j}$
Ластик 2+1	3	-	2	-	1	-	-	$L_{R2+1} = 0,5U(2l_{лс} + l_{oc})$
Ластик 2+2	4	-	2	-	-	2	-	$L_{R2+2} = 1,33U l_{лс}$
Ластик 3+1	4	-	2	1	1	-	-	$L_{R3+1} = 0,33U(l_{ло} + 2l_{лс} + l_{г})$
Ластик 3+2	5	-	2	1	-	2	-	$L_{R3+2} = 0,25U(4l_{лс} + l_{г})$
Ластик 3+3	6	-	2	1	-	2	1	$L_{R3+3} = 0,40U(2l_{лс} + l_{г})$
Ластик 4+1	5	-	2	2	1	-	-	$L_{R4+1} = 0,25U(l_{ло} + 2l_{лс} + l_{г})$
Ластик 4+2	6	-	2	2	—	2	—	$L_{R4+2} = 0,40U(2l_{лс} + l_{г})$
Ластик 4+3	7	-	2	2	-	2	1	$L_{R4+3} = 0,167U(4l_{лс} + 3l_{г})$
Ластик 4+4	8	-	2	2	-	2	2	$L_{R4+4} = 0,57U(l_{лс} + l_{г})$
Ластик 5+1	6	-	2	3	1	-	-	$L_{R5+1} = 0,20U(l_{ло} + 2l_{лс} + 3l_{г})$

В результате выполненной работы выведена общая формула для определения длины нити петельного ряда сложного раппорта ластика  $i+j$ .

Полученная формула может быть применена при проектировании и расчете трикотажных изделий.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Гаджиев Д.А. Особенности расчета длины нити в петле сложного раппорта ластика // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. –

2005, №2. С. 121...124.

2. Гаджиев Д. А. К вопросу определения ширины трикотажа переплетений сложного ластика // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №4. С. 103...106.

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

Рекомендована кафедрой технологии товаров потребления и дизайна. Поступила 18.01.13.

УДК 687.016

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГЕНДЕРНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ МОДЫ  
В КОЛЛЕКЦИЯХ ОДЕЖДЫ ЗАРУБЕЖНЫХ ДИЗАЙНЕРОВ**

**IDENTIFICATION OF GENDER-SPECIFIC FASHION TRENDS  
IN THE COLLECTIONS OF FOREIGN FASHION DESIGNERS**

*Е.В.МАКСИМОВА, В.Е.КУЗЬМИЧЕВ*  
*E.V. MAKSIMOVA, V.E. KUZMICHEV*

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

*Разработан принцип построения модели гендерно-ориентированного пространства моды. На основании анализа обобщенных показателей гендерных качеств, результаты которого визуализированы в семантическом пространстве, выявлены гендерно-ориентированные тенденции моды. Выполнена кластеризация пространства моды по сегментам идентифицированных тенденций.*

*A visual model of a single gender-oriented space of 40 systems “fashion collection” of spring season 2011 has been performed. Based on the patterns of the use of gender images and features of design-concepts of fashion brands the fashion trend of borrowing of gender elements and individual gender-oriented fashion tendencies have been found. On the basis of cluster analysis segmentation of fashion collections and unification in gender-related classes have been presented.*

**Ключевые слова:** дизайн одежды, гендер, идентификация, имидж, тенденции моды, коллекция одежды.

**Keywords:** gender, an image, fashion design, fashion, a trend, fashion collection, brand, visual analysis, space.

Изучение механизмов функционирования модных тенденций необходимо для создания конкурентоспособных моделей одежды. Эстетика образа зависит от влияния современных направлений моды, которые отражают глобальные изменения в

обществе, в том числе связанные с распределением гендерных ролей. Многие новые тенденции в моде базируются на гендерной выразительности – одной из главных составляющих имиджа. Поэтому изучение закодированной в дизайне одежды инфор-

мации о гендере является важным и своевременным.

Целью работы является идентификация гендерно-ориентированных тенденций моды и их сегментация на основе гендерных признаков.

Объектами исследования служили 40 систем "коллекция моделей одежды" ведущих брендов модной индустрии (1711 моделей, из них 803 женских и 908 мужских). Обоснованием выбора коллекций

явились высокие значения рейтингов влияния представляющих их брендов и объемы продаж [1]. Перечень брендов приведен на рис. 1 (пример гендерно-ориентированного пространства моды (сезон Весна 2011, построенного на основе анализа коллекций ведущих зарубежных дизайнеров). Идентификацию тенденций проводили с использованием ранее разработанной номенклатуры признаков [2], [3].

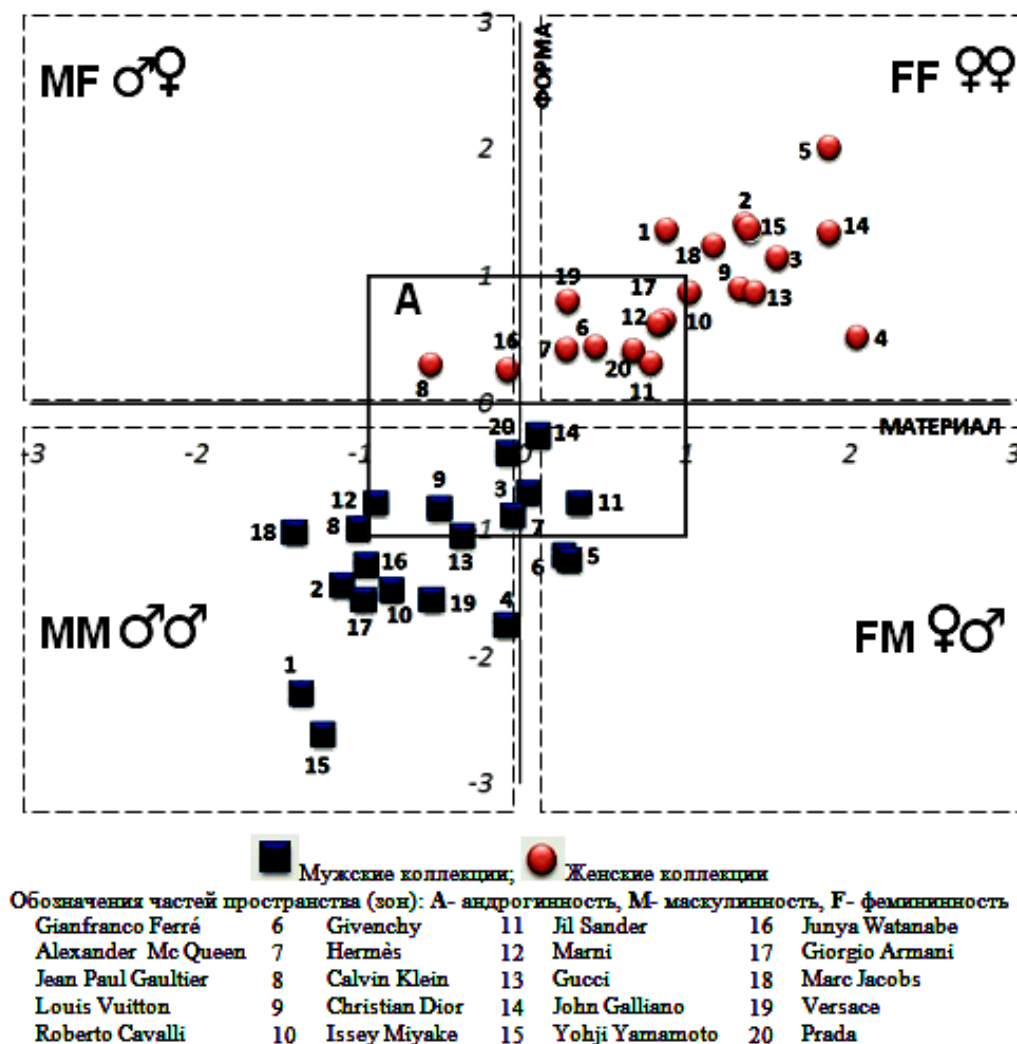


Рис. 1

Нами разработан экспериментальный принцип построения пространства модных коллекций, базирующийся на методе семантического дифференциала Ч.Осгуда (МСД), адаптированного для целей исследования. Семантическое пространство является компактной и наглядной формой для квалиметрического описания объектов

исследования и позволяет графически представить невербальные ассоциации, связанные с восприятием дизайна одежды потребителем. Ранее МСД был нами использован для квалиметрии отдельных моделей одежды по гендерно-значимым параметрам и построения их автономных пространств [4], в данной работе рассмат-

ривается сводное обобщенное пространство всех коллекций выборки с целью выявления особенностей распределения, влияющих на тенденции моды.

Используя данный принцип можно выполнить анализ гендерно-ориентированных тенденций моды на любой, в том числе текущий сезон, и заранее заложить в проектное задание определенные характеристики будущей коллекции одежды с гендерной выразительностью в соответствии с целью проекта и эстетическими требованиями времени, выбрав ее место в системе относительно других коллекций.

Пример гендерно-ориентированного пространства моды представлен графически на рис.1. В качестве учебной выборки использован сезон Весна-2011 и сформированная ранее база данных квалиметрии гендерной выразительности по качественным признакам. Все исследуемые коллекции структурированы в пространстве в соответствии с их гендерной выразительностью, выраженной в виде координатных значений на плоскости. На первом этапе исследования оценками для систем "коллекция моделей" служили баллы от -3 до 3 по двум факторам "Форма" и "Материал" [2], [3], на втором этапе работы показатели по факторам использовались как координаты коллекций по соответствующим осям [4]. Шкала оценок разработана на основе исследований по изучению маскулинности – фемининности выдающегося психолога и феминистского философа, профессора Корнельского университета Сандры Л. Бем [5]. Значение -3 задано как максимальное для маскулинной гендерной выразительности, 3 – как максимальное для фемининной гендерной выразительности, значения в интервале от -1 до 1 выражают андрогинные качества по совокупности признаков.

Из рис. 1 видно, что коллекции, сходные по гендерной эстетике и образности находятся на меньших расстояниях друг от друга, группируются по схожести гендерных качеств, так как их координатные значения лежат в одном интервале. Визуальный анализ полученного расположения показывает, что женские коллекции №5 Roberto Cavalli и №8 Calvin Klein, имею-

щие светлый круглый маркер, расположены в верхней "женской" части пространства по фактору "Форма" (значения от 0 до 3 по вертикали). Но они принадлежат разным зонам FF и MF по фактору "Материал", наиболее удалены друг от друга, значит – полярны по гендерной выразительности. В мужских коллекциях №15 Yohji Yamamoto и №14 John Galliano, маркированных темными квадратами, наиболее выражен контраст по гендерному образу, так как расстояние между ними в пространстве самое большое. Коллекции №8 Calvin Klein и №16 Junya Watanabe имеют координатные значения, характерные для мужских коллекций по фактору "Материал" (от 0 до -3 по горизонтали, зона MF). Ни одна женская коллекция не принадлежит "мужской" части пространства по фактору "Форма" (значения от 0 до -3 по вертикали, зоны MM и FM) по совокупности качеств исследуемой системы. Сразу 5 мужских коллекций № 5, 6, 7, 11, 14 лежат в "чужой" области по фактору "Материал" (от 0 до 3 по горизонтали, зоны FF и FM), где расположено абсолютное большинство женских коллекций. Это говорит о преобладании заимствований признаков противоположной гендерной группы в дизайне мужской одежды по данному фактору.

Ниже приведен анализ расположения объектов в исследуемом пространстве по фактору "Форма", в скобках указаны значения координат по соответствующей оси (рис.1):

– наивысшее расположение в пространстве, соответствующее сильно выраженной "женской" образности, имеет женская коллекция №5 Roberto Cavalli(2,01), ниже расположены коллекции №2 Alexander McQueen(1,41), №1 Gianfranco Ferré(1,36), №15 Yohji Yamamoto(1,36), №14 John Galliano(1,34), №18 Marc Jacobs(1,24), №3 Jean Paul Gaultier(1,14). Эти коллекции по гендерным признакам соответствуют стереотипу "фемининность", находятся в зоне FF;

– максимально низко расположены мужские коллекции №15 Yohji Yamamoto (-2,61) и №1 Gianfranco Ferré (-2,29), значительно выше в нижней левой четверти

пространства (зона MM) находится группа коллекций №4 Louis Vuitton (-1,75), №17 Giorgio Armani (-1,55), №19 Versace (-1,55), №10 Issey Miyake (-1,48), №2 Alexander McQueen (-1,44), №16 Junya Watanabe (-1,28), №6 Givenchy (-1,24), №5 Roberto Cavalli (-1,2). Эти коллекции по гендерным признакам соответствуют стереотипу "маскулинность" (преобладает зона MM, частичное расположение в FM);

– остальные коллекции соответствуют стереотипу "андрогинность", принадлежат зоне А: ближе всего к центру координат и центру зоны андрогинности расположена мужская коллекции №14 John Galliano (-0,26), поэтому ее можно назвать самой "женственной" из мужских. В средней части зоны А находятся женские коллекции №16 Junya Watanabe (0,26), №8 Calvin Klein (0,3), №11 Jil Sander (0,31) №7 Hermès (0,42) №6 Givenchy (0,44), №20 Prada (0,41) – таким образом в них выявлено явное присутствие "мужских" черт наряду с типично женскими.

По фактору "Материал" (рис. 1) сходная гендерная выразительность по андрогинному типу выявлена у женских колл. № 8, 16, 7, 6, 20, 11, 12, 17, 19 и мужских колл. № 20, 14, 9, 3, 7, 11. Наиболее различны по гендерным качествам коллекции: женские № 4, 14, 5 и мужские № 18, 1, 15.

На основании анализа значений координат выполнена сегментация общего множества коллекций на подмножества по тенденциям моды. В процентном соотношении состав сегментов коллекций составил:

– по фактору "Форма"

60% мужских и 35% женских коллекций идентифицированы как моногендерные – не наблюдается заимствований черт противоположной гендерной группы или слабо выражено; 40% мужских и 65% женских коллекций идентифицированы как мультигендерные – гендерная выразительность основана на заимствовании признаков противоположной гендерной группы;

– по фактору "Материал"

20% мужских и 50% женских коллекций идентифицированы как моногендерные; 80% мужских и 50% женских коллек-

ций идентифицированы как мультигендерные.

На следующем этапе работы выполнена кластеризация коллекций одежды. Применение кластерного анализа является логичным и обоснованным для выявления детальной структуры множества систем "коллекция моделей одежды" с целью подтверждения визуальных наблюдений о схожей гендерной выразительности коллекций, образующих группы в исследуемом пространстве.

Результатом проведения кластерного анализа в данной работе явилась организация коллекций в наглядные структуры, близкие по гендерной эстетике, и разбиение на классы по данному критерию. Множества мужских и женских моделей образуют подмножества, расположенные в различных частях пространства. Нами был выполнен статистический анализ, включающий в себя набор различных алгоритмов классификации (рис. 2 – кластерный анализ коллекций одежды в программе Statistica: а) – дендрограммы коллекций одежды – метод одиночной связи; б) – дендрограммы коллекций одежды – метод полной связи; в) – графики процесса объединения по гендерно-ориентированным тенденциям) [6], применены общие методы кластерного анализа объединения – древовидная кластеризация – и построено иерархическое дерево двумя методами – одиночной и полной связи, причем последний метод предпочтителен из-за преимущественно компактной формы подмножеств (рис. 2-б).

Особенности слияния кластеров в мужских и женских коллекциях говорит о том, что образующиеся группы достаточно четко разделены, но мужские коллекции структурированы более жестко, различия между кластерами более явные. Выбор количества кластеров определялся графиком процесса объединения (рис. 2-в). По схожести структуры мужские и женские коллекции целесообразно разделить на 3 класса, так как на это указывают точки "перелома". При пороговом расстоянии 2,0 по количеству пересечений ветвей дендрограммы с перпендикуляром, проведенным



в этой точке, определяются 3 кластера, более мелкое деление нецелесообразно, так как объединяться будут слишком далекие по гендерным признакам объекты. Объекты, оказавшиеся на "отсеченной" ветке, определяют состав классов. Структурирование общего условного простран-

ства моды по сегментам идентифицированных гендерно-ориентированных тенденций, основанное на результатах кластеризации (на примере сезона Весна-2011) представлено в табл.1. Анализ выполнен в программе Statistica.

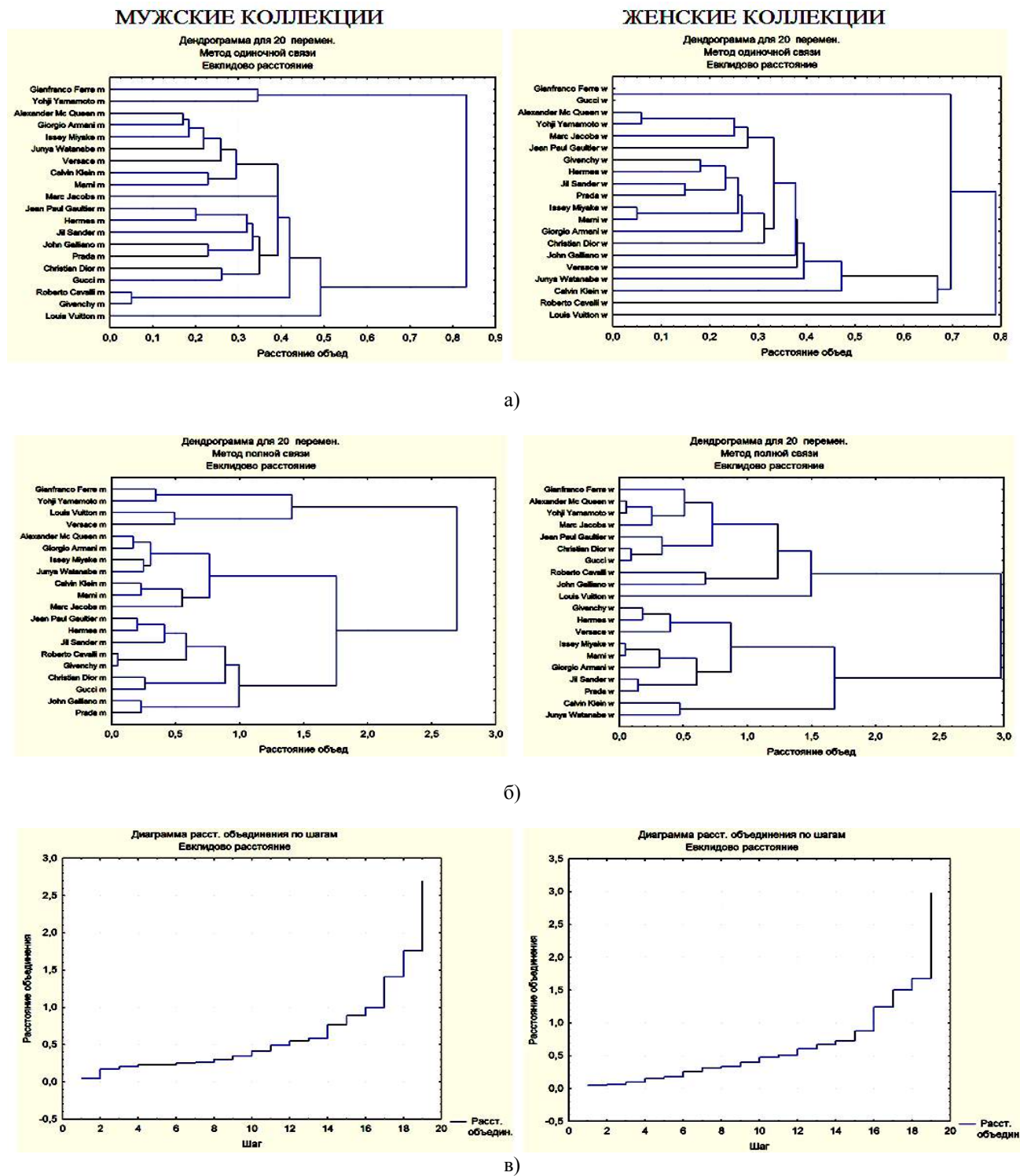


Рис. 2

Мужские коллекции			Женские коллекции		
№ класса	Кол-во объектов в классе	Состав класса	№ класса	Кол-во объектов в классе	Состав класса
Тенденция – моногендерность Образ – маскулинный			Тенденция- моногендерность Образ – фемининный		
1	2	Gianfranco Ferre m Yohji Yamamoto m	1	8	Gianfranco Ferre w Alexander Mc Queen w Yohji Yamamoto w Marc Jacobs w Jean Paul Gaultier w Christian Dior w Gucci w Roberto Cavalli w
Тенденция – мультигендерность (преобладает маскулинность) Образ – андрогинный			Тенденция – мультигендерность (преобладает фемининность) Образ – андрогинный		
2	10	Louis Vuitton m Versace m Alexander Mc Queen m Giorgio Armani m Issey Miyake m Junya Watanabe m Calvin Klein m Marni m Marc Jacobs m Jean Paul Gaultier m	2	8	John Galliano w Louis Vuitton w Givenchy w Hermes w Versace w Issey Miyake w Marni w Giorgio Armani w
3	8	Hermes m Jil Sander m Roberto Cavalli m Givenchy m Christian Dior m Gucci m John Galliano m Prada m	3	4	Jil Sander w Prada w Calvin Klein w Junya Watanabe w

Результаты исследования выявляют особенности гендерной структуры коллекций и являются примером новой сегментации моды на основе обобщения и сравнительного анализа гендерных признаков коллекций одежды, а также основой для разработки рекомендаций дизайнерам для достижения имиджевого эффекта и маркеро-ориентиров для потребителей.

## ВЫВОДЫ

1. Разработан принцип построения графической модели гендерно-ориентированного пространства моды, в котором коллекции одежды распределены соответственно своим гендерным признакам.

2. Проведена идентификация гендерно-ориентированных тенденций моды в кол-

лекциях одежды зарубежных дизайнеров (на примере сезона Весна-2011).

3. Выполнено структурирование общего пространства моды по сегментам идентифицированных тенденций на основании результатов кластеризации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рынок одежды, обуви и аксессуаров класса "luxury". Версия 3. Январь 2011. Маркетинговое исследование. – М.: Цифры. Факты. Аналитика, 2011

2. Максимова Е.В., Кузьмичев В.Е. Разработка номенклатуры признаков для гендерно-ориентированных систем "фигура-одежда" // Сб. ст. XII междунар. науч.- инновационной конф. аспирантов, студентов и молодых ученых с элементами научной школы: Теоретические знания в практические дела. – Омск, Филиал "РосЗИЛТГП", 2011. – Ч.1. – С.88...92.

3. Максимова Е.В., Кузьмичев В.Е. Разработка методики идентификации гендерных признаков в костюме // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4. С. 135...141.

4. Максимова Е.В., Кузьмичев В.Е. Анализ гендерных признаков в одежде зарубежных дизайнеров (сезон весна-лето 2011) // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №5 С.117...123.

5. Практикум по гендерной психологии / Под ред. И.С. Клециной. – СПб.: Питер, 2003. С.277...280.

6. Олдендерфер М.С., Блэйшфилд Р.К. Кластерный анализ / Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: пер. с англ.; Под. ред. И.С. Енюкова. – М.: Финансы и статистика, 1989.

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий. Поступила 28.05.12.

УДК 677.632:913.2/9

## КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ОРНАМЕНТА КОВРОВЫХ ИЗДЕЛИЙ МОНГОЛИИ

### CULTURAL AND HISTORICAL EVOLUTION OF THE ORNAMENT OF MONGOLIAN CARPETS

*Н.П. БЕСЧАСТНОВ, Ц. БАТСАЙХАН*  
*N.P. BESCHASTNOV, TS. BATSAYHAN,*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")  
E-mail: npb.art@mail.ru ; battextile@yahoo.com

*Проанализирована культурно-историческая эволюция орнамента ковровых изделий Монголии с древнейшего периода до наших дней. Выявлены особенности ковровых изделий пяти исторических периодов: древний период, период Монгольской империи, период буддизма, период социализма, современность. В каждом периоде описаны: мотивы орнаментов, композиция ковров, технология изготовления.*

*The article describes the cultural and historical evolution of the ornament of Mongolian carpets from the ancient period up to our days. The features of carpets of five historical periods have been described: the ancient period, the period of Mongol Empire, the Buddhism period, the socialism period, the present. Every period describes: the motives of ornaments, the composition of carpets, the technology of manufacture.*

**Ключевые слова:** ковер, мотив, символ, ткачество, интерьер.

**Keywords:** a carpet, a motive, a symbol, weaving, interior.

В развитии и художественном обогащении ковровых изделий доминирующее значение имело специфическое выполнение национального орнамента.

Многие произведения декоративно-прикладного искусства связаны с древними культурами и верованиями монголов [1].

Выделяемые нами периоды обоснованы тем, что с изменением верований и социальной структуры общества изменялись идеологические и общественные функции искусства. В истории создания орнамента монгольских ковровых изделий от древ-

ности до настоящего времени можно выделить следующие периоды.

- Древний период.
- Период Монгольской империи.
- Период буддизма.
- Период социализма.
- Современность.

Каждая эпоха истории Монголии создала, выработала свою систему орнамента (мотивы, формы, композиции, символы), поэтому часто по орнаменту можно определить, к какому времени относится изделие и какое функциональное, декоративное значение имело то или иное произведение искусства.

Орнамент ковровых изделий Монголии остается практически неизученной областью, не получившей должного, всестороннего и глубокого анализа, особенно в искусствоведении, поэтому эта проблема является актуальной.

Монгольский ковер и его орнамент прошел двухтысячелетний путь развития. Выделяемые нами периоды имели свои особенности как художественно-образные, так и идеологические. “В орнаменте утверждается единство человеческой художественной культуры – фундаментальные ценности всех эпох, всего человечества, объединяющие прошлое с настоящим. Ничто так ярко, как орнамент, не скажет об исторической эпохе, об особенностях породившей его культуры, ее отношениях с миром” [2].

В древнем периоде функция орнамента была магической. Замечательный шедевр древнего войлочного ковра из Ноин-Улинского кургана хуннского периода (III век до н.э.), выполненного аппликацией и простеганного, считается одной из самых ранних находок в мире.

Как показали находки произведений искусства из Ноин-Улы, “...в изобразительном искусстве хунну был широко распространен сюжет борьбы двух зверей (или зверя и птицы) – один из древнейших сюжетов в мировом искусстве” [3]. Этот войлочный ковер имеет размер 2,6×1,95 м. В центральном поле ковра помещен волнообразный орнамент, а наружная широкая кайма заполнена композицией из девяти

ти пар борющихся зверей. “В одной группе – мохнатый як поднимает на рога льва, вцепившегося зубами в его шею, в другой – гриф нападает на убегающего лося и так далее. Одну пару животных от другой отделяет бордюр из вышитых цветными нитками изображений деревьев” [1]. Узор этой каймы вышит по способу аппликации.

В настоящее время большинство исследователей признают, что изображения животных и сцен “терзания”, широко распространенные в искусстве скифской эпохи, не сводятся к изображениям орнаментально-декоративного характера, а тесно связаны с духовной жизнью кочевников. Некоторые исследователи считают, что “...так называемый “скифский звериный стиль” представляет собой систему мировоззрения, выраженную средствами прикладного искусства, а в изображениях животных видят божества скифского пантеона” [9]. Тем более, влияние традиций, техника исполнения войлочного искусства хуннской культуры в следующих периодах, на наш взгляд, во многом сказались и на аппликациях “*зэ-эгт наамал*” буддийской темы.

Геометрические формы и мотивы из мира растений играли незначительную роль. Это характерно не только для искусства Хуннского периода, но и для искусства Центральной Азии. “Бордюрами из квадратов, крестов, “боевых топоров” и других фигур украшались войлочные ковры. При простежке войлочных ковров наиболее распространенными были фигуры ромбов или системы спиралей в двух вариантах. Замечательно, что этот мотив в его хуннской трактовке позднее получил широкое распространение среди монгольских и тюркских народов и в настоящее время его можно видеть на войлочных коврах и чехлах для сундуков у бурят, киргизов и казаков” [4].

Изумительное искусство войлочных изделий засвидетельствовано и другими литературными источниками, в частности, записки европейских путешественников Плано Карпини, Вильгельма де Рубрука и Марко Поло дают об этом подробное представление. Очевидец описывает быт

монголов так: “Дом, в котором они спят, они ставят на колеса из плетеных прутьев: бревнами его служат прутья, сходящиеся кверху в виде маленького колеса, из которого поднимается ввысь шейка наподобие печной трубы; ее они покрывают белым войлоком, чаще же пропитывают также войлок известкой, белой землей и порошком из костей, чтобы он сверкал ярче; а иногда также берут они черный войлок. Этот войлок около верхней шейки они украшают красивой и разнообразной живописью. Перед входом они также вешают войлок, разнообразный от пестроты тканей. Именно они шивают цветной войлок или другой, составляя виноградные лозы и деревья, птиц и зверей”[5].

В Улан-Батаре 14.05.2012 года ученые кафедры археологии и антропологии Монгольского государственного университета сообщили, что в местности “Гозгор толгой” в сомоне Баян-Ундер, Баянхонгорского аймака Монголии найдены мумии княгини и младенца, относящиеся к Юаньской династии. Под мумиями был постелен войлочный ковер, прошитый красивым узором по технике аппликации верблюжьей шерстью. Орнамент, стиль, техника исполнения ковра доказывают, что это технология войлочного ковра древних кочевников Центральной Азии Хуннуского периода, которая традиционно продолжала развиваться в Средневековье.

Исследователь ковра Мехди Зариф считает, что в Средневековье в развитии производства ковроткачества роль монголов немаловажная: “Ряд народностей и некоторые правительственные династии, сами не будучи персами, тем не менее восприняли и сильно способствовали развитию персидского искусства. Прежде всего это относится к монголам, которые начиная с 1206 года создавали свою Империю”. Исторические источники указывают, что монголы после завоевания азиатских земель заказывали у персов огромное количество драгоценных тканей и роскошных ковров [6].

Тимуриды были страстными библиофилами, при них на западе Монгольской империи расцвело искусство книжной ми-

ниатюры. Прекрасные рисунки украшали обложки роскошных томов. В книжной иконографии прослеживается центральная композиция, которой часто сопутствуют угловые и боковые. Это композиционная схема повторялась на протяжении последующих веков в иконографии ковров, где центральному медальону сопутствуют боковые и угловые. В тот же период появляется и целый ряд буддийских декоративных мотивов: лотосы, пионы, сюжеты с ожерельями облаков [6].

По мнению Мехди Зарифа, в Китае начало изготовления ковров относится, вероятнее всего, ко времени монгольского владычества (1261 – 1368 гг.), когда была создана могущественная династия Юань. Вероятнее предположить, что первые шерстяные ворсовые ковровые промыслы появились в оазисе Бугат (Баотоу), ныне расположенном между внутренней Монголией и пустынным районом Ордос, то есть в районе, где разводили овец и не было недостатка в шерсти. “Существуют другие причины, по которым ковры в китайском искусстве никогда не занимали первостепенного места. Прежде всего, Китай не является производителем шерсти, к тому же наиболее распространенные религии (буддизм, конфуцианство, даосизм) не имели таких ритуальных установлений, которые привели к особому значению ковра, как это случилось в исламском мире, где он выполняет важную литургическую роль. И наконец, следует отметить, что для обстановки жилища предпочтение отдавалось мебели, тогда как ковровым изделиям отводилась второстепенная роль”[6].

Замечательная картина неизвестного монгольского художника “Большая охота Императора” иллюстрирует использование монголами ковров для обустройства шатров. Интересно, что ковер, который изображен на этом полотне, по цвету и мотивам очень похож на ковер кавказского стиля с композицией из трех центральных медальонов.

Во времена Монгольской империи производство ковровых изделий распространяется в Китае и расцветает в Восточном Туркестане и Персии. Мотив дракона

на кавказских коврах – это результат монгольского влияния. Выражаясь современным языком, это была передача технологии.

В XVII веке с появлением ламаизма и формированием оседлого образа жизни монголов нужда в разнообразных ковровых изделиях не уменьшилась, потребности стали разнообразнее: нужны были медитационные коврики, на которых ламы (монахи) сидели во время молитвы или медитации, а также длинные узкие дорожки, которыми покрывали скамьи для сидения в храмах. Для этого служили привозные ворсовые ковры, а в случае их недостатка – прошивные войлочные ковры для скамьи – узкие длинные, а также традиционный коврик – квадрат “олбог”.

Вместе с буддизмом в народный обиход проникло множество религиозных орнаментальных сюжетов, символов, а также некоторые запреты: например, запрет изображения животных, так как на эти изображения нельзя было наступать. Зато на простеганных войлочных коврах широко использовались геометрические, растительные и пейзажные мотивы. Следует отметить, что, несмотря на появление оседлого образа жизни, большинство населения по-прежнему жило в юртах.

Письменные и устные источники сообщают, что ковроткацкий промысел в XIX веке существовал в восточной провинции Монголии при просветителе Тогтох-Турэ.

Художественный стиль, выработанный монгольскими мастерами, имеющими дело с кожей, войлоком и тканями, при всем многообразии их творчества, по сути дела, подобен аналогичным стилям других народов Азии. Никакой другой вид народного искусства монголов не опирается так прочно на технико-художественные традиции, как искусство декоративной обработки мягких материалов. Огромная роль в украшении изделий из кожи, войлока и тканей принадлежит орнаменту, колориту, что отличает изделия монгольских художников от изделий других кочевых народов Центральной и Средней Азии и Южной Сибири [7].

С начала XX века в жизнь монгольского народа проникла европейская цивилизация. Это повлияло на образ жизни людей, на использование и производство произведений прикладного искусства.

С 1941 года в столице Монголии начался интенсивный переход к современному жилищу, в связи с чем понадобились новые виды ковровых покрытий полов.

В 1951 году в столице Улан-Баторе было создано ручное ткацкое кооперативно-промышленное предприятие “Гар хивсний хоршоолсон үйлдвэр”. Основные сюжеты тканых ковров – обычно панно с изображением зверей и пейзажа, окаймленные одноцветным фоновым полем с тонко прорисованными орнаментальными бордюрами.

Новый период в истории монгольских ковровых изделий приходится на вторую половину XX века. В Монголии начали работать машинно-ткацкие ковровые комбинаты.

На сегодняшний день на ковровых комбинатах АО “Улаанбаатар хивс”, АО “Эрдэнэт хивс” разработка и изготовление ковровых изделий находятся на таком уровне, что появилась возможность воплощения практических любых дизайнерских идей. “Модернизация текстильной индустрии, внедрение в проектирование компьютерной техники меняют технологию проектной деятельности, влияют на стиль мышления художника, а интенсификация народного хозяйства делает роль художественного проектирования еще более значительной”. Существует множество типов ковровых изделий, различающихся по методике художественного проектирования. К ним относят национальные, персидские, восточные, фольклорные, классическо-европейские, суперсовременные изделия, предназначенные на экспорт и частично – на внутренний рынок. В настоящее время ковровая продукция Монголии экспортируется в 17 стран мира.

Дизайн ковров сегодня – актуальное и востребованное направление в легкой промышленности Монголии, так как от этого зависит конкурентоспособность товара, спрос на продукцию. Ковровые изде-

лия стали неотъемлемой частью современного интересера.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Цултэм Н.* Искусство Монголии. – М., 1986.
2. *Буткевич Л.М.* История орнамента. – М., 2008
3. *Руденко С.И.* Древнейшие в мире художественные ковры и ткани. – М., 1968.
4. *Руденко С.И.* Культура хуннов и ноин-улинские курганы. – М.-Л., 1962.

5. *Карпини. П.* История монголов. Рубрук. В. Путешествие в восточные страны. – СПб., 1911.

6. *Мехди Зариф.* Ковры: Справочник. – М., 2006.

7. *Кочешков Н.В.* Народное искусство монголов. – М.1973.

8. *Бесчастнов Н.П.* Графика текстильного орнамента. М., 2004.

9. *Вахтина М.Ю.* Греческие поселения северного причерноморья и кочевники в VII – VI вв. до н.э. – Новочеркасск, 1989.

Рекомендована кафедрой рисунка и живописи.  
Поступила 21.91.13.

УДК 745.05.04

## ЯЗЫК РЕКЛАМНОГО ПЛАКАТА НАЧАЛА XXI ВЕКА (НА ПРИМЕРЕ РЕКЛАМЫ ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ)

### THE LANGUAGE OF ADVERTISING POSTERS OF THE FIRST PART OF THE XXI CENTURY (ON THE EXAMPLE OF ADVERTISING PRODUCTS OF TEXTILE INDUSTRY)

*К.Р.САМОРУКОВА, В.Ф.СИДОРЕНКО*  
*K.R. SAMORUKOVA, V.F.SIDORENKO*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
(Moscow State Textile University “A.N. Kosygin”)  
E-mail: camorukova@mail.ru; svf@mail.ru.

*В статье освещаются вопросы компоновки рекламного плаката. Рассматриваются требования, предъявляемые к нему. Статья содержит рекомендации по визуальным образам, шрифтовой составляющей и передаче цвета в рекламном плакате.*

*The article studies the questions of configuration of an advertising poster. The requirements made on it are considered. The article contains recommendations for visual images, a font component and color transmission on an advertising poster.*

**Ключевые слова:** рекламный плакат, визуальный образ, закономерности дизайна, шрифт.

**Keywords:** an advertising poster, a visual image, laws of design, a font.

Рассматривая тенденции развития плаката в XX веке, нетрудно заметить, что фотография к концу века уверенно заняла доминирующее место в формообразовании плаката, потеснив рисованную графику и текст. Обзор плакатов современных круп-

нейших рекламных и креативных агентств мира подтверждает этот вывод. Подавляющее большинство плакатов построено на ярком визуальном образе, созданном средствами фотографии, а шрифтовая составляющая зачастую занимает лишь ма-

лую площадь и служит расшифровкой или пояснением к иллюстрации. Тем не менее, роль текста в смыслообразовании и композиции рекламного послания всегда оставалась высокой. Не случайно жанр шрифтового плаката считается пробным камнем высокого профессионализма в современном графическом дизайне. Срединное положение между этими двумя полюсами занимает группа плакатов, построенных на равноценном взаимодействии фотографии и текста.

В каждой из названных групп (фотографический плакат, текстовый плакат, текстово-фотографический плакат) есть свои особенности и закономерности композиционного построения и смыслообразования.

Общим для плакатного жанра в рекламе является то, что кратковременность воздействия наружной рекламы (плаката) и законы восприятия диктуют жесткие требования минимализма: минимум средств – максимум информации. Для дизайнера всегда существует вопрос – может ли быть содержание более сжатым?

Роль визуального образа и текста в плакате зависит от назначения плаката. Например, в наружной рекламе визуальному образу отводится главенствующая роль, что связано с динамикой городской жизни, не оставляющей времени для чтения больших текстов. Чтобы сюжет мгновенно читался, должна быть "визуальная интрига" по теме рекламируемого продукта или услуг фирмы, желательно на грани "фола", должно быть нечто необычное. Тут необходим поиск сильных образов при максимальной простоте и элегантности минималистского стиля.

К этой группе также относится подгруппа, где иллюстративная составляющая создается изобразительными, станковыми методами. Рисованные от руки элементы плаката все больше вытесняются фотографическими и компьютерной графикой.

Приемы визуального мышления по Хенри Вулфу очерчивают круг таких визуальных образов: неожиданные комбинации, необычная перспектива (вспомните рекламу Nike), повторение (суп Campbell

Энди Уорхола), движение – мобильные символы (например, флаги) масштаб, шрифт как дизайнерский элемент, противопоставление (например, тех, кто пользуется продуктом, с теми, кто им не пользуется), цвет, коллаж, невероятные, нереальные образы, юмор объект (очки SunglassHut), мода и красота, секс и романтика, знаменитости.

Для плакатов, которые экспонируются в интерьере, более характерно равноправие фотографии и текста. Воздействие такого плаката двухэтапное. Сначала привлекает внимание визуальный образ или крупно написанное слово, затем адресат считывает более подробную информацию, представленную в тексте. Большое значение придается слогану, который также акцентируется размером кегля. Изображение и текст строятся как единое композиционное и смысловое целое (стиль шрифта и фотографии, пропорции, ритм, цветотональные массы).

Визуальный образ шрифтового плаката строится исключительно на режиссуре цветотональных масс и пропорционально-ритмических взаимодействиях шрифтовых блоков. При этом смысловой акцент делается на ключевом слове (название фирмы, ключевое слово рекламного обращения и т.п.). Такие плакаты имеют место как в наружной рекламе, так и в рекламе внутри помещений.

Один из старейших брендов, рекламирующихся шрифтовыми плакатами – журнал Economist. Надо сказать, что и он со временем стал применять визуальные образы, сохранив при этом стиль – белые элементы дизайна на красном фоне.

Знаменитая серия рекламных плакатов, посвященная ирландскому пабу "Гарсиас", представляет девятидневную переписку влюбленных. Эта кампания нарушила ряд традиционных правил наружной рекламы, полагаясь только на текст, без картинок, и используя длинные фразы. Но в то же время интрига, юмор и удачный дизайн шрифта побуждают людей читать длинный текст и вознаграждают их за это хорошим настроением, а рекламодателя – известностью.



## ВЫВОДЫ

1. Плакаты делятся на три больших группы (фотографический плакат, текстовый плакат, текстовофотографический плакат) и четвертую, где иллюстративная составляющая создается изобразительными, станковыми методами. В каждом типе есть закономерности.

2. Общий принцип – лаконизм.

3. В основе большинства рекламных плакатов периода 2011 - 2012 гг. лежит визуальный образ, а текст является пояснением к нему.

4. Идея в рекламном плакате должна быть выражена минимальными средствами просто и коротко, но ясно.

5. Существуют категории визуальных образов, неизменно привлекающие внимание, это: неожиданные комбинации, необычная перспектива, повторение, движе-

ние, мобильные символы, масштаб, шрифт как дизайнерский элемент, противопоставление, цвет, коллаж, невероятные, нереальные образы, юмор, объект, мода и красота, секс и романтика, знаменитости.

6. Плакат должен восприниматься как единое целое. Необходима связь и взаимодействие между всеми элементами. Стилиевое направление должно быть выдержано как в иллюстративной, так и в шрифтовой составляющей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Огилви Дэвид* // Огилви о рекламе. – Эксмо, 2007. С.79, 86
2. <http://www.ruan.ru/print/wide-frame/articles/02/>

Рекомендована кафедрой графического дизайна и рекламы. Поступила 21.01.13.

УДК 678.023:66

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИЛЛЮМИНАТОРА САМОСПАСАТЕЛЯ

### EXPERIMENTAL DEFINITION OF THE PARAMETERS OF THE WINDOW OF A SELF-RESCUER

*М.В. СУРИКОВА, О.В. МЕТЕЛЕВА, Е.И. КОВАЛЕНКО*  
*M.V.SURIKOVA, O.V.METELEVA, E.I.KOVALENKO*

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

E-mail: surikovsm@mail.ru, olmet07@yandex.ru, elis-k@list.ru

*Представлены результаты экспериментального определения поля зрения смотрового окна (иллюминатора) самоспасателя. Обоснованы минимальные параметры длины смотрового окна для проектирования конструкции самоспасателя.*

*The results of experimental definition of a vision field of an observation port (window) of a self-rescuer have been presented. The minimum parameters of length of an observation port for designing of self-rescuer construction have been proved.*

**Ключевые слова:** средства индивидуальной защиты лица и головы, самоспасатель, площадь поля зрения, смотровое окно, иллюминатор.

**Keywords:** means of individual defense of a person's face and head, a self-rescuer, area of a vision field, an observation port, a window.

В настоящее время все более широкое распространение получают компактные средства индивидуальной защиты органов лица и головы (СИЗЛиГ) фильтрующего типа – самоспасатели. Они предназначены для своевременной защиты человека от опасных факторов и для безопасной самостоятельной эвакуации из задымленных помещений во время пожара, зон террористических актов и техногенных аварий.

В результате аналитических расчетов обоснованы параметры лица и головы, необходимые для проектирования конструкции самоспасателя [1], [2].

Самоспасатель должен быть универсального размера для всего взрослого населения, включая женщин и мужчин, с возможностью подгонки в соответствии с индивидуальными особенностями пользователя. При этом человек в одетом самоспасателе должен иметь возможность перемещаться в пространстве, совершать повороты головы вверх-вниз и в стороны для того, чтобы видеть препятствия, например, при спуске-подъеме по лестнице в задымленных помещениях.

Параметры смотрового окна должны быть спроектированы с учетом угла поля зрения по горизонтали и по вертикали. Максимальные размеры длины смотрового окна могут быть определены из параметра "диаметр лица поперечный" [1].

В общих технических требованиях, представленных в различной нормативно-технической документации, в числе основных показателей, характеризующих свойства самоспасателей, является ограничение площади поля зрения в нем. При рациональной длине иллюминатор капюшона должен обеспечивать общее поле зрения не менее 70 % от поля зрения человека без капюшона, либо площадь поля зрения должна быть признана приемлемой в процессе эксплуатационных испытаний [3...6].

Цель настоящего исследования – оценить влияние угла поля зрения на параметры смотрового окна (иллюминатора) самоспасателя.

В качестве объектов исследования выбраны самоспасатели двух видов: капюшон (М1) и плащ (Б2) – экспериментальные образцы, изготовленные в соответствии с новыми конструкторско-технологическими решениями.

Самоспасатель М1 представляет собой капюшон, полностью закрывающий голову, в котором закреплены респиратор и иллюминатор.

Самоспасатель Б2 представляет собой плащ, с закрепленным капюшоном, который также закрывает голову, с респиратором и большим иллюминатором.

В статическом положении поле зрения человека в самоспасателе определяют по методу [7] с помощью прибора периграфа проекционного универсального. Определяют границы поля зрения, которые человек видит неподвижным глазом при проекции их на сферическую поверхность. Этим устраняется грубое искажение, неизбежное при проекции на плоскость.

В соответствии с требованиями к участию в исследованиях могут быть допущены люди любого возраста и пола, но с хорошим зрением: без патологических изменений органа зрения, с остротой зрения каждого глаза не менее 0,8, без коррекции и без нарушений полей зрения. Испытания каждого СИЗ проводят не менее чем на 9 испытуемых.

В среднем нормальные периферические границы поля зрения на белый цвет равны: кнаружи 90°, кверху 50...55°, кверху кнаружи 70°, кверху кнутри 60°, кнутри 50°, книзу 65...70°, книзу кнаружи 90°, книзу кнутри 50°. Это границы монокулярного поля зрения, индивидуальные колебания которого не превышают 5...10°. Результаты периметрии заносят на бланк-схему (рис. 1).

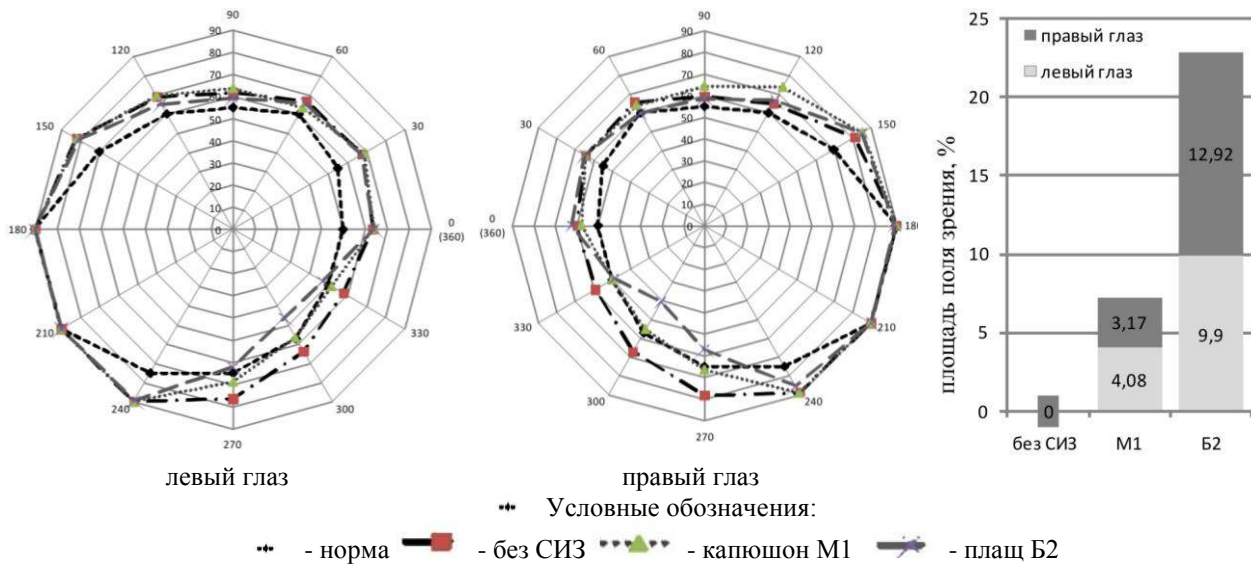


Рис. 1

В результате исследований установлено, что параметры иллюминатора проектируемых СИЗ М1 и Б2 соответствуют требованиям НТД и снижение общего поля зрения находится в пределах 30% (рис. 1).

В результате экспериментальных исследований определены минимальные параметры иллюминатора. Для этого иллю-

минатор с каждой стороны заклеивался непрозрачной полоской с шагом в 1 см и 0,5 см. Крайняя граница иллюминатора ограничена внешним углом глаза испытателя. При длине иллюминатора 160, 140, 120, 110 мм суммарная граница поля зрения практически не изменялась и находилась в пределах 30% (рис. 2).

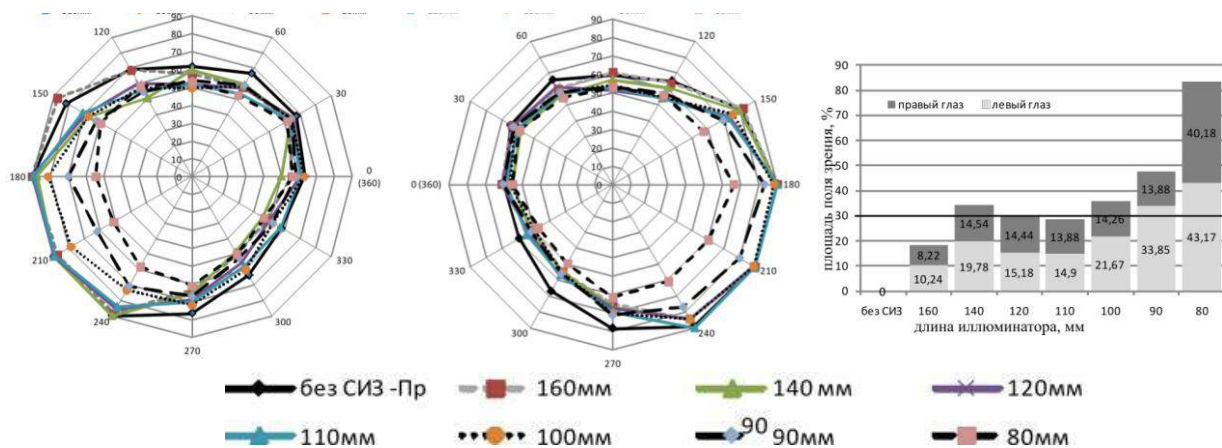


Рис. 2

При длине иллюминатора 100 мм и менее наблюдается значительное снижение площади границ поля зрения: при длине 100 мм – на 36%, при длине 80 мм – на 83%. Таким образом, в самоспасателе длина иллюминатора должна быть не менее 110 мм. В этом случае обеспечивается достаточный минимум обзора, соответствующий требованиям НТД, а именно 70% от поля зрения человека без самоспасателя.

Проектирование длины иллюминатора менее 100 мм приведет к резкому ограничению поля зрения – до 80% и невозможности эвакуации. Учитывая возможность изготовления самоспасателей из различных материалов для обеспечения заданного уровня защиты от агрессивных факторов за счет комбинации материалов с различными характеристиками, в том числе непрозрачных, знания о минимальных па-

раметрах иллюминатора создают условия для проектирования самоспасателей, способных не только создать необходимый уровень защитных свойств, но и гарантировать хорошую ориентацию в пространстве и возможность вовремя заметить опасность.

## ВЫВОДЫ

Определены параметры иллюминатора самоспасателя – минимальная величина составляет 110 мм, что обеспечивает 70% от поля зрения человека без средства индивидуальной защиты.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Коваленко Е.И., Метелева О.В., Сурикова М.В. Антропометрическое исследование лица и головы и обоснование параметров для проектирования конструкции самоспасателя // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2012. Том 15, № 1. С. 51...55.

2. Кузнецова А.В., Кузьмичев В.Е. Совершенствование проектирования манекенов фигур типового

телосложения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №1. С. 99...104.

3. ГОСТ 12.4.041–2001. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующие. Общие технические требования.

4. ГОСТ Р 22.9.09–2005. Национальный стандарт Российской Федерации. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Средства индивидуальной защиты населения в чрезвычайных ситуациях. Самоспасатели фильтрующие. Общие технические требования.

5. ГОСТ Р 12.4.191–99. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Полумаски фильтрующие для защиты от аэрозолей. Общие технические условия.

6. НПБ 302–2001. Нормы пожарной безопасности. Техника пожарная. Самоспасатели фильтрующие для защиты органов дыхания и зрения людей при эвакуации из помещений во время пожара. Общие технические требования. Методы испытаний.

7. ГОСТ 12.4.008–84. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты. Метод определения поля зрения.

Рекомендована кафедрой технологии швейных изделий. Поступила 01.02.13.

УДК 677.052.952

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ  
ЗАЖИМНОГО МЕХАНИЗМА  
ВЫСОКОСКОРОСТНОГО БОБИНОДЕРЖАТЕЛЯ ОСЕВОГО ПРИВОДА**

**DESIGNING OF TECHNICAL PARAMETERS  
OF A CLAMPING MECHANISM  
OF A HIGH SPEED BOBBIN HOLDER OF AXIAL TYPE**

*П.А. БАШАШИН*  
*P.A. BASHASHIN*

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

*В статье рассмотрены основные требования, предъявляемые к высокоскоростным бобинодержателям, методика проектирования основных звеньев высокоскоростного бобинодержателя бесфрикционного типа.*

*Предложенная методика проектирования позволяет создать оптимальную конструкцию высокоскоростного бесфрикционного бобинодержателя для наматывания стеклянных и базальтовых нитей.*

*The article describes basic requirements made on high speed bobbin holders, the methods of designing basic units of a high speed bobbin holder of axial type. The methods of designing described in the article makes it possible to make optimal construction of a high speed holder of axial type for winding glass and basalt threads.*

**Ключевые слова:** бобинодержатель, проектирование, определение размеров, зажимающий кулачок, бобина, кулачковый диск, вал.

**Keywords:** a bobbin holder, designing, size definition, a clamping droplet, a bobbin, a droplet disk, a shaft.

При проектировании высокоскоростных бобинодержателей кулачкового типа [1], [2] необходимо выполнить несколько обязательных условий: все вращающиеся звенья и механические системы должны иметь геометрическую и силовую симметрию относительно оси вращения бобинодержателя; центрирование и зажатие

сменной бобины кулачками должно осуществляться одновременно в двух ее поперечных сечениях I-I и II-II, удаленных от концов бобины соответственно на расстояние  $s = 25...30$  мм; в каждом указанном поперечном сечении центрирование бобины должно осуществляться по трем равноудаленным друг от друга точкам,

расположенным на одной окружности, соосной с осью вращения бобинодержателя; три абсолютно одинаковых кулачка, центрирующих бобину в каждом поперечном сечении, должны иметь между собой жесткую кинематическую связь в виде кривошипно-шатунного устройства; две противоположные точки центрирования, находящиеся в разных поперечных сечениях, должны располагаться на одной образующей бобины.

В качестве примера приводим новую методику проектирования зажимного механизма высокоскоростного бобинодержателя осевого привода для наматывания базальтового ровинга.

Подбором технических параметров зажимного механизма высокоскоростного

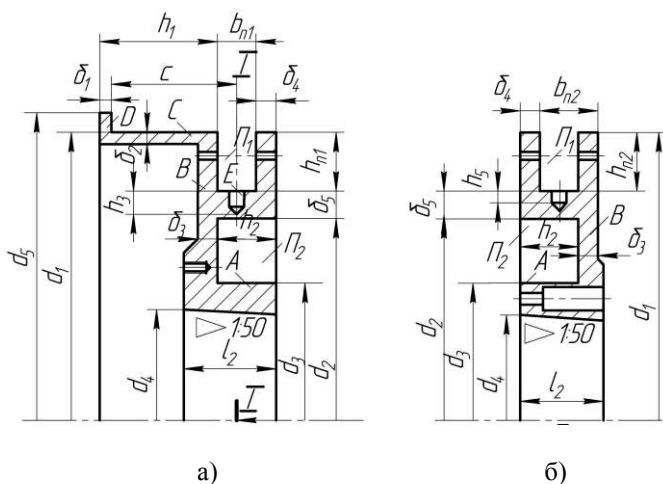


Рис. 1

Наружный диаметр направляющего стакана С:  $d_1 = d_0 - 2\Delta_1$ , где  $d_0$  – номинальный диаметр осевого отверстия цилиндрической бобины (рис. 1);  $\Delta_1 = 1...2,5$  мм – радиальный (кольцевой) зазор между направляющим стаканом С и бобиной.

Высота стакана  $h_1 = c + \delta_1 - b_{п1}/2$ , где  $\delta_1 = 1,5...2$  мм – толщина буртика D;  $b_{п1} = 8...10$  мм – ширина кольцевого канала  $\Pi_1$ .

Толщину  $\delta_2$  стенки стального стакана можно брать равной  $1,5...2$  мм. Если стакан дополнительно выполняет роль тормозного барабана, то его толщину следует увеличить до  $2,5...3$  мм. Толщину  $\delta_3$  дна В следует брать несколько больше толщины

бобинодержателя осевого привода можно добиться высокой точности центрирования сменной бобины. Значение смещения зависит от точности центрирования сменной бобины с помощью зажимающего устройства.

Определим основные размеры кулачкового диска 1 (рис. 1 – схемы к проектированию кулачковых дисков: а и б – кулачковые диски соответственно 1 и 2), который состоит из ступицы А, дна В, направляющего стакана С, ограничительного буртика D, кольцевых каналов  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ , конического посадочного отверстия с максимальным диаметром  $d_4$  и других элементов.

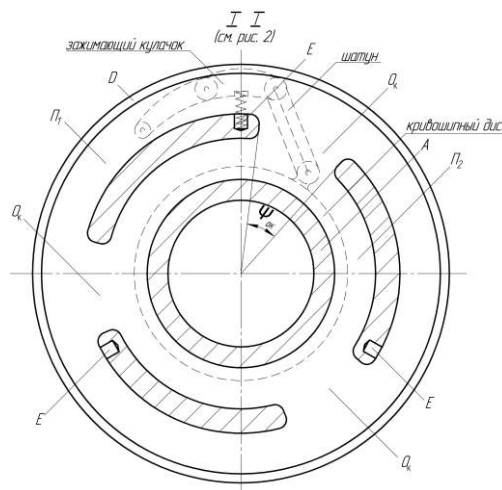


Рис. 2

$\delta_2$  стенки стакана. При  $d_1 \geq 100$  мм –  $\delta_3 = 3,5...5$  мм. Толщину  $\delta_4$  правой стенки кольцевого канала  $\Pi_1$  можно брать равной  $2...2,5$  мм, а толщину  $\delta_5$  дна этого канала – выбирать в зависимости от длины  $l_{пр.сж}$  пружины сжатия, устанавливаемой в радиальном глухом отверстии E:  $l_{пр.сж} \approx 6 \Delta_1$ , где  $l_{пр.сж}$  – длина сжатой пружины.

Глубина глухого отверстия E:  $h_3 \approx 0,5 l_{пр.сж} = 3\Delta_1$ .

Ширина  $b_{п1}$  и глубина  $h_{п1}$  кольцевого канала  $\Pi_1$  зависят от размеров зажимающего кулачка и величины радиального зазора  $\Delta_1$  ( $b_{п1} = 8...10$ , а  $h_{п1} = 10...12$  мм).

В дне кольцевого канала  $\Pi_1$  предусмотрены три радиальных глухих отверстия E

(рис. 1 и рис. 2), фиксирующих положения пружин сжатия, установленных по одной под правым плечом каждого зажимающего кулачка, и три окна  $O_k$  для прохода шатунов, передающих движение от кривошипного диска зажимающим кулачкам. Рис. 2 – схемы расположения радиальных глухих отверстий  $E$  и окон  $O_k$  в дне кольцевого канала  $\Pi_1$ . Центральный угол  $\psi_{ок}$ , соответствующий одному окну, зависит от длины и ширины шатуна и размеров двуплечего зажимающего кулачка. Значительно проще находить размеры окна графическим методом после определения основных размеров всех звеньев, входящих в состав кривошипно-шатунного зажимающего устройства.

Определим размеры плоского двуплечего зажимающего кулачка.

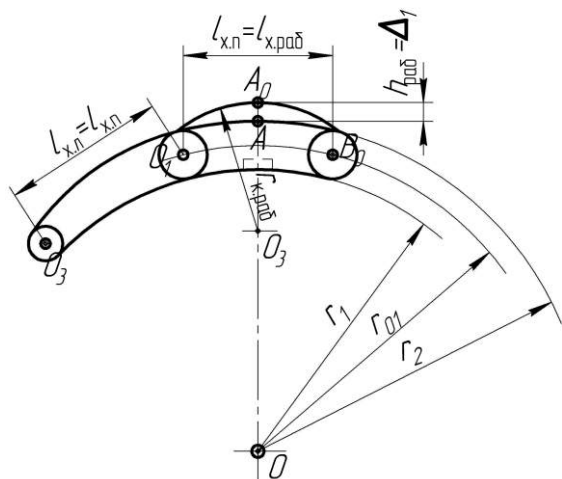


Рис. 3

В рабочем положении бобинодержателя из кольцевого канала  $\Pi_1$  выступает только рабочий профиль зажимающего кулачка высотой  $h_{раб}$  (рис. 3 – схема к проектированию двуплечего зажимающего кулачка). В этом случае радиус кривизны нерабочего профиля правого плеча кулачка  $r_2 = d_1/2 = (d_0 - 2\Delta_1)/2$ , а радиус кривизны рабочего профиля этого плеча  $r_{к.раб} \approx 0,3r_2 = 0,15d_1$ .

Длину хорды правого плеча кулачка не следует брать больше  $r_{к.раб}$ :

$$l_{x.п} = O_1B_1 = r_{к.раб} = 0,15d_1.$$

Длина хорды левого плеча зажимающего кулачка  $l_{x.л} \leq l_{x.п}$ .

При проектировании бесфрикционного бобинодержателя с горизонтально расположенным валом  $l_{x.л} = l_{x.п} = 0,15d_1$ .

Номинальная толщина  $\delta_k$  и высота  $h_k$  правого плеча в его поперечном сечении, проходящем через точку контакта  $A_0$  (рис. 3):

$$\begin{aligned} \delta_k &= b_{к.раб} + (2...2,5) \text{ мм}, \\ h_k &= r_2 - r_1 + \Delta_1, \end{aligned}$$

где  $b_{к.раб} = 6...8$  мм – длина контактной полоски;  $2...2,5$  мм – максимальный размер фаски на рабочем профиле правого плеча зажимающего кулачка.

Кулачок можно изготавливать из высокопрочного чугуна (ВЧ60-2) методом точно литья в выплавляемую модель.

Номинальная ширина кольцевого канала  $\Pi_1$ :

$$b_{п1} = \delta_k = b_{к.раб} + (2...2,5) \text{ мм},$$

а глубина кольцевого канала:

$$h_{п1} = r_2 - r_1 + 2\Delta_1.$$

Конец левого плеча кулачка в рабочем положении должен находиться от дна кольцевого канала  $\Pi_1$  на расстоянии  $\Delta_2 = \delta_0/2$ , где  $\delta_0$  – допуск на выполнение диаметра  $d_0$  осевого отверстия цилиндрической бобины.

Ни одна наружная точка левого плеча зажимающего кулачка не должна выходить за пределы кольцевого паза  $\Pi_1$ .

Диаметр окружности по основанию дна канала  $\Pi_1$ :  $d_2 = d_1 - 2(h_{п1} + \delta_5)$ , а наружный диаметр цилиндрической ступицы  $A$ :  $d_3 = d_2 - 2(\delta_{кр} + b_{ш})$ , где  $\delta_{кр}$  и  $b_{ш}$  – толщина кривошипного диска и ширина шатуна.

Кривошипный диск следует изготавливать из антифрикционного серого чугуна АСЧ18-36.

Диаметр конического отверстия в ступице  $A$ :

$$d_4 = d_3 - (10...15) \text{ мм} = d_2 - 2(\delta_{кр} + b_{ш}) - (10...15) \text{ мм}.$$

Диаметр вала 1 на участке а:  $d_a=d_4-5$  мм.

Полученный результат расчета  $d_a$  следует округлять до ближайшего номинального размера, значащегося в нормальном ряду для подшипников качения.

Глубина кольцевой проточки, необходимой для размещения в ней кривошипного диска:

$$h_2 = d_{п1} + \delta_4,$$

а общая длина ступицы А диска 1:

$$\ell_2 \geq h_2 + \delta_3 + 10 \text{ мм.}$$

Номинальный диаметр  $d_5$  буртика D следует брать равным наружному номинальному диаметру сменной бобины.

Кулачковый диск 1 можно изготавливать из конструкционной стали 30.

Так как кулачковый диск 2 жестко крепится на конце консоли  $b$  вала 1, то при проектировании необходимо стремиться к уменьшению его массы до возможного минимума, что достигается путем уменьшения диаметров  $d_3$  и  $d_4$  (рис. 1), ширины  $b_{п2}$  кольцевого канала  $\Pi_1$ , длины  $\ell_2$  ступицы А и толщин стенок канала  $\Pi_1$ . Наибольший эффект достигается при изготов-

лении диска 2 из легкого сплава Аl9 или Аl19.

## ВЫВОДЫ

1. Высокоскоростной бобинодержатель – весьма ответственное устройство, требующее высокой точности изготовления (не ниже 7-го качества для вращающихся звеньев) и высокой точности динамической балансировки ( $e \leq 0,1g/\omega^2_{\text{раб}}$ ).

2. Приведенная выше методика проектирования позволяет создать оптимальную конструкцию зажимающего механизма высокоскоростного бобинодержателя и добиться высокой точности центрирования сменной бобины.

## ЛИТЕРАТУРА

1. SU, авт. свид. № 962164, В65Н, 54/54, Прошков А.Ф., Мельникова О.А. Бобинодержатель, 1982.

2. RU, патент. № 108030 U1, В65Н, 54/32, Башакин П.А. Бобинодержатель, 2011.

3. Прошков А.Ф. Расчет и проектирование машин для производства химических нитей и волокон: Учебник для вузов. – М.: РИО МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2001.

Рекомендована кафедрой технологических машин и оборудования. Поступила 07.12.12.

УДК 677.024

## СИЛА ПРИБОЯ КАК ЧАСТЬ ВЕКТОРА СУММАРНОГО НАТЯЖЕНИЯ ВЕТВЕЙ ЗЕВА ОСНОВЫ, ПРЕДЕЛЫ ЕЕ ОГРАНИЧЕНИЯ

## EFFECT OF A BEATING AS THE PART OF THE VECTOR OF TOTAL TENSION OF THE BRANCHES OF A WARP JAW, THE BOUNDS OF ITS LIMITATIONS

*В.А. МАКАРОВ, Б.А. СУРКОВ, Е.Н. ХОЗИНА*  
*V.A. MAKAROV, B.A. SURKOV, E.N. HOZINA*

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

*Предложены формулы расчета суммарного вектора натяжения ветвей зева, а следовательно, и ткани, по параметрам зева, натяжению ветвей зева и в зависимости от коэффициента перетяжки его ветвей. Найдено векторное и скалярное выражения для определения силы прибоя и установ-*



лены верхняя и нижняя границы ее возможной величины. Предложена формула для расчета силы смещения прибываемой уточины по поверхности берда. Предлагаемая методика позволяет вычислить максимальную нагрузку, которая может быть приложена к берду батанного механизма ткацкой машины, предназначенной для выработки ткани заданного ассортимента.

*The formulas of calculation of a total vector of the tension of jaw branches and consequently the tension of fabric by jaw parameters, tension of jaw branches have been offered depending on the coefficient of its branches constriction. Vector and scalar expression for definition of beating force has been found, and the right and low bound of it possible value has been established. The formula for calculation of shifting force of a beat weft along a hip surface has been offered.*

**Ключевые слова:** сила прибора, прибор, зев, уточина, ткань, бердо.

**Keywords:** beating force, beating, a jaw, a weft, fabric, a reed.

В процессе прибора натяжение ткани и основы изменяются [1], так как бердо батана при приборе дополнительно натягивает нити основы и соответственно ослабляет натяжение ткани. Бердо воздействует на опушку ткани и на нити основы через прибываемую уточину и через ряд ранее прибывших уточин, поэтому натяжение нитей основы в процессе прибора непрерывно увеличивается как от зевобразования, так и от прибора. В точке касания опушки ткани и фронта берда (в точке прибора  $\theta$ ) сила воздействия возникает и развивается, а при отходе берда сила воздействия опушки ткани на бердо постепенно уменьшается и исчезает. Величина этой силы, перпендикулярная поверхности берда, и есть "сила прибора"  $F_{\text{ПРБ}}$ .

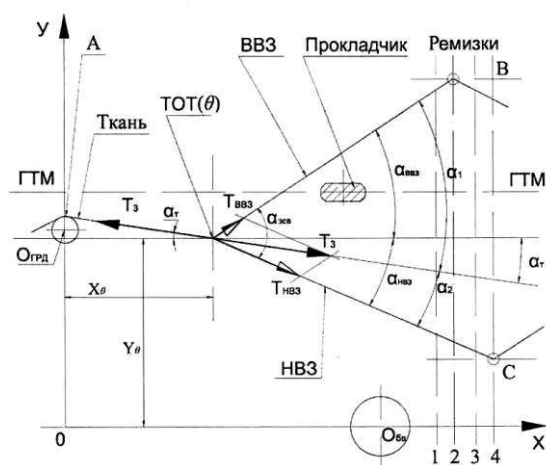


Рис. 1

Сила прибора направлена по нормали к фронту берда и является проекцией на нормаль к фронту берда разности вектора суммарного натяжения ветвей зева основы от зевобразования, или  $\Sigma T_{\text{ЗЕВ}}$ , и направленного противоположно последнему вектора  $T_{\text{Т}}^{\text{ПРБ}}$  натяжения ткани, формируемой бердом в процессе прибора (рис. 1 – параллелограмм сил натяжения ветвей зева основы и ткани).

В векторной форме это положение можно записать в виде:

$$\vec{T}_3 - \vec{T}_{\text{Т}}^{\text{ПРБ}} = \vec{F}_{\text{ПРБ}}^{\text{N}} + \vec{F}_{\text{ПРБ}}^{\text{т}}, \quad (1)$$

где  $T_3 = \Sigma T_{\text{ЗЕВ}}$  (н) – суммарный вектор натяжения ветвей зева основы;  $T_{\text{Т}}^{\text{ПРБ}}$  (н) – сила натяжения свободного участка ткани на участке "опушка – опушкодержатель (грудница)" во время прибора;  $F_{\text{ПРБ}}^{\text{N}}$  (н) – нормальная (к фронту берда) составляющая силы взаимодействия берда, опушки ткани и ветвей зева, то есть сила прибора;  $F_{\text{ПРБ}}^{\text{т}}$  (н) тангенциальная составляющая силы воздействия берда на опушку ткани.

Нормальная составляющая, или сила прибора, будет равна:

$$F_{\text{ПРБ}}^{\text{N}} = \left[ T_3 - T_{\text{Т}}^{\text{ПРБ}} \right] \cos \beta_{\text{ПРБ}}, \quad (2)$$

где  $\beta_{\text{ПРБ}}$  – угол прибоа, или угол между направлением свободного участка ткани и нормалью к поверхности берда, град.

Угол прибоа:

$$\beta_{\text{ПРБ}} = \alpha_{\text{T}} - \alpha_{\text{БРД}}^{\text{ПРБ}} \quad (0^\circ \leq \beta_{\text{ПРБ}} \leq \pm 10^\circ), \quad (3)$$

где  $\alpha_{\text{T}}$  – угол наклона свободного участка ткани [2] ( $0^\circ < \alpha_{\text{T}} < \pm 6^\circ$ ), град;  $\alpha_{\text{БРД}}^{\text{ПРБ}}$  – угол

между нормалью к поверхности берда и горизонталью во время прибоа, или угол наклона поверхности берда во время прибоа к оси координат ОУ ( $\alpha_{\text{БРД}}$ ), град.

Величина угла  $\alpha_{\text{БРД}}^{\text{ПРБ}}$  в процессе прибоа

изменяется и зависит от величины пути прибоа  $S_{\text{ПРБ}}$  и прибойной полоски  $\lambda_{\text{ПП}}$ , от угла качания батана  $\alpha_{\text{БАТ}}$  и от наклона берда к вертикали в момент прибоа. Величина угла  $\alpha_{\text{БАТ}}$  зависит от параметров установленного зева и коэффициента перетяжки ветвей зева  $C_{\text{T}}$  [2].

На рис. 2 показано взаимодействие фронта берда с опушкой ткани и ветвями зева в процессе прибоа.

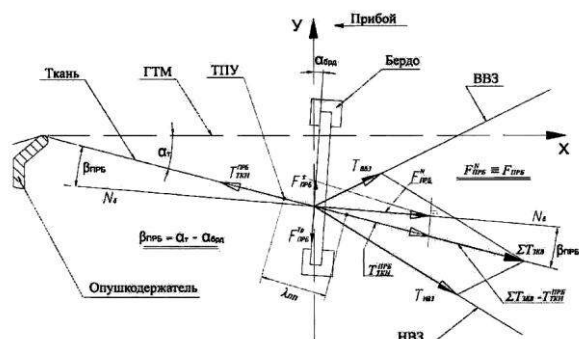


Рис. 2

Если  $\beta_{\text{ПРБ}} \neq 0$ , то появится сила  $F_{\text{ПРБ}}^{\text{т}}$ , параллельная фронту берда и смещающая опушку ткани и прибываемую уточину как по поверхности берда, так и относительно уточин, ранее уложенных в ткань:

$$F_{\text{ПРБ}}^{\text{т}} = [T_3 - T_{\text{T}}^{\text{ПРБ}}] \sin \beta_{\text{ПРБ}}. \quad (4)$$

Нормальная составляющая силы прибоа  $F_{\text{ПРБ}}^{\text{N}}$  вызовет появление силы трения

$F_{\text{ПРБ}}^{\text{ТР}}$  между фронтальной поверхностью зубьев берда, прибываемой уточины и нитями основы, которая будет направлена против силы  $F_{\text{ПРБ}}^{\text{т}}$ .

Величина силы трения  $F_{\text{ПРБ}}^{\text{ТР}}$  будет определяться величиной  $F_{\text{ПРБ}}^{\text{N}}$  и значением коэффициентов трения уточины о зубья берда  $\mu_{\text{ТР}}$  и о нити основы  $\mu_{\text{УО}}$ .

В зависимости от соотношения этих величин:  $F_{\text{ПРБ}}^{\text{ТР}}$  и  $F_{\text{ПРБ}}^{\text{т}}$  прибываемая уточина будет либо оставаться на поверхности берда, либо перемещаться в направлении силы  $F_{\text{ПРБ}}^{\text{т}}$  относительно ранее сформированной ткани и поверхности берда.

Прибываемая уточина, смещаясь по вертикали или оставаясь прижатой к поверхности берда, будет опускаться или подниматься относительно предыдущей уточины, уложенной в опушку ткани. В соответствии с раппортом переплетения ткани и перетяжкой ветвей зева будет происходить вертикальное перемещение как прибываемой, так и ранее прибитых уточин на пути прибоа и в прибойной полоске и таким образом будет формироваться ткань соответствующей фазы строения, структуры и плотности.

Принято считать, что при инерционном прибое в нормализованном процессе ткачества сила натяжения ткани во время прибоа  $T_{\text{T}}^{\text{ПРБ}}$  не должна принимать нулевого значения, а должна оставаться на уровне заправочного натяжения основы  $T_{\text{ЗАПР}}$  (натяжения ткацкой заправки при заступе основы  $T_{\text{ЗАСТ}}$ ,  $T_{\text{ЗАПР}} = T_{\text{ЗАСТ}}$ ) или быть несколько ниже его, то есть:

$$T_{\text{T}}^{\text{ПРБ}}_{\text{МИН}} \approx k_{\text{TЗО}} T_{\text{ЗАПР}} \approx k_{\text{TЗО}} T_{\text{ЗАСТ}},$$

где  $1,0 \geq k_{\text{TЗО}} \geq 0,7$ .

Это условие является первым пределом ограничения силы прибоа, так как в случае увеличения силы прибоа натяжение ткани при прибое  $T_{\text{T}}^{\text{ПРБ}}$  упадет ниже означенного уровня  $k_{\text{TЗ}} T_{\text{ЗАПР}}$ , что приведет к так называемому эффекту "набивания ткани":

$$T_{\text{T}}^{\text{ПРБ}}_{\text{МИН}} = (0,7 \dots 1,0) T_{\text{ЗАПР}}. \quad (5)$$

Вторым пределом ограничения силы прибора является условие о том, что максимальное натяжение каждой основной нити при приборе не должно превысить значения в 25...32 % от ее разрывной прочности. При определении максимальных значений силы прибора нужно исходить из условия минимальной прочности нитей основы.

Принимая  $T_T^{ПРБ\ мин} = k_{ТЗО} T_{ЗАПР}$ , а  $k_{ТЗЕВ} = (0,25...0,32)$  и выражая  $\Sigma T_{ЗЕВ}^{МАКС}$  через  $\alpha_{НВЗ}$  и  $T_{ВВЗ}^{РАЗРЫВ}$  уравнение (1) можно представить в виде:

$$k_{ТЗЕВ} \frac{\sin \alpha_{ЗЕВ}}{\sin(\alpha_{ВВЗ} - \alpha_T)} \bar{T}_{ВВЗ}^{РАЗРЫВ} - k_{ТЗО} \bar{T}_{ЗАПР} = \bar{F}_{ПРБ}^{N.МАКС} + \bar{F}_{ПРБ}^{\tau.МАКС}, \quad (7)$$

или

$$k_{ТЗЕВ} \frac{\sin \alpha_{ЗЕВ}}{\sin(\alpha_{НВЗ} - \alpha_T)} \bar{T}_{ВВЗ}^{РАЗРЫВ} - k_{ТЗО} \bar{T}_{ЗАПРАВ} = \bar{F}_{ПРБ}^{N.МАКС} + \bar{F}_{ПРБ}^{\tau.МАКС}. \quad (7a)$$

На основании уравнений (6), (6a), (7) и (7a) и рис. 1 можно записать:

$$F_{ПРБ} = F_{ПРБ}^{N.МАКС} = \left[ \sum T_{ЗЕВ}^{МАКС} - k_{ТЗО} T_{ЗАПР} \right] \cos \beta_{ПРБ}, \quad (8)$$

$$F_{ПРБ}^{\tau.МАКС} = \left[ \sum T_{ЗЕВ}^{МАКС} - k_{ТЗО} T_{ЗАПР} \right] \sin \beta_{ПРБ}, \quad (9)$$

Таким образом, максимальная величина нормальной составляющей разности суммарного вектора натяжения ветвей зева  $\Sigma T_{МАКС}$  и заправочного натяжения основы  $T_{ЗАПР}$  и есть максимально возможная величина силы прибора.

Зная параметры переднего зева, натяжение основы  $T_{ЗАПРАВ}$  и  $T_{РАЗРЫВ}$ , по формулам (6) и (6a) можно определить значение  $\sum T_{ЗЕВ}^{МАКС}$ . Зная или задаваясь величиной приборной полоски  $\lambda_{ПБ}$ , по параметрам кинематической схемы батанного механизма определяется значение угла взаимодействия фронта берда и опушки ткани  $\beta_{ПРБ}$ . Каноническое значение угла  $\beta_{ПРБ}$  в момент приборя равно нулю. На основании методики, изложенной в [2] определяются положение, наклон и возможное перемещение опушки вырабатываемой ткани. По формулам (8) и (9) определяется значение силы приборя  $F_{ПРБ}^{N.МАКС}$  и силы смещения

$$\Sigma T_{ЗЕВ}^{МАКС} = (0,25...0,32) \frac{\sin \alpha_{ЗЕВ}}{\sin(\alpha_{ЗЕВ} - \alpha_T)} T_{НВЗ}^{РАЗРЫВ}, \quad (6)$$

или

$$\Sigma T_{ЗЕВ}^{МАКС} = (0,25...0,32) \frac{\sin \alpha_{ЗЕВ}}{\sin(\alpha_{ЗЕВ} + \alpha_T)} T_{ВВЗ}^{РАЗРЫВ}. \quad (6a)$$

Тогда в векторной форме уравнение (1) будет иметь вид:

уточины по фронту берда  $F_{ПРБ}^{\tau.МАКС}$ . Угол приборя  $\beta_{ПРБ}$  определяется как разность углов  $\alpha_T$  и  $\alpha_{БРД}$ .

В случае, когда при выработке легких тканей, таких как марля, марлевка или батист, заступ основы по цикловому углу цикловой диаграммы опережает момент приборя всего на 10...15 градусов, а  $\sum T_{ЗЕВ}^{МАКС} \approx T_{ЗАПР}$ , то нормальная и тангенциальная составляющие сила приборя  $F_{ЗЕВ}^{N.МАКС}$  и сила смещения уточины  $T_{ПРБ}^{\tau.МАКС}$  близки к нулю.

Если приборя наступает при полуоткрытом зеве и имеет ярко выраженный приборный пик натяжения основы, причем  $\sum T_{ЗЕВ}^{МАКС} \approx (1,8...3,6) T_{ЗАПР}$  [3], то сила приборя приближается к своему предельному значению, соответствующему второму пределу ограничения силы приборя.

При выработке ткани сложных раппортов, неравновесных относительно открытого зева, одновременно с установкой опушкодержателя рекомендуется устанавливать положение линии заступа основы, или наклонно к горизонтали ТМ, или ниже ее, а также устанавливать симметричные наклонные и слабо асимметричные "веерные" зевы (рис. 3 – конструктивно-заправочная схема переднего зева ткацкой машины СТБ(У) с опушкодержателем, наклонной линией заступов и асимметричным "веерным" зевом).

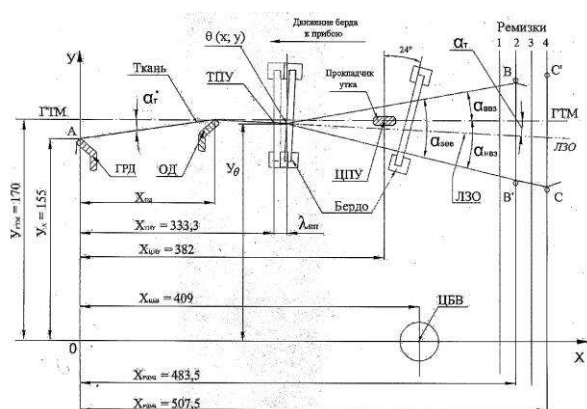


Рис. 3

Данное предложение было проверено при освоении ремизоподъемных кареток КРУЗ-12 на ТМ типа АТПР-100, КРУ-20 и КРУ-20М на ТМ типа СТБ на комбинатах: им. П.Алексеева, Трехгорная Мануфактура, ХБК (г. Монино), на текстильных предприятиях Чехии и Болгарии.

## ВЫВОДЫ

1. Предложена методика расчета величины суммарного вектора натяжения ткани  $\sum T_{\text{ЗЕВ}}$  при зевобразовании, учитывающая влияние параметров переднего зева:  $\alpha_{\text{ЗЕВ}}$ ,  $\alpha_{\text{ВВЗ}}$  ( $\alpha_{\text{НВЗ}}$ ) и коэффициент перетяжки ветвей зева  $C_T$ .

2. Предложена методика определения предельного значения силы прибора, учитывающая следующие параметры передне-

го зева:  $\alpha_{\text{ЗЕВ}}$ ,  $\alpha_{\text{ВВЗ}}$  ( $\alpha_{\text{НВЗ}}$ ), а также параметры:  $\alpha_T$ ,  $\alpha_{\text{БРД}}^{\text{ПРБ}}$ ,  $C_T$ ,  $T_{\text{ПРАЗРЫВ}}^{\text{НВЗ}}$ ,  $T_{\text{ПРАЗРЫВ}}^{\text{ВВЗ}}$  и  $T_{\text{ЗАПР}}$ .

3. При выработке ткани сложных и кареточных раппортов, неравновесных относительно открываемого зева, одновременно с установкой опушкодержателя рекомендуется устанавливать положение линии заступа основы наклонно к горизонтали ТМ и ниже ее, устанавливать симметричные наклонные и слабо асимметричные наклонные "веерные" зевы.

4. При разработке схем ткацких заправок, особенно при выработке тканей кареточных и сложных переплетений, имеющих переменный коэффициент перетяжки ветвей зева  $C_T$  или  $C_T$ , не равный 1,0, предлагается использовать разработанную методику [2] для расчета минимального и максимально возможного значения силы прибора.

5. Если для формирования тканей сложных структур необходимо некоторое циклическое смещение опушки, можно рекомендовать инженерам-технологам производить расчет величины высотного и углового смещения опушки по приведенной методике, а также менять положение линии заступа основы, вводить асимметрию зева и перетяжку зевов, а опушкодержатель устанавливать в соответствии с результатами проведенных расчетов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеев В.А. Динамика механизмов отпуска и натяжения основы ткацких станков. – М.: Легкая индустрия, 1965.
2. Макаров В.А., Сурков Б.А., Хозина Е.Н. Влияние угла зева и перетяжки его ветвей на величину и направление суммарного вектора натяжения ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5.
3. Макаров В.А., Хозина Е.Н., Лебзак А.В. О выборе закона движения зевобразующего механизма (ЗОМа) ткацкого станка // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, №6. С.83...86.

Рекомендована кафедрой технологических машин и оборудования. Поступила 18.04.12.

**ОБОСНОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ СНИЖЕНИЯ СИЛ ТРЕНИЯ  
В КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ПАРЕ ИГЛА – ИГОЛЬНЫЙ ПАЗ  
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИГЛОВОДИТЕЛЯ  
С ПРОДОЛЬНЫМ ВЫРЕЗОМ НА СТЕРЖНЕ**

**SUBSTANTIATION OF POSSIBILITY OF FRICTION FORCES DECREASE  
IN A KINEMATIC PAIR A NEEDLE-A NEEDLE GROOVE  
WHEN USING A NEEDLE CARRIER  
WITH A LONGITUDINAL CUT ON A CORE**

*В.В. КАПРАЛОВ, К.А. МАКСИМОВА, В.И. РОНЬЖИН*  
*V.V. KAPRALOV, K.A. MAKSIMOVA, V.I. RONZHIN*

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

*Доказано снижение износа сопряженных частей в кинематической паре при равномерном распределении смазки по игольному пазу путем использования новой конструкции игловодителя с продольным вырезом в стержне.*

*Wear decrease of the interfaced parts in a kinematic pair with uniform distribution of greasing on a needle groove using a new construction of a needle carrier with a longitudinal cut in a core has been proved.*

**Ключевые слова:** игловодитель, игольный паз, сила трения, кинематическая пара, продольный вырез.

**Keywords:** a needle carrier, a needle groove, friction force, a kinematic pair, longitudinal cut.

Как известно [1], при движении иглы (игловодителя) в игольном пазе трикотажной машины возникает сила трения между иглой (игловодителем) и стенками игольного пазы, которая вызывает нагрев оборудования и снижение его производительности. Эта сила относится к силам вредного сопротивления, которую стремятся снизить путем интенсивной смазки в кинематической паре игла – игольный паз. Численно в динамике определить величину этой силы не представляется возможным по причине неравномерного распределения смазки и труднодоступности узла, который закрыт замочными клиньями машины, кроме того, смазка при сильном нагреве испаряется с поверхности трения.

Цель данной работы теоретически и экспериментально доказать снижение силы трения и, как следствие, износа сопря-

женных частей в кинематической паре путем использования новой конструкции игловодителя с продольным вырезом в стержне [2].

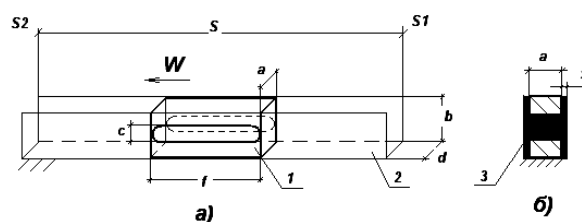


Рис. 1

Рассмотрим приближенную модель части игловодителя 1 со сквозным продольным вырезом в районе его пятки, движущуюся с постоянной скоростью  $W$  в игольном пазу 2 в среде жидкой смазки 3,

равномерно наполняющей паз 2. Принимая во внимание теорию геометрической вероятности, можно судить о частоте нахождения сегмента с продольным вырезом в замкнутом пространстве паза длиной  $S$  между его граничными точками  $S1$  и  $S2$  (рис. 1-а). Вероятность нахождения выреза в любой точке паза примем за 1 (как достоверное событие), тогда общий вид вероятности события нахождения продольного выреза на интервале от  $S1$  до  $S2$  примет вид:

$$\int_{S1}^{S2} Ids = 1, \quad (1)$$

где  $I$  – плотность вероятности данного события:

$$I = P/ds. \quad (2)$$

Из рис. 1-а найдем объемы пространств продольного выреза  $V1$ , игольного паза  $V2$  и объем  $V3$  сопряженной со стенкой паза слоя смазки, расположенной между иглой и стенкой (с учетом зазора  $x$ , рис. 1-б):

$$V1 = acf, \quad (3)$$

$$V2 = bsd, \quad (4)$$

$$V3 = 2fbx, \quad (5)$$

Для игловодителя чулочно-носочного автомата Derra 14 класса известны следующие параметры:  $b = 3,7$  мм;  $f = 11$  мм;  $d = a + 2x = 0,8$  мм;  $c = 1,3$  мм;  $a = 0,7$  мм;  $x = 0,05$  мм;  $s = 25$  мм.

Геометрическую вероятность попадания продольного выреза игловодителя в любую точку пространства игольного паза, а значит и попадание смазки, переносимой этим вырезом равномерно в любую точку пространства паза, можно найти путем математического деления:

$$P1 = V1/V2 = 0,19, \quad (6)$$

$$P2 = V3/V2 = 0,06. \quad (7)$$

Выражение (6) показывает вероятность равномерного переноса смазки продольным вырезом по всему объему игольного паза, а выражение (7) – вероятность пере-

носа приграничного слоя смазки обычным игловодителем без выреза.

Из вышеприведенных выражений видно, что вероятность равномерного переноса смазки игловодителем с продольным вырезом в три раза выше, чем игловодителем стандартной конструкции (без выреза).

Ранее [3] нами была разработана компьютерная программа для анализа износа нитепроводящих поверхностей в наномасштабе. Программа предназначена для анализа и прогноза износа таких нитепроводящих поверхностей текстильных машин, как швейные и трикотажные иглы, платины, нитенаправляющие прутки и т.д., с целью рационального проектирования и компоновки их на текстильном оборудовании [4]. Программа разработана на языке программирования МАТЛАБ СИ. Она позволяет значительно сократить время на исследования, связанные с анализом истирания и последующего износа нитепроводящих поверхностей.

Используя алгоритм программы, определим тенденцию износа тела игловодителя новой и стандартной конструкции. На чулочно-носочном автомате Derra 14 класса перерабатывалась пряжа из полиэстера, игольный паз смазывался специальной смазкой марки Esso Knitting Oil с кинематической вязкостью 32 единицы по ISO VG и плотностью 860 кг/м<sup>3</sup>, рекомендованной ведущими зарубежными производителями для высокоскоростных трикотажных машин. Рабочее окно программы представлено на рис. 2.

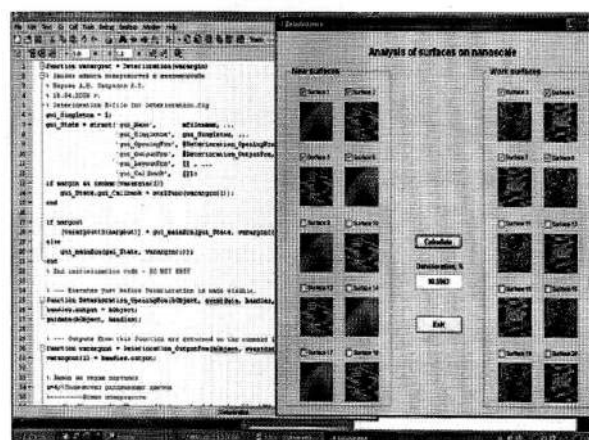


Рис. 2

Результаты испытаний показали, что при использовании иглопроводителей с продольным вырезом на теле удалось снизить их износ на разных участках в зоне контакта со стенкой игольного паза до 15,5% по сравнению с иглопроводителями стандартной конструкции, что перекликается с теоретическими исследованиями.

## ВЫВОДЫ

1. Теоретически доказано повышение вероятности (в три раза) равномерного распределения смазки по игольному пазу с использованием иглопроводителя с продольным вырезом в теле под пяткой.

2. Экспериментально с использованием компьютерной программы доказано снижение износа тела иглопроводителя до 15,5% в зоне контакта со стенками паза по

сравнению с иглопроводителем стандартной конструкции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Гарбарук В.Н.* Проектирование трикотажных машин. – М.: Машиностроение, 1980.
2. *Капралов В.В., Ситникова И.Н., Никифорова Е.Н.* Игловодитель трикотажной машины. Патент на полезную модель № 96127 от 25.03.2010.
3. *Капралов В.В., Шарова А.Ю., Жарова Н.Г.* Программа автоматического комплексного анализа износа нитепроводящих поверхностей в наномасштабе. Свидетельство о регистрации компьютерной программы № 2009614359 от 19.08.2009.
4. *Гуляев Е.С., Прокопенко А.К.* Возможные решения проблемы износа деталей механических систем и исполнительных органов оборудования текстильного производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №1. С.108...110.

Рекомендована кафедрой маркетинга. Поступила 03.12.12.

УДК 677.051.12, 677.494

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ НАНО- И МИКРОВОЛОКОН И ИССЛЕДОВАНИЯ ЕГО РАБОТЫ

### THE DEVICE FOR MAKING POLYMERIC NANO- AND MICROFIBERS AND ITS RESEARCH

*А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ, А.Г. ШУТОВА, В.М. ПОТЕХИН*  
*A.R. KORABELNIKOV, A.G. SHUTOVA, V.M. POTENIN*

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

*Статья посвящена анализу и совершенствованию конструкций устройств для получения нано- и микроволокон методом электроформирования. Предложена оригинальная конструкция устройства для получения нано- и микроволокон, приведены результаты исследования ее работы, определены пути совершенствования конструкции и направления дальнейших исследований.*

*The article is devoted to the analysis and improving of the device constructions for making nano-and microfibers by electroforming. An original construction of the device for making nano- and microfibers has been offered, the results of its operation research have been presented, the ways of constructions improving and further research have been defined.*

**Ключевые слова:** нановолокна, микроволокна, электроформирование, полимерные тонкие волокна.

**Keywords:** nanofibers, microfibers, electroforming, polymeric thin fibers.

Одним из направлений сегодняшнего развития техники и технологии в текстильной промышленности является создание высокотехнологичного текстильного продукта, в том числе нанотекстиля, применяемого в различных сферах деятельности. В настоящее время исследования в этом направлении развиваются интенсивно [1]. Одним из наиболее эффективных способов получения наноструктурного волокнистого материала является способ электроформирования, который позволяет получать волокна диаметром менее 0,5 мкм из растворов полимеров.

Способ был впервые предложен в начале 20 века, в 30-50-х годах получил промышленное применение в СССР, и до сих пор используется для производства фильтровальных материалов различного назначения. Этот способ создавался, изучался и продолжает исследоваться учеными Научно-исследовательского физико-химического института им. Карпова: И.В. Петряновым-Соколовым, Н.Д. Розенблюм, Н.А. Фуксом, Ю.Н. Филатовым и другими [2].

Сущность способа заключается в том, что под действием электростатического поля на поверхности полимерного раствора, нанесенного на заряженный электрод, обращенной к противоположному электроду, появляются каплевидные образования, которые приобретают форму так называемого конуса Тейлора. При дальнейшем приложении напряжения к электродам с вершины конуса начинается струйное течение раствора, которое при определенных параметрах превращается в движение вытянутых струй, отрывающихся от поверхности раствора. Двигаясь в электростатическом поле, эти струи расщепляются, утоняются и по мере испарения растворителя приобретают форму волокон, которые осаждаются на противоположный электрод. Волокна, как правило, имеют диаметр менее 0,5 мкм [2]. Способ электроформирования нановолокнистых мате-

риалов сейчас является одним из наиболее быстро развивающихся, так как он очень универсален и позволяет получать волокна из полимеров различного вида. Получаемый волокнистый продукт может использоваться для создания фильтровальных материалов, применяемых в различных отраслях; звуко- и теплоизолирующих материалов; при разработке новых композитных материалов; материалов, используемых в легкой промышленности; при создании топливных элементов и др. [2...5]. Технологический процесс позволяет вводить в раствор различные растворители и добавки, которые, сохраняясь в волокнах после высыхания, меняют их свойства, что находит применение в медицине [3], [6].

Сегодня для получения волокон электроформированием используют два основных типа оборудования: в первом случае поток волокон формируется при помощи фильеры, подающей раствор в зону действия электростатического поля; второй способ основан на возникновении струйного течения полимера с его свободной поверхности под действием электростатического поля.

В [7] и [8] описаны принципы работы оборудования для получения нановолокон, которые заключаются в том, что раствор полимера подается через фильеру в зону электростатического поля, одним полюсом которого является сама фильера, имеющая электростатический заряд, другим полюсом является заземленный собирающий электрод. Под действием этого поля струя раствора полимера, подаваемая через фильеру, принимает форму конуса Тейлора, с вершины которого образуется струя волокон. При дальнейшем движении она отрывается от раствора и, двигаясь в электростатическом поле, дополнительно расщепляется, образуя волокна различной длины и различной ориентации, которые под действием электростатического поля осаждаются на электрод. Для интенсифи-



кации этого процесса могут использоваться попутные движению волокон потоки воздуха [7]. А для повышения выхода волокон с толщиной менее 0,1 мкм на дополнительные электроды подается напряжение меньшее, чем напряжение, подаваемое на основные электроды [8].

Оборудование, действующее по этому принципу, было разработано в 50-60-х годах прошлого века в СССР и используется сегодня для производства фильтровальных материалов. В настоящее время на рынке не представлены предложения по этому типу оборудования.

Второй тип оборудования производит компания "ELMARKO" (Чехия), которая выпускает лабораторные и промышленные установки для получения наноструктурных волокнистых материалов.

Работает это оборудование следующим образом. Электрод вращается в растворе полимера и вводит его в зону действия электростатического поля. На поверхности электрода образуется тонкая пленка раствора, на которой под действием кулоновских сил создаются каплевидные образования, имеющие форму конуса, из которых под действием тех же сил образуются по-

токи волокон. Они движутся под действием кулоновских сил к противоположному электроду и осаждаются на его поверхность или на подложку, находящуюся между электродами. Для увеличения равномерности слоя осаждаемых волокон и предотвращения распыления волокон за зону осаждения авторами работы [7] предлагается создать в зоне между электродами воздушные потоки за счет создания пониженного давления за приемным электродом, имеющим перфорированную поверхность, а собирающую подложку, на которую осаждается масса волокон, предлагается выполнять воздухопроницаемой. Это решение реализовано в оборудовании, выпускаемом компанией "ELMARKO". Однако, по нашему мнению, это приводит к снижению качества получаемого волокна, увеличению его толщины за счет ускоренного испарения растворителя, а также увеличивает энергозатраты при производстве волокон.

Нами разработано устройство для получения нано- и микроволокон [9], принципиальная схема которого изображена на рис. 1.

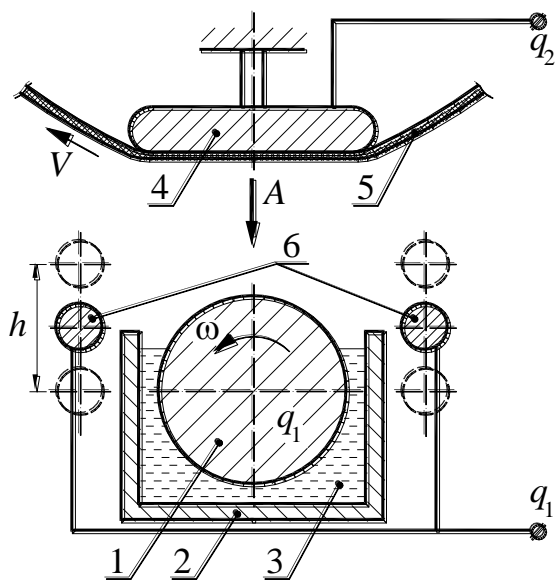


Рис. 1

Устройство работает следующим образом. Электрод 1 вращается в сосуде 2 с раствором полимера 3, при движении в

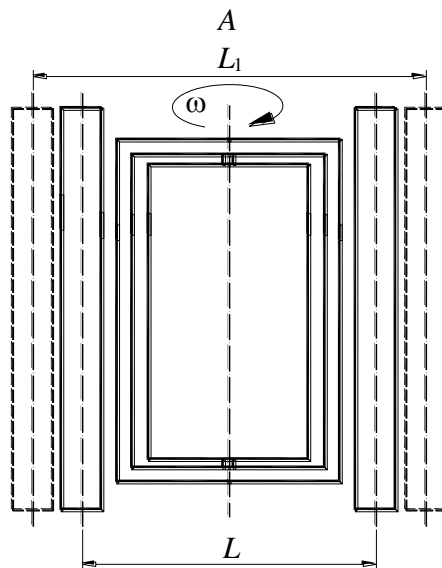


Рис. 2

вязкой среде на поверхности электрода создается пленка из раствора полимера, которая имеет электрический заряд, полу-

ченный от вращающегося электрода. Под действием электрического поля на поверхности пленки образуются струи раствора, которые притягиваются противоположным электродом 4. При движении между электродами растворитель испаряется, волокна принимают форму, после чего осаждаются на подложку 5, которая располагается между приемным 4 и вращающимся электродом 1. Дополнительные электроды 6, имеющие электрический заряд, меняют конфигурацию поля в части рабочего пространства между электродами таким образом, что сужают возможную область движения волокон между электродами 1 и 4 и препятствуют их дрейфу в стороны от приемной подложки 5. Применение дополнительных электродов 6 позволяет не использовать для осаждения волокон принудительно создаваемые попутные воздушные потоки. Расположение дополнительных электродов 6 относительно вращающегося электрода 1 можно изменять в процессе работы установки в вертикальном направлении с размахом  $h$  и в горизонтальном направлении с размахом  $(L_1-L)$  (рис. 1). Например, в момент запуска процесса дополнительные электроды могут находиться ниже верхней точки поверхности вращающегося электрода, не оказывая влияния на начало процесса формирования волокон. При установившемся процессе дополнительные электроды 6 устанавливаются по вертикали и по горизонтали на некотором расстоянии от вращающегося электрода 1, при котором поток волокон будет более сфокусированным на подложке 5, а слой получаемых волокон будет более равномерным.

Процесс образования волокон зависит от многих факторов. Прежде всего, это гидродинамические, электрические свойства раствора и химические свойства полимера. Однако и конструктивные параметры устройств оказывают значительное воздействие на этот процесс. К таким конструктивным и технологическим параметрам относятся: напряжение и расстояние между электродами, их форма, скорость вращения питающего электрода, электрические свойства собирающей подложки,

диэлектрические свойства пространства между электродами, наличие дополнительных устройств, влияющих на движение волокна и испарение растворителя.

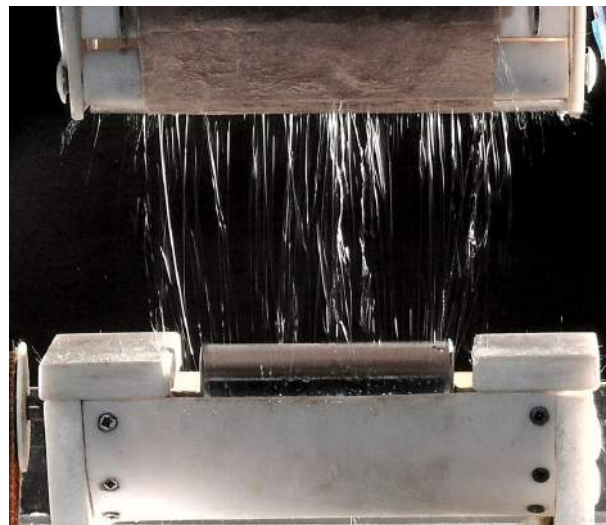


Рис. 2

Нами были проведены экспериментальные исследования работы установки (рис. 2 – начало образования волокон), в ходе которых изучался процесс получения nano- и микроволокон из 12% раствора полиметилметакрилата в смеси 95% дихлорэтана и 5% ацетона. Разность потенциалов между электродами составляла постоянное значение. Определялось расстояние между электродами, способствующее устойчивому протеканию процесса образования волокон, расстояние при котором этот процесс начинался, и расстояние, при котором образование волокон прекращалось.

При работе установки без дополнительных электродов 6 (рис. 1) наблюдается дрейф волокон за пределы границы собирающего электрода, что связано с концентрацией зарядов на краях электрода. Для того чтобы предотвратить дрейф волокна, за границы рабочей зоны нами были установлены дополнительные электроды. За счет этого удалось предотвратить дрейф волокон вне рабочей зоны и повысить равномерность слоя получаемого волокна. Применение дополнительных электродов позволяет регулировать плотность потока волокон в ходе работы установки.

В дальнейшем на разработанной нами установке необходимо провести исследования по определению влияния вышеуказанных конструктивных и технологических параметров установки на толщину и качество получаемых волокон, изучить влияние свойств раствора и полимера на качество получаемого волокна и на качественные показатели слоя, образуемого волокнами. Эти исследования позволят усовершенствовать установку и разработать систему управления ее работой.

## ВЫВОДЫ

1. Проведен анализ существующих способов получения нано- и микроволокон методом электроформирования и конструкций устройств, реализующих этот способ, на основании которого намечены пути совершенствования такого оборудования.

2. Предложена конструкция устройства для получения нано- и микроволокон методом электроформирования, имеющая в своем составе дополнительные электроды, влияющие на плотность потока волокон.

3. Проведены испытания устройства, которые подтвердили его работоспособность и показали, что в том случае, когда между электродами отсутствуют принудительно создаваемые потоки воздуха, способствующие перемещению волокна на приемный электрод, возможен дрейф волокон из рабочей зоны.

4. Введение в конструкцию устройства дополнительных электродов позволило устранить дрейф волокон из рабочей зоны между электродами и регулировать плотность потока волокон, а также снизить энергозатраты на производство волокон.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Кричевский Г.Е.* Прошлое, настоящее и будущее мирового текстиля. Революционное и эволюционное развитие // Междунар. научн.-практ. конф.: Сегодня и завтра медицинского, технического и защитного текстиля. Роль традиционных высоких технологий / Тезисы докладов / Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, Инсти-

тут химии растворов им. Г.А. Крестова. – Иваново: Изд-во: "Иваново", 2012. С. 5.

2. *Филатов Ю.Н.* Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ-процесс) / Под ред. В. Н. Кириченко. – М.: Нефть и газ, 1997.

3. *Кильдеева Н.Р., Вихорева Г.А.* Электроформование ультратонких волокон из аминоксодержащих полимеров для медицины // Междунар. научн.-практ. конф.: Сегодня и завтра медицинского, технического и защитного текстиля. Роль традиционных высоких технологий / Тезисы докладов / Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, Институт химии растворов им. Г.А. Крестова. – Иваново: Изд-во: "Иваново", 2012. С. 5.

4. *Лаврентьев А.В., Бокова Е.С., Коваленко Г.М.* Электроформование нановолокон нетканых полотен из индивидуальных и модифицированных растворов полиэфируретанов // Междунар. научн.-практ. конф.: Сегодня и завтра медицинского, технического и защитного текстиля. Роль традиционных высоких технологий / Тезисы докладов / Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, Институт химии растворов им. Г.А. Крестова. – Иваново: Изд-во: "Иваново", 2012.

5. *Корабельников А.Р.* О способе производства полимерных нановолокон // Междунар. научн.-техн. конф.: Современные наукоемкие инновационные технологии развития промышленности региона. – Кострома, КГТУ 2008.

6. *Рыжкова М.В., Бокова Е.С., Коваленко Г.М.* Получение нетканых нановолокнистых материалов санитарно-гигиенического и медицинского назначения // Междунар. научн.-практ. конф.: Сегодня и завтра медицинского, технического и защитного текстиля. Роль традиционных высоких технологий / Тезисы докладов / Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, Институт химии растворов им. Г.А. Крестова. – Иваново: Изд-во: "Иваново", 2012.

7. *Иржак О., Санетрник Ф., Лукас Д., Котек В., Мартинова Л., Халоупек И.* Способ изготовления нановолокон из полимерного раствора и устройство для его осуществления // Патент RU 2365686 С2.

8. *Товмаш А.В., Полево В.Н.* Способ получения тонких полимерных волокон // Патент RU 2242546 С1.

9. *Корабельников А.Р., Потехин В.М.* Установка для получения нановолокон // Междунар. научн.-техн. конф.: Актуальные проблемы науки в развитии информационных технологий. – Кострома, КГТУ, 2012.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 01.04.13.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ФРИКЦИОННОГО НАМОТОЧНОГО МЕХАНИЗМА РЫЧАЖНОГО ТИПА

### EXPERIMENTAL RESEARCH OF VIBRATIONS OF A FRICTION WINDING MECHANISM OF A LEVER TYPE

*Д.С. МАЛЕЕВ, Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ, С.Г. СТЕПАНОВ*  
*D.S. MALEEV, G.I. CHISTOBORODOV, S.G. STEPANOV*

(Ивановская государственная текстильная академия,  
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет)  
(Ivanovo State Textile Academy;  
Ivanovo State University of Civil Engineering and Architecture)  
E-mail: ttp@igta.ru

*В статье проведены экспериментальные исследования динамики намоточного механизма, основными задачами которых являлось определение амплитуд и характера колебаний шпинделя, подтверждение наличия бигармонических колебательных режимов, обусловленных наложением вынужденных колебаний и фрикционных автоколебаний.*

*Experimental research of dynamics of a winding mechanism are presented in the article, basic objectives of such research are definition of amplitudes and character of spindle vibrations, acknowledging of bigarmonious vibration modes conditioned by imposing of compelled vibration and friction autovibrations.*

**Ключевые слова:** колебания фрикционного намоточного механизма рычажного типа, бигармонические колебательные режимы, вынужденные колебания, фрикционные колебания, автоколебательный механизм.

**Keywords:** vibrations of a friction and winding mechanism of a lever type, bigarmonious vibration modes, friction vibrations, an autovibration mechanism.

С целью проверки достоверности результатов теоретического исследования нелинейных колебаний фрикционных намоточных механизмов рычажного типа, полученных в работе [1], нами был проведен комплекс экспериментальных исследований. Эти исследования проводились с использованием современной аппаратуры, обеспечивающей высокую точность измерения исследуемых параметров.

Основными задачами экспериментального исследования динамики намоточного механизма являлось определение амплитуд и характера колебаний шпинделя, подтверждение наличия бигармонических колебательных режимов, обусловленных наложением вынужденных колебаний и фрикционных автоколебаний.



Рис. 1

Экспериментальные исследования колебаний проводились на лабораторном стенде, представляющем собой фрикционный намоточный механизм рычажного типа с невращающимся шпинделем, общий вид которого вместе с комплектом виброизмерительной аппаратуры представлен на рис. 1.

Вращающимися частями такого намоточного механизма являются массивная оправка с зафиксированным на ней телом намотки, которая через опоры качения крепится на невращающемся шпинделе. Закрепленная на шпинделе массивная оправка с телом намотки имеет значительно большую изгибную жесткость и массу, чем шпиндель, поэтому ее можно принять за абсолютно жесткое тело, имеющее массу, а шпиндель считать гибким и невесомым. Колебания такого намоточного механизма будут описываться такой же, как и в [2], математической моделью (различие будет состоять лишь в коэффициентах при деформациях), а следовательно, результаты теоретического исследования нелинейных колебаний [1] могут быть распространены и на данный намоточный механизм.

Ускорение конца шпинделя намоточного устройства замерялось с помощью акселерометра 4370 фирмы Брюль и Къер (Дания), являющегося высокоточным пьезоэлектрическим вибродатчиком, электричес-

кий сигнал на выходе которого пропорционален ускорению воздействующих на него механических колебаний. Акселерометр жестко крепился на конце шпинделя намоточного механизма с помощью приспособления (рис. 2).

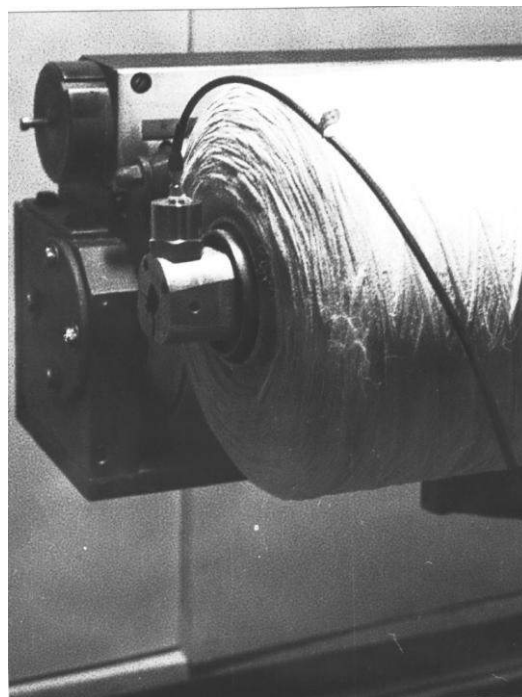


Рис. 2

На рис. 3 показана блок-схема измерительного тракта виброперемещений конца шпинделя.

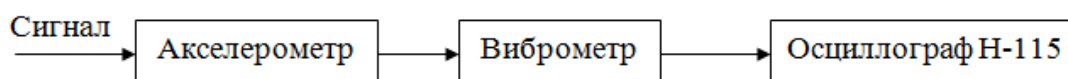


Рис. 3

Непосредственно перед проведением эксперимента проводилась калибровка виброизмерительного тракта с помощью портативного калибратора акселерометров 4291 фирмы Брюль и Къер, который представляет собой опорный источник механических колебаний, предназначенный для точной поверки и градуировки виброизмерительной аппаратуры и акселерометров на месте их эксплуатации.

Сигнал от акселерометра поступал в

виброметр 2511 фирмы Брюль и Къер. Для определения скорости и смещения механических колебаний на основе пропорционального ускорению электрического сигнала от акселерометра в виброметре предусмотрены электронные интеграторы, осуществляющие одно- и двукратное интегрирование. После двукратного интегрирования получаемый электрический сигнал, пропорциональный перемещению шпинделя, поступал на осциллограф

Н-115, где и регистрировался на фотобумагу.

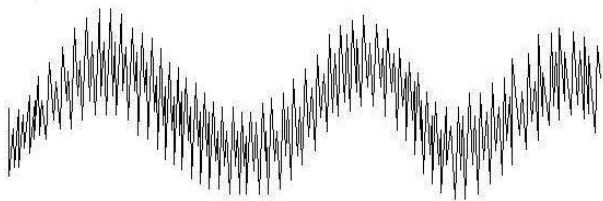


Рис. 4

На рис. 4 приведена осциллограмма колебаний шпинделя в вертикальной плоскости при стационарном режиме работы намоточного устройства при скорости вращения ротора 230 рад/с.

Анализ осциллограммы показал, что кроме высокочастотных составляющих вибрации шпинделя имеет место низкочастотная составляющая (около 3 Гц) с большой амплитудой. Основной причиной появления этой составляющей, по нашему мнению, является вибрация станины.

Если не учитывать низкочастотную составляющую, то анализ колебаний шпинделя фрикционного намоточного механизма (рис. 4) указывает на наличие бигармонического колебательного режима, обусловленного наложением вынужденных колебаний и фрикционных автоколебаний, то есть подтвердился вывод, сделанный в [1], о том, что фрикционные намоточные механизмы в отличие от роторных систем других видов относятся к механическим системам, в которых могут реализовываться смешанные колебания согласно классификации [3] класса ВА – взаимодействие вынужденных колебаний, обусловленных наличием статической, динамической неуравновешенностей ротора и кинематического возбуждения, вызванного погрешностью формы тела намотки, и автоколебаний, возникающих из-за наличия автоколебательного механизма, связанного с фрикционным взаимодействием тела на-

мотки и фрикционного цилиндра.

## ВЫВОДЫ

1. Результаты экспериментального исследования колебаний фрикционного намоточного механизма рычажного типа подтвердили при определенной частоте вращения ротора существование бигармонических колебательных режимов, обусловленных наложением вынужденных колебаний и фрикционных автоколебаний, возникающих из-за наличия автоколебательного механизма, связанного с фрикционным взаимодействием тела намотки и фрикционного цилиндра.

2. Взаимодействие вынужденных колебаний и автоколебаний качественно и количественно изменяет характер вибрации фрикционных намоточных механизмов, что следует учитывать при проектировании и динамическом расчете новых намоточных устройств подобного типа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Чистобородов Г.И., Малеев Д.С., Степанов С.Г. Упрощенная математическая модель для исследования нелинейных колебаний фрикционных намоточных механизмов рычажного типа и ее анализ методами качественной теории дифференциальных уравнений // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, 6№. С.134...142.
2. Степанов С.Г., Малеев Д.С., Чистобородов Г.И. Математическая модель для исследования нелинейных колебаний фрикционных намоточных механизмов рычажного типа // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №5. С. 140...146.
3. Алифов А.А., Фролов К.В. Взаимодействие нелинейных колебательных систем с источниками энергии. – М.: Наука 1985.

Рекомендована кафедрой инженерной графики ИГТА. Поступила 03.10.12.

УДК 66.011

**ОСОБЕННОСТИ ГИДРОДИНАМИКИ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ  
ВИХРЕВЫХ АППАРАТОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ**

**HYDRODYNAMIC CHARACTERISTICS AND THE SCOPE  
OF VARIOUS TYPES OF VORTEX APPARATUS**

*Б.С. САЖИН, М.Б. САЖИНА, М.А. АПАРУШКИНА, З.Н. ОСМАНОВ, Э.Р. КУШПАНОВ, В.В. ПЕСКОВОЙ*  
*B.S. SAZHIN, M.B. SAZHINA, M.A. APARUSHKINA, Z.N. OSMANOV, E.R. KUSHPANOV, V.V. PESKOVOY*  
(Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского,  
Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
(Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky;  
Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")  
E-mail: paxt@ya.ru

*Рассмотрены особенности гидродинамики дисковых вихревых аппаратов, пылеуловителей со встречными закрученными потоками, и вихревых труб с термодинамическим разделением потоков. Отмечены их достоинства, недостатки и рациональная область применения, в том числе в производстве волокнообразующих полимеров.*

*The features of hydrodynamics of disk vortex devices, dust collectors with counter swirling flows and vortex tubes with thermodynamic flows separation have been considered. Their advantages, disadvantages and rational scope including manufacture of fiber-forming polymers have been noted.*

**Ключевые слова:** гидродинамика, вихревой режим, вихревые аппараты, дисковые вихревые сушилки, удерживающая способность, встречные закрученные потоки, вихревые пылеуловители, критические скорости, докритическая область, разделительная способность, тепломассообменные процессы, сушка, эффективность, гидравлическое сопротивление, термодинамическое распределение потоков, эффект Ранка-Хилша, вихревые трубы.

**Keywords:** hydrodynamics, a vortex mode, vortex machines, disk vortex dryers, retention capacity, counter-swirling flows, vortex dust collectors, critical velocity, subcritical field, separation capacity, heat-mass exchange processes, drying, efficiency, pressure drop, thermodynamic of flows distribution, Ranque-Hilsch effect, vortex tubes.

К типичным вихревым режимам обычно относят три типа гидродинамических режимов взвешенного слоя: режим оди-

ночного закрученного потока, образующего вихревой слой в дисковых вихревых аппаратах (ВС), режим встречных закручен-

ных потоков (ВЗП) и режим закрученных потоков с температурным разделением, реализуемым за счет эффекта Ранка-Хилша [1], [2], [4].

Режим в дисковых вихревых аппаратах отличается наличием двух типов выноса продукта из аппарата: при малых (докритических) скоростях – за счет выпадения частиц из закрученного потока под действием силы тяжести, при больших скоростях (больше критических) – за счет выноса из боковой части аппарата потоком газа.

Важнейшей характеристикой дисковых вихревых камер является удерживающая способность  $q$  (количество материала в аппарате), определяющая производительность аппарат  $G$  и продолжительность обработки материала в аппарате  $\tau$  при закрепленной производительности, что иллюстрируется известной формулой [2]:

$$q = \frac{G}{\tau}. \quad (1)$$

В докритической области скоростей удерживающая способность  $q$  не зависит от характеристики материала и определяется величиной скорости (расхода) газа, а при скоростях, больших критической  $q$ , наоборот, не зависит от расхода газа, но зависит от характеристики обрабатываемого дисперсного материала (плотности, размера частиц), что установлено теоретическими и экспериментальными исследованиями.

Дисковые вихревые аппараты являются эффективными для сушки дисперсных материалов с размерами пор до 4,0 нм, что подтверждено рядом исследований [1...3].

Аппараты со встречными закрученными потоками изучались как у нас, так и за рубежом. Они отличаются очень высокой разделяющей способностью и поэтому основная область их применения – пылеулавливание. Наиболее известны пылеуловители ВПУ, разработанные за рубежом, и пылеуловители типа ВЗП отечественной разработки.

Отечественные аппараты типа ВЗП конструкции МГТУ им. А.Н. Косыгина имеют ряд важных преимуществ перед за-

рубежными пылеуловителями ВПУ: при одинаковой разделительной способности они при равных габаритах аппаратов имеют в 3 раза большую производительность за счет того, что при двухканальной подаче газа, по обоим каналам подается рабочая пылегазовая смесь, в то время как в пылеуловителях ВПУ пылегазовая смесь (около 30% общего расхода газа) подается только по нижнему (внутреннему) каналу, а по наружному (верхнему) каналу во избежание пылеуноса подается чистый газ.

Вторым важным преимуществом аппарата ВЗП является малый расход энергии по сравнению с аппаратами ВПУ, так как в схеме пылеуловителей ВПУ предусмотрена подача газа компрессором через систему сопел с большим гидравлическим сопротивлением (сопловая система предназначена для предотвращения выноса пыли из верхней части аппарата, что, как было установлено нашими исследованиями [1], [2], является неоправданной перестраховкой). Кроме того, в зарубежных аппаратах ВПУ установлены на "хвосте" и в "головной части" вентиляторы высокого давления, в то время как в аппаратах ВЗП все тягодутьевое оборудование состоит из одного "хвостового" вентилятора среднего давления, потому что сопротивление аппаратов ВЗП в несколько раз меньше, чем аппаратов ВПУ.

В результате значительных преимуществ аппаратов ВЗП они получили очень широкое применение (разработан ряд конструкций применительно к разным технологическим задачам, изготовлено и внедрено несколько тысяч аппаратов в различных отраслях промышленности). При этом аппараты ВЗП используются в технологических процессах не только в качестве пылеуловителей, но и в качестве эффективных аппаратов для проведения теплообменных процессов, например, процессов сушки [1], [2].

Вопрос эффективности применения вихревых пылеуловителей в теплоэнергетических установках был рассмотрен в работе [3]. Установлена эффективность применения вихревых пылеуловителей ВЗП в качестве воздухоочистительного устройст-



ва теплоэнергетических установок турбинного типа.

Показано, что коэффициент гидравлического сопротивления ВЗП может быть вычислен по двум параметрам – кратности расхода  $K^*$  (по каналам) и коэффициенту гидравлического сопротивления  $\xi^*$ , которые связаны соотношением

$$\xi^* = \xi_1(1 - K^*)^2. \quad (2)$$

Получено соотношение между коэффициентом гидравлического сопротивления каналов первичного и вторичного потоков и кратностью расхода  $K^*$  в виде уравнения:

$$\frac{\xi_1}{\xi_2} = \frac{K^{*2}}{(1 - K^*)^2}. \quad (3)$$

Эффективность пылеуловителя имеет логарифмически нормальное распределение и определяется из выражения:

$$\eta_0 = (1 - K)\eta_1\eta_2, \quad (4)$$

где  $\eta_1$  и  $\eta_2$  – фракционные коэффициенты очистки газа, поступающего по первому и второму каналу, которые могут быть определены из выражения:

$$\eta_{1,2} = \sum_{i=1}^N \Phi_i(x_{1,2})\eta_{1,2}, \quad (5)$$

где 
$$\Phi_{1,2} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{x_{1,2}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx \quad (6)$$

– интеграл вероятности.

Значение  $\Phi(x)$  может быть определено полиномом второй степени.

Зависимость характеристик эффективности вихревого пылеулавливания и улавливаемой пыли определяется выражением:

$$x_{1,2} = \lg \frac{\delta_m}{\delta_{1,2\eta=50}} / \sqrt{\lg^2 \sigma + \lg^2 \sigma_{1,2\eta=50}}, \quad (7)$$

где  $\delta_m$  – размер улавливаемых частиц;  $\sigma_{1,2\eta=50}$  и  $\sigma_{1,2\eta}$  – параметры кривой фракционной эффективности.

Параметр  $\sigma_{1,2\eta}$  слабо зависит от кратности расхода и может быть принят постоянной величиной. Параметры  $\sigma_{1,2\eta=50}$  зависят от кратности расхода и могут быть определены из формул:

$$\delta_{1\eta=50} = \delta_{1\eta=50}^* \sqrt{1 - K^* / 1 - K}, \quad (8)$$

$$\delta_{2\eta=50} = \delta_{2,1\eta=50}^* \sqrt{\frac{K^*}{K}}, \quad (9)$$

где  $\delta_{1,2\eta=50}$  – опытные значения при заданной степени кратности  $K^*$  (соотношения потоков по каналам).

Вихревые аппараты, использующие эффект Ранка – Хилша, принципиально отличаются от двух рассмотренных типов вихревых аппаратов, относящихся к аппаратам со взвешенным слоем материала, хотя в них так же, как и в аппаратах ВЗП, используется два взаимодействующих закрученных потока. Их часто называют вихревыми трубами (ВТ).

В аппаратах ВТ происходит термодинамическое разделение потоков на горячий и холодный. Они нашли применение для небольшой производительности главным образом в криогенных процессах, хотя имеются предложения по их использованию и в других процессах, в том числе промышленных масштабов. Так еще в 70-е годы прошлого столетия были запатентованы ВТ в качестве сушилок (авторы патента Б.С. Сажин и В.Б. Сажин). В последние годы появились исследования по использованию ВТ в качестве теплообменников с одновременным улавливанием пыли из пылегазовых смесей [4]. Проведены исследования, согласно которым ВТ низкого напора могут быть многоцелевыми аппаратами (подобно ВЗП) и выполнять дополнительные функции пылеуловителя и осушителя газового потока [4]. Однако вывод о том, что при этом термодинамическая эффективность не меняется, представляется недостаточно убедительным. В той же работе [4] на основе проведенных исследований сделан вывод, что вихревой водокольцевой компрессор мо-

жет выполнять дополнительную функцию пылеуловителя без изменения эксплуатационных характеристик и применяться в качестве "мокрой" ступени газоочистки; разработана комбинированная система очистки воздуха от пыли циклон-вихревой компрессор и предложена методика ее гидравлического расчета.

## ВЫВОДЫ

1. Рассмотрены основные типы вихревых аппаратов, проанализированы особенности их гидродинамики и определены области их рационального применения.

2. Показано, что дисковые вихревые аппараты имеют две области гидродинамических режимов: область малых (докритических) скоростей газа и область повышенных (закритических) скоростей, в которой наблюдается независимость удерживающей способности аппарата от расхода газа, что обуславливает целесообразность применения дисковых вихревых аппаратов в качестве сушилок для тонкопористых дисперсных материалов.

3. Проведен сравнительный анализ отечественных и зарубежных вихревых аппаратов со встречными закрученными потоками. Показаны преимущества отечественных аппаратов ВЗП по сравнению с зарубежными аппаратами ВПУ по эффективности и экономичности. Отмечена возможность применения аппаратов ВЗП как

в качестве пылеуловителя, так и в качестве многофункционального аппарата.

4. Отмечена эффективность применения аппаратов ВЗП в теплоэнергетических турбинных установках и приведены некоторые результаты по гидродинамике ВЗП, полученные в соответствующих работах.

5. Приведены примеры использования вихревых труб, основанных на эффекте Ранка-Хилша, в различных технологических процессах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сажин Б.С., Сажин В.Б. Научные основы термовлажностной обработки дисперсных и рулонных материалов. – М.: Химия, 2012.
2. Сажин В.Б., Сажина М.Б. Выбор и расчет аппаратов со взвешенным слоем. – М.: РосЗИТЛП, 2001.
3. Сажин Б.С., Козлякова О.В. и др. Учет флуктуаций пыли в аппаратах ВЗП при комплексной промышленной эксплуатации энерготурбинных установок. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2001.
4. // Успехи в химии и химической технологии, 2003, Т17, №1 (26). С. 111...115.
5. Тарасова Л.А. Повышение эффективности технологических процессов, связанных с приданием аппаратам вихревого типа дополнительных функций: Дис....докт. техн. наук. – М., 2009.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 06.12.12.

УДК 677.027

## АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ И РАСЧЕТ ПРОЦЕССА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ГАЛЬВАНОКОАГУЛЯЦИОННОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

### HARDWARE AND TECHNOLOGICAL REGISTRATION AND CALCULATION OF THE PROCESS OF SEWAGE TREATMENT BY ULTRASONIC GALVANOCOAGULATION FROM ORGANIC POLLUTION

*М.К. КОШЕЛЕВА., П.П. КЕРЕМЕТИН, Г.Б. ВЕКСЛЕР, В.О. АБРАМОВ  
M.K. KOSHELEVA, P.P. KEREMETIN, G.B. VEKSLER, V.O. ABRAMOVA*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,  
Институт общей и неорганической химии имени Н.С. Курнакова РАН,  
Московский государственный университет инженерной экологии)

*Предложено защищенное патентом РФ устройство для очистки сточных вод от органических загрязнений методом гальванокоагуляции с использованием ультразвукового воздействия на гальванокоагулянт для повышения эффективности процесса коагуляции. Определены рациональные параметры процесса очистки и ультразвукового воздействия. Разработана программа расчета степени очистки сточных вод от нефтепродуктов.*

*The device protected by the Russian Federation patent for sewage treatment from organic pollution by a galvanocoagulation method with use of ultrasonic influence on galvanocoagulant for increase of efficiency of the coagulation process has been offered. Rational parameters of the process of treatment and ultrasonic influence have been defined. The program of calculation of extent of sewage treatment from oil products has been developed.*

**Ключевые слова:** сточные воды, процесс очистки, органические загрязнения, устройство гальванокоагуляционной очистки, расчет степени очистки.

**Keywords:** sewage treatment, organic pollution, device of galvanocoagulation, calculation of treatment extent.

В стоках разных текстильных предприятий в значительном количестве содержатся органические вещества, в том числе нефтепродукты. Количество органических веществ, как и удельное количество сточных вод, существенно зависит от ассортимента и технологии получения текстильного материала. Так, например, в стоках отделочных производств тонкосуконных фабрик содержится от 40 до 80 мг/л нефтепродуктов, а в стоках фабрик первичной переработки шерсти – более 7000 мг/л. При этом на тонкосуконной фабрике производительностью 3000 т/год расход воды составляет 109270 м<sup>3</sup>/год, а количество сточных вод отделочного производства – 76000 м<sup>3</sup>/год.

Для очистки сточных вод от органических загрязнений выбран гальванокоагуляционный метод [1]. Механизм гальванохимической очистки сточных вод сложен и определяется процессами, возникающими во время взаимодействия гальванопары с водой и кислородом. В качестве элементов гальванопары в исследованиях использовались кокс и железо, при их контакте об-

разуется магнетит, который в дальнейшем используется в качестве реагента. Установлено, что существенное повышение активности гальванокоагулянта происходит при его диспергировании, а одним из эффективных способов повышения интенсивности процесса коагуляции органического загрязнения является предварительная ультразвуковая обработка суспензии магнетита [1, 2]. На основании литературного обзора, патентного и экспериментального исследования предложено расположение аппаратов в устройстве для гальванокоагуляционной очистки сточных вод от органических загрязнений [3].

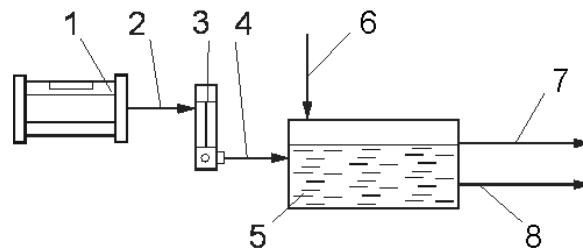


Рис. 1

Схема предлагаемого устройства представлена на рис. 1, где 1 – гальванокоагулятор, 2, 4 – патрубки, 3 – ультразвуковой возбудитель колебаний, 5 – реактор, 6 – патрубок для подвода сточной воды, 7 – патрубок для отвода очищенной воды, 8 – патрубок для отвода отработанного магнетита.

Устройство содержит гальванокоагулятор, который является наработчиком магнетита, и соединенный с ним ультразвуковой УЗ возбудитель колебаний, из которого суспензия магнетита поступает в реактор, через который проходит загрязненная вода. В соответствии со схемой, представленной на рис. 1, в гальванокоагулятор 1 загружаются элементы гальванопары, например, железная стружка и кокс, при взаимодействии которых образуется магнетит, который по патрубку 2 транспортируется самотеком или принудительным потоком воздуха в ультразвуковой возбудитель колебаний 3, включающий типовые ультразвуковой генератор, преобразователь и волновод. Ультразвуковое воздействие на магнетит способствует его измельчению, активирует его поверхность,

повышает сорбционную способность за счет кавитации. Из ультразвукового возбудителя колебаний 3 магнетит по патрубку 4 транспортируется в реактор 5, в который через патрубок 6 поступает сточная вода, предназначенная для очистки. В реакторе 5 происходит сорбция нефтепродуктов на поверхности магнетита, очищенная вода удаляется через патрубок 7, а отработанный магнетит – через патрубок 8. Предлагаемое устройство позволяет решить задачу повышения степени очистки промышленных сточных вод при экономии элементов гальванопары и повышении производительности очистного оборудования. На основе предложенного и защищенного патентом устройства разработана аппаратно-технологическая схема очистки воды от органических загрязнений с использованием активированного в УЗ поле гальванокоагулянта ГК [2].

В основе разработанного метода расчета процесса очистки сточных вод от органических загрязнений с помощью реагента-магнетита при интенсификации его ультразвуком лежит кинетическое уравнение процесса реагентной коагуляции:

$$\frac{\partial f(v, \theta)}{\partial \theta} = \beta_0 \left[ \int_0^{\frac{v}{2}} f(v_1, \theta) f(v - v_1, \theta) dv_1 - f(v, \theta) \int_0^{\infty} f(v_1, \theta) dv_1 \right], \quad (1)$$

а также найденное решение этого уравнения в условиях принятых допущений

и предположений:

$$\phi(v, \theta) = \frac{1}{1 + \frac{\beta_0 n_0 \theta}{2}} \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\phi(\omega, 0)}{1 - \left( n_0 - \frac{\phi(\omega, 0) \beta_0 \theta}{2} \right)} d\omega, \quad (2)$$

где  $f(v, \theta)$  – распределение частиц загрязнения по их объему в момент времени  $\theta$ ,  $\beta_0 = \beta(v_1, v - v_1, \tau) = \beta(v - v_1, v_1, \tau) = \text{const}$ ,  $v, v_1$  – объемы частиц при парном столкновении,  $\phi(\omega, 0) = \int_0^{\infty} e^{i\omega v} f_0(v) dv$ ,  $n_0 = n(\theta=0)$ .

Исходными данными для расчета являются характеристики магнетита (распределение его частиц по размерам, количество магнетита, вводимое в очищаемую воду), характеристики загрязненной воды (распределение дисперсной фазы по размерам, плотность загрязнения, концентрация загрязнения, количество очищаемой воды), время процесса очистки, параметры ультразвукового воздействия на магнетит

(мощность и продолжительность воздействия ультразвука), а также требуемая степень очистки. В зависимости от условий перед инженером может стоять следующая задача: или на основе количества магнетита, вводимого в очищаемую воду, требуется рассчитать степень очистки воды, или на основе требований к очищенной воде рассчитать необходимое количество магнетита. Последняя задача является обратной к первой и реализуется с использованием численных методов решения задачи оптимизации. Алгоритм расчета прямой задачи включает: расчет распределения частиц магнетита по размерам на основе параметров ультразвукового воздействия, расчет характеристик логнормального распределения частиц магнетита, расчет кинетического коэффициента, расчет степени очистки воды от органических загрязнений.

Полученные опытные данные позволили выявить среди технологических параметров процесса те, которые одновременно, без каких-либо технологических затруднений, могут варьироваться в достаточно широком диапазоне и существенным образом влияют на эффективность процесса. Такими параметрами являются доза добавляемого магнетита и его фракционный состав. Указанный вывод подтверждается результатами теоретических

исследований [1], [2]. Изменение характеристик магнетита отражается на кинетическом коэффициенте  $K$ , который непосредственно входит в расчетные соотношения разработанных математических моделей изучаемого процесса.

Экспериментальные кривые удовлетворительно согласуются с расчетами степени очистки по уравнению:

$$\eta = \frac{K\tau}{\rho v_0 + K\tau}, \quad (3)$$

где  $K$  – обобщенный кинетический коэффициент, характеризующий скорость процесса;  $\tau$  – время от начала процесса коагуляции;  $\rho$  – плотность загрязнения;  $v_0$  – средний объем частиц загрязнения до процесса очистки. Средняя погрешность не превышает 5...7%. Обработка этих кривых

в координатах  $\frac{1}{\eta} - \frac{1}{\tau}$  позволила получить

оценку для кинетического коэффициента  $K$  (рис. 2 – очистка эмульсии с  $c_0=26$  мг/л ГК,  $D=600$  мг/л без УЗ обработки), которая в исследованном диапазоне технологических параметров процесса составила  $4,03 \cdot 10^{-10}$  мг/с. Полученная оценка необходима для практического использования расчетной формулы (3).

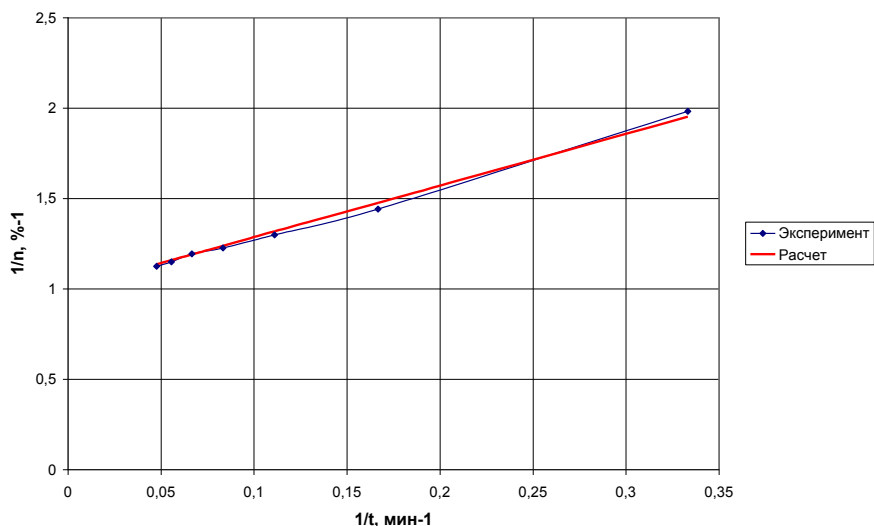


Рис. 2

Алгоритм расчета процесса очистки сточных вод от органических загрязнений с помощью реагента-магнетита (ГК) реализован в виде готового программного продукта и зарегистрирован в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам [4].

Экспериментальная проверка метода расчета степени очистки модельной эмульсии от нефтепродуктов ГК без воздействия УЗ проводилась для заданных степеней очистки  $\eta = 81\%$  и  $\eta = 91\%$ , с УЗ воздействием (при его интенсивности

$I = 36,9 \text{ Вт/см}^2$  и времени обработки 60 с) на ГК для степеней очистки  $\eta = 81\%$  и  $\eta = 95\%$ .

Расчетные концентрации ГК составили соответственно 680 и 1000 мг/л (при концентрации эмульсии 43,7 мг/л, без УЗ обработки ГК) и 250 и 460 мг/л (при концентрации эмульсии 33,92 мг/л, с УЗ обработкой ГК).

В табл. 1 представлены результаты экспериментальной проверки расчета степени очистки по отработанной на предварительных этапах методике.

Т а б л и ц а 1

Расчетная доза ГК, мг/л	$C_0$ , мг/л	$C$ , мг/л	$\eta_{\text{расч.}}$ , %	$\eta_{\text{эксп.}}$ , %	УЗ воздействие
680	43,7	6,925	81	84	—
1000	43,7	2,23	91	94	—
250	33,92	6,24	81	81,60	+
460	33,92	2,9184	95	91,40	+

П р и м е ч а н и е.  $C_0$  и  $C$  – начальная и конечная концентрация загрязнений в очищаемой воде.

Экспериментальные исследования и проверка предлагаемого метода расчета проводились на примере воды, отобранной в отделочном производстве одной из тонкосуконных фабрик, поскольку в процессе валки тонкосуконных шерстяных тканей используется керосин. Вода, содержащая керосин, поступает в сток после стадии "большая вода" процесса промывки, следующего за процессом валки. Начальная концентрация нефтепродуктов, определенная методом ИК-фотометрии на концентратометре КН-2м по стандартной методике, составила 11,04 мг/л. Расчеты показали, что для очистки воды с данной концентрацией нефтепродуктов до норм ПДК (0,7 мг/л) потребуется  $300 \pm 40$  мг/л гальванокоагулянта, необработанного ультразвуком, и  $130 \pm 20$  мг/л гальванокоагулянта, предварительно обработанного ультразвуком в течение 60 секунд с интенсивностью УЗ воздействия  $37 \text{ Вт/см}^2$ .

Предложенный метод расчета целесообразно использовать на стадии проектирования, анализа, сопоставления способов организации процесса очистки воды, загрязненной органическими веществами.

В процессе очистки сточных вод магнетитом образуется шлам, в результате че-

го встает вопрос об его утилизации. В практике известны различные способы использования железосодержащего шлама, полученного при очистке вод, дающие определенный экономический эффект, например, применение его для создания жаростойкого покрытия при изготовлении поддонов и изложниц, в качестве добавок при выпуске портландцемента, для получения охры [5], [6]. Возможно также использование шлама при производстве строительных материалов, например, керамзита [5...7]. Шлам может использоваться для очистки газов от сероводорода [5], [7]. После обработки Fe-содержащего шлама серной либо соляной кислотой можно получить коагулянт  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  или  $\text{FeCl}_3$  [5], [6]. Использование образовавшегося хлорида железа уже более разнообразно: в радиотехнической промышленности – для травления печатных плат, в коммунальном хозяйстве – для очистки сточных вод, на станциях обезжелезивания – для повышения эффективности и скорости окисления ионов двухвалентного железа. Особенно перспективно применение Fe-содержащего осадка подземных вод в производстве пигментов для лаков и красок на

масляной основе, например, красящего пигмента – сурика.

## ВЫВОДЫ

1. Предложено устройство для очистки промышленных стоков от органических загрязнений, в частности, от нефтепродуктов, обеспечивающее 90...95%-ную степень очистки, защищенное патентом.

2. Разработаны метод и программа расчета степени очистки и количества гальванокоагулянта, обеспечивающего требуемую степень очистки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Булеков А.П., Кошелева М.К., Кереметин П.П. и др. Математическое описание и расчет процесса очистки сточных вод // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №1. С. 116..121.

2. Кошелева М.К., Булеков А.П., Кереметин П.П. и др. Оценка эффективности ультразвуковой обработки реагента при очистке сточных вод от органических загрязнений // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5. С. 125..129.

3. Патент – 94967 РФ, Устройство для гальванокоагуляционной очистки сточных вод / М.К. Кошелева, П.П. Кереметин и др.; Мос. гос. текстильн. ун-т им. А.Н. Косыгина.- №2010104940/22(006948); Заяв. 10.03.2010; Оpubл. 10.06.2010, Бюл. N 16.

4. Кереметин П.П., Кошелева М.К. и др. Расчет процесса очистки сточных вод от нефтепродуктов с помощью гальванокоагулянта, предварительно облученного ультразвуком. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009616630 от 30.11.2009. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

5. Янин Е.П. Осадок железосодержащих подземных питьевых вод (образование, особенности, проблемы утилизации)//Научные и технические аспекты охраны окружающей среды // Обзорная информация. – 2008, №4. С.26..57.

6. Алферова Л.И., Курочкин Е.Ю., Дзюбо В.В. Повторное использование промывных вод и утилизация осадка на станциях очистки подземных вод // [http:// www. abok.ru/for \\_ spec/articles. php?nid=3169](http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3169).

7. Золотова Е. Ф., Асе Г. Ю. Очистка воды от железа, фтора, марганца и сероводорода. – М.: Стройиздат, 1975.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 21.01.13.

УДК 677.024: 519.15

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФА СОСЕДСТВА ЦВЕТОВ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЦВЕТНЫХ КЛЕТОК В ТЕКСТИЛЬНЫХ УЗОРАХ

### USE OF THE GRAPH OF COLORS ADJACENCY FOR COLORED CELLS DETECTION IN TEXTILE PATTERNS

Г.И. БОРЗУНОВ, К. А. МОИСЕЕВ, А. Н. НОВИКОВ  
G.I. BORZUNOV, K.A. MOISEEV, A.N. NOVIKOV

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

*В статье описывается метод поиска изображений с клетчатыми элементами композиции путем анализа графа соседства цветов. Рассмотрено влияние перестановок разноцветных клеток в узоре, а также несимметричных размеров клетки на граф соседства цветов.*

*The article describes the method of retrieval of images with cell elements of a composition by the method of analysis of the color adjacency graph. The impact of transposition of colored cells in a pattern as well as asymmetric cells sizes on the graph of colors adjacency has been considered.*

**Ключевые слова:** поиск изображений, граф, цветные клетки.

**Keywords:** image search, graph, colored cells.

Реализация удаленного доступа к электронным коллекциям изображений требует разработки адекватных математических моделей [1] и развития новых информационных технологий [2]. В данной работе считается, что точки рассматриваемых изображений могут быть окрашены в один из 16 цветов, являющихся представителем одного из 16 интервалов. Это предположение не ограничивает общности приводимых ниже результатов. Реализация предлагаемого метода требует для каждого изображения кроме построения вектора гистограммы  $H[16]$  дополнительного расчета матрицы соседства цветов  $A[16][16]$ . Пусть коды точек изображения цветного узора размещены в массиве  $C[m][n]$ , тогда

псевдокод алгоритма построения вектора гистограммы  $H[16]$  и матрицы соседства цветов  $A[16][16]$  имеет вид:

```
for(i=0; i<16; i++){H[i]=0.0; for(j=0; j<16; j++){A[i][j]=0.0;}}
for(i=0; i<m; i++){ for(j=0; j<n; j++){
ir=C[i][j];H[ir]++;}}
for(i=0; i<m; i++){ for(j=0; j<n; j++) {
icol=C[i][j]; icol=C[i][j]; if(i>0) ir = i-1; else
ir = m-1; jr = j;
jcol=C[ir][jr];A[icol][jcol]+=1.0; if(j>0) jr =
j-1; else jr = n-1; ir = i; jcol=C[ir][jr];
A[icol][jcol]+=1.0; if(i<m-1)ir = i+1; else ir
=0; jr = j; jcol=C[ir][jr]; A[icol][jcol]+=1.0;
if(j<n-1) jr = j+1; else jr =0; ir = i;
jcol=C[ir][jr]; A[icol][jcol]+=1.0;}}
```



Например, пусть цветной узор  $C1[4][4]$  состоит из 4 клеток (квадратов), окрашенных в 2 цвета, каждая из которых имеет размерность  $2 \times 2$  точки (табл. 1).

Таблица 1

$i \setminus j$	0	1	2	3
0	0	0	1	1
1	0	0	1	1
2	1	1	0	0
3	1	1	0	0

Тогда соответствующая гистограмма имеет вид вектора:  $H1[16] = \{8, 8, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0\}$ , а матрица соседства цветов  $A1[16][16]$  – вид табл. 2.

Таблица 2

$i \setminus j$	0	1	2 ... 15
0	16	16	0 ... 0
1	16	16	00
2	0	0	00
...	...	...	...
15	0	0	00

Пусть матрица  $A1$  является матрицей смежности вершин графа соседства цветов узора ( $G1$ ), ребра которого взвешены положительными целыми значениями элементов матрицы  $A1$  (рис. 1 – граф соседства цветов узора ( $G1$ ), матрица смежности которого приводится в виде табл. 2).

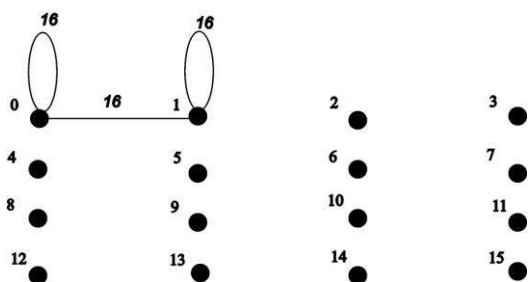


Рис. 1

Таблица 3

$i \setminus j$	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	1	1	2	2	3	3
1	0	0	1	1	2	2	3	3
2	1	1	2	2	3	3	0	0
3	1	1	2	2	3	3	0	0
4	2	2	3	3	0	0	1	1
5	2	2	3	3	0	0	1	1
6	3	3	0	0	1	1	2	2
7	3	3	0	0	1	1	2	2

Для сравнения с узорами, состоящими из горизонтальных линий, рассмотрим цветной узор  $C2[8][8]$ , который состоит из 8 окрашенных в 4 различных цвета клеток (квадратов), каждая из которых имеет размерность  $2 \times 2$  точки (табл. 3). Вектор гистограммы этого узора имеет вид:  $H2[16]: \{16, 16, 16, 16, 0, \dots, 0\}$ . Граф соседства цветов  $G2$ , соответствующий цветному узору  $C2$ , приводится на рис. 2.

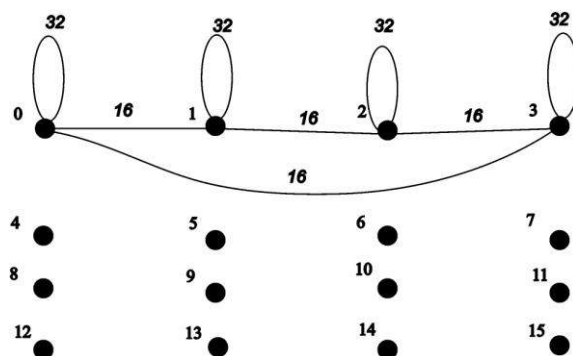


Рис. 2

Таблица 4

$i \setminus j$	0	1	2	3
0	0	0	0	0
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3

Вектор гистограммы этого узора имеет вид:  $H3[16]: \{4, 4, 4, 4, 0, 0, \dots, 0\}$ . Граф соседства цветов  $G3$ , соответствующий цветному узору, состоящему из четырех разноцветных линий (табл. 4), приводится на рис. 3.

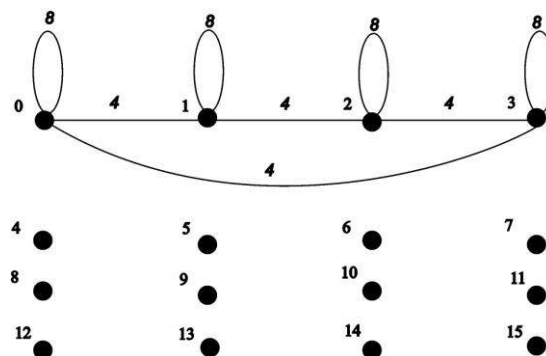


Рис. 3

Граф  $G2$  по структуре полностью совпадает с графом  $G3$ , то есть эти два графа

определяются одним и тем же отношением инцидентности вершин ребрам и петлям. Эти два графа различаются только весами ребер и петель, так как оказываются различными их матрицы соседства цветов  $A2[16][16]$  и  $A3[16][16]$  (соответственно табл. 5, 6). Различны также гистограммы  $H2[16]$ ,  $H3[16]$ .

Таблица 5

i\j	0	1	2	3	4...15
0	32	16	0	16	0...0
1	16	32	16	0	0...0
2	0	16	32	16	0...0
3	16	0	16	32	0...0
4	0	0	0	0	0...0
...	...	...	...	...	...
15	0	0	0	0	0...0

Таблица 6

i\j	0	1	2	3	4...15
0	8	4	0	4	0...0
1	4	8	4	0	0...0
2	0	4	8	4	0...0
3	4	0	4	8	0...0
4	0	0	0	0	0...0
...	...	...	...	...	...
15	0	0	0	0	0...0

Для устранения влияния числа точек в изображении узора или масштаба представления узора можно использовать нормировку, псевдокод алгоритма которого имеет вид:  $k1=m*n; k2=4*k1; \text{for}(i=0; i<16; i++)\{H[0][i]/=k1; \text{for}(j=0; j<16; j++)\{A[0][i][j]/=k2;\}}$ ; где  $m, n$  – соответственно число строк и число столбцов в изображении узора. После нормировки векторы гистограмм  $H2, H3$  совпадают и имеют вид:  $H_{norm}[16]=\{0.25, 0.25, 0.25, 0.25, 0, \dots, 0\}$ . Матрицы соседства цветов  $A2, A3$  после нормировки также оказываются одинаковыми и равными матрице  $A_{norm}[16][16]$ , которая приводится в табл. 7.

Таблица 7

i\j	0	1	2	3	4...15
0	0.125	0.0625	0	0.0625	0...0
1	0.0625	0.125	0.0625	0	0...0
2	0	0.0625	0.125	0.0625	0...0
3	0.0625	0	0.0625	0.125	0...0
4	0...0	0...0	0...0	0...0	0...0
...	...	...	...	...	...
15	0...0	0...0	0...0	0...0	0...0

При изменении формы клеток не изменяются вектор гистограммы, в графе соседства цветов сохраняется цикл, проходящий по инцидентным петлям вершинам. Однако в графе соседства цветов появляются новые ребра и изменяются веса петель и ребер, составляющих указанный цикл. Например, пусть узор  $C4[8][8]$  состоит из клеток  $3 \times 2$  вместо клеток  $2 \times 2$ , как в случае узора  $C2[8][8]$  (табл. 8). Цветному узору  $C4[8][8]$  соответствует матрица соседства цветов  $A4[16][16]$ , приведенная ниже в виде табл. 9, и граф соседства цветов  $G4$ , изображенный на рис. 4.

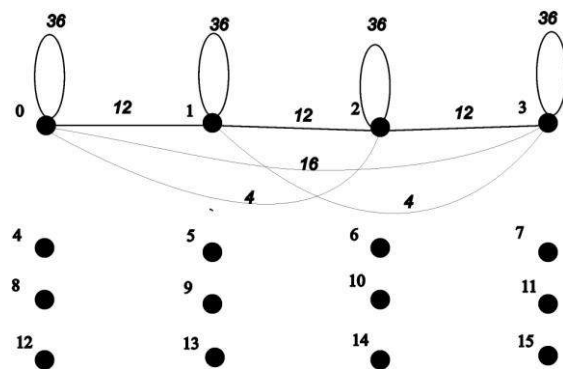


Рис. 4

Таблица 8

i\j	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	1	1	2	2	3	3
1	0	0	1	1	2	2	3	3
2	0	0	1	1	2	2	3	3
3	1	1	2	2	3	3	0	0
4	1	1	2	2	3	3	0	0
5	1	1	2	2	3	3	0	0
6	2	2	3	3	0	0	1	1
7	2	2	3	3	0	0	1	1

Таблица 9

i\j	0	1	2	3	4...15
0	36	12	4	12	0...0
1	12	36	12	4	0...0
2	4	12	36	12	0...0
3	12	4	12	36	0...0
4	0...0	0...0	0...0	0...0	0...0
...	...	...	...	...	...
15	0...0	0...0	0...0	0...0	0...0

Сравнение графов соседства цветов  $G2$  (рис. 2) и  $G4$  (рис. 4) показывает, что при нарушении регулярности (симметрии) узора за счет несимметричных размеров клетки в графе соседства цветов ( $G4$ ) кроме

простого цикла, проходящего по всем инцидентным петлям вершинам, появляются дополнительные ребра. Эти дополнительные ребра имеют значительно меньший вес, что позволяет не учитывать их при анализе (индексации) изображений.

## ВЫВОДЫ

1. Графы соседства цветов узоров, представляющих собой перестановки разноцветных квадратов (клеток), и узоров состоящих из разноцветных полос, полностью совпадают по структуре, так как состоят из простых циклов, проходящих по инцидентным петлям вершинам. Эти графы в общем случае различаются по весу ребер и петель. Предложенная процедура нормирования весов делает указанные веса одинаковыми.

2. При нарушении регулярности (симметрии) узора за счет несимметричных размеров клетки в соответствующем графе

соседства цветов кроме простого цикла, проходящего по всем инцидентным петлям вершинам, появляются дополнительные ребра. Эти дополнительные ребра имеют значительно меньший вес, что позволяет не учитывать их при анализе (индексации) изображений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Борзунов Г.И., Моисеев К.А. Разработка программного комплекса для автоматизации обработки точечных изображений // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 1. С. 123..125.

2. Борзунов Г.И., Моисеев К.А. Автоматизированный анализ композиции текстильных изображений // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 3.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и компьютерного дизайна. Поступила 10.12.12.

УДК 677.022:519.8:62.50

## СТАТИСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЫХЛЕНИЯ КЛОЧКОВ ХЛОПКА

### STATISTIC ASPECTS OF DESIGNING BREAKING-CLEANING PROCESS FOR COTTON

Т.А. САМОЙЛОВА, П.А. СЕВОСТЬЯНОВ, Д.А. ЗАБРОДИН, С.Г. САВЕЛЬЕВ  
T.A. SAMOYLOVA, P.A. SEVOSTYANOV, D.A. ZABRODIN, S.G. SAVELYEV

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")  
E-mail: samoilovat@mail.ru; spa46@pochta.ru

*С помощью имитационной компьютерной статистической модели и метода Монте-Карло исследована устойчивость распределения массы клочков хлопка в процессе рыхления и очистки.*

*Stability of distribution of cotton flocks mass in the process of breaking and cleaning has been researched with the help of an imitation computer statistic model and Monte-Carlo method.*

**Ключевые слова:** рыхление, очистка, имитация, компьютерная модель.

**Keywords:** breaking, cleaning, imitation, a computer model.

Процессы рыхления и очистки клочков хлопка являются важнейшими на подготовительных этапах прядильного производства. В случае неправильного выбора заправочных режимов разрыхлительного оборудования снижается выделение сорных примесей, повышается повреждаемость волокон, выделение прядомых волокон в отходы и происходит частичное зажатывание клочков, приводящее к их уплотнению и переплетению волокон. Одним из путей ослабления отрицательных последствий процесса рыхления является уменьшение воздействия на клочки на каждом переходе с одновременным увеличением числа переходов, что, однако, приводит к повышению затрат на производство.

Для оптимизации процесса рыхления они изучались многими исследователями. Последними по времени являются работы [1]. Поскольку натурные эксперименты весьма ограничены по диапазону и разнообразию, был разработан ряд аналитических и компьютерных моделей процесса, в том числе и учитывающих вероятностную природу взаимодействия клочков с рабочими органами машин. Преимуществом этого класса моделей является возможность получения не только усредненных показателей, но и оценки влияния параметров на рассеяние значений показателей. Величины такого рассеяния, например, по массе клочков, их плотности и содержанию сорных примесей зачастую более важны для последующих технологических переходов, чем средние значения. Особенностью процесса рыхления является скудость информации о распределениях указанных характеристик клочков. Поэтому для использования результатов моделирования оказывается актуальной задача проверки робастности результатов моделирования при вариациях исходных условий. Ниже приведены результаты вычислительных статистических экспериментов анализа устойчивости формы закона распределения массы клочков в зависимости от числа этапов разрыхления и формы исходного распределения.

Для анализа использована модель, описанная в [2]. Обозначим через  $m$  – массу

клочка;  $g$  – массу сорных примесей в клочке;  $\rho$  – плотность клочка;  $P_1, P_2, P_3$  – вероятности рыхления, измельчения и зажатывания соответственно при одном взаимодействии клочка с рабочим органом машины (колками и колосниками);  $N$  – начальное количество моделируемых клочков. При моделировании начальную массу каждого клочка принимаем равной 100 мг, начальную плотность клочков принимаем равной  $1 \text{ г/см}^3$ , массу сорных примесей составляющей 5% от массы клочка. Также примем, что  $P_1=P_2=P_3 = 1/3$ .

Алгоритм моделирования.

1. Задание исходных данных:  $N$ ;  $m$ ;  $g$ ;  $\rho$ ;  $P_1, P_2, P_3$ .

2. Генерация случайного события с очередным клочком – разрыхления (A1), измельчения (A2) или разделения (A3)

3. Если произошло A1, то выполняется уменьшение  $g$  и  $\rho$ .

4. Если произошло A2, то имитируются случайным образом: разделение клочка на два клочка с массами  $m_1$  и  $m_2$ ; разделение  $g$  на три части:  $g_1, g_2$  – массы сорных примесей в двух образовавшихся в результате измельчения клочках и  $g_3$  – массу сорных примесей, выделившихся в отходы; уменьшение  $g$ .

5. Если произошло A3, то выполняется увеличение  $g$ .

6. Накопление данных по клочку в массивах.

7. Повтор пунктов 2...6 для  $N$  клочков.

8. Построение оценок распределения массы, плотности и содержания сорных примесей.

9. Пункты 2...8 повторяются  $K$  раз для полученных на предыдущих этапах клочков, то есть имитируется  $K$ -кратное повторение рыхления клочков, причем на каждом этапе в качестве обрабатываемых используются клочки и их характеристики, полученные на предыдущем этапе.

Поскольку полученные распределения характеристик клочков асимметричны, в качестве числовых характеристик распределений, помимо оценок среднего ( $mSr$ ) и среднеквадратического отклонения ( $Sm$ ), использовались оценки моды ( $Mo$ ), медианы ( $Me$ ) и интердецильного размаха ( $Wd$ ).

В [3] было доказано, что при многостадийном и однородном дроблении частиц устанавливается предельное робастное распределение их масс, соответствующее логарифмически нормальному закону. Поэтому было исследовано, после какого ко-

личества этапов  $K$  распределение массы клочков можно считать логарифмически нормальным. Результаты эксперимента приведены в табл. 1 (приближение распределения массы к логарифмически нормальному распределению).

Таблица 1

$K$	Логарифм правдоподобия, $L$	$m_{Sr}$	$S_m$	$M_0$	$M_e$	$W_d$
1	-1061,27	0,881	0,327	1	0,954	0,898
2	-1111,14	0,784	0,358	1	0,556	0,969
3	-855,67	0,815	0,348	1	0,337	0,990
4	30,89	0,636	0,309	1	0,189	0,996
5	1833,77	0,529	0,278	1	0,118	0,900
6	5193,74	0,430	0,234	1	0,068	0,068

На рис. 1 представлена оценка распределения массы клочков после 6 этапов

рыхления и его аппроксимация логарифмически нормальным распределением.

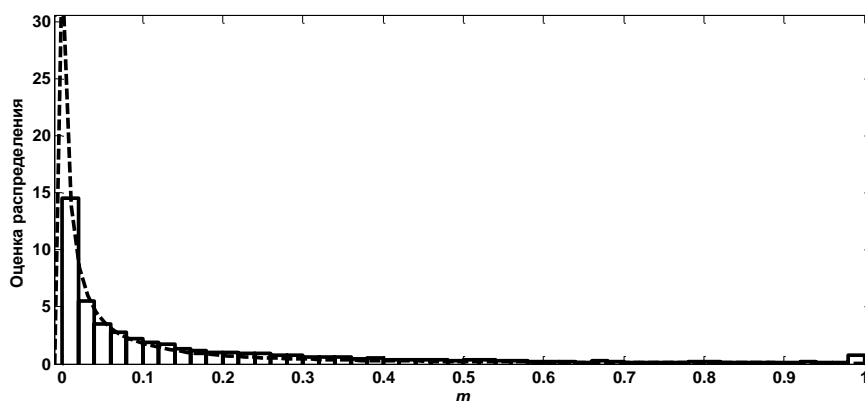


Рис. 1

На рис. 2 показано изменение значений логарифма правдоподобия  $L$  аппроксимации выборочных данных логарифмически нормальным распределением в зависимости от числа этапов рыхления  $K$ . Из приве-

денных данных следует, что предельное логарифмически нормальное распределение массы клочка достигается уже на пятом этапе рыхления.

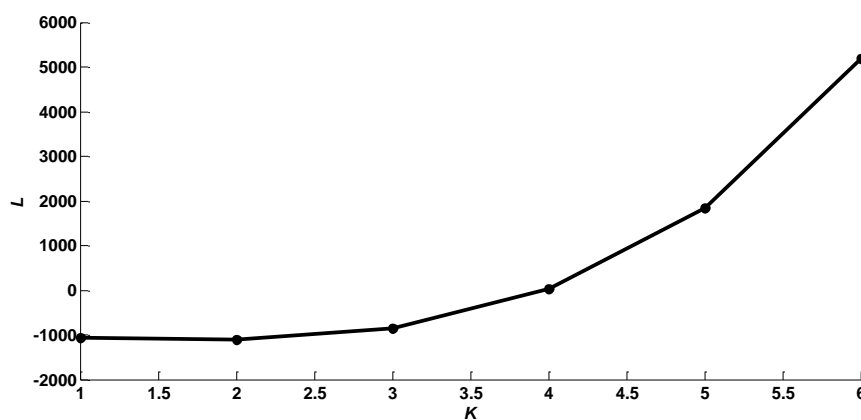


Рис. 2

Во втором эксперименте исследовалось изменение  $L$  при  $P_1=0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8$ . При этом  $P_2 = P_3 = (1 - P_1)/2$ . В табл. 2 приведены результаты эксперимента (зависимость  $L$  от  $P$  и числа этапов рыхления  $K$ ).

Т а б л и ц а 2

K	$P_1$				
	0	0,2	0,4	0,6	0,8
1	-1006,97	-1013,72	-988,21	-994,04	-550,53
2	-834,54	-997,18	-1141,48	-1185,63	-957,14
3	247,09	-449,58	-927,03	-893,99	-1149,28
4	2880,90	1414,05	-253,67	-1010,52	-1185,44
5	8870,06	3883,91	947,04	-611,29	-1298,41
6	20404,20	8614,37	2984,17	-41,27	-1203,60

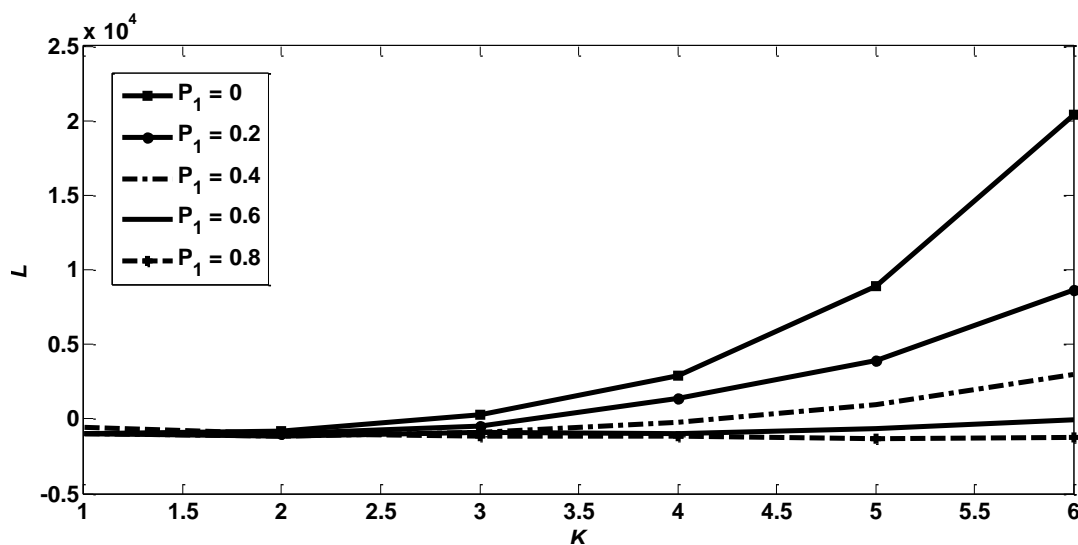


Рис. 3

## ВЫВОДЫ

Установлено, что скорость перехода распределения массы клочков к предельному логарифмически нормальному распределению зависит от соотношения вероятностей рыхления и разделения клочков. В дальнейшем тип распределения сохраняется, и изменяются лишь его параметры. При изменении вероятностных характеристик процесса по мере роста степени разрыхленности клочков переход к предельному закону распределения массы может либо замедлиться, либо привести к другим предельным законам распределения. Поэтому целесообразно располагать гибкой автоматизированной моделью процесса для исследования различных режимов работы машин.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Хосровян А.Г. Совершенствование процессов разрыхления, очистки, транспортировки полуфабриката и формирования пневмомеханической пряжи с целью повышения ее качества: Дис...канд.техн. наук. – ИГТА: Иваново, 2007.
2. Севостьянов П.А. Компьютерное моделирование технологических систем и продуктов пряже. – М.: Знание-Информ, 2006.
3. Колмогоров А.Н. О логарифмически-нормальном законе распределения размеров частиц при дроблении // Докл. АН СССР. – 1941, т.31, №2. С. 99...101.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и систем автоматизированного проектирования. Поступила 10.12.12.

**РАЗВИТИЕ СИСТЕМ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ  
АРМИРУЮЩИХ ТКАНЫХ СТРУКТУР\***

**DEVELOPMENT OF THE SYSTEM OF NONDESTRUCTIVE CONTROL  
OF REINFORCING WOVEN STRUCTURES**

*В.А. ИВАНОВСКИЙ*  
V.A. IVANOVSKY

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

*Работа посвящена разработке системы технического контроля качества армирующих тканых структур в процессе изготовления композитных материалов. Определен наиболее эффективный метод неразрушающего контроля армирующего полуфабриката. Предложена принципиальная схема алгоритма распознавания его структуры и дефектов.*

*The article is devoted to development of the system of quality technical control of reinforcing woven structures in the process of composite material manufacturing. The most effective method of nondestructive control of a reinforcing semi-finished product has been determined. The schematic diagram of the algorithm of recognition of its structure and defects has been offered.*

**Ключевые слова:** контроль качества тканых структур, система неразрушающего контроля, компьютерная томография.

**Keywords:** quality control of woven structures, a nondestructive control system, computer tomography.

Одной из передовых задач современного производства композитных материалов и изделий из них является создание многомерных тканых структур, выполняющих роль армирующих элементов [1]. В частности, потребность в изделиях из композитных материалов с цельноткаными армирующими элементами существует в авиакосмической отрасли [2]. Очевидно, что строжайший контроль качества таких изделий является неотъемлемой частью производства.

Производство подобных деталей имеет две основные стадии – изготовление изделия из армирующих элементов (стекловолокна, углеволокна и др.) и пропитка связующим. Очевидно, что качество изделий закладывается на всех этапах его изготов-

ления. Представляется целесообразным для более эффективного контроля качества готового изделия, а также для уменьшения количества бракованных изделий и экономии дорогостоящего связующего осуществлять контроль структуры армирующих элементов, внешних геометрических параметров и контроль параметров внутренних технологических полостей до пропитки связующим.

На данном этапе производства изделие имеет сложную тканую структуру и геометрию и, следовательно, представляет собой достаточно серьезную задачу для автоматизированного контроля качества. Для решения этой задачи необходимо: осуществить правильный выбор наиболее эффективного метода или комплекса мето-

\* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук С.Н.Титова.

дов неразрушающего контроля; разработать методику и алгоритмы для анализа структуры и распознавания дефектов. Целью данного исследования является выбор наиболее эффективного метода неразрушающего контроля тканого армирующего полуфабриката.

На сегодняшний день можно выделить следующие основные методы неразрушающего контроля: визуальный, оптический, лазерный, термический, магнитный, электромагнитный, электрический, звуковой, ультразвуковой, сверхвысокочастотный, радиографический [3...5].

Первые два метода (визуальный и оптический) применяются для распознавания видимых характеристик исследуемого объекта: габариты, физическое состояние, характеристики рельефа поверхности, оптически определяемые дефекты (поры, трещины, включение инородных тел и т.д.) [6...10]. Применение эндоскопов позволяет заглянуть и внутрь полостей объекта. Однако данный процесс ограничен технологическими параметрами полостей и отверстий, а также временем анализа.

Данные методы не позволяют определять структуру внутри материала объекта и, следовательно, не могут в полной мере осуществлять технический контроль качества и должны использоваться в совокупности с другими методами неразрушающего контроля.

Одним из развивающихся методов дефектоскопии является применение лазерной техники, при помощи которой получают и исследуют голограммы объектов. При помощи такого метода можно определять вибрацию, внутренние напряжения, изменения размеров объектов, координаты отдельных точек, рельеф, форму. Лазеры для дефектоскопии применяют, в частности, в атомной и аэрокосмической отраслях, где необходима бесконтактность, высокая чувствительность, возможность исследования больших поверхностей, объемность исследуемого образа. К сожалению, данный метод не дает представления о внутренней структуре объекта.

Методы, основанные на проникновении индикаторных жидкостей в поверхностные

дефекты и трещины объекта (капиллярный метод) и сквозные дефекты (метод течеисскания), не подходят для поиска дефектов и определения внутренней структуры в случае промежуточного контроля армирующего тела, так как оно не является герметичным, а, наоборот, представляет собой тканую сетчатую структуру.

Термические (инфракрасные) методы неразрушающего контроля основаны на анализе различий в распространениях тепловых потоков при помощи радиометров. Применяются для определения таких пороков, как поры, пузыри, несплошности. Косвенность методов не позволяет определять непосредственное расположение армирующих элементов внутри объектов контроля. Они применяются для определения областей, содержащих дефект, при этом на точность определения оказывает сильное влияние глубина расположения дефекта. С ростом толщины объекта точность инфракрасных методов падает.

Магнитный метод неразрушающего контроля применяется в основном для материалов из ферромагнитных сплавов. Он основан на исследовании магнитных полей рассеяния намагниченного объекта. Позволяет определять такие дефекты, как поверхностные трещины, непровары, поры и др.

Электромагнитный метод в отличие от магнитного основан на анализе возбуждения вихревых токов, поэтому применяется для различных электропроводящих объектов. Он также эффективен для дефектоскопии на небольших глубинах сканирования.

Электрический метод базируется на исследовании электрических характеристик объекта, поэтому также, в основном, используется для электропроводящих объектов, однако при дефектоскопии исследуемых композитных материалов в качестве характеристик могут быть использованы диэлектрическая постоянная и тангенс угла диэлектрических потерь, которые зависят от степени отверждения связующего.

Магнитный, электромагнитный и электрический методы для дефектоскопии в нашем случае могут подходить только для



углеродных структур, так как в остальных случаях материал не является токопроводящим.

При звуковом методе применяются колебания в диапазоне 10 Гц...20 кГц. Задающий кристалл вызывает колебания всего изделия до наступления резонанса. Данный метод используется для определения больших дефектов и расслоений. По тону звука определяется связанность структуры объекта (звонящий – хорошо связанная структура, глухой – структура с пустотами).

Ультразвуковые методы используют частоты от 20 кГц до 25 МГц. При прохождении через объект исследования энергия излучения уменьшается в результате поглощения в материале и отражения от дефектов. Отражение происходит при достижении границы раздела. Могут применяться для обнаружения малых дефектов, так как с увеличением частоты колебаний увеличивается разрешающая способность сканирования. Эти методы применяются и для измерения размеров объектов.

Сверхвысокочастотные (СВЧ) методы основаны на энергетической оценке отраженного или прошедшего через исследуемый объект излучения сверхвысокой частоты (0,5... 1000 ГГц). Данные методы, как и предыдущие, акустические, в основном применяют для измерения геометрии объекта, поиска малых дефектов, а также содержания влаги, изучения диэлектрических свойств.

Акустические и СВЧ-методы в основном применяют для дефектоскопии полнотелых изделий. Исследуемый же материал имеет тканую сетчатую, следовательно, неплотную пористую структуру, с множеством границ раздела. По этой причине перечисленные методы для решения нашей задачи не являются эффективными.

Радиографические методы основаны на анализе изменения интенсивности ионизирующего излучения ( $10^3 \dots 10^8$  эВ), проникающего через объект. Теневое изображение представляется в виде суммы изображений слоев объекта. Данные методы применяются для исследования пор, трещин, расслоений и других подобных дефектов.

Для исследования структуры объекта, в частности, расположения армирующих элементов необходимо изображение каждого слоя объекта без искажений. Данная задача решается одним из самых современных и эффективных радиографических методов – методом рентгеновской компьютерной томографии, применяемым во многих сферах: медицинских, промышленных, в сферах безопасности и т.д. Суть метода заключается в просвечивании объекта под различными углами и реконструкции структуры при помощи математических преобразований Радона.

Рассмотрим применение наиболее распространенных методов неразрушающего контроля на примере ультразвукового исследования и компьютерной томографии.

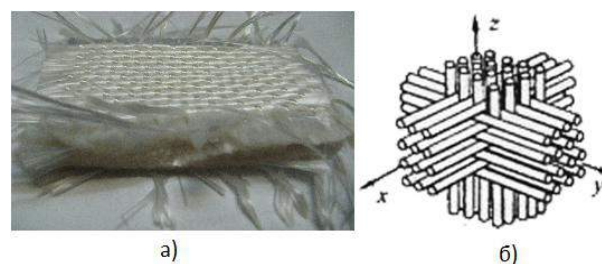


Рис. 1

Для исследования был выбран изотропный тканевый материал (рис.1-а) толщиной 13 мм, условная схема которого представлена на рис. 1-б. Для ультразвукового исследования использовался итальянский аппарат Mylab 70 Esaote со следующими техническими характеристиками: 1) частота датчиков – до 18 МГц, 2) глубина сканирования – до 38 см, 3) zoom – 32-кратный.

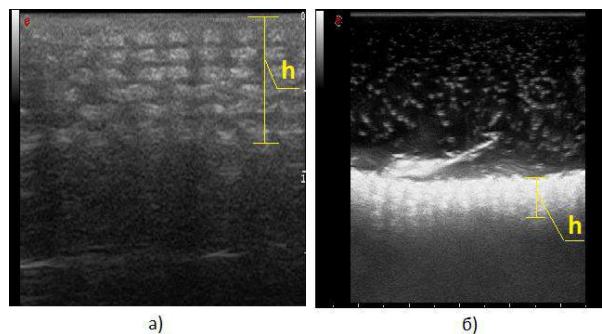


Рис. 2

На рис. 2-а представлены результаты ультразвукового сканирования образца многомерной ткани из кремнезёмных ни-

тей, сканирующий датчик был расположен непосредственно на ткани, при этом ткань была пропитана водой для исключения воздействия воздуха при ультразвуковом контроле. На рис. 2-б ткань была погружена в сосуд с водой, датчик располагался на поверхности воды. Как видно из изображений, ультразвуковое исследование дало неудовлетворительный результат – глубина ( $h$ ) просвечивания ткани не более 8...9 мм. Также практически неразличима структура ткани и ее отдельные волокна. Очевидно, что для определения внутренней структуры как отдельных волокон, так и технологических полостей в изделиях из этого вида материала ультразвуковой метод исследования не подходит.

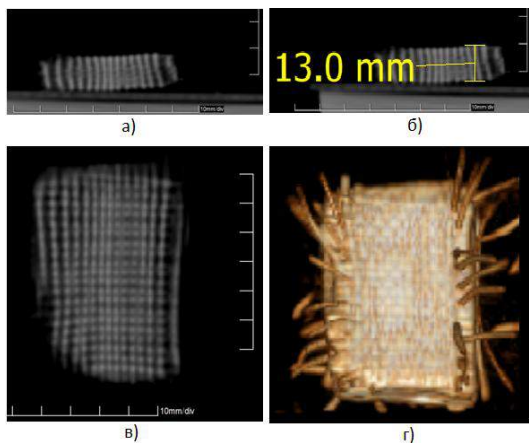


Рис. 3

Рассмотрим применение метода компьютерной томографии. Был применен компьютерный томограф Brilliance 16 СТ фирмы Philips со следующими техническими характеристиками: 1) рентгеновская трубка MRC – 8.0 MHU, 2) генератор – 60 кВт, 3) разрешение – 24 пар линий/см.

На рис. 3-а, б, в изображены проекции срезов ткани, сделанные при помощи компьютерного томографа. На рис. 3-г изображена реконструированная из проекций 3D модель образца ткани. Из рис. 3-а и б видно, что ткань просвечивается полностью и точно определяются размеры ткани ( $h=13$  мм). Также видна структура ткани и находящаяся под ней подложка. Следовательно, применение метода компьютерной томографии позволяет определять как тканую структуру в пространственных координатах, так и возможные технологические полости. При данном эксперименте ткань не погружалась в воду, что также является положительным моментом в процессе контроля качества.

На сегодняшний день распознавание образов на томограммах в основном ведется визуальным методом. Для технологического контроля качества в производственной сфере целесообразно данный процесс автоматизировать. Основной частью автоматизированной системы распознавания является программное обеспечение, то есть алгоритм распознавания.

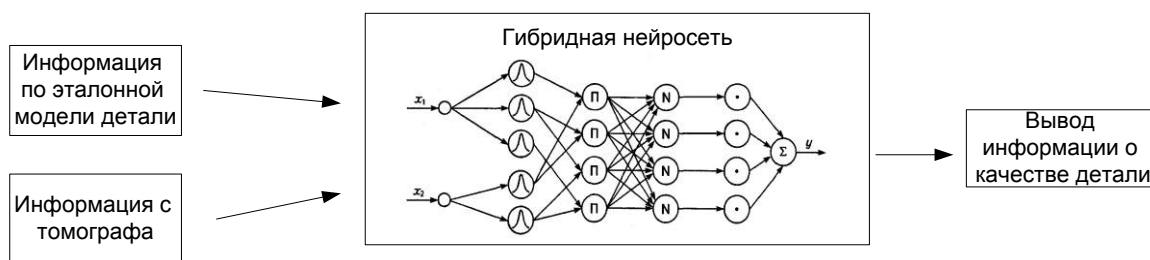


Рис. 4

На рис. 4 предложена принципиальная схема алгоритма распознавания дефектов. Как видно из рис. 4 предлагается применить гибридную нейросетевую модель распознавания, на вход которой подается информация, полученная с томографа, и информация, полученная с эталонной смо-

делированной компьютерной модели образца.

Таким образом, в рамках данной работы определен наиболее эффективный метод неразрушающего контроля армирующего полуфабриката. Возможности метода компьютерной томографии позволяют контролировать структуру тканых арми-

рующих элементов в процессе изготовления композитных материалов до окончательной пропитки, что позволяет более эффективно использовать дорогостоящие материалы и повышать контроль качества изделий. Предложена принципиальная схема алгоритма распознавания структуры и дефектов полуфабриката, применение которого позволяет автоматизировать процесс распознавания томограмм.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Tong L., Mouritz A.P., Bannister M.K.* 3D Fibre Reinforced Polymer Composites // Elsevier. – 2002.
2. *Павлихина И.Ю., Сумарукова Р.И.* Исследование расположения нитей в многослойной ткани облегченного типа // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №4. С.28...31.
3. *Некрасова Н.П.* Анализ существующих методов неразрушающего контроля параметров строения ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №4. С.54...56.
4. *Воробей В.В.* Технология неразрушающего контроля деталей и узлов летательных аппаратов: Учебное пособие. – М.: Изд-во МАИ, 1996.
5. *Любин Дж.* Справочник по композиционным материалам. – В 2-х кн. Кн. 2 / Под ред.

Дж.Любина; Пер. с англ. А.Б. Геллера и др.; Под ред. Б.Э.Гллера. – М.: Машиностроение, 1988.

6. *Сокова Г.Г.* Развитие теории и практики проектирования льняных тканей: Монография. – Кострома: КГТУ, 2007.

7. *Ивановский В.А.* Применение вейвлет-анализа при распознавании дефектов ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5. С.124...126.

8. *Романов В.В., Ивановский В.А.* Детектирование пороков ткани на основе аппарата нечеткой логики // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №3. С.134...136.

9. *Стенюгина О.В., Коробов Н.А., Гусев Б.Н., Алешина Д.А.* Определение геометрических характеристик петлеобразования трикотажного полотна по компьютерному изображению // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №1. С.134...136.

10. *Волгин А.Б., Рудовский П.Н.* Обработка и распознавание цифрового изображения самокрученных нитей с целью определения значения и направления крутки // Вестник КГТУ. – 2012, №2. С.37...38.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей маши и проектирования технологических машин. Поступила 02.03.13.

УДК 677.017.4:531

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ  
ЖЕСТКОСТИ НИТИ ПРИ КРУЧЕНИИ И ИЗГИБЕ**

**THEORETICAL BASIS AND EXPERIMENTAL DETERMINATION  
OF TWISTED AND BENT THREAD RIGIDITY**

*В.П. ЩЕРБАКОВ, О.Ю. ДМИТРИЕВ, И.Б. ЦЫГАНОВ, Н.С. СКУЛАНОВА, Е.Р. ПОПОВА  
V.P. SHCHERBAKOV, O.YU. DMITRIEV, I.B. TSYGANOVA, N.S. SKULANOVA, E.R. POPOVA*

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

*Изложены теоретические основы экспериментального определения жесткости нити при кручении и изгибе. Даны описания приборов и устройств, методик нахождения жесткостных характеристик нитей и пряжи. Приведены результаты эксперимента и расчета жесткости нити при кручении и жесткости нити при изгибе.*

*Theoretical basis of experimental definition of thread rigidity when twisting and bending have been presented. The description of devices and units, methods of finding thread and yarn rigidity characteristics are given. The results of the experiment and calculation of twisted and bent thread rigidity are presented.*

**Ключевые слова:** нить, равновесие, кручение, нелинейный изгиб, жесткость, силы, моменты, контактная нагрузка.

**Keywords:** a thread, balance, twisting, a nonlinear bend, rigidity, forces, moments, contact loading.

Почти любой расчет крученого продукта предполагает знание его жесткостных характеристик. Клебшем были предложены уравнения, основанные на пропорциональности компонентов кривизны и кручения при деформировании компонентам главного момента внутренних усилий:

$$\begin{aligned} M_1 &= A_{11}(\kappa_1 - \kappa_{10}), \\ M_2 &= A_{22}(\kappa_2 - \kappa_{20}), \\ M_3 &= A_{33}(\kappa_3 - \kappa_{30}), \end{aligned}$$

где  $\kappa_1$  – кручение и кривизна в естественном (недеформированном) состоянии,  $\kappa_1$  – кручение осевой линии нити, возникающее при скручивании элемента нити крутящим

моментом  $M_1$ ;  $\kappa_2$  и  $\kappa_3$  – проекции кривизны пространственной осевой линии при изгибе нити в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях под действием моментов  $M_2$  и  $M_3$ ;  $A_{11}$  – жесткость при кручении;  $A_{22}$  и  $A_{33}$  – жесткости при изгибе. Величины  $A_{ij}$  определяются соотношениями:

$$\begin{aligned} A_{11} &= B = GJ_p, \\ A_{22} &= A_{33} = H = EJ, \end{aligned}$$

где  $E$  – модуль упругости;  $G$  – модуль сдвига;  $I_p = \frac{\pi d^4}{32}$  – полярный момент инерции площади сечения;  $I = \frac{\pi d^4}{64}$  – осевой

момент инерции (поперечное сечение нити принято в форме круга диаметром  $d = 2r$ ).

В [1] получены выражения для основных силовых факторов, определяющих равновесную структуру крученой нити: приведенная к осевой линии нити контактная нагрузка  $q_0 = GI_p \frac{1}{4R^3(1+e)}$ ; осевая

сила (натяжение)  $T = GI_p \frac{1}{4R^2(1+e)}$ ; попе-

речная (перерезывающая) сила  $Q = GI_p \frac{\sqrt{1+2e}}{4R^2(1+e)}$ ; изгибающий и крутя-

щий моменты  $M_{\text{и}} = EI \frac{1}{2R(1+e)}$ ;

$M_{\text{к}} = GI_p \frac{\sqrt{1+2e}}{2R(1+e)}$ . Здесь введено обозна-

чение отношения жесткостей  $e = \frac{EI}{GI_p} = \frac{H}{B}$ .

Для числовой оценки сил и моментов нужны данные жесткостных характеристик  $EI = H$  и  $GI_p = B$ . Теория и методика определения величин  $H$  и  $B$  дается в настоящей статье.

Рассмотрим упругую нить с круговым поперечным сечением, нагруженную по торцам двумя моментами [2]. Двумя поперечными сечениями выделим из нити элемент длиной  $dz$ , а из него двумя цилиндрическими поверхностями с радиусами  $r$  и  $(r+dr)$  – элементарное кольцо, показанное на рис. 1 (кручение элемента нити).

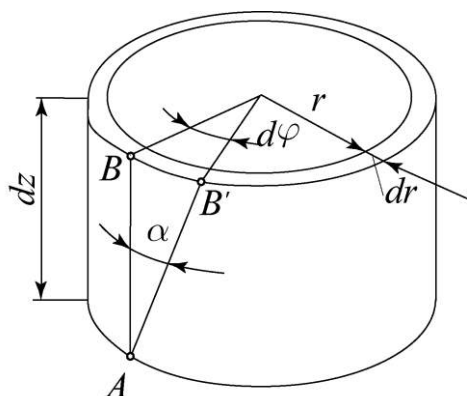


Рис. 1

Верхнее торцевое сечение поворачивается при кручении относительно левого на угол  $d\phi$ . Образующая цилиндра  $AB$  поворачивается при этом на угол  $\alpha$  и занимает положение  $AB'$ . Перемещение  $BB'$   $du = rd\phi$ , и в то же время  $du = dz \operatorname{tg} \alpha$ . Следовательно:

$$\frac{d\phi}{dz} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{r}. \quad (1)$$

Отношение  $\frac{d\phi}{dz} = \theta$  называется относительным углом закручивания и представляет собой угол взаимного поворота двух сечений, отнесенный к расстоянию между ними. Угол  $\theta$  соответствует относительному удлинению  $\frac{\Delta \ell}{\ell}$  при растяжении.

Геометрическую модель нити можно представить в форме полых прямых круговых цилиндров радиусом  $r$ , в которых волокна расположены по винтовым линиям с постоянным шагом  $h$  (рис. 2).

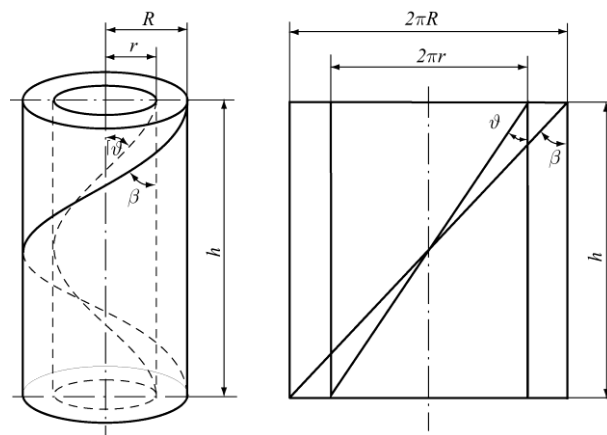


Рис. 2

Шаг винтовой линии не зависит от текущего радиуса нити и определяется круткой нити  $K = \frac{1}{h}$ . Угол подъема винтовой линии, то есть угол между касательной к винтовой линии и образующей цилиндра, равен  $\vartheta$ . Из рис. 2 следует:  $\operatorname{tg} \vartheta = \frac{2\pi r}{h}$ , или  $\operatorname{tg} \vartheta = 2\pi K$ . Тогда получаем:

$$q = \frac{d\varphi}{dz} = 2\pi K. \quad (2)$$

Крутящий момент определяется по формуле:

$$M_k = B\theta = B \frac{d\varphi}{d\ell}. \quad (3)$$

Для нити механизм образования внутреннего крутящего момента  $M_k$  существенно отличается от крутящего момента сплошных тел.

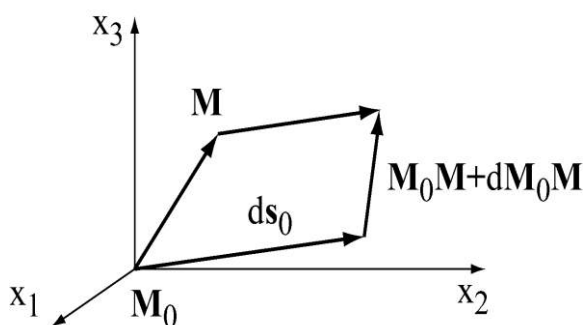


Рис. 3

Найдем деформации в окрестности одной точки  $M_0$ . Для этого рассмотрим перемещения произвольного бесконечно малого отрезка  $ds$  вблизи точки  $M_0$ , в которую поместим начало координат  $x_1, x_2, x_3$  (рис. 3 – деформирование отрезка  $ds$ ).

После деформирования точка  $M_0$  займет новое положение  $M$ . Вектор  $M_0M = u$  называется вектором перемещения с координатами  $u_1, u_2, u_3$ , сокращенно  $u_j$ . Вектор  $ds_0$  имеет координаты  $dx_1, dx_2, dx_3$  сокращенно  $dx_i$ . Конец этого вектора получит перемещение  $M_0M + dM_0M$ , компоненты

которого равны  $u_j + du_j = u_j + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} dx_i$ .

Разность перемещений начала и конца вектора есть  $dM_0M = \frac{\partial u_j}{\partial x_i} dx_i$ . Поэтому можно

написать  $ds = ds_0 + dM_0M$  с компонентами  $dx_j + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} dx_i$ . Сравним длины исследуемого вектора до и после деформирования.

Для этого найдем:

$$(ds)^2 - (ds_0)^2 = (ds_0 + dM_0M)^2 - ds_0^2 = 2ds_0 \times dM_0M + dM_0M^2 = 2dx_i \frac{\partial u_i}{\partial x_j} dx_j + \frac{\partial u_k}{\partial x_i} dx_i \frac{\partial u_k}{\partial x_j} dx_j.$$

Величина

$$\varepsilon = \frac{ds - ds_0}{ds_0} \quad (4)$$

называется относительной деформацией, или просто деформацией элемента  $ds$ . Компонента тензора деформации  $\varepsilon_{11}$  равна относительному удлинению в направлении оси  $x_1$ . Подобный смысл имеют компоненты  $\varepsilon_{22}$  и  $\varepsilon_{33}$ . Компоненты деформации с одноименными индексами представляют собой относительные деформации элементов, направленных по осям координат. Компоненты деформации с разными индексами представляют собой половины изменений первоначально прямых углов между соответствующими координатными осями. Величины  $\varepsilon_{ij} (i \neq j)$  называются сдвигами.

Состояние чистого сдвига возникает при кручении стержня с круглым поперечным сечением. В сопротивлении материалов и теории упругости под кручением понимается такой вид нагружения, при котором в поперечных сечениях стержня с круглым поперечным сечением возникает только крутящий момент [2]. Прочие силовые факторы (изгибающие моменты, нормальные и поперечные силы) равны нулю. Механизм деформирования такого стержня можно представить себе в следующем виде: каждое поперечное сечение в результате действия внешних моментов поворачивается в своей плоскости на некоторый угол как жесткое целое. Этот угол поворота для различных сечений будет различным.

Иначе обстоит дело с кручением нити, состоящей из волокон. Отличие вызывает

сама технология нити, когда нить, состоящая из системы параллельных волокон, преобразуется в крученую структуру, в которой наружные волокна длиннее центральных. При постоянном шаге витка  $h$  длина винтовой линии больше  $h$ , волокна должны удлиняться вследствие растяжения. Но все же геометрическая совместимость волокон в процессе кручения достигается в основном сменой положения частей волокон относительно оси нити таким образом, чтобы на большом протяжении нити длины траекторий волокон были бы одинаковыми. Этот эффект называют миграцией волокон. В этих условиях любое волокно находится в основном в состоянии растяжения, хотя в нем обязательно присутствуют и сдвиги. И если одну из упругих постоянных нити, а именно модуль упругости  $E_n = E_f \cos^2 \beta$  можно получить аналитически из модуля упругости волокна  $E_f$ , то вторую упругую постоянную – модуль сдвига  $G_n$  – найти аналитически не представляется возможным.

Определение жесткости нити при кручении возможно несколькими методами, в частности, методом крутильных колебаний или методом крутильного динамометра. В данной работе использовался крутильный динамометр, описанный в литературе [3]. Идея метода основана на сравнении крутящего момента эталонного элемента с равновесным моментом исследуемой нити. На кафедре МТВМ МГТУ им. А.Н. Косыгина доцентом О.Ю. Дмитриевым и инженером А.А. Козловым воспроизведен прототип такого прибора. Испытываемая нить зажимается между двух зажимов. Верхний зажим – измерительный, прикреплен к нижнему концу чувствительного элемента. Нижний зажим приводится во вращение от привода в нужном направлении. Количество оборотов, сообщаемое пряже зажимом, подсчитывается счетчиком. Угол закручивания чувствительного элемента фиксируется с помощью шкалы.

В качестве чувствительного элемента использована стальная проволока, играющая роль торсионной пружины. Расчетное значение жесткости при кручении прово-

локи определяется по известной формуле сопротивления материалов:

$$B_{ch} = G_{ch} I_{p, ch}, \quad (5)$$

где  $G_{ch}$  – модуль сдвига материала проволоки (чувствительного элемента), равный для стали  $8100 \text{ кгс/мм}^2$ ;  $I_{p, ch}$  – полярный момент инерции сечения проволоки диаметром  $d$ , равный:

$$I_{p, ch} = \frac{\pi d^4}{32}. \quad (6)$$

Тогда получаем  $B_{ch} = 4,97 \text{ сН} \cdot \text{мм}^2$ .

Испытания пряжи проводятся следующим образом. Пряжа зажимается в верхнем и нижнем зажимах на расстоянии  $L_y$ . При этом вес нижнего зажима создает предварительное минимальное натяжение, распрямляющее пряжу. Затем шкала прибора и счетчик кручений устанавливаются в нулевое положение. Далее включается привод, вращающий нижний зажим в направлении, соответствующем дополнительному кручению пряжи. Количество оборотов  $n$  пряжи должно быть минимальным, обеспечивающим значимый угол закручивания  $\varphi_{ch}$  чувствительного элемента, который считывается по шкале после затухания крутильных колебаний. В условиях равенства крутящего момента чувствительного элемента  $M_{ch} = B_{ch} \frac{\varphi_{ch}}{L_{ch}}$  и момента

пряжи  $M_y = B_y \frac{2\pi n}{L_y}$  вычисляется жест-

кость пряжи при кручении, которая в нашем случае равна  $B_y = 0,042 \text{ сН} \cdot \text{мм}^2$ .

При экспериментальном определении жесткости при изгибе  $H$  воспользуемся теоретически обоснованным методом нелинейного изгиба нитей двумя сосредоточенными силами: консольная нить несет на свободном конце сосредоточенную нагрузку [1]. Методика и техническое обеспечение опытного определения жесткости нити при изгибе разработаны доцентом

кафедры механической технологии волокнистых материалов МГТУ им. А. Н. Косыгина И. Б. Цыгановым. Что же касается способов, в основе которых лежит линейная теория изгиба, включая работу изгиба, то вследствие малой жесткости результаты нельзя признать достоверными.

Определение жесткости нити заключается: 1) в подготовке образца нитей с пластиной на конце, 2) измерении прогиба нитей, 3) решении системы уравнений. При подготовке образца на мотовиле наматывается 50 витков испытываемой нити. На полученную полоску нитей неусаживающимся клеем (эпоксидный клей) наклеивается рамка из плотного материала. После высыхания клея полоска нитей обрезается так, чтобы концы нитей не выступали за контур рамки. Непосредственно перед испытанием боковые стороны рамки, не скрепленные с нитями, обрезаются. Затем от одной из полосок с наклеенными нитями отрезается полоска такой ширины, чтобы полученный образец, удерживаемый горизонтально за широкую полоску, имел прогиб свободного конца не менее 1/3 от длины консоли.

Подготовленный образец зажимается за широкую полоску в горизонтальном зажиме и фотографируется с помощью цифровой фотокамеры. Для устранения влияния собственного изгиба нитей производится повторное фотографирование образца после его переворота верхней стороной вниз. После этого от образца отрезается зажимаемая полоска и оставшаяся часть образца взвешивается на торсионных весах. Полученные фотографии обрабатываются на компьютере с помощью графического редактора. При измеренной длине, экспериментально определенном весе нитей вместе с сосредоточенным весом пластины и измеренной координате центра тяжести пластины вычисляется жесткость всех изгибаемых нитей  $H$ . Жесткость при изгибе той же чистошерстяной пряжи равна  $H = 0,748 \text{ сН} \cdot \text{мм}^2$ .

Вычислим теперь основные силовые факторы, определяющие равновесную структуру скрученной в два сложения чистошерстяной пряжи 31×2 текс. Внешние

силы, включая осевую силу (натяжение), и моменты отсутствуют, отношение жесткостей  $e = \frac{H}{B} = 17,81$ . Для вполне упругого

материала сплошного круглого сечения

$$H = \frac{\pi d^4}{64} E, \quad B = \frac{\pi d^4}{32} G, \quad \text{где } E \text{ – модуль упругости, } G \text{ – модуль сдвига. С учетом}$$

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \quad (\text{здесь } \nu \text{ – коэффициент Пуассона})$$

окончательно получим

$$e = \frac{H}{B} = 1 + \nu. \quad \text{Даже при максимальном}$$

значении коэффициента Пуассона  $\nu = 0,5$  отношение жесткостей не превышает 1,5, в то время как для обычной, можно сказать, типовой нити это отношение намного больше. С учетом сказанного еще раз становится ясно, почему для текстильных нитей при изучении кручения бессмысленно вводить, и тем более вычислять, модуль сдвига  $G$ .

В условиях отсутствия внешней нагрузки получим:

– приведенная к осевой линии нити контактная нагрузка

$$q_0 = B \frac{1}{4R^3(1+e)} = 0,446 \frac{\text{сН}}{\text{мм}},$$

– натяжение каждой из нитей в составе скрученной

$$T = B \frac{1}{4R^2(1+e)} = 0,048 \text{ сН},$$

– перерезывающая сила

$$Q = B \frac{\sqrt{1+2e}}{4R^2(1+e)} = 0,291 \text{ сН},$$

– изгибающий момент

$$M_{\text{и}} = H \frac{1}{2R(1+e)} = 0,184 \text{ сН} \cdot \text{мм},$$

– крутящий момент

$$M_{\text{к}} = B \frac{\sqrt{1+2e}}{2R(1+e)} = 0,063 \text{ сН} \cdot \text{мм}.$$



И еще одно важное замечание. Все жесткостные характеристики нитей и пряжи зависят от состава и структуры, в том числе и от крутки, как первичной, так и вторичной. При создании базы данных механических характеристик текстильных материалов, которой ни материаловеды, ни технологи не занимаются вследствие, по всей вероятности, недостаточной компетенции в этой области, необходимы многочисленные опыты. Чтобы избежать этого, следует привлечь хорошо разработанные методы регрессионного анализа. К примеру, следует вычислить жесткость нити при изгибе  $N$  различных линейных плотностей  $T$ . Связь между ними резко нелинейна. Тогда экспериментальные данные аппроксимируются конкретной функцией, и далее для нужной толщины нити получают величину жесткости. Конечно, это требует колоссальной затраты времени и некоторых знаний, но в условиях вузов с

тысячами студентов и аспирантов выполнение задачи создания подобной базы данных вполне реально. Тем более опыт организации базы данных в других областях, например, в авиационном машиностроении, имеется.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Щербаков В.П., Скуланова Н.С.* Основы теории деформирования и прочности текстильных материалов: Монография. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2008.
2. *Феодосьев В.И.* Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1986.
3. *Зарецкас Г.С.* Прибор SD-4 для определения характеристик текстильных нитей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1965, № 2.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 26.11.12.

УДК 004.92:[659:677]

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ВЫБОР  
КАНАЛА РАСПРОСТРАНЕНИЯ РЕКЛАМЫ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ**  
**AUTOMATED CHOICE OF THE CHANNEL OF DISTRIBUTION  
OF ADVERTISING OF TEXTILE PRODUCTS**

*A.O. БОНОХОВА, A.B. ФИРСОВ*  
*A.O. BONOHOVA, A.V. FIRSOVA*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)  
(Moscow State Textile University “A.N. Kosygin”)  
E-mail: bonokhova@mail.ru, firsov\_a\_v@mail.ru

*Определение основных аспектов создания эффективной печатной рекламы для предприятий текстильной промышленности. Кроме того, разработка программы для оперативного выбора канала распространения рекламного сообщения для предприятий текстильной промышленности.*

*The basic aspects of making effective printed advertising for textile enterprises have been defined. Besides, the program for operative choice of the channel of distribution of advertising message for textile enterprises has been developed.*

**Ключевые слова:** реклама, оперативная реклама, печатная реклама, канал распространения рекламного сообщения.

**Keywords:** advertising, operative advertising, printed advertising, the channel of distribution of an advertising message.

Для создания эффективной печатной рекламы для изделий текстильной промышленности необходимо определить: объект рекламирования; целевую аудиторию; территориальный охват; цель; срок жизни.

Предлагается процедура [1] для оперативного выбора канала распространения рекламного сообщения для изделий текстильной промышленности. Интерфейс разработанной программы изображен на рис. 1.

Данная процедура включает в себя набор вопросов, при ответе на которые автоматически выводится наиболее оптимальное решение для рекламного сообщения в текстовом поле, кроме того, вместе с текстовым описанием появляется пример визуального отображения рекламного модуля.

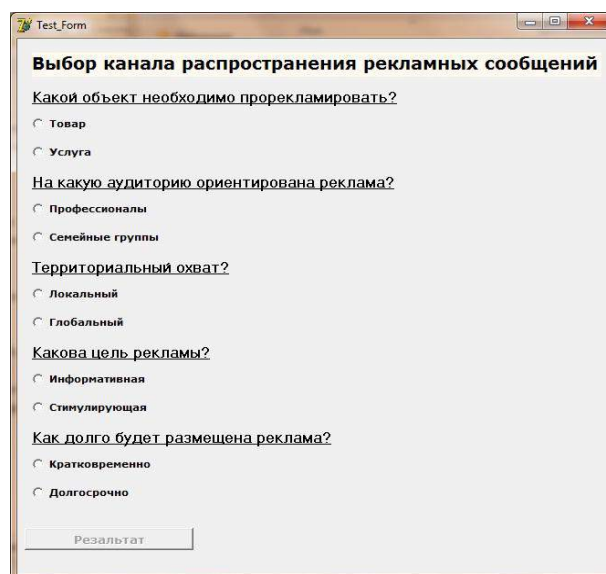


Рис. 1

Разработанная программа прошла апробацию в компании "Ирма-Декор", которая занимается изготовлением и производством танцевальных, театральных и карнавальных костюмов.

Рис. 2

В результате использования процедура показала, что наиболее эффективным каналом распространения для информирования потенциальных потребителей, живущих в различных областях страны, а это, в

основном, государственные учреждения (детские сады, художественные и музыкальные школы), о производстве и запуске нового ассортимента продукции компании необходимо разместить рекламный блок в специализированных специальных изданиях, имеющих широкое распространение. Результат работы данной программы изображен на рис. 2.

## ВЫВОДЫ

Разработана процедура для автоматизированного выбора канала распространения рекламного сообщения для изделий, выпускаемых предприятиями текстильной и легкой промышленности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Бонохова А.О. Фирсов А.В.* Возможности информационных технологий для оперативной рекламы текстильных предприятий // Сб. научн. тр. аспирантов. Вып.16. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2010.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и компьютерного дизайна. Поступила 28.05.12.

УДК 677.5.022.63

## ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ РАСТЯЖЕНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ НИТЕЙ ИЗ ТУГОПЛАВКИХ ВОЛОКОН ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

### RESEARCH OF INFLUENCE OF STRETCHING ON STRENGTH OF THREADS FROM HIGH-HEAT FIBERS OF ALUMINUM OXIDE

*А.В. МЕДВЕДЕВ, А.Ф. КАПИТАНОВ, А.В. КУРДЕНКОВА, А.М. ЗИМИЧЕВ  
A.V. MEDVEDEV, A.F. KAPITANOV, A.V. KURDENKOVA, A.M. ZIMICHEV*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,  
Федеральное государственное унитарное предприятие  
"Всероссийский институт авиационных материалов" Государственный научный центр РФ)  
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin";  
All-Russian Research Institute of Aviation Materials;  
State Scientific Center of Russian Federation)  
E-mail: office@msta.ac.ru

*В работе проведено исследование скорости растяжения нитей из волокон оксида алюминия. Исследования проводились на испытательной сис-*

*теме Инстрон, которая относится к разрывным машинам с постоянной скоростью деформирования. В результате эксперимента была выявлена оптимальная скорость растяжения в соответствии с ГОСТ 6611.*

*The paper presents the research of speed of stretching the threads from aluminum oxide fibers. The research was carried out on the Instron testing system, which refers to tensile testing machines with constant speed of deformation. As a result of the experiment the optimal speed of stretching according to GOST 6611 has been established.*

**Ключевые слова:** разрывная нагрузка, разрывное удлинение, нити из волокон оксида алюминия, скорость растяжения, время до разрыва, разрывная машина.

**Keywords:** breaking load, breaking elongation, the threads from aluminum oxide fibers, stretching speed, time to breaking, a tensile machine.

Целью проводимых исследований является изучение влияния скорости растяжения на время до разрыва образца при регламентированной зажимной длине, равной 500 мм.

Были проведены испытания 30 образцов для определения разрывной нагрузки

для каждой из скоростей растяжения 2, 4, 6, 8 мм/мин по методике [1].

Результаты испытаний, при которых получены достоверные результаты разрывной нагрузки, представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Порядковый номер испытания	Скорость растяжения 2 мм/мин			Скорость растяжения 4 мм/мин			Скорость растяжения 6 мм/мин			Скорость растяжения 8 мм/мин		
	$P_p$ , сН	t, с	$P_y$ , сН/текс	$P_p$ , сН	t, с	$P_y$ , сН/текс	$P_p$ , сН	t, с	$P_y$ , сН/текс	$P_p$ , сН	t, с	$P_y$ , сН/текс
1	65,00	17,00	2,20	99,00	17,50	5,64	63,00	20,00	2,05	95,50	17,00	2,37
2	123,00	20,00	4,17	148,00	22,00	3,39	55,00	19,00	1,79	-	-	-
3	44,50	19,00	1,51	136,00	19,00	3,11	33,00	20,00	1,07	-	-	-
4	175,00	21,50	2,22	91,00	20,00	2,47	35,00	19,00	1,14	-	-	-
5	-	-	-	63,00	19,50	1,71	116,00	21,00	3,78	-	-	-
6	-	-	-	128,00	17,00	3,48	69,00	17,00	2,25	-	-	-
7	-	-	-	135,00	17,00	3,67	44,50	18,00	1,48	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	104,00	20,00	3,47	-	-	-
$\bar{X}$	101,87	19,38	2,52	114,28	18,85	3,35	64,93	19,25	2,13	95,50	17,00	2,37

На основании данных, представленных в табл. 1, можно сделать вывод, что большее количество результатов испытаний с достоверными результатами получено на скорости 6 мм/мин, однако по абсолютной и удельной разрывной нагрузке коэффициент вариации ниже при скорости растяжения 4 мм/мин. Таким образом, оптимальной для проведения испытаний можно считать скорость 4 мм/мин.

## В Ы В О Д Ы

В ходе выполнения работы исследована зависимость влияния скорости растяжения на время до разрыва образца при регламентированной зажимной длине, равной 500 мм. Определена скорость растяжения при определении разрывной нагрузки и удлинения при разрыве для разрывных машин типа Инстрон, равной 4 мм/мин.

Полученные результаты могут быть использованы для достоверной оценки разрывных характеристик при растяжении первичных многофиламентных нитей из тугоплавких волокон оксида алюминия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 6611.2–73 Нити текстильные. Методы определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 28.05.12.

УДК 677.86.5

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГЛОЩЕНИЯ ЭНЕРГИИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ФОРМЫ ТКАНИ В ПРОЦЕССЕ ВНЕДРЕНИЯ ИНОРОДНОГО ТЕЛА

### RESEARCH OF ENERGY ABSORPTION IN THE PROCESS OF CHANGING A FABRIC FORM IN INTRODUCING A FOREIGN OBJECT

*М.С. НЕХОРОШКИНА, П.Н. РУДОВСКИЙ*  
*M.S. NEHOROSHKINA, P.N. RUDOVSKY*

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

*В статье приводятся результаты исследования зависимости одной из составляющих поглощенной энергии удара структурой ткани и входящими в ее состав нитями, а именно потеря энергии связанная с трением в местах перекрытия нитей основы и утка при их взаимном повороте.*

*The article presents the results of the research of dependences of one of the components of absorbed energy of a stroke by a fabric structure and threads included to its structure, namely: energy loss because of friction in the parts of overlapping of warp and weft threads mutually rotated.*

**Ключевые слова:** удар, потеря энергии, перекрытие нитей, зона контакта, график, коэффициент поглощения, алгоритм.

**Keywords:** a stroke, energy loss, threads overlapping, a contact zone, a graph, an absorption coefficient, an algorithm.

При ударе инородного тела по поверхности другого – упругого и обтянутого тканью, происходит рассеивание части энергии удара.

Расчет потерь энергии на формоизменение ткани состоит из следующих операций: задание начальных данных, расчет координат точек сети на шаре, определение суммарной деформации столбиков в

зоне контактов, нахождение значений перемещения точек в зоне контакта, расчет координат векторов и их скалярного произведения, установление угла между векторами и угла поворота нитей в перекрытии, определение рассеивания энергии в одном перекрытии и в целом в контакте.

На основе приведенных операций в среде MATLAB была разработана про-

грамма, позволяющая оценить величину рассеивания энергии удара, связанную с формоизменением ткани, и оценить ее зависимость от структурных параметров ткани, таких как плотность по основе и утку, а также размеров внедряемого тела.

Расчетные данные приведены в виде графиков на рис. 1...3.

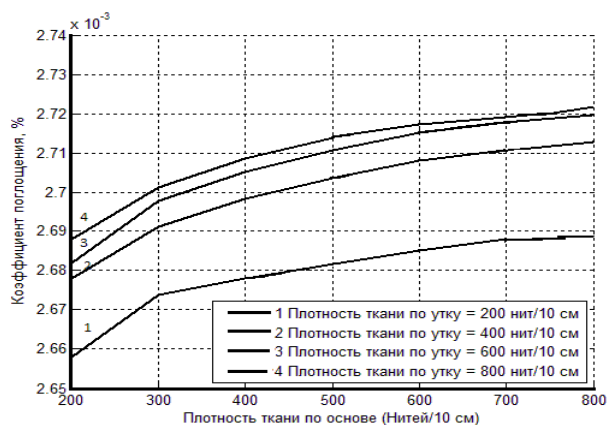


Рис. 1

На рис. 2 приведен график зависимости коэффициента поглощения от радиуса внедряемого тела. Анализ показывает, что снижение коэффициента поглощения связано с тем, что при внедрении на одну и ту же глубину потенциальная энергия деформации увеличивается с увеличением размеров внедряемого тела.

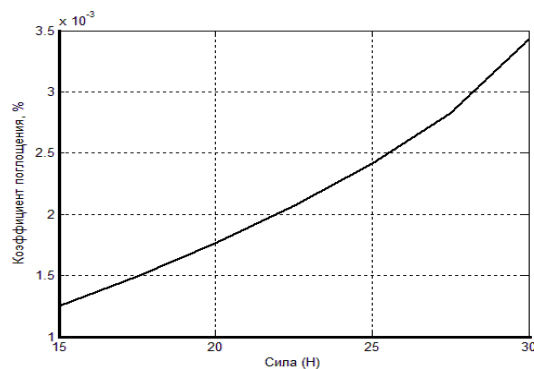


Рис. 3

Как показывает график на рис. 3, при увеличении силы, действующей на тело, энергия поглощенная тканью увеличивается

При расчете зависимости коэффициента поглощения от плотности ткани по основе плотность ткани по утку принимается постоянной и равной 200, 400, 600 и 800 нитей/10 см. График зависимости коэффициента поглощения от плотности ткани по утку при постоянной плотности ткани по основе имеет вид, аналогичный приведенному на рис. 1.

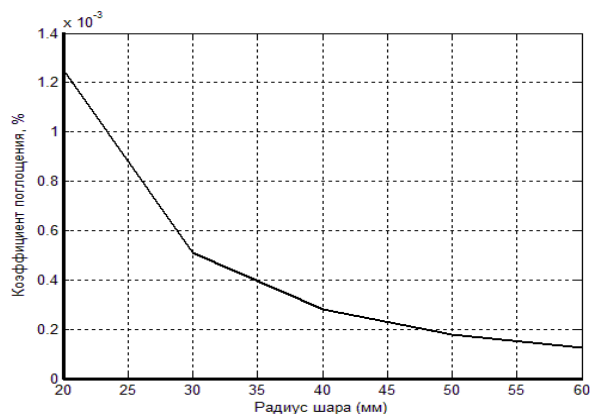


Рис. 2

ся в большей степени, чем увеличивается энергия удара, это ведет к увеличению коэффициента поглощения.

## ВЫВОДЫ

В среде MATLAB реализована методика расчета потерь энергии, связанной с трением в местах перекрытия нитей основы и утка при их взаимном повороте, предложенная в работе [1].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рудовский П.Н., Букалов Г.К. Расчет потерь энергии на изменение формы ткани, находящейся в контакте двух тел // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №1. С. 145...149.
2. Нехорошкина М.С., Дмитриев В.С. Расчет деформации ткани, как сети Чебышева, находящейся в контакте двух тел // Вестник КГТУ. – 2012, №1.

Рекомендована кафедрой инженерной графики, теоретической и прикладной механики. Поступила 24.01.13.

## ПОСТРОЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ТКАНИ

### DESIGN OF THE AUTOMATED SYSTEM OF CONTROL FOR TECHNOLOGICAL PROCESS OF FABRIC FORMATION

О.А. ШАЛОМИН, А.Ю. МАТРОХИН, С.М. БАЖЕНОВ, Н.О. КАВИН  
O.A. SHALOMIN, A.YU. MATROHIN, S.M. BAZHENOV, N.O. KAVIN

(Ивановская государственная текстильная академия,  
ООО "ТексПро", ООО "Навтекс")  
(Ivanovo State Textile Academy; "TexPro" Ltd., "Navtex" Ltd.)  
E-mail: mt@igta.ru, navtex@mail.ru

*Выявлено неудовлетворительное состояние системы технологического контроля плотности нитей в тканых полотнах на отечественных ткацких предприятиях. Разработана и предложена автоматизированная система контроля плотности нитей в суровых тканых полотнах на основе массово выпускаемой фототехники и современных информационных технологий.*

*The unsatisfactory condition of the system of technological control of threads density in woven cloths at domestic textile enterprises has been revealed. The automated system of control of threads density in harsh woven cloths on the basis of mass produced photographic equipment and modern information technologies has been offered and developed.*

**Ключевые слова:** ткацкое производство, суровая ткань, контроль, измерение, плотность нитей, число нитей, автоматизированная система.

**Keywords:** weaving production, severe fabric, control, measurement, threads density, number of threads, an automated system.

Одним из важнейших инструментов обеспечения качества промышленной продукции является операционный контроль производственных процессов. Вместе с тем, система технологического контроля, применяемая в большинстве отечественных текстильных предприятий, до сих пор опирается на методы, характеризующиеся низкой производительностью и влиянием субъективных факторов. Особенно актуальна данная проблема для контроля процесса формирования ткани по показателю "число нитей на 10 см" (по основе и утку). При существующей практике контроля отобранные по ГОСТ 2056675 [1] пробы перемещаются в лабораторию и оцениваются методом непосредственного подсчета нитей в соответствии с ГОСТ 3812–72 [2]. Основными недостатками такой системы

являются низкий фактический объем контроля, который способна обеспечить штатная лаборатория, и значительный промежуток времени от возникновения дефекта до его обнаружения и принятия управленческого решения. В результате наличие отклонений фактических значений плотности нитей от заданных может привести к ощутимым потерям. Ситуацию усугубляет то, что технологическое оборудование зачастую достаточно сильно изношено и не может обеспечить стабильность характеристик выпускаемой продукции во времени.

Анализ передовой зарубежной практики показал, что основным направлением повышения эффективности контроля процесса формирования ткани является оснащение ткацких станков устройствами (дат-

чиками), контролирующими требуемый параметр в непрерывном режиме. При этом известное оборудование редко встречается на отечественных предприятиях, являясь дорогим. Отдельные решения (ткацкие станки фирмы Picanol, Бельгия) используют косвенные измерения с учетом скоростных параметров работы станков, что содержит в себе ряд дополнительных источников погрешности.

Для решения указанных проблем предлагается компромиссный вариант системы контроля, заключающийся в использовании компактного мобильного проекционного устройства на основе серийно выпуска-

емой фототехники для получения цифровых изображений ткани непосредственно в процессе ее формирования (на работающих ткацких станках). Последующий автоматизированный анализ полученных цифровых изображений позволяет оперативно (в течение 20...30 мин) получать фактические результаты измерений плотности ткани по основе и утку с нескольких десятков станков (полотен). Суммарные затраты времени на получение результата однократного измерения составляют не более 1 мин.

Принципиальная схема работы автоматизированной системы контроля плотности нитей в тканых полотнах приведена на рис. 1.



Рис. 1

Основные функции разрабатываемой автоматизированной системы контроля состоят в следующем:

- ведении базы данных выпускаемых артикулов тканей (ввод новых, корректировка, удаление артикулов);
- планировании мониторинга (составление, загрузка, корректировка, удаление планов);
- получении массива цифровых изображений тканей согласно плану;
- автоматизированном пакетном анализе цифровых изображений тканей;

- наглядном отображении состояния ткацких станков в цехах;
- систематизации и сохранении результатов текущего мониторинга на электронном носителе;
- калибровке измерительного оборудования.

Таким образом, предлагаемое решение включает комплекс необходимых технических средств, оригинального программного обеспечения и организационных мер, направленных на достижение поставленных целей операционного контроля.



Данный подход обеспечивает получение в удобной форме большого объема достаточно оперативной информации о качестве суровых тканых полотен, что, в свою очередь, значительно повышает прозрачность и управляемость бизнес-процесса формирования ткани. Другими преимуществами предлагаемой системы являются:

- относительно низкая цена готового решения;
- метрологическое обеспечение (комплект калибровочных стандартов);
- возможность передачи оперативной информации на любой уровень управления;
- освобождение работников лаборатории от рутинной работы с одновременным повышением производительности их труда в десятки раз.

## ВЫВОДЫ

1. Выявлено неудовлетворительное состояние системы технологического контроля плотности нитей в тканых полотнах

на ткацких производствах, объясняемое применением устаревших методов контроля и высокой ценой на современное ткацкое оборудование.

2. Разработана и предложена автоматизированная система контроля плотности нитей в тканых полотнах на основе массово выпускаемой фототехники и современных информационных технологий, позволяющая оперативно получать информацию о качестве суровых тканых полотен.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 20566–75. Ткани и штучные изделия текстильные. Правила приемки и метод отбора проб.
2. ГОСТ 3812–72. Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения плотности нитей и пучков ворса.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии ИГТА. Поступила 03.12.12.

УДК 677.371:935

## ШЕЛКОВОДСТВО И ТЕКСТИЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ШЕЛКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ В IX-X ВВ

### SERICULTURE AND TEXTILE PROCESSING OF SILK IN CENTRAL ASIA IN THE IX-X CENTURES

*М.Ф. ИБРОХИМОВ, А.Б. ИШМАТОВ, Д.К. РАДЖАБОВА*  
*M.F. IBROHIMOV, A.B. ISHMATOV, D.K. RADZHABOV*

(Технологический университет Таджикистана,  
Костромской государственный технологический университет)  
(Tajikistan Technological University;  
Kostroma State Technological University)  
E-mail: mirodali\_f@list.ru; ishmat\_0405@mail.ru

*В статье приводится характеристика состояния шелкоткацкого производства и получения шелка на территории могучей средневековой державы таджиков. Работа выполнена на основе сведений письменных источников, прежде всего географических и исторических сочинений того периода. Приведенные материалы еще раз свидетельствуют, что на обширной территории государства Саманидов производство шелковых тканей находилось на очень высоком для того периода уровне, а ряд областей Мавераннахра и Хорасана пользовались славой крупных центров шелководства и шелкоткачества.*

*The article presents the characteristics of the state of silk-weaving manufacture and silk production on the territory of the mighty medieval powers of the Tajiks. The given materials prove once again that manufacture of silk fabrics on the vast territory of the Samanides state was on very high level for that period, and some regions of Transoxiana and Khurasan enjoyed the glory of the large centers of sericulture and silk weaving.*

**Ключевые слова:** Средневековье, Центральная Азия, государство Саманидов, шелководство, ткачество, шелковые изделия, златоткань.

**Keywords:** Middle Ages, Central Asia, the state of the Samanides, sericulture, weaving, silk products, gold threads fabric.

Материалы письменных источников свидетельствуют, что в государстве Саманидов шелководство и изготовление шелковых и златотканых материй находилось на весьма высоком для той эпохи уровне. Об изобилии шелка в Мавераннахре в ту пору писали Йакут и Джайхони. Шелководство здесь было развито настолько, что покорившие позднее эту территорию монголы, согласно сообщению арабского историка Ибн ал-Асира, захватив населенные пункты области, наваливали груды шелка и поджигали [1].

Главными центрами шелкоткачества в Мавераннахре были Бухара, Самарканд и Худжанд. В бухарской мастерской Байтут-тироз еще при арабах производили превосходные текстильные изделия, в том числе шелковые (гобеленовый ковер *шодурвон* и ткань *йезди*), которые поступали непосредственно в казну халифата. По словам А. Наршахи, во времена правления династии Саманидов эти товары в большом объеме вывозились в Сирию, Египет и Византию. В тех краях, как и в Мавераннахре с Хорасаном, "...не было царя, эмира, раиса, чиновника, который не носил бы одежды из таких материй. Ткани выделялись красного, белого и зеленого цветов" [2]. До нас дошли сведения о ковре *шодурвон* (зеленый цвет и наличие сложного ткацкого орнамента). Однако конкретные особенности ткани *йезди* (по названию персидского города Йезд) остаются неизвестными. Известно, что еще с эпохи раннего Средневековья в Йезде ткачи изготавливали красочную, переливающуюся разными цветами материю *сундус*. Ее производ-

ство в Персии продолжалось и в IX-X вв. Однако про производство этой или другой материи в Бухаре, писал Наршахи, упоминаемая о *йезди*, остается неизвестным. В то же время, вне всякого сомнения, местные текстильщики обладали навыками изготовления узорчатых шелковых изделий, которые наследовали у предыдущих поколений. Ведь еще в эпоху раннего Средневековья далеко за пределами области славились орнаментированные ткани из шелка, изготовленные в бухарском селении Зандана. В те времена *занданачи* представляло собой шелковую материю с богатым орнаментом.

Самарканд уже при Саманидах имел репутацию крупного центра изготовления златотканей. Перечисляя вывозившиеся из Самарканда текстильные товары, ал-Мукаддаси указал ткани серебристые (*симзун*), палатки, *парча*, вывозимая к тюркам, красные ткани *мумарджал*, ткань *синизи*, много шелка и шелковых тканей [3].

Многие жители Худжанда и его окрестностей занимались получением шелка и изготовлением шелковых тканей. Уже тогда Худжанд приобрел славу главного центра шелководства и шелкоткачества во всей Центральной Азии, причем славу эту сохранил вплоть до XX в. Не случайно Йакут писал, что худжандский шелк был лучшим в Мавераннахре. При Саманидах в карте города появился квартал шелкомотальщиков Гузары Пиллакашон [4].

В Хорасане также производили в большом объеме самые разнообразные продукты текстиля из хлопка, шелка, льна. "Она производит многочисленные ткани",

- записано про эту область в "Худуд-ул-Олам". Причем ал-Истахри, ал-Мукаддаси и Джайхони единогласно считали их самыми лучшими. При описании Северного Хорасана Йакут отметил обилие здесь тутовых деревьев, предназначенных, в первую очередь, для кормления шелковичных червей. По его словам, отличного качества шелк выделывали в Шавашкане, селении в 4 фарсах от Мерва. Необычайно славился шелк из Данданакана, который располагался в двух переходах от Мерва. По словам ал-Истахри, коконы и в большом количестве шелк-сырец из Мерва вывозили в другие области и страны. В частности, семена шелковичных червей иногда вывозили в Табаристан. Ссылаясь на сообщения своих современников, историк заметил, что техника обработки шелка в древности в Горган и Табаристан была завезена из Мерва [5].

Мервский оазис соответственно был одним из крупнейших центров шелкоткачества в Хорасане. Автор "Худуд-ул-Олам" обращает внимание читателя на вывозе отсюда тканей из шелка-сырца и полшелковой материи *мулхам*. О производстве в Мерве шелковых покрывал и плащей писал ал-Мукаддаси. По его словам, не было подобных златотканям (*парча*), вышивкам и материям *шахиджани*, которые изготовлялись здесь. Ал-Истахри писал, что лучшие шелковые одежды делаются в Мерве и Нишапуре. Джайхони также признавал, что мервские шелковые ткани были лучшими в Хорасане. Репутация мервских мастеров шелкоткачества была необычайно высока. Как "мервские" были известны далеко за пределами региона и пользовались огромной популярностью толстые, мягкие ткани не только из самого Мерва, но и из Нисы с Абивардом. Всякая же тонкая ткань из Хорасана признавалась как *шахиджани*, что также подразумевало "из Мерва". Тончайшие шелковые ткани изготовлялись в мервском селении Шавашкан. В Серахсе население занималось вышивкой позолоченных покрывал, поясов и других предметов из текстиля. Однако наиболее известными тканями Мерва тех времен были златоткань *парча* и

полушелковая *мулхам*, на которой в технике вышивки (позднее и посредством тканья) исполнялась декоративная надпись (*тироз*). Мастерская по производству декоративных тканей, специально организованная халифами в Мерве, продолжала успешно функционировать и в период существования государства Саманидов [6].

По словам ал-Мукаддаси, ткани и одежды из хлопка и шелка, а также златоткани *зарбафт* производили также в округе Ниса. Местные ткачи шелковых материй по качеству производимых тканей не уступали мервским ремесленникам – признанным мастерам этого дела. Древний город Абивард, находившийся у подножия трех гор в пустыне Кара-Кум, представлял собой другой крупный центр производства тканей из хлопка и шелка, златотканых материй *зарбафт*. Шелковые ткани, которые производили ремесленники из Абиварда, по качеству не отличались от материй, изготовленных в Мерве или Нисе [7].

В Рейе, согласно "Аджаиб ад-дунья", производили шелковую ткань *утоби*. "Там изготовляются рейские ткани, которых не выделывают нигде во всем остальном мире, кроме как в их городе. Я сам видел штуку ее размером около двухсот пядей, которую продали за десять тысяч дирхемов", – восторгался текстильными произведениями этого города арабский поэт, географ и путешественник в X в. Абу Дулаф [8].

В персидской провинции Исфакане, присоединенной в 913 г. к державе Саманидов, насчитывалось двенадцать тысяч ремесленных лавок, где производили, в том числе и разнообразные шелковые изделия (тонкое полотно, женские покрывала с красноватым отливом, красивые расшитые палатки, золотое шитье). В Табаристане шелковые изделия ткали, как следует из записей ал-Истахри, из привозного сырья. Вероятно, местная гrena по какой-то причине была непригодной для этой цели. По его словам, грену сюда завозили из Горгана. Кроме того, для улучшения породы шелкопряда из Мерва привозили семена шелковичных червей. "Там производят также восхитительные одежды; стоимость

некоторых из них доходит до нескольких динаров; и его платки также славятся во всех странах", – писал о Табаристане Абу Дулаф. В его "Второй записке" отмечено также превосходное качество текстильной продукции, которую в X в. изготавливали в другом городе этой провинции – Симнани: "В городе изготавливают дорогие платки с расписными каймами; цена такого платка доходит до пятидесяти динаров. Изготавливают там также ткани *сабанийя* изумительной работы; штуку ткани *сабанийя* продают за двести динаров и дороже. Говорят, что женщина, которая их изготавливает, теряет зрение вследствие тонкой работы и чрезмерного труда" [9]. По всей вероятности, здесь речь идет о шелковых тканях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Беленицкий А.М., Бентович И.Б., Большаков О.Г. Средневековый город Средней Азии. – Л.: Наука, 1973. С. 269, 272...273.
2. Мухаммад Наршахи. История Бухары. - Л. 29-30 ([www.vostlit.info/Texts/rus12/Narsachi.phtml](http://www.vostlit.info/Texts/rus12/Narsachi.phtml)).
3. Бартольд В.В. Соч. Туркестан в эпоху монгольского нашествия. – Т. 1. – М., 1963. С. 294...295.

4. Маджи Е. К истории феодального Ходжента ([www.sugd.by.ru](http://www.sugd.by.ru)).

5. *Китаб Худуд ал-'Алам мин ал-Маширик ила-л-Магриб*. – Л. 19а (<http://odnaplyazyk.narod.ru/hududalal.htm>); Йакут ал-Хамави. Му'джем ал-булдан. - Л. 245, 481 ([www.vostlit.info/Texts/rus/Jakut](http://www.vostlit.info/Texts/rus/Jakut)); Аджаб ад-дунья. - П. 472 ([www.vostlit.info/Texts/rus11/Cudesah.htm](http://www.vostlit.info/Texts/rus11/Cudesah.htm)); Ал-Истахри. Книга путей и государств (Китаб масалик ал-мамалик). - Л. 263. (<http://www.drevlit.ru/texts/i/istahri1.php>).

6. *Китаб Худуд ал-'Алам ...* - Л.196; Абу Абдаллах ал-Мукаддаси. Наилучшее распределение для познания стран (Ахсан ат-такасим фи ма'рифат ал-акалим). - Л. 326 ([www.vashaktiv.ru/texts/rn/mukaddasi.php](http://www.vashaktiv.ru/texts/rn/mukaddasi.php)); Ал-Истахри. Указ. соч. - Л. 282; Беленицкий А.М. и др. Указ. соч.- С. 271.

7. Абу Абдаллах ал-Мукаддаси. Указ. соч. - Л. 322, 324.

8. Аджаб ад-дунья. - П. 487, 605; Абу Дулаф. Вторая записка. - Л. 54 ([http://www.vashaktiv.ru/texts/a/\\_abu\\_dulaf\\_text.php](http://www.vashaktiv.ru/texts/a/_abu_dulaf_text.php)). Аджаб ад-дунья. - П. 365; Ал-Истахри. Указ. соч. - Л. 212, 263; Абу Дулаф. Указ. соч.- Л. 57-58.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов КГТУ. Поступила 02.04.13.

**ПАМЯТИ ВИКТОРА ПАВЛОВИЧА ХАВКИНА  
IN THE MEMORY OF VICTOR PAVLOVICH HAVKIN**

*Природа-мать, когда б таких людей  
ты иногда не посылала миру,  
заглохла б нива жизни ...*

22 декабря 2012 года ушел из жизни Виктор Павлович Хавкин – выдающийся специалист в области управления и автоматизации текстильной и легкой промышленности, доктор технических наук, профессор.

В.П. Хавкин родился в 1936 г. В 1959 г. окончил Московский текстильный институт по специальности промтеплоэнергетика. Производственная деятельность В.П. Хавкина связана с ВНИИЛТекмашем и ЦНИИЛВ (затем ЦНИИЛКА). Он прошел все ступени – от младшего научного сотрудника ВНИИЛТекмаша до Генерального конструктора по средствам автоматизации Минлегпищемаша.

Расцвет его таланта и наиболее важные достижения относятся к 60-80 гг. прошлого века. В начале своей научной карьеры для него стала ясна необходимость глубокого изучения динамических свойств объекта – текстильного продукта. В начале 60 гг. в текстильной науке впервые были использованы методы статистической динамики – подход к свойствам текстильного материала как к случайному процессу. Благодаря блестящим математическим способностям В.П. Хавкина им были получены теоретические и практические результаты в области процессов вытягивания и кручения текстильных продуктов и формирования нетканых материалов.

Им впервые был дан современный теоретический подход к пневмомеханическому и самокруточному способам прядения.

Под его руководством были разработаны и внедрены системы автоматического

регулирования ленточными и прядильными машинами для различных волокон, электронный прибор для контроля неровности текстильных продуктов и обнаружения места возникновения дефекта на оборудовании, по своим техническим характеристикам значительно опередивший аналогичные зарубежные устройства, устройство для автоматического обмера человека. В.П. Хавкин был инициатором массового внедрения микропроцессорной техники в отечественную текстильную промышленность.

Теоретические и практические результаты его работ отражены в более чем 200 научных статьях, 10 монографиях, в около 100 авторских свидетельствах и патентах. Под его фактическим научным руководством был создан фундаментальный труд – трехтомник "Динамика основных процессов прядения". Одной из важных особенностей работы В.П. Хавкина была отчетливая направленность на получение практического результата.

В.П. Хавкин тесно сотрудничал с учеными НИЭКИПМАШа (Пенза), Ереванского филиала ВНИИЛТекмаша, ЛИТЛП (Ленинград), ГрузНИИТП, Каунасского ИЛП и др.

Большое место в научной деятельности Виктора Павловича занимала подготовка научных кадров. Под его руководством защитились более 80 аспирантов и соискателей, 8 докторов наук. Необходимо отметить, что к В.П. Хавкину обращались за консультацией десятки будущих кандидатов наук, зная, что всегда найдут в его ли-

це необходимую научную и техническую поддержку.

Однажды Виктор Павлович заметил, что создаваемые нами технические устройства быстро вытесняются новыми и забываются. Но отношения между сотрудниками, которые складываются в творче-

ских коллективах при разработке этих устройств, сохраняются значительно дольше, иногда на всю жизнь.

В грустный час прощания с нашим другом и учителем мы понимаем, что судьба предоставила нам счастливый шанс – быть вместе с этим удивительным человеком.

*Мовшович П.М., Сергеев К.В., Черкасский А.Е.,  
Каган В.М., Винтер Ю.М., Сенекин М.Б., Варда-  
нян А.А., Дивинский Л.А., Зарецкас Г.С., Фи-  
липов А.Ф., Разумеев К.Э., Рашкован И.Г., Пи-  
щиков А.Д.*

СОДЕРЖАНИЕ

*Киселев М.В.* КГТУ празднует 80-летний Юбилей ! .....

**Экономика и организация производства**

<i>Радовская М.В.</i> Определение места резервов повышения качества продукции в системе резервов развития текстильного предприятия .....	5
<i>Мезенцева Е.Н., Горина С.В.</i> Закономерности развития устойчивых корпоративных образований в текстильной промышленности .....	8
<i>Красавцев С.А., Пирогов К.М., Тихомиров С.В.</i> Нечетко-множественный и кластерный подход к оценке состояния текстильной промышленности Ивановской области .....	15
<i>Ражева А.А., Пирогов К.М.</i> Корпоративная память как управленческий ресурс текстильного предприятия .....	18

**Текстильное материаловедение**

<i>Некрашевич А.Б., Тиранов В.Г., Постников А.В.</i> Изменение упругорелаксационных характеристик нити в зависимости от влажности .....	22
<i>Виноградова Н.А., Шустов Ю.С., Плеханова С.В.</i> Исследование свойств льняных тканей .....	24
<i>Смирнов М.Е., Кирюхин С.М.</i> Оценка эргономичности шерстяных одеял .....	27
<i>Воронова Л.В., Смирнова Н.А., Флегонтов А.Н.</i> Методика оценки коэффициента тангенциального сопротивления текстильных полотен .....	29
<i>Лисиенкова Л.Н., Дерябина А.И.</i> Исследование деформации волокнисто-сетчатых материалов методом циклического сжатия .....	32
<i>Ишиматов А.Б., Балабаев П.С.</i> Исследование разрывных характеристик трощеных нитей из натурального шелка .....	36

**Первичная обработка. Сырье**

<i>Разин С.Н., Коваленко Н.И., Буров М.С.</i> Моделирование процесса взаимодействия слоя льна с рабочими органами трепальной машины .....	40
---	----

**Прядение**

<i>Волков С.В., Пакулова Н.К., Волков В.В.</i> Виброакустическое регулирование процесса вытягивания волокнистых материалов .....	44
<i>Плеханов А.Ф., Блинков И.С., Носкова С.А.</i> Анализ и моделирование частного случая процесса формирования пряжи в камерах пневмомеханических прядильных машин .....	50
<i>Мовшович П.М., Волков В.И., Павлюченко Е.В., Разумеев К.Э., Зыков И.С.</i> Условия устойчивости в системе раздельного кручения и наматывания .....	54
<i>Кузнецова Н.С., Телицын А.А., Ильин Л.С.</i> Особенности формирования крутки льняной вьюрковой пряжи без разделения зон кручения и намотки .....	57

**Ткачество**

<i>Толубеева Г.И., Коробов Н.А.</i> Методика построения объемной модели однослойной ремизной ткани .....	61
--	----

<i>Селиверстов В.Ю., Петров И.Н., Черкасов К.А.</i> Механизм прокладывания утка для получения трехмерных текстильных изделий .....	66
<i>Смирнова Т.В., Маховер В.Л.</i> Определение режимов работы и количества сопряженного оборудования при подготовке основ с применением сновально-шлихтовальных агрегатов ИГТА .....	70
<i>Панин И.Н., Панин М.И., Николаев С.Д., Николаев А.С., Гаврилова И.М.</i> Расчет коэффициента заполнения структур композитных материалов текстильным армирующим компонентом .....	73
<i>Сафонов П.Е., Юхин С.С.</i> Разработка метода расчета критерия технологичности арамидной нити в процессе ткачества .....	78

### Отделка

<i>Белокурова О.А., Некрасова В.Н.</i> Технология пероксидно-липосомального беления натурального шелка.....	82
---	----

### Технология нетканых материалов

<i>Ерофеев О.О., Волощук Т.Е., Козинда З.Ю., Кузьмин С.В.</i> Теоретические и экспериментальные исследования эффективности фильтрации термостойких фильтровальных нетканых материалов различной структуры .....	87
<i>Горчакова В.М., Кучковская А.Б., Измайлов Б.А.</i> Влияние винилтриэтоксисилана на свойства вторичных полиэфирных волокон и геотекстильных нетканых материалов .....	90

### Трикотажное производство

<i>Левин Ф.А., Колесникова Е.Н., Николаев В.Д.</i> Математический метод описания технологии процесса петлеобразования с использованием пазовых игл .....	94
<i>Гаджиев Д.А.</i> Некоторые особенности определения длины нити петельного ряда сложного раппорта ластика .....	97

### Швейное производство и дизайн

<i>Максимова Е.В., Кузьмичев В.Е.</i> Идентификация гендерно-ориентированных тенденций моды в коллекциях одежды зарубежных дизайнеров .....	101
<i>Бесчастнов Н.П., Батсайхан Ц.</i> Культурно-историческая эволюция орнамента ковровых изделий Монголии .....	107
<i>Саморукова К.Р., Сидоренко В.Ф.</i> Язык рекламного плаката начала XXI века (на примере рекламы изделий текстильной промышленности) .....	111
<i>Сурикова М.В., Метелева О.В., Коваленко Е.И.</i> Экспериментальное определение параметров иллюминатора самоспасателя .....	113

### Текстильные машины и агрегаты

<i>Башашин П.А.</i> Проектирование технических параметров зажимного механизма высокоскоростного бобинодержателя осевого привода .....	117
<i>Макаров В.А., Сурков Б.А., Хозина Е.Н.</i> Сила прибоа как часть вектора суммарного натяжения ветвей зева основы, пределы ее ограничения .....	120
<i>Капралов В.В., Максимова К.А., Роньжин В.И.</i> Обоснование вероятности снижения сил трения в кинематической паре игла – игольный паз при использовании игловодителя с продольным вырезом на стержне .....	125
<i>Корабельников А.Р., Шутова А.Г., Потехин В.М.</i> Устройство для получения полимерных нано- и микроволокон и исследования его работы .....	127
<i>Малеев Д.С., Чистобородов Г.И., Степанов С.Г.</i> Экспериментальное исследование колебаний фрикционного намоточного механизма рычажного типа .....	132



## Экологическая и производственная безопасность. Промтеплоэнергетика

<i>Сажин Б.С., Сажина М.Б., Апарушкина М.А., Османов З.Н., Кушпанов Э.Р., Песковой В.В.</i> Особенности гидродинамики и область применения вихревых аппаратов различных типов .....	135
<i>Кошелева М.К., Кереметин П.П., Векслер Г.Б., Абрамов В.О.</i> Аппаратурно-технологическое оформление и расчет процесса ультразвуковой гальванокоагуляционной очистки сточных вод от органических загрязнений .....	138

## Информационные технологии

<i>Борзунов Г.И., Моисеев К.А., Новиков А.Н.</i> Использование графа соседства цветов для распознавания цветных клеток в текстильных узорах .....	144
<i>Самойлова Т.А., Севостьянов П.А., Забродин Д.А., Савельев С.Г.</i> Статистические аспекты моделирования рыхления клочков хлопка .....	147
<i>Ивановский В.А.</i> Развитие систем неразрушающего контроля армирующих тканых структур .....	151

## Механика нити и полотен

<i>Щербаков В.П., Дмитриев О.Ю., Цыганов И.Б., Скуланова Н.С., Попова Е.Р.</i> Теоретические основы и экспериментальное определение жесткости нити при кручении и изгибе .....	156
--	-----

## Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

<i>Бонохова А.О., Фирсов А.В.</i> Автоматизированный выбор канала распространения рекламы текстильных изделий .....	162
<i>Медведев А.В., [Капитанов А.Ф.], Курденкова А.В., Зимичев А.М.</i> Исследование скорости растяжения на прочность нитей из тугоплавких волокон оксида алюминия .....	163
<i>Нехорошкина М.С., Рудовский П.Н.</i> Исследование поглощения энергии при изменении формы ткани в процессе внедрения инородного тела .....	165
<i>Шаломин О.А., Матрохин А.Ю., Баженов С.М., Кавин Н.О.</i> Построение автоматизированной системы контроля технологического процесса формирования ткани .....	167
<i>Иброхимов М.Ф., Ишматов А.Б., Раджабова Д.К.</i> Шелководство и текстильная обработка шелка в Центральной Азии в IX-X вв. ....	169
<i>Памяти Виктора Павловича Хавкина</i> .....	173

## CONTENTS

<i>Kiselev M.V.</i> KSTU Celebrates 80-th Anniversary .....	
---	--

## Economics and Production Planning

<i>Radovskaya M.V.</i> Defenition of the Place of Reserves of Production Quality Improvement in the System of Reserves of Textile Enterprise Development .....	5
<i>Mezentseva E.N., Gorinova S.V.</i> The Laws of Development of Stable Corporative Establishments in Textile Industry .....	8
<i>Krasavtsev S.A., Pirogov K.M., Tihomirov S.V.</i> Fuzzy Multiple and Cluster Approach to the Assessment of the Textile Industry Condition in Ivanovo Region .....	15
<i>Razheva A.A., Pirogov K.M.</i> Corporate Memory as a Management Resource of a Textile Enterprise.....	18

## Textile Materials

<i>Nekrashevich A.B., Tiranov V.G., Postnikov A.V.</i> Change of Elastic and Relaxation Thread Characteristics Depending on Moisture .....	22
--	----

<i>Vinogradova N.A., Shustov Yu.S., Plehanova S.V.</i> Research of the Properties of Flax Fabrics .....	24
<i>Smirnov M.E., Kiryuhin S.M.</i> Estimation of Ergonomics of Woolen Blankets .....	27
<i>Voronova L.V., Smirnova N.A., Flegontov A.N.</i> The Methods of Estimation of the Coefficient of Tangential Friction of Textile Cloth .....	29
<i>Lisienkova L.N., Deryabina A.I.</i> Research of Deformation of Fibrous Meshy Materials by the Method of Cyclic Compression .....	32
<i>Ishmatov A.B., Balabaev P.S.</i> Research of Breaking Characteristics of Dabled Silk Filaments .....	36

### **Preliminary Treatment. Raw Materials**

<i>Razin S.N., Kovalenko N.I., Burov M.S.</i> Designing of the Procees of Interaction of Flax Layer with Driven Elements of a Scutching Machine .....	40
---	----

### **Spinning**

<i>Volkov S.V., Pakulova N.K., Volkov V.V.</i> Vibroacoustic Regulation of the Process of Fibrous Materials Extension .....	44
<i>Plehanov A.F., Blinkov I.S., Noskova S.A.</i> Analysis and Designing of a Special Case in Formation of Yarn in Rotors of Rotor Spinning Machines .....	50
<i>Movshovich P.M., Volkov V.I., Pavlyuchenko E.V., Razumeev K.E., Zykov I.S.</i> Stability Conditions in the System of Separate Rotating and Winding .....	54
<i>Kuznetsova N.S., Telitsyn A.A., Ilyin L.S.</i> Features of Formation of Linen Air-Twist Yarn Twisting without Separation of Twisting and Winding Zones .....	57

### **Weaving**

<i>Tolubeeva G.I., Korobov N.A.</i> The Methods of Construction of Three-Dimensional Model of One-Layer Heald Fabric .....	61
<i>Seliverstov V.Yu., Petrov I.N., Cherkasov K.A.</i> The Mechanism of Weft Inlaying For Making Three-Dimensional Textile Products .....	66
<i>Smirnova T.V., Mahover V.L.</i> Definition of Operating Modes and Quantity of Connected Equipment while Preparing Warps Using Warping and Dressing ISTA Units .....	70
<i>Panin I.N., Panin M.I., Nikolayev S.D., Nikolayev A.S., Gavrilova I.M.</i> Calculation of the Coefficient of Filling the Structures of Composite Materials with a Textile Reinforcing Component .....	73
<i>Safonov P.E., Yuhin S.S.</i> Development of the Method of Calculation of Technological Effectiveness an Aramide Thread in the Process of Weaving .....	78

### **Finishing**

<i>Belokurova O.A., Nekrasova V.N.</i> The Technology of Peroxide-Liposomal Bleaching of Natural Silk .....	82
---	----

### **Technology of Non-Wovens**

<i>Erofeev O.O., Voloshchuk T.E., Kozinda Z.Yu., Kuzmin S.V.</i> Theoretical and Experimental Study of Effectiveness of Filtration of Heat-Resistant Filtering Nonwovens of Different Structure .....	87
<i>Gorchakova V.M., Kuchkovskaya A.B., Izmaylov B.A.</i> Influence of Vinyl Triethoxisilane on the Properties of Secondary Polyester Fibers and Geotextile Nonwoven Materials .....	90

### **Knitting**

<i>Levin F.A., Kolesnikova E.N., Nikolaev V.D.</i> Mathematical Method of Description of the Technology of the Process of Looping Using Compound Needles .....	94
<i>Gadzhiev D.A.</i> Some Features of Definition of Length of the Thread of a Loop Course of a Complex Repeat Rib .....	97

## Sewing and Design

<i>Maksimova E.V., Kuzmichev V.E.</i> Identification of Gender-Specific Fashion Trends in the Collections of Foreign Fashion Designers .....	101
<i>Beschastnov N.P., Batsayhan Ts.</i> Cultural and Historical Evolution of the Ornament of Mongolian Carpets .....	107
<i>Samorukova K.R., Sidorenko V.F.</i> The Language of Advertising Posters of the First Part of the XXI Century (on the Example of Advertising Products of Textile Industry) .....	111
<i>Surikova M.V., Meteleva O.V., Kovalenko E.I.</i> Experimental Definition of the Parameters of the Window of a Self-Rescuer .....	113

## Textile Machines and Aggregates

<i>Bashashin P.A.</i> Designing of Technical Parameters of a Clamping Mechanism of a High Speed Bobbin Holder of Axial Type .....	117
<i>Makarov B.A., Surkov B.A., Hozina E.N.</i> Effect of a Beating as the Part of the Vector of Total Tension of the Branches of a Warp Jaw, the Bounds of its Limitations .....	120
<i>Kapralov V.V., Maksimova K.A., Ronzhin V.I.</i> Substantiation of Possibility of Friction Forces Decrease in a Kinematic Pair a Needle-a Needle Groove when Using a Needle Carrier with a Longitudinal Cut on a Core .....	125
<i>Korabelnikov A.R., Shutova A.G., Potehin V.M.</i> The Device for Making Polymeric Nano- and Microfibers and its Research .....	127
<i>Maleev D.S., Chistoborodov G.I., Stepanov S.G.</i> Experimental Research of Vibrations of a Friction Winding Mechanism of a Lever Type .....	132

## Ecological and Industrial Safety. Heat Engineering

<i>Sazhin B.S., Sazhina M.B., Aparushkina M.A., Osmanov Z.N., Kushpanov E.R., Peskovoy V.V.</i> Hydrodynamic Characteristics and the Scope of Various Types of Vortex Apparatus .....	135
<i>Kosheleva M.K., Keremetin P.P., Veksler G.B., Abramova V.O.</i> Hardware and Technological Registration and Calculation of the Process of Sewage Treatment by Ultrasonic Galvanocoagulation from Organic Pollution .....	138

## Information Technologies

<i>Borzunov G.I., Moiseev K.A., Novikov A.N.</i> Use of the Graph of Colors Adjacency for Colored Cells Detection in Textile Patterns .....	144
<i>Samoylova T.A., Sevostyanov P.A., Zabrodin D.A., Savelyev S.G.</i> Statistic Aspects of Designing Breaking-Cleaning Process for Cotton .....	147
<i>Ivanovsky V.A.</i> Development of the System of Nondestructive Control of Reinforcing Woven Structures. ....	151

## Mechanics of Threads and Fabrics

<i>Shcherbakov V.P., Dmitriev O.Yu., Tsyganov I.B., Skulanova N.S., Popova E.R.</i> Theoretical Basis and Experimental Determination of Twisted and Bent Thread Rigidity .....	156
--	-----

## Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items

<i>Bonohova A.O., Firsov A.V.</i> Automated Choice of the Channel of Distribution of Advertising of Textile Products .....	162
<i>Medvedev A.V., Kapitanov A.F., Kurdenkova A.V., Zimichev A.M.</i> Research of Influence of Stretching on Strength of Threads from High-Heat Fibers of Aluminum Oxide .....	163

<i>Nehoroshkina M.S., Rudovsky P.N.</i> Research of Energy Absorption in the Process of Changing a Fabric Form in Introducing a Foreign Object .....	165
<i>Shalomin O.A., Matrohin A.Yu., Bazhenov S.M., Kavin N.O.</i> Design of the Automated System of Control for Technological Process of Fabric Formation .....	167
<i>Ibrohimov M.F., Ishmatov A.B., Radzhabova D.K.</i> Sericulture and Textile Processing of Silk in Central Asia in the IX-X Centures .....	169
In the Memory of Victor Pavlovich Havkin .....	173