

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

**№ 3 (324)
2010**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор *Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ.*

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

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

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ.*

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

Тел.: (4932) 35-78-87. Факс: (4932) 41-50-88.

E-mail: ttp@igta.ru

<http://www.igta.ru>

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 01.03.2010. Подписано в печать 31.03.2010. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. 14,88 усл.-печ. л.; 15,13 усл. кр.-отт. Заказ 732.

Тираж 450 экз.

ОАО "Ивановская областная типография"

153008, г. Иваново, ул. Типографская, 6.

E-mail: 091-018@rambler.ru

УДК 336.774.3

**МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ
КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ***Л.Е. ЗЕРНОВА, Е.И. САГАН*

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

Предлагается методический подход к оценке кредитоспособности предприятия, основанный на составлении оценочных таблиц и определении зон потенциала кредитоспособности.

The methodical approach to the estimation of the enterprise credit status, based on drawing up of the estimate tables and determination of the credit status potential zones, is offered.

Ключевые слова: кредитоспособность, потенциал, группа, показатель.

Особое значение в современных условиях приобретают оценка и анализ кредитоспособности, основанные на исследовании количественных и качественных характеристик заемщика, учитывающих не только внутренние, но и внешние факторы влияния, а также качество обеспечения кредита. Разработка такой методики оценки кредитоспособности заемщика позволит значительно снизить риски невозврата кредита за счет учета максимального числа внешних и внутренних характеристик рынка и специфики работы конкретного предприятия. С нашей точки зрения, наиболее целесообразно проводить оценку кредитоспособности на основе составления оценочных таблиц и таблиц соответствия.

В разработанной нами системе оценки кредитоспособности предприятия будет оцениваться по следующим блокам и группам: внешние факторы кредитоспособности, которые определяются отрасле-

вым, региональным и страновым аспектами; внутренние факторы кредитоспособности, которые характеризуются производственно-экономическими, финансовыми, организационно-управленческими показателями, а также безопасностью кредитования.

Для представленных групп показателей и блоков разрабатывается система оценки с целью определения сводного интегрального показателя кредитоспособности, включающая оценочные таблицы и таблицы соответствия. Таким образом, по блоку внешних факторов рассчитываются три сводных показателя по трем группам факторов, а по внутреннему блоку факторов – четыре сводных показателя. Затем на основе сводных показателей оценивается общая кредитоспособность предприятия по двум блокам. Схема расчета сводного показателя кредитоспособности по блоку внутренних факторов представлена на рис. 1.



Рис. 1

Максимальное значение общего интегрального показателя будет характеризовать потенциал кредитоспособности предприятия. Он определяется совокупным влиянием внешней среды и способностью эффективного использования внутренних ресурсов предприятия для своевременного

погашения долговых обязательств и процентов по ним.

На рис. 2 представлена блок-схема проведения оценки кредитоспособности предприятий и оценки степени риска невозврата кредита.

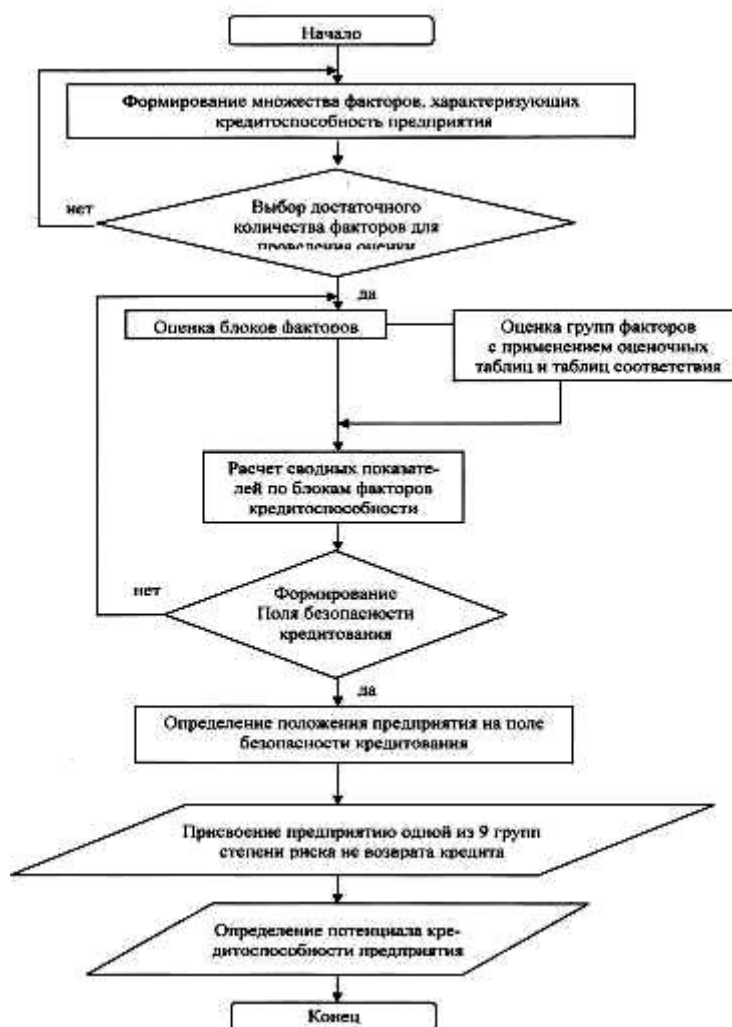


Рис. 2

После определения сводных показателей по группам внутренних и внешних факторов необходимо перейти к анализу полученных результатов и оценке общей кредитоспособности предприятия.

Для более детальной интерпретации результатов интегральной оценки кредитоспособности предприятия может быть использован другой вид системного подхода

и специально построенная матрица.

Каждый из блоков, характеризующих кредитоспособность предприятия, оценивается по 5-балльной шкале. Можно представить следующее соответствие баллов выбранному уровню показателя (табл. 1 – взаимосвязь уровня и диапазона оценки блоков показателей).

Т а б л и ц а 1

Уровень показателя	Диапазон оценки (баллы) блоков показателей	
	внешние факторы	внутренние факторы
Низкий (н)	1 ... 2, 3	1 ... 2, 3
Средний (с)	2, 4 ... 3, 7	2, 4 ... 3, 7
Высокий (в)	3, 8 ... 5	3, 8 ... 5

Представленные диапазоны оценки факторов кредитоспособности (низкие, средние, высокие) дают возможность определить соотношение всех возможных сочетаний значений внутренних и внеш-

них факторов и дать их характеристику (табл. 2 – характеристика групп степени риска невозврата кредита), оценив безопасность кредита.

Т а б л и ц а 2

№ вар.	Внутренние факторы	Внешние факторы	Характеристика варианта
1	Н	Н	Недопустимая степень риска невозврата кредита. Низкая кредитоспособность предприятия как по внешним, так и по внутренним факторам
2	С	Н	Высокая степень риска невозврата кредита. Кредитоспособность предприятия чуть ниже среднего. Потенциал предприятия находится на среднем уровне, но значительное негативное влияние со стороны внешней среды увеличивает риск невозврата кредита
3	В	Н	Низкая степень риска невозврата кредита. Кредитоспособность предприятия находится на уровне выше среднего. Предприятие обладает высоким внутренним потенциалом для возврата займа, но внешние факторы могут оказать значительное негативное влияние
4	Н	С	Высокая степень риска невозврата кредита. Кредитоспособность предприятия значительно ниже среднего. Низкий уровень внутренних факторов усугубляется возможным негативным влиянием со стороны внешней среды, что увеличивает риск невозврата кредита
5	С	С	Умеренная степень риска невозврата кредита. Кредитоспособность предприятия находится на среднем уровне. На предприятии наблюдаются отклонения в значениях внутренних факторов и также возможно негативное влияние со стороны внешней среды
6	В	С	Низкая степень риска невозврата кредита. Кредитоспособность предприятия находится на уровне значительно выше среднего. За счет высокого уровня внутренних показателей, риск не возврата снижается, не смотря на возможное незначительное негативное воздействие со стороны внешней среды
7	Н	В	Высокая степень риска невозврата кредита. Кредитоспособность предприятия ниже среднего. Низкий уровень внутренних факторов частично компенсируется высоким положительным влиянием внешней среды, что уменьшает риск невозврата кредита
8	С	В	Низкая степень риска невозврата кредита. Кредитоспособность предприятия находится на уровне чуть выше среднего. Внутренние показатели предприятия находятся на среднем уровне, но благоприятное внешнее воздействие снижает риски невозврата кредита
9	В	В	Практически отсутствует риск невозврата кредита. Кредитоспособность предприятия находится на высоком уровне по всем рассматриваемым составляющим. Так, при высоком внутреннем потенциале отсутствует опасность негативного внешнего влияния

На основе представленных в табл. 2 данных можно выделить устойчивые отрицательные и положительные зоны кредитования и промежуточные области, то есть изменения кредитного потенциала.

При этом промежуточные зоны характеризуются наибольшим колебанием показателей, формирующих кредитный потенциал (рис. 3 – зоны формирования потенциала кредитоспособности).



Рис. 3

Таким образом, потенциал кредитоспособности предприятия может повышаться от зоны низкого до зоны высокого потенциала. Между этими зонами существуют и так называемые промежуточные участки, характеризующиеся изменением потенциала соответственно от низкого к среднему и от среднего к высокому. Эти изменения потенциала характеризуются различными вариантами сочетания внешних и внутрен-

них факторов кредитоспособности предприятия.

Предложенный системный подход к определению показателей кредитоспособности предприятия позволяет определить уровень риска невозврата кредита и зону кредитного потенциала.

Рекомендована кафедрой менеджмента и организации производства. Поступила 09.04.10.

УДК 658(075)

ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА НА ЗАКАЗ

А.С. ЮХИН, О.С. ОЛЕНЕВА

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

E-mail: office@msta.ac.ru

Показано, что в современных условиях при планировании производства на заказ необходимо сочетание различных подходов к планированию, в зависимости от видов заказов.

It is shown that in modern conditions at the production planning to order the combination of various approaches to the planning is necessary, depending on kinds of orders.

Ключевые слова: производство на заказ, планирование on-line, гибкие технологии и схемы производства товаров малыми партиями.

В последние годы отмечена тенденция к сокращению сферы массового и крупносерийного производства. Производители изделий получают все больше заказов на

производство небольших партий изделий. Это свойственно и современному текстильному производству, где со стороны покупателей все чаще выдвигается требо-

вание – удовлетворить потребность в различных тканях за минимально короткий срок с высокой степенью гарантий.

В отечественной экономической литературе еще пять лет назад практически отсутствовала тематика производства на заказ. В последние годы интерес к этой теме значительно возрос. Наиболее полно производство на заказ рассмотрено для машиностроительного производства.

Однако до сих пор нет единого определения понятия производства на заказ и анализа его отличительных особенностей, которые нужно учитывать при планировании текстильного производства на заказ.

В работе [1] предложено разделять понятия "массовое производство стандартных товаров" и "массовое производство товаров на заказ". На наш взгляд, это всего лишь крайние модели производства, не существующие в чистом виде. В реальности любое предприятие выпускает и стандартные товары, и товары на заказ. Кроме того, производство стандартных товаров также должно соответствовать спросу на рынке.

Основные концептуальные принципы массового производства на заказ сформулированы в [1].

1. Массовое производство на заказ основано на том, что покупатель непосредственно инициирует производство необходимого ему товара. Из просто потребителя он становится заказчиком.

2. Массовое производство на заказ непосредственно объединяет производство и потребление в единый процесс. Отпадает необходимость в многозвенной системе дистрибуции товаров и формировании товарных запасов, сокращаются логистические издержки и потери.

3. Массовое производство на заказ становится элементом глобального рынка, международной логистики и маркетинга. Сложность логистического и маркетингового обеспечения движения заказов, товаров и платежей при этом возрастает.

Произошел переход от составления прогноза спроса к использованию информации, содержащейся в прямых заказах потребителей, который повлек за собой

переход от политики увеличения общего объема сделок к увеличению их относительной ценности.

В работе [2] предложено различать заказы на поставку, заказы на производство и заказы на разработку. Эта классификация удобна для выбора метода планирования: традиционного либо на основе логистического подхода. Задача, на наш взгляд, заключается в выделении каждой группы заказов и планировании выполнения заказов с учетом их особенностей.

Наиболее полно рассмотрен механизм производства на заказ в [3]. Производство на заказ или отложенное производство – это концепция управления компанией, которая нацелена на откладывание ресурсосберегающей деятельности (закупки, производство, доставка и др.) до тех пор, пока не получен конкретный заказ.

Метод производства на заказ предусматривает, что ассортимент и количество производимой продукции диктуются напрямую потребителем, которому продукция доставляется со склада предприятия. Для заказчика сигналом к началу производства того или иного изделия будет уменьшение этих изделий на складе в связи с их продажей. Для предприятия-поставщика сигналом к началу производства может являться либо уменьшение указанных изделий на своем складе в связи с их отгрузкой постоянным потребителям при долгосрочных регулярных заказах, либо заключение новых договоров на поставку номенклатурных товаров в заданных объемах.

В [4] выполнен сравнительный анализ четырех типов стратегий производства на заказ: производство на склад, сборка на заказ, производство на заказ и разработка на заказ и показано, что существующие алгоритмы планирования производства, реализованные в автоматизированных системах, не всегда могут быть использованы в условиях производства на заказ.

В работе [5] под заказом предлагается понимать согласованную систему взаимодействия в звене потребитель – производитель, основанную на установлении параметров реализации заказа, а также его тех-

нологических, экономических, временных, социальных, экологических и иных необходимых значений. Производитель, работающий в системе "показного" взаимодействия с потребителями, должен уметь организовывать эффективные системы планирования, контроля и стимулирования работ в разрезе каждого конкретного заказа, не отрицая необходимости планирования, контроля и стимулирования общих результатов деятельности предприятия.

Анализ исследований, проведенных в России в последние годы, позволил выделить следующие особенности производства на заказ в современных условиях.

Во-первых, при производстве на заказ товары должны предоставляться заказчикам по цене серийных, стандартных, готовых изделий, поэтому уже на стадии оформления заказа следует определять цену товара на основе цен номенклатурных товаров, выпускаемых предприятием. Исходя из этого целесообразно определять условия заказозамещения.

Во-вторых, при производстве на заказ возникают проблемы оптимизации размещения индивидуальных заказов на многоассортиментных предприятиях.

В-третьих, при производстве на заказ целый ряд мировых промышленных компаний отказались от построения традиционных структур по товарам и перешли к специализации коммерческих служб по клиентскому принципу.

В-четвертых, при производстве на заказ должны использоваться гибкие технологии и схемы производства товаров малыми партиями.

Вышеуказанные особенности требуют совершенствования всей системы организации разработки, производства и продажи товаров в условиях выполнения заказов в соответствии с требованиями отдельных покупателей.

Особенности производства на заказ привели к изменению подходов к планированию. Если при массовом производстве стандартных товаров планирование осуществлялось на годовой цикл, при индивидуальном производстве товаров на заказ применялось оперативно-календарное

планирование, то при массовом производстве на заказ планирование должно осуществляться в режиме он-лайн. При производстве различных видов заказов требуется различное сочетание указанных подходов к планированию.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены особенности производства на заказ в современных условиях.

2. При планировании производства на заказ необходимо сочетание различных подходов к планированию в зависимости от видов заказов (заказы на поставку, заказы на производство и заказы на разработку).

3. При планировании необходимо учитывать следующие особенности производства на заказ: на стадии оформления заказа следует определять цену товара на основе цен серийных, стандартных товаров, выпускаемых предприятием; осуществлять оптимизацию размещения индивидуальных заказов на многоассортиментных предприятиях; планировать структуру товарного портфеля по клиентскому принципу; максимально использовать гибкие технологии и схемы производства товаров малыми партиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лычковская И.П., Карнаухов С.Б.* Логистика массового обслуживания на заказ // Российское предпринимательство. – 2005, №11.
2. *Якименко А.А.* Основные технико-экономические показатели для управления заказами // Вестник машиностроения. – 2005, №7.
3. *Чирков М.А.* Заказ как форма взаимосвязи производителя и потребителя: Дис... канд. экон. наук. – М., 2006.
4. *Косицын Д.П.* Математические методы и модели формирования производственной программы промышленных предприятий с выпуском продукции на заказ: Дис...канд. экон. наук. – Петрозаводск, 2007.
5. *Скрипкин Е.А.* Современные подходы к организации взаимодействия субъектов в промышленном показном производстве // Современные аспекты экономики. – №10, 2008.

Рекомендована кафедрой менеджмента и организации производства. Поступила 09.04.10.

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АНТИКРИЗИСНОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ

А.С.САЙДАЕВА, Р.В. ПОЛИТОВА

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

Уточнено понятие антикризисного управления применительно к предприятию, определены основные проблемы антикризисного управления, рассмотрены основные и необходимые условия устойчивой работы предприятия.

The concept of anti-recessionary management with reference to an enterprise is specified, the basic problems of anti-recessionary management are defined, the basic and necessary conditions of the enterprise steady work are considered.

Ключевые слова: антикризисное управление, стратегия развития предприятия, причины возникновения банкротства.

На данном этапе глобального экономического кризиса наиболее актуальны меры, направленные на защиту текстильных предприятий от кризисных ситуаций, предотвращение банкротства или ликвидация в случае неэффективности его дальнейшего функционирования.

Управление – это процесс достижения целей в управляемой системе. Любое управление подразумевает принятие управленческих решений, самое важное из которых – постановка цели. Управление предприятием непосредственно включает в себя несколько видов управления, первым из которых является антикризисное управление. Управление сложными системами само по себе является антикризисным.

Антикризисное управление – это такая система управления предприятием, которая имеет комплексный характер и направлена на предотвращение или устранение уже возникших неблагоприятных для эффективной работы предприятия явлений. Управление социально-экономической системой в определенной мере всегда должно быть антикризисным, поскольку любое предприятие может неожиданно столкнуться с кризисом. Необходимость антикризисного управления отражает потребности преодоления и разрешения кри-

зиса, возможного смягчения его последствий. Это естественная потребность и человека, и организации.

Теоретически любая организация может рассматриваться как целостная система взаимосвязанных элементов, частей и компонентов. Система в процессе своей жизнедеятельности может находиться в устойчивом и неустойчивом состоянии. Проблема устойчивости деятельности предприятия разрешается на государственном, региональном, отраслевом и внутрифирменном уровне.

Антикризисное управление связано с отношениями, складывающимися на уровне предприятия при применении реорганизационных или ликвидационных мероприятий. Многие полагают, что основной причиной возникновения кризиса является реформирование российской экономики, а также появление достаточно большого количества коммерческих и других предприятий, положение которых незавидно – они находятся на стадии банкротства. Конечно, кризис предприятий – это вполне нормальный процесс, которого некоторые компании просто не могут избежать, и на рынке выигрывают сильнейшие. Так, если предприятие не имеет возможности и способностей "бороться" с кризисной ситуацией, оно просто исчезает, но в противном

случае предприятие может использовать все свои сильные стороны и пережить критический момент. Главное в таких ситуациях – усиление дисциплины, профессионализм персонала, разработка верной стратегии.

Диагностика экономического состояния предприятия – масштабная задача. Наличие конкретной цели ограничивает ее и делает практически разрешимой. В этом случае диагностика экономического состояния предприятия становится одним из этапов разработки и реализации стратегии предприятия, и цели такой диагностики привязываются к конкретным вопросам стратегического планирования, которое направлено на устойчивое развитие данного предприятия.

Основными причинами возникновения состояния банкротства можно назвать следующие:

– объективные причины, создающиеся условиями хозяйствования: экономическая нестабильность; несовершенство финансовой, кредитно-денежной, налоговой, таможенной систем, нормативно-правовой и законодательной базы реформирования экономики; просчеты в организации приватизации; инфляционные процессы; низкая платежеспособность населения; международная конкуренция;

– субъективные причины, то есть внутренние факторы деятельности предприятия: снижение объемов продаж из-за низкого уровня маркетинга; снижение объема производства, качества и цены продукции; неоправданно высокие затраты и длительный цикл производства из-за технологической отсталости; низкая рентабельность; взаимные неплатежи; разбалансированность экономического механизма воспроизводства капитала; консерватизм в управлении.

Однако в самом антикризисном управлении также существует ряд проблем, которые могут мешать проводить работу антикризисных управляющих в полном объеме. Проблематика антикризисного управления обширна и разнообразна и ее можно разделить на несколько групп.

1. Первая группа проблем связана с необходимостью своевременно предвидеть кризисный момент, понять его характер, найти пути к решению. Механизмы предотвращения кризиса надо построить и запустить в действие.

Но не все кризисы можно предотвратить, многие из них надо пережить, преодолеть. И это достигается посредством управления. Оно решает проблемы жизнедеятельности организации в период кризиса, способствует выходу из кризиса и ликвидации его последствий.

2. Вторая группа проблем связана с внутренней атмосферой и ключевыми сферами жизнедеятельности предприятия. Необходимо определить цель управления, методы управления в кризис.

3. Третья группа проблем включает в себя проблемы прогнозирования кризисов, проблемы оценки кризисной ситуации, недостаток информации, ограничения по времени и т.д.

4. Четвертую группу проблем можно охарактеризовать как "главный признак многих бед" и работы предприятия. В частности, это – конфликтные ситуации между персоналом, нарушение дисциплины, что, в свою очередь, ведет к кризисным ситуациям. Усиление дисциплины, профессионализм персонала и разработка верной стратегии – главный ключ к выходу предприятия из критической ситуации.

Для анализа общего состояния предприятия используются данные, полученные при анализе баланса и отчета о финансовых результатах. Необходимо преобразовать стандартную форму баланса в более удобную для облегчения проведения анализа. Комплексный финансовый анализ проводится исходя из результатов проведения следующих мероприятий: оценка формальных показателей, оценка финансовых результатов, оценка эффективности ресурсов предприятия, оценка дополнительных показателей.

Российские экономисты предлагают следующие аспекты для прогнозирования банкротства предприятия:

– неудовлетворительная структура имущества, в первую очередь, активов;

– замедление оборачиваемости средств предприятия;

– сокращение периода погашения кредиторской задолженности при замедлении оборачиваемости текущих активов;

– тенденция к вытеснению в составе обязательств дешевых заемных средств дорогостоящими и их неэффективное размещение в активе;

– наличие просроченной кредиторской задолженности и увеличение ее удельного веса в составе обязательств предприятия;

– значительные суммы дебиторской задолженности, относимые к убыткам;

– тенденция опережающего роста наиболее срочных обязательств по сравнению с изменением высоколиквидных активов;

– убытки, отражаемые в бухгалтерском балансе;

– состояние бухгалтерского учета на предприятии.

Необходимым условием устойчивой деятельности предприятия является свое-

временное выявление кризисных ситуаций или их начальных стадий с использованием мероприятий антикризисного управления.

ВЫВОДЫ

1. Определены четыре основные группы проблем антикризисного управления на предприятии, отражены основные причины возникновения состояния банкротства на предприятии.

2. Рассмотрены основные и необходимые условия устойчивой работы предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Грязнова А.Г.* Антикризисный менеджмент. – М.: "Тандем", 1999.

Рекомендована кафедрой экономики. Поступила 09.04.10.

УДК 667.017

ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПАРАШЮТНЫХ ТКАНЕЙ*М.Ю. КУЗНЕЦОВ, С.М. КИРЮХИН, Н.В. МАКАРОВА*

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

Проведен системный анализ показателей качества парашютных тканей с применением причинно-следственных схем.

The system analysis of qualitative indices of parachute fabrics with application of cause and effect schemes is shown herein.

Ключевые слова: качество парашютных тканей, метод причинно-следственных схем, "дерево качества", коэффициенты значимости.

Анализ происшествий с парашютами за последние несколько лет показал, что в 20...30% случаев имели место отказы техники, в том числе по вине купола [1]. Это говорит о необходимости улучшения качества тканей парашютных куполов и совершенствовании методов оценки их качества.

Качество парашютных тканей определяется требованиями, регламентированными в нормативно-технической документации. Анализ действующей документации [2], [3] выявил, что число показателей качества, по которым проводится контроль парашютных тканей, весьма ограничено. В основном это показатели структуры (линейная плотность нитей, поверхностная плотность ткани и т.д.), а показателей, характеризующих поведение парашютных тканей при эксплуатации, фактически только два (воздухопроницаемость и разрывная нагрузка). Очевидно, что эти показатели не могут дать исчерпывающей информации о качестве парашютной ткани.

Целью работы является систематизация и выбор определяющих показателей качества парашютных тканей.

Для систематизации показателей, оказывающих прямое или косвенное влияние на качество парашютных тканей, использовался метод причинно-следственных схем.

Сущность построения схем Исикава заключается в объединении различных факторов, оказывающих то или иное воздействие на конечный результат решения какой-либо проблемы, и их систематизации в определенной последовательности. Эти схемы позволяют графически проанализировать иногда очень сложные взаимосвязи между изучаемой характеристикой и всевозможными факторами, оказывающими на нее то или иное влияние.

Все факторы изображают в виде векторов, связанных один с другим. Расположение векторов и угол их наклона выбираются произвольно. В результате получается схема, которая имеет вид ветвистого дерева, реки с большими и мелкими притоками, или даже рыбьего скелета. Иногда ее так и называют "деревом качества", "речными притоками качества" или "рыбным скелетом качества".

Схемы Исикава получили широкое распространение при оценке качества текстильных материалов. Объясняется это следующими обстоятельствами. По ГОСТу 15467 "...качество – это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением". Свойства выражаются через их количественную характеристику – показатели качества. Первым этапом оценки качества является выбор определяющих показателей, по которым следует оценивать качество исследуемого объекта. Так, число показателей качества продукции может быть достаточно велико, и они по-разному

могут влиять на качество. В связи с этим возникает необходимость провести системный анализ их взаимосвязи и определить наиболее значимые. Причинно-следственные схемы позволяют в целом и очень наглядно оценить связи очень большого числа показателей и выделить из них те, которые существенно влияют на изучаемую характеристику.

При объединении показателей в условные группы и их систематизации была принята классификация, принятая в квалиметрии и текстильном материаловедении. Полученная схема представлена на рис. 1 – схема Исикава; качество парашютных тканей.

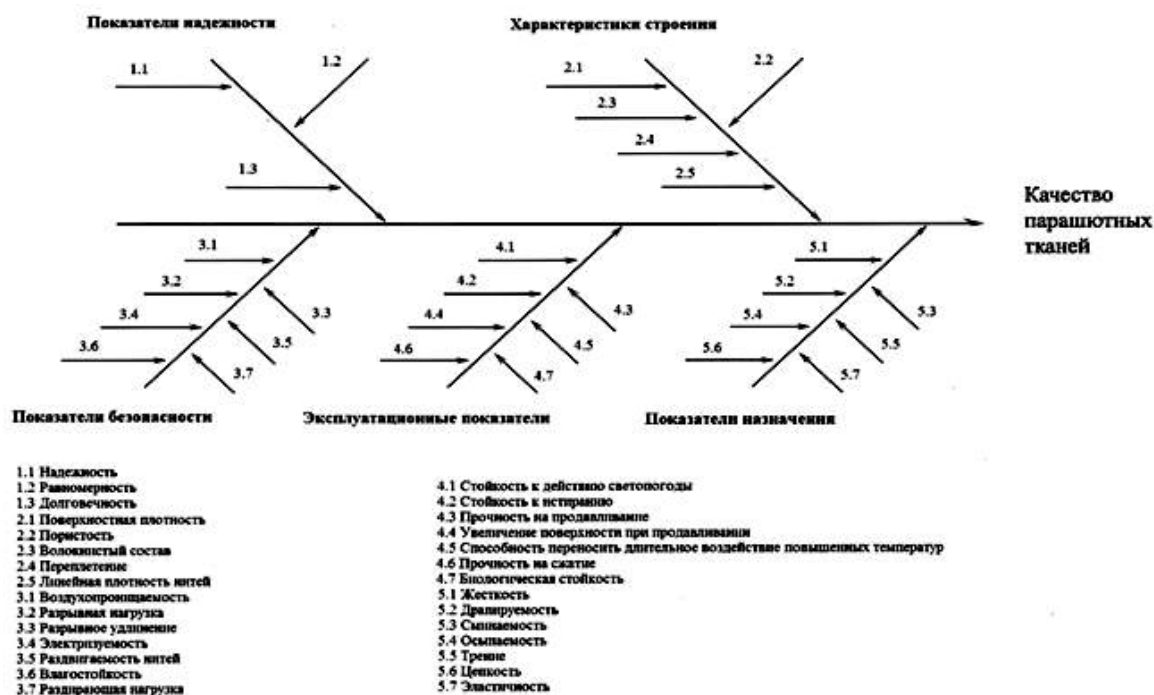


Рис. 1

На основе данной схемы были выбраны 20 показателей качества, оказывающих наибольшее влияние на основную характеристику. Для выявления среди этих показателей качества определяющих и расчета коэффициентов их значимости был применен экспертный метод [4]. В качестве экспертов были задействованы специалисты в области проектирования, производства, эксплуатации, исследования и оценки качества текстильных изделий.

Обработка результатов экспертного опроса является трудоемкой, поскольку число предложенных показателей качества

может быть значительным, их анализ в случае оценки, высказываемой экспертами, занимает много времени и не исключены ошибки в расчете.

Для исключения влияния человеческого фактора на результаты вычислений на кафедре текстильного материаловедения Московского государственного текстильного университета им. А.Н. Косыгина была разработана программа расчета значимости показателей качества продукции. Программа позволяет задать в диалоговом режиме в качестве входных данных матрицу результатов экспертного опроса (в

виде отдельного файла формата "xls") и необходимые границы значений коэффициентов конкордации и корреляции, получить данные о коэффициентах весомости показателей качества, коэффициентах ранговой корреляции экспертов, согласованности мнений экспертов по отдельным показателям.

Методика данной программы заключается в определении согласованности мнений экспертов и определении коэффициентов значимости ("весомости") показателей. Согласованность мнений экспертов выражается коэффициентом конкордации W , который рассчитывается по формуле:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i - \bar{S})^2}{\frac{1}{12} m^2 (n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j}, \quad (1)$$

где n – число показателей; m – число экспертов; S_i – сумма ранговых оценок по i -

му показателю; \bar{S} – средняя сумма рангов для всех показателей; T_j – показатель одинаковости.

Коэффициенты весомости показывают значимость показателя в общей оценке качества. Значимыми считают показатели, для которых $\gamma_i > 1/n$, где $1/n$ представляет величину одинаковой значимости всех показателей. Коэффициенты значимости рассчитывают по формуле:

$$\gamma_i = \frac{mn - S_i}{0,5mn(n-1)}. \quad (2)$$

После выбора значимых показателей производят их корректировку так, чтобы сумма всех коэффициентов значимости снова была равна 1. Проводится расчет согласованности мнений экспертов по отдельным показателям.

Результаты опроса сведены в табл. 1. Для удобства показатели обозначены индексами, перечисленными в табл. 2.

Таблица 1

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	$\sum X_i$	T_j
1	2	2	6,5	14,5	4	10	10	10	17	16	12,5	12,5	14,5	6,5	19	6,5	6,5	18	20	2	210	10
2	2,5	2,5	5,5	11	11	8	13,5	13,5	8	15,5	11	15,5	18,5	5,5	20	8	2,5	17	18,5	2,5	210	11
3	1	2	7	16,5	5,5	9,5	12,5	12,5	9,5	16,5	9,5	9,5	18,5	5,5	18,5	14,5	4	14,5	20	3	210	7,5
4	4	1	4	13,5	8	11	11	11	8	13,5	16	8	19	6	18	16	2	20	16	4	210	8,5
5	1	2	3	15	7,5	10,5	12	13	10,5	15	15	9	19	7,5	19	6	4,5	19	17	4,5	210	5,5
6	3	2	6	13	5	11	12	15	10	14	16	9	18	8	20	7	1	19	17	4	210	0
7	3,5	1,5	3,5	14	7,5	5,5	1,5	20	11	15	12	13	5,5	16	17	7,5	9	19	18	10	210	2
8	3	4	5	11	6,5	12	14	15	13	17	8,5	10	20	6,5	18	8,5	1	16	19	2	210	1
9	1	4	9,5	9,5	11	2,5	15	7	8	16,5	2,5	18	16,5	5	19	6	14	12	13	20	210	1,5
10	1,5	13	3	14,5	4	12	14,5	16	1,5	17	7	18	5	20	6	11	8,5	10	19	8,5	210	1,5
S	22,5	34,0	53,0	132,5	70,0	92,0	116,0	133,0	96,5	156,0	110,0	122,5	154,5	86,5	174,5	91,0	53,0	164,5	177,5	60,5		
$S_i - \bar{S}$	-82,5	-71,0	-52,0	27,5	-35,0	-13,0	11,0	28,0	-8,5	51,0	5,0	17,5	49,5	-18,5	69,5	-14,0	-52,0	59,5	72,5	-44,5		
$(S_i - \bar{S})^2$	6806,25	5041,00	2704,00	756,25	1225,00	169,00	121,00	784,00	72,25	2601,00	25,00	306,25	2450,25	342,25	4830,25	196,00	2704,00	3540,25	5256,25	1980,25		
γ_i	0,093	0,087	0,077	0,036	0,068	0,057	0,044	0,035	0,054	0,023	0,047	0,041	0,024	0,06	0,013	0,057	0,077	0,019	0,012	0,073		
γ_i	0,132	0,124	0,110		0,097	0,081			0,077					0,085		0,081	0,110			0,104		
																						W=0,64

Т а б л и ц а 2

Индекс	Показатель	Индекс	Показатель
X1	Надежность	X11	Прочность на раздираание
X2	Воздухопроницаемость	X12	Электризуемость
X3	Поверхностная плотность	X13	Эластичность
X4	Прочность на продавливание	X14	Удлинение при разрыве
X5	Устойчивость к действию погоды	X15	Осыпаемость
X6	Жесткость	X16	Трение
X7	Раздвигаемость нитей	X17	Разрывная нагрузка
X8	Драпируемость	X18	Цепкость
X9	Сминаемость	X19	Пористость
X10	Увеличение поверхности при продавливании	X20	Равномерность

На основе полученных данных можно сделать вывод, что общая согласованность мнений экспертов является приемлемой

($W=0,64$). Определяющие показатели качества и соответствующие им коэффициенты значимости представлены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Индекс	Показатель качества	Коэффициент значимости γ_i
X1	Надежность	0,132
X2	Воздухопроницаемость	0,124
X3	Поверхностная плотность	0,110
X17	Разрывная нагрузка	0,110
X20	Равномерность	0,104
X5	Устойчивость к действию погоды	0,097
X14	Удлинение при разрыве	0,085
X6	Трение	0,081
X16	Жесткость	0,081
X9	Сминаемость	0,077

ВЫВОДЫ

1. В настоящее время число показателей, по которым проводят контроль качества парашютных тканей, не дает достаточной информации о свойствах данных тканей.

2. Проведен системный анализ показателей качества, входящих в состав качества парашютных тканей.

3. Установлена номенклатура определяющих показателей качества на основе проведенного экспертного метода.

4. Рассчитаны коэффициенты весомости определяющих показателей качества с помощью разработанной программы.

ЛИТЕРАТУРА

- Интернет-ресурс: www.parashut.com.
- ГОСТ 16428. Ткани технические из натурального шелка и химических нитей.
- ГОСТ 13090. Ткани технические каркасные.
- ГОСТ 23554.1. Экспертные методы оценки качества промышленной продукции.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 09.04.10.

УДК 677.022:519.8:62.50.72

**АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ
КАРДОЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЫ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ
ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСОК**

С.С. ГРОМОВ

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

Разработана система регулирования кардочесальной машины при переработке двухкомпонентного волокнистого материала.

The adjustment system of a carding machine is developed at the processing of a double-component fibrous material.

Ключевые слова: транспортное время запаздывания, кардочесальная машина, смесь разнородных волокон, изменения линейной плотности.

Для автоматизации технологических процессов в текстильной промышленности на практике приходится решать задачи управления объектами, содержащие значительные транспортные запаздывания. Эти устойчивые в линейном приближении объекты можно описать передаточными функциями следующего вида [1]:

$$W_o(s) = W_o^*(s)e^{-\tau s},$$

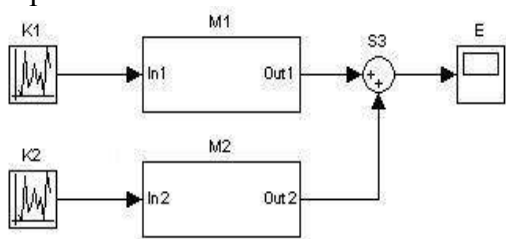
где $W_o^*(s) = K_o / \prod_{i=1}^n (T_i S + 1)$.

Большие значения транспортного времени запаздывания τ и являются причиной низкого качества регулирования. Улучшение качественных показателей автоматического регулирования промышленных объектов с большим транспортным запаздыванием возможно посредством применения специализированных регуляторов. Среди них наибольшей известностью пользуются регуляторы с так называемым упредителем Смита [2], [3].

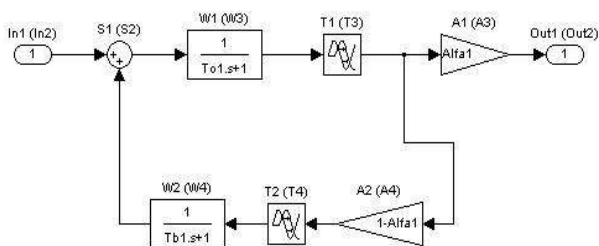
В предлагаемой статье рассматривается система регулирования кардочесальной машины для переработки смесей из разнородных волокон. Поскольку волокна каждого вида имеют различные коэффициенты трения, цепкости и степени удержания волокнистого материала (ВМ) на поверхности гарнитуры, такого рода система обязана учитывать как регулирование волокнистого материала внутри машины по линейной плотности, так и по процентному содержанию компонентов смеси. Особенность таких систем в том, что каждый из компонентов преобразуется в чесальной машине по своим динамическим характеристикам (в частности, величины транспортного запаздывания и величины постоянных времени у каждого из компонентов могут быть различными). При этом вести оперативный контроль компонентного состава ВМ на работающем оборудовании не представляется возможным. Одной из возможных реализаций может быть система управления с обратной связью или

комбинированная система с упредителем Смита для автовыравнивания линейной плотности. При синтезе таких регуляторов особый интерес представляет оценка эффективности выравнивания ВМ по составу компонентов. Для этой цели была разработана компьютерная модель на базе Simulink пакета Matlab, имитирующая переработку двухкомпонентной смеси (рис. 1).

Схема модели представлена на рис.1-а и состоит из следующих звеньев: $K_{1, 2}$ – генератор линейной плотности потока питания машины 1 и 2-м компонентами соответственно; $M_{1, 2}$ – подсистемы динамики движения 1 и 2-го компонентов волокнистой массы внутри машины; S_3 – суммирующий элемент; E – вывод результатов на экран.



а)



б)

Рис.1.

Обозначим: $W_{1,3}$ – дробно-рациональные передаточные функции модели преобразования линейной плотности компонента потока, движущегося под главным барабаном от приемного барабана до места перехода на съемный барабан; $W_{2, 4}$ – дробно-рациональные передаточные функции для имитации динамики потока возврата от главного барабана к питающему после прохождения места перехода на съемный барабан; T_{1-4} – постоянные вре-

мени транспортного запаздывания динамической системы ЧМ по каждому из компонентов; $A_{1, 3}$ – коэффициенты съема 1 и 2-го компонентов, составляющих смесь волокнистой массы; $A_{2, 4}$ – загрузка главного барабана по компонентам, входящим в смесь. Считаем, что на вход машины поступает двухкомпонентный ВМ в пропорции 30%:70%. Линейная плотность ВМ на входе ЧМ моделируется вероятностным временным рядом с коэффициентом вариации 20% для первого и второго компонентов. На рис.1-б представлена модель динамики преобразования линейной плотности одного из компонентов в ЧМ. Второй компонент преобразуется по аналогичной схеме, но с другими значениями параметров передаточных функций.

Результаты работы системы представлены графиками переходных процессов, изображенными на рис. 2 (переходные процессы первого эксперимента). Кривая P3 показывает изменение разностной характеристики компонентов (P1–P2) в общей доле смеси.

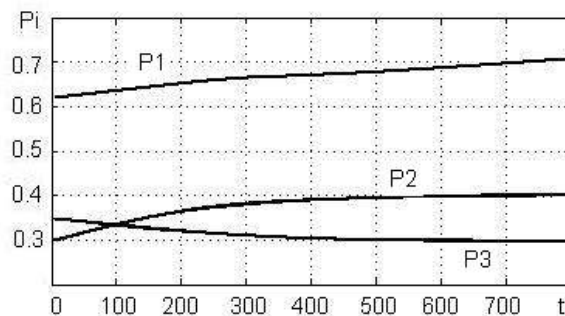


Рис. 2

Во втором эксперименте рассмотрена имитация работы системы по изменению линейной плотности компонентного состава волокнистой массы на ЧМ при наличии регулятора с обратной связью. Был выбран дискретный ПИ-регулятор, который устанавливает процентное содержание каждого компонента от общей доли смеси (рис. 3 – система с ПИ-регулятором), где: Controller – ПИ регулятор; С – задание; $A_{5, 6}$ – доля компонентов, регулируемая ПИ-регулятором; S_{3-6} – сумматоры потоков волокон.

ВЫВОДЫ

1. Построена динамическая система изменения линейной плотности волокнистого материала в процессе кардочесания с использованием регулятора и с учетом долевого состава компонентов.

2. С моделью выполнены эксперименты, которые позволили оценить возможность применения регуляторов для управления линейной плотностью и долевым соотношением в переходном процессе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов Н.И., Сабанин В.Р., Репин А.И. Оптимизация одноконтурных АСР с многопараметрическими регуляторами // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2005, №7.

2. Шавров А.А. Компенсатор транспортного запаздывания в системах автоматического управления // Вестник РГАЗУ: Агроинженерия. – М., 2004.

3. Стафийчук Б.Г. Синтез оптимального линейного регулятора для объектов с запаздыванием // Докл. научн.-техн. конф. по итогам научн.-исследоват. работ за 1964-1965 годы. Секция теплоэнергетическая. Подсекция автоматизации производственных процессов. – М.: МЭИ, 1965.

4. Гриценко А.В. Улучшение качества алгоритма управления "Предиктор Смита" посредством автоматического вычисления времени запаздывания // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2004, №12.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и систем автоматизированного проектирования. Поступила 09.04.10.

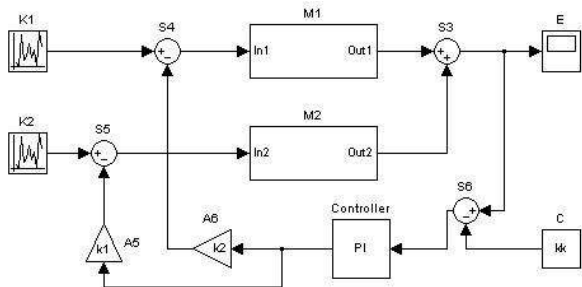


Рис. 3

Результаты, полученные в ходе эксперимента (рис. 4 – переходные процессы второго эксперимента), показывают, что время регулирования и число колебаний у системы с использованием регулятора наглядно значительно уменьшилось, однако наблюдается динамическая ошибка доли компонентов. Поэтому для обеспечения заданного запаса устойчивости при любых возможных вариациях динамических характеристик объектов регулирования требуется соответствующая точная настройка дифференциальной составляющей, которую следует включить в регулятор [4].

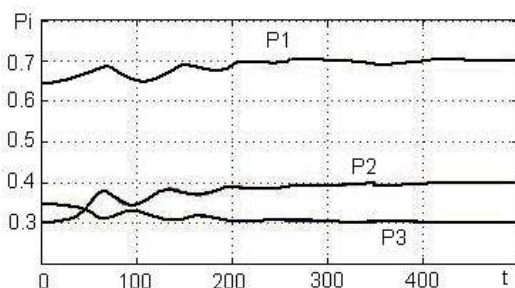


Рис. 4

УДК 667.51

**РАЗРАБОТКА МНОГОСЛОЙНЫХ КРЕМНЕЗЕМНЫХ ТКАНЕЙ
РАЗРЕЖЕННЫХ СТРУКТУР**

И.Ю.ПАВЛИХИНА, Р.И.СУМАРУКОВА, С.Д.НИКОЛАЕВ

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

Предложены облегченные кремнеземные ткани для специальных целей; использование критерия длительной прочности В. Москвитина позволило спрогнозировать возможность изготовления кремнеземных тканей на ткацком станке.

Facilitated silicious fabrics for the special purposes are offered; the use of the long durability criterion of V. Moskvitin has enabled to predict manufacturing possibility of silicious fabrics on a loom.

Ключевые слова: композиционные материалы, многослойные каркасные ткани, многочелночный механизм, критерии длительной прочности В. Москвитина.

Облегченные композиционные материалы нашли широкое применение в современной технике, в том числе в авиа- и машиностроении. Особое место при их разработке занимают многослойные ткани, которые позволяют получить заданное расположение нитей, как по ширине, так и по толщине ткани с различным объемным заполнением. Уменьшение количества волокон в объеме многослойной ткани является одним из важных требований, предъявляемых к наполнителям (армирующий материал) композиционных материалов, используемых для создания летательных аппаратов.

Известно, что теплофизические и прочностные показатели композита главным образом зависят от вида исходного волокна и структуры армирующего материала, в качестве которого может выступать многослойная кремнеземная ткань. Варьи-

вание параметрами многослойной ткани, такими как плотность по основе и утку, линейная плотность нитей, введением в технологический процесс изготовления текстурирование нитей можно достичь значительного уменьшения объемной плотности материала. При этом за счет изменения вида базового переплетения, количества слоев, глубины и частоты их соединения можно получить многообразие многослойных тканей заданного строения. Однако кардинально решить задачу по достижению объемной плотности в пределах от 0,3 до 0,15 г/см³ возможно только при использовании многослойных тканей каркасных структур.

Исследования показали, что для облегченных композиционных материалов целесообразно использовать многослойные каркасные ткани, в которых в процессе качества сформированы устойчивые по-

лости определенных размеров и форм. Эти полости, расположенные по длине, ширине и толщине многослойной ткани, могут быть использованы как для заполнения связующим, так и для введения различных коммуникаций, упрочняющих стержней, пластин и других элементов.

Получение таких многослойных тканей возможно за счет использования так называемых каркасных и перевязочных основных систем [1]. Разрез переплетения многослойной каркасной ткани представлен на рис. 1.

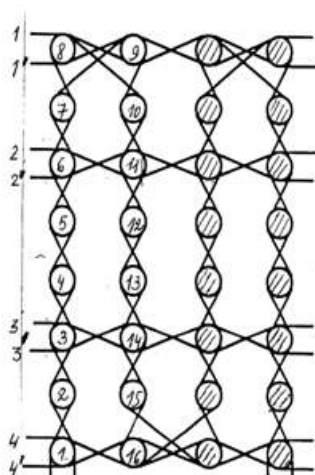


Рис. 1

Основные нити 1 и 1', 2 и 2', 3 и 3', 4 и 4' образуют горизонтальные каркасные слои, которые соединены вертикально расположенными перевязочными слоями. Последние образуются переплетением основных нитей 5 и 5' с уточными нитями от 1 до 8-го слоя. В качестве базовых переплетений в данном случае используется полотняное переплетение.

Особенность структуры представленной многослойной каркасной ткани заключается в использовании кремнеземных текстурированных нитей различной толщины. В качестве каркасных и уточных нитей используются кремнеземные текстурированные нити линейной плотности 180×4 текс, в образовании перевязочных слоев участвуют более тонкие нити линейной плотности 180×3 текс, разница в толщине нити обеспечивает формоустойчивость многослойной ткани. Текстурирова-

ние методом раздува кремнеземных нитей основных и уточных систем способствует увеличению толщины ткани, а следовательно, уменьшению объемной плотности ткани.

Учитывая условия эксплуатации данных тканей, сопровождающиеся воздействием высоких температур и механических нагрузок разного характера, для их изготовления необходимо использование нетрадиционных видов нитей, таких как кремнеземные, кварцевые, углеродные и другие. Это значительно осложняет процесс ткачества.

Из опыта работы известно, что выработка многослойных каркасных тканей толщиной до 12 мм возможна на челночных ткацких станках типа АТТ. Однако при дальнейшем увеличении толщины ткани, что связано с увеличением слойности, необходимо использование специального оборудования.

Климовское СКБТО на базе станков фирмы Астра-Верке и Текстима разработали многочелночный ткацкий станок ТМЗ-160С, на котором установлены две спаренные машины Жаккарда фирмы Текстима модель 4820-3. Увеличение толщины многослойной каркасной ткани до 60 мм приводит к увеличению количества уточных слоев и использованию в переплетении до 15...20 основных систем, что обеспечивается работой машин Жаккарда, управляемых по специально разработанной программе. Ткацкий станок ТМЗ-160С оснащен двухсторонним шпулярником, на котором расположены катушки с каркасными и перевязочными основными нитями с индивидуальным натяжением каждой нити. Натяжение обеспечивается грузовыми скобами, масса и количество выбирается эмпирически в зависимости от линейной плотности нитей основных систем и расположением их на рамке шпулярника.

Наличие многочелночного механизма обеспечивает выработку многослойных тканей из различных видов уточных нитей в слоях, тем самым значительно расширяет ассортимент тканей. Использование специального оборудования, нестойких к механическим нагрузкам нитей, сложной

структуры многослойных каркасных тканей значительной толщины – все это требует исследования технологии многослойного ткачества, выявление оптимальных условий эксплуатации оборудования и параметров изготовления данной группы тканей.

Для выяснения возможности изготовления ткани на ткацком станке использован критерий длительной прочности В. Москвитина. Коэффициент повреждаемости нити основы можно рассчитать по следующей формуле:

$$\eta = (m + 1) \int_0^t (t - \tau)^m \frac{dt}{t^{1+m} [\sigma(\tau)]},$$

где m – параметр нити, определяющий предысторию нагружения; t – время нагружения; τ – текущее время нагружения; σ – напряжение нити.

В работе использован степенной закон, связывающий напряжение нити и время разрушения:

$$t = B\sigma^{-b}.$$

Здесь степенную зависимость следует интерпретировать не как физическую закономерность, а лишь как удобную для расчетов аппроксимацию. При использовании критерия Москвитина приходится формулировать условия разрушения в терминах и понятиях сплошной среды, не показывая природы разрушения. В этом случае подход к решению задачи является чисто механическим. Физический смысл величин B и b неясен, они просто являются эмпирическими коэффициентами.

С учетом степенной зависимости критерий Москвитина принимает следующий вид:

$$\eta = \frac{1+m}{B^{1+m}} \int_0^t (t - \tau) \sigma^{(1+m)b}(\tau) d\tau.$$

Коэффициент повреждаемости может быть рассчитан по следующим формулам:

при постоянном напряжении –

$$\eta = \frac{t^{m+1} \sigma^{(1+m)b}}{B^{1+m}}.$$

Параметры B , m и b можно определить из опытов на разрушение на длительную прочность. Так, для используемых кремнеземных нитей имеем:

при $\sigma_1 = 50$ кг/мм² $t_1 = 14,8$ с; при $\sigma_2 = 45$ кг/мм² $t_2 = 29,2$ с; при $\sigma_3 = 40$ кг/мм² $t_3 = 63$ с.

Расчеты дали следующие значения параметров:

$$b = 6,5; B = 1,25 \cdot 10^{11}; m = -0,92.$$

Расчет коэффициента повреждаемости при времени нагружения $t = 3600$ с и напряжении $\sigma_1 = 7$ кг/мм² дал значение 0,558. Проведенные исследования на кафедре ткачества показали, что при использовании критерия длительной прочности Москвитина коэффициент запаса прочности необходимо брать равным 1,5 [1]. Проведенные расчеты свидетельствуют о возможности изготовления кремнеземной ткани на ткацком станке.

ВЫВОДЫ

1. Предложены облегченные кремнеземные ткани для специальных целей.
2. Использование критерия длительной прочности В.Москвитина позволило спрогнозировать возможность изготовления кремнеземных тканей на ткацком станке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев С.Д., Мартынова А.А., Юхин С.С., Власова Н.А. Методы и средства исследования технологического процесса ткачества. – М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2003.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 09.04.10.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МНОГОСЛОЙНЫЕ ТКАНИ

В.Т. СЕРГЕЕВ

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

E-mail: nsd0701@mail.ru

В ЗАО "ТРИ-Д" разработаны уникальные технологии и ткацкое оборудование для производства широкого ассортимента многослойных тканых материалов из обычных и температуростойких стеклянных волокон, синтетических и углеродных волокон, а также комбинации этих волокон.

In "TRI-D" Joint-Stock Company the unique technologies and loom machinery for production of a wide assortment of multiply woven materials made of usual and temperature resistant glass fibers, synthetic and carbon fibers, and a combination of these fibers as well, are developed.

Ключевые слова: многослойные кремнеземные ткани, высокоэффективная защита и теплоизоляция, комбинации слоев, кварцевые нити, термостойкие стеклянные нити.

В настоящее время перспективным направлением является создание и производство многослойных тканых армирующих материалов, используемых в различных областях.

Основными областями применения разработанных тканей являются: высокоэффективная теплозащита и теплоизоляция в различных отраслях промышленности (аэрокосмическая, автомобилестроение, металлургия, тепло- и атомная энергетика); трехмерный пространственно-армирующий наполнитель для высокоэффективных композиционных материалов для аэрокосмической, авиационной, автомобильной и судостроительной промышленности.

Преимущества разработанных в ЗАО "ТРИ-Д" тканей следующие: повышенная стойкость материала к нестационарным температурным воздействиям и абляции; исключение риска расслоения, высокая стойкость к торцевому удару и локализация трещин в композите; уменьшение стоимости и трудоемкости изготовления высокоэффективных композитов.

Разработанные многослойные кремнеземные ткани изготавливаются из кремнеземных нитей и используются как высокоэффективная теплозащита, которая рабо-

тует при длительной многоцикловой тепловой нагрузке при температуре до 1100°C, а в условиях кратковременных тепловых нагрузок эти ткани работают до 1400°C. Кремнеземные нити, из которых изготавливаются многослойные ткани, содержат не менее 96% чистого кремнезема. Как и все стандартные кремнеземные материалы, данные ткани имеют температуру плавления до 1700°C. Усадка тканых материалов из термоусаживаемых кремнеземных нитей при температуре 1000°C составляет не более 1%. Многослойные кремнеземные ткани превосходно защищают оборудование, механизмы и человека от интенсивного тепла, брызг расплавленного металла и пламени. Они также применяются как теплозащитные материалы: всевозможные термостойкие подложки, экраны, панели, покрытия и т.п. Многослойные кремнеземные ткани обладают низкой теплопроводностью, высокой стойкостью к термошоку, превосходными диэлектрическими свойствами при высокой температуре и влажности, а также повышенной кислотостойкостью. Данные многослойные ткани применяются и как пространственный наполнитель для теплозащитных, конструкционных и радиопрозрачных высокоэффективных композитов, устойчивых

к воздействию высокой температуры, кислот, радиации и влажности.

Облегченные многослойные кремнеземные ткани изготавливаются из текстурированных кремнеземных усаженных нитей и обладают всеми свойствами и преимуществами обычных многослойных кремнеземных тканей, но особенно эффективно применение данных тканей для теплозащиты и теплоизоляции в различных отраслях промышленности (теплозащитные панели, подложки, прокладки и т.п.) Многослойные облегченные кремнеземные ткани применяются также для изготовления облегченных композиционных материалов.

Многослойные кварцевые ткани изготавливаются из кварцевых нитей и обладают превосходной комбинацией физических и химических свойств, которые при-

сут кварцевому стеклу: высокая температура плавления (1720...2200°C); низкая теплопроводность и высокая стойкость к тепловому удару; низкий коэффициент теплового расширения; высокое электрическое сопротивление (1017...1018 Ом/см при 20°C); низкая проводимость при высокой температуре и влажности; низкая диэлектрическая постоянная (3...4) и тангенс угла электрических потерь ($1,5 \times 10^{-4}$) в области температур от 0 до 700°C; высокая стойкость к воде, пару, различным кислотам (кроме HF и H₃PO₄) и другим химическим реагентам. Кварцевые многослойные ткани применяются как высокоэффективная теплоизоляция и теплозащита в экстремальных условиях температурного воздействия, а также как пространственные наполнители для теплоизоляционных композиционных материалов.

Т а б л и ц а 1

Ткань	Плотность, кг/м ³	Поверхностная плотность, кг/м ²	Толщина, мм	Ширина, см	Длина рулона, м
Многослойные кремнеземные ткани					
МКТ-1.6 БА	750	1,4	1,6	500-1000	30
МКТ-3.0 БА	800	2,4	3,0	500-1000	20
МКТ-4.8 БА	750	4,8	6,4	500-1000	10-15
МКТ-2.5	800	2,5	3,0	500-950	20
МКТ-3.0	750	3,0	4,1	500-950	15-20
МКТ-4.2	800	4,1	5,2	500-950	10-15
МКТ-5.0	800	5,0	6,2	500-950	10-15
МКТ-5.25	750	5,2	7,2	500-950	10-15
МКТ-11	900	11,0	12,5	950	5
Многослойные кремнеземные ткани облегченные					
МКТО-2-300	300	0,6	2	500-950	40
МКТО-3-300	300	0,9	3	500-950	25
МКТО-4-300	300	1,2	4	500-950	25
МКТО-5-300	300	1,5	5	500-950	20
МКТО-6-300	300	1,8	6	500-950	15
МКТО-10-300	300	3,7	10	500-950	10
МКТО-12-350	350	4,2	12	500-950	6
МКТО-15-190	190	2,9	15	500-950	6
МКТО-20-150	150	3,0	20	500-950	6
МКТО-25-150	150	3,75	25	500-950	6
МКТО-30-150	150	4,5	30	500-950	4
МКТО-40-150	150	6,0	40	500-950	2
МКТО-50-150	150	7,5	50	500-950	2
Многослойные кварцевые ткани					
МКВТ-2.7	750	2,7	3,6	950-1150	15
МКВТ-5.1	750	5,1	6,8	950-1150	10
Многослойные ткани из бесщелочного алюмоборосиликатного стекла					
МТБС-1.6	900	1,2	1,33	950-1000	30
МТБС-2.1	800	2,1	2,6	950-1150	16
МТБС-4.35	900	4,35	4,9	950-1150	10
МТБС-5.2	950	5,2	6,5	950-1150	10

Многослойные ткани, изготовленные из бесщелочного стекла, применяются для изготовления высокоэффективных конструктивных стеклопластиков. Данные ткани успешно применяются для замены асбестовых материалов во многих отраслях промышленности. Ткани обеспечивают высокие прочностные характеристики, в том числе высокую межслойную прочность, а также долговечность стеклопластиков при низкой трудоемкости их производства. Многослойные ткани из текстурированных стеклянных бесщелочных нитей могут применяться для теплоизоляции с рабочей температурой до 300...400°С.

Разработанные в ЗАО "ТРИ-Д" методы проектирования и технологии изготовления многослойных тканей позволяют спроектировать и изготовить специальные многослойные ткани, в которых использу-

ются несколько типов волокон. Например, могут быть изготовлены многослойные ткани из термостойких стеклянных нитей в одном направлении и углеродных нитей – в другом направлении. Технология позволяет изготовить также многослойные ткани, где один слой будет, например, из углеродного волокна, следующий слой – из высокомодульного синтетического волокна, а последующие слои – из кремнеземного волокна. Комбинация слоев и их состав определяются только требованиями заказчика.

В табл. 1 представлена характеристика спроектированных и вырабатываемых тканей.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 09.04.10.

УДК 624.018.001

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СТРОЕНИЯ ТКАНЕЙ НА ЭВМ*

Н.А.ИНОЗЕМЦЕВА

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина)
E-mail: nsd0701@mail.ru

Разработана программа расчета параметров строения тканей по микросрезам вдоль нитей основы и вдоль нитей утка. Расчеты проведены для 20 различных тканей.

The program of the calculation of the fabrics structure parameters according to microedges along the warp threads and weft threads is developed. Calculations are carried out for 20 different fabrics.

Ключевые слова: оптический прибор, видеокамера, микросрезы, параметры строения тканей, координаты точек.

На кафедре ткачества МГТУ им. А.Н. Косыгина разработан оптический метод исследования строения текстильных материалов на основе использования новых информационных технологий. Базовый оптический прибор должен иметь по-

верхность увеличения не менее 15 мм, высокую увеличивающую способность, свободный доступ комнатного освещения в промежутки между испытуемым образцом и линзой оптического прибора.

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

Специальная лупа, которая была выбрана для проведения эксперимента, имеет следующие характеристики: поверхность увеличения 24 мм, десятикратное увеличение, встроенная прозрачная подставка цилиндрической формы из оргстекла диаметром 26 мм и высотой 18 мм. Для установки испытуемого образца используются специальные тиски, они имеют на своей поверхности шкалу линейки для определения масштаба увеличения объекта исследования.

Видеокамера, подключенная к компьютеру, должна обеспечить получение качественной картинке микросреза. С помощью видеокамеры RoboCAM на компьютере можно получить снимки микросрезов с расширением *.bmp двух форматов: 320×240 и 640×480 точек. Подключение видеокамеры к компьютеру производится аналогично подключению любого периферийного устройства компьютера, которое производится в среде Windows. Настройка оптических параметров видеокамеры осуществляется как с помощью программы, на которой получают фотоснимки, так и с помощью непосредственного контакта на объектив камеры. Приготовление микросрезов проводится по методике, используемой на кафедре ткачества МГТУ им. А.Н. Косыгина.

При исследовании строения текстильных материалов оптическим методом гео-

метрических моделей измерение параметров нитей и ткани проводится по их оптическим сечениям. В нашем случае оптические сечения фиксируются на компьютере в виде картинке. Полученная картинка используется для определения параметров строения ткани.

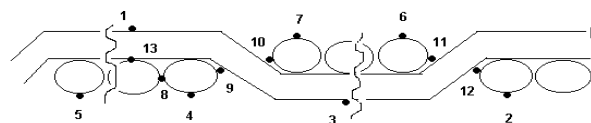


Рис. 1

На рис. 1 изображена геометрическая модель строения ткани для любого вида переплетения однослойной ткани и точки, координаты которых фиксируются при исследовании.

Данная геометрическая модель позволяет определять экспериментальным путем такие параметры, как высоту волны изгиба, длину полуволны, размеры сечения нитей. При помощи формул определяется порядок фазы строения ткани и уработка нитей в ткани. Определяемые параметры строения ткани показаны на рис. 2 (геометрические модели строения ткани и измеряемые параметры: а) – модель ткани вдоль основы; б) – модель ткани вдоль утка).

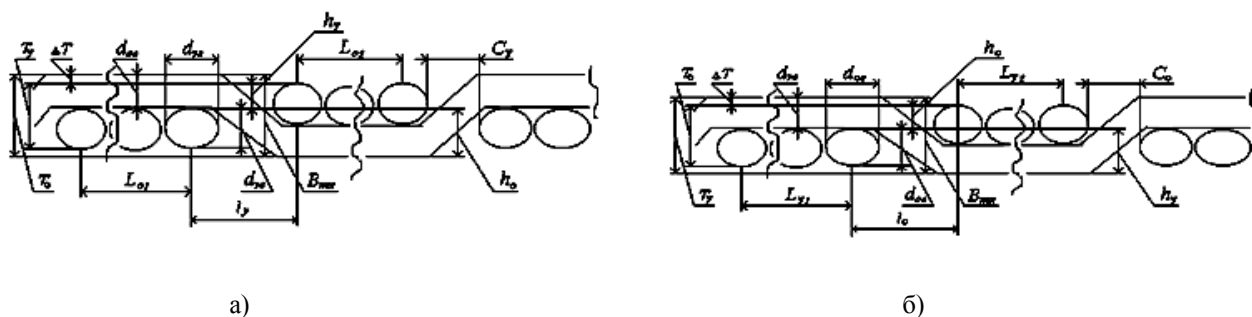


Рис. 2

На рис. 2: T_0 и T_y – расстояние между касательными к вершинам волн основы и утка; $B_{тк}$ – толщина ткани; d_{0v} и d_{yv} – малые поперечники нитей основы и утка; d_{0r} и d_{yr} – большие поперечники нитей основы и утка; l_0 и l_y – геометрическая плот-

ность основных и уточных нитей; C_0 и C_y – размеры межнитевого пространства по основе и утку в местах пересечения нитей; h_0 и h_y – длины волн изгиба ткани; L_{01} , L_{02} , L_{y1} , L_{y2} – длина верхнего и нижнего перекрытий по основе и утку.

Коэффициенты порядка фазы строения определяются по формуле:

$$K_{h_o} = \frac{h_o}{d_p}, \quad K_{h_y} = \frac{h_y}{d_p}, \quad (1)$$

где

$$d_p = \frac{d_{ов} + d_{ув}}{2}.$$

Порядок фазы строения определяется по формуле:

$$\text{ПФС} = \frac{9\phi + 1}{\phi + 1}, \quad (2)$$

где $\phi = \frac{h_o}{h_y}$.

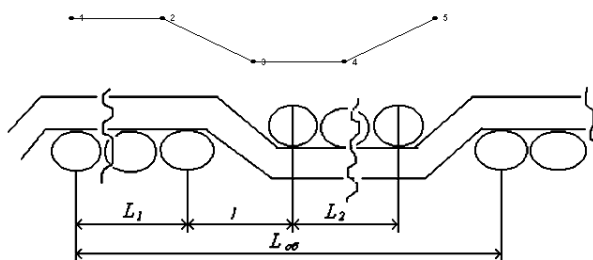


Рис. 3

Для определения уработки в ткани разобьем исследуемый участок нити на несколько отрезков (рис. 3 – геометрическая

по основе

$$a_o = \frac{(L_1 + 2\sqrt{\ell_y^2 + h_o^2} + L_2) - L_1 - 2\ell_y - L_2}{L_1 + 2\sqrt{\ell_y^2 + h_o^2} + L_2} \cdot 100\% = \frac{\sqrt{\ell_y^2 + h_o^2} - \ell_y}{\sqrt{\ell_y^2 + h_o^2} + \frac{L_1 + L_2}{2}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

по утку

$$a_y = \frac{(L_1 + 2\sqrt{\ell_o^2 + h_y^2} + L_2) - L_1 - 2\ell_o - L_2}{L_1 + 2\sqrt{\ell_o^2 + h_y^2} + L_2} \cdot 100\% = \frac{\sqrt{\ell_o^2 + h_y^2} - \ell_o}{\sqrt{\ell_o^2 + h_y^2} + \frac{L_1 + L_2}{2}} \cdot 100\%. \quad (4)$$

Так как данная модель позволяет экспериментальным путем получить с одного микросреза (микросрез основной или уточной нитей) такие параметры, как дли-

на модель сечения однослойных тканей). Отрезок 12 соответствует нижнему перекрытию; если в перекрытии одна нить, то расстояние отрезка 12 равно нулю. Отрезок 34 соответствует верхнему перекрытию; если в перекрытии одна нить, то расстояние отрезка 34 равно нулю. Расстояние 23 и 45 рассчитывается так же, как и для ткани полотняного переплетения.

$$AB^2 = O'A^2 + O'B^2,$$

$$O'B = h_o(h_y), \quad O'A = \ell_o(\ell_y),$$

для основы

$$AB = \sqrt{\ell_y^2 + h_o^2},$$

для утка

$$AB = \sqrt{\ell_o^2 + h_y^2}.$$

Тогда для основы $AO' = \ell_y$, а для утка $AO' = \ell_o$.

Из приведенной схемы видно, что расстояния 23 и 45 для основы равны $\sqrt{\ell_y^2 + h_o^2}$, а для утка $\sqrt{\ell_o^2 + h_y^2}$. Если обозначить отрезки 12 и 34 через L_1 и L_2 , то уработка нитей будет рассчитываться по следующим формулам:

ны полуволин основных и уточных нитей, их диаметры по вертикали, то можно сравнивать результаты, полученные с двух микросрезов. На основе сравнения можно

судить о точности измерения параметров ткани. Необходимо отметить, что уработка ткани по данной модели определяется на сравнительно небольшом участке. Для сложных переплетений необходимо произвести следующую операцию: на полученном микросрезе выбрать несколько разных участков, которые соответствуют данной модели и провести расчет для каждого участка. Все выбранные участки должны находиться на длине раппорта ткани, так как участок, равный длине раппорта ткани, вполне достаточен для точного определения уработки нити в ткани.

После определения уработок на всех выбранных участках определяется среднее значение уработки нити в ткани.

Для расчета параметров строения разработана программа.

Для запуска программы следует запустить ее выполняемый файл. Это производится так же, как и для любой другой программы под Windows.

После запуска программы на экране появится основное окно программы, уже описанное выше. Для расчета необходимо иметь оцифрованные фотографии двух микросрезов ткани – для основы и для утка, сохраненных в файл в виде картинка в формате *.bmp.

После загрузки фотографий микросрезов необходимо отметить на них характеристические точки, руководствуясь приведенной на правой половине окна схемой с графическим обозначением кнопок. Для ввода точек следует нажать на круглую точку с номером точки, например "1", которая заменит свой цвет на красный, а затем выбрать точку, соответствующую схеме, на рисунке. После этого кнопка с номером точки приобретет зеленый цвет. Следует заметить, что если какая-либо точка уже отмечена для выбора, то пока она не отмечена, ввести другую точку нельзя, а пока не введены все точки, режим расчета будет недоступен. Для более удобного выбора можно приближать необходимые фрагменты фотографии. Для этого необходимо выделить с помощью левой кнопки мыши нужный участок. Причем выделенный объект увеличивается про-

порционально заданному шаблону. Размер шаблона равен минимальному размеру фотоснимков, получаемых с помощью РС камеры 320×240 точек. При выделении нужно учесть, что увеличивается не весь выделенный участок, а только тот, который при увеличении будет пропорционален шаблону. Этот участок будет всегда начинаться из того угла, с которого начинается выделение. Остальное, попавшее в область выделения, но не попавшее под выполняемое условие, отсекается.

После того, как обозначены все необходимые точки, проводится расчет параметров строения ткани. В окне сообщений отображается вся оперативная информация, то есть любое действие в программе комментируется. Окно сообщений может хранить в своем буфере-памяти до 100 строк текущей информации, затем вся имеющаяся в окне информация удаляется (обнуляется), то есть окно сообщений становится пустым.

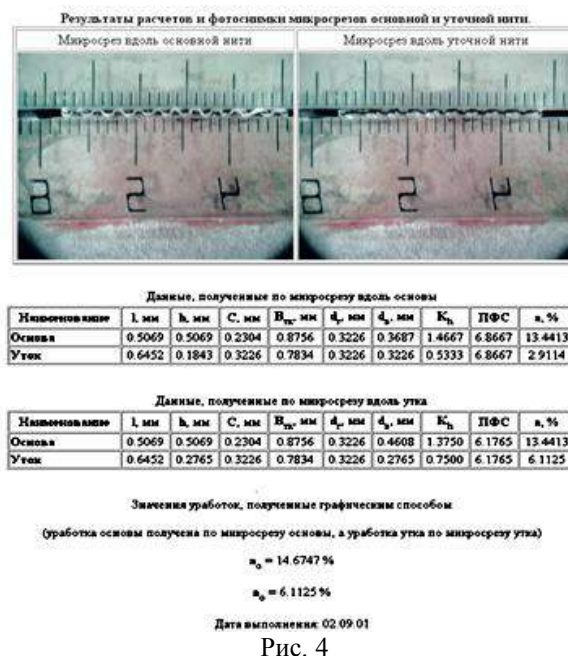


Рис. 4

После проведения расчета данных в окне сообщений появляется окно для выбора масштаба, с каким будет проводиться расчет данных. Это необходимо для того, чтобы переводить цифровое значение ранее отмеченных координат точек (пиксель) в необходимые нам величины (в мм). На

рис. 4 представлены результаты расчета параметров строения ткани на ЭВМ.

Разработанный метод определения параметров строения однослойных тканей

позволяет оперативно анализировать качество тканей.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 09.04.10.

УДК 677.024

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБРЫВНОСТИ ОСНОВНЫХ И УТОЧНЫХ НИТЕЙ НА ТКАЦКОМ СТАНКЕ*

Н.А. МИХЕЕВА, О.В. ПАРФЕНОВ

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

E-mail: nsd@msta.ac.ru

Предложен метод расчета обрывности основных и уточных нитей на ткацком станке.

The calculation method of the breakage of the warp and weft threads on a loom is offered.

Ключевые слова: обрывность нитей, систематические отклонения, закон распределения обрывности, метод расчета обрывности по заданным свойствам.

Обрывность нитей в ткачестве может служить одним из важных показателей уровня технологии и организации производства. Большая обрывность основных и уточных нитей ухудшает качество продукции и снижает производительность труда. Значительная часть рабочего времени ткача затрачивается на ликвидацию обрыва.

Обрывность нитей в ткачестве зависит от целого ряда причин, основными из которых являются: нарушение технологического режима, состояние нитепроводящих поверхностей, температурно-влажностные условия.

Если провести многократные наблюдения за обрывностью основы и утка на ткацких станках и определить, например, число обрывов на метр продукции, то результаты каждого наблюдения будут различными даже при самом стабильном производственном процессе. Это различие вы-

зывается наличием случайных и систематических отклонений. Случайные отклонения направлены в разные стороны от среднего уровня, а систематические отклонения в одну сторону: или в сторону повышения средней величины, или в сторону ее уменьшения. Систематические причины можно установить на основе глубокого изучения технологического процесса.

Задача контроля производства состоит в обнаружении систематических отклонений, сведения их к минимуму за счет устранения вызывающих их причин. Чтобы обнаружить систематические отклонения, необходимо знать закон распределения обрывности (случайной величины), что позволяет решить, какие отклонения от средних будут случайными и какова вероятная частота их появления.

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

Отклонения, возникающие в результате действия случайных причин, подчиняются определенному закону распределения. Установление закона распределения имеет большое научное и практическое значение. Закон распределения случайной величины является ее полной характеристикой, определяющей возможные значения этой случайной величины и позволяющей сравнивать вероятности возможных значений.

Знание закона распределения обрывности необходимо для разработки рациональной методики ее контроля, основанной на положениях теории вероятностей и математической статистики.

Многократное растяжение основных нитей на ткацком станке не может снижать общую среднюю прочность нитей основы, так как их циклическая деформация мала. Прочность нитей на ткацком станке начинает снижаться только под действием истирания.

Современное состояние контроля за обрывностью и уточных нитей в ткачестве пока еще не соответствует полностью предъявляемым требованиям. Контроль проводится через большие промежутки времени, велика трудоемкость контроля, данные контроля недостаточно используются при регулировании технологического процесса.

Основной характеристикой при контроле за обрывностью является ее средняя величина. Другие характеристики для анализа состояния уровня обрывности не определяются. Также не изучается тенденция изменения исследуемого признака.

Для разработки научно обоснованного метода контроля за обрывностью необходимо выбрать оптимальный закон распределения обрывности, который позволит определить границы между случайными и систематическими отклонениями. Это поможет перейти от пассивной констатации обрывности к активному управлению технологическим процессом.

Важным является разработка метода, который бы позволял рассчитать обрывность нитей до заправки их на ткацком станке. Такой подход позволил бы более эффективно вести технологический про-

цесс ткачества.

В работе предложен метод расчета обрывности основных и уточных нитей на ткацком станке:

- определены основные свойства нитей, по которым можно прогнозировать обрывность нитей на ткацком станке;
- разработан метод расчета обрывности нитей основы и утка по заданным свойствам;
- создано программное обеспечение для расчетов на современных ПЭВМ.

Данный метод отработывался более чем на 20 тканях различного волокнистого состава, в основном комбинированного класса переплетений.

Наиболее исчерпывающей характеристикой надежности при интерпретации результатов испытаний является закон их распределения. Закон распределения случайных величин служит вероятностно-статистической моделью изучаемого свойства и содержит в себе всю информацию, необходимую для расчета основных показателей надежности.

Было установлено, что для прогнозирования обрывности нитей на ткацком станке необходимы следующие свойства:

- разрывной нагрузки уточных нитей;
- разрывного удлинения уточных нитей;
- выносливости нитей к многократному растяжению основных нитей;
- стойкости нитей к истиранию основных нитей.

При этом необходимо знание закона распределения вероятностей этих свойств и обрывности нитей основы и утка на ткацком станке.

Известно, что на обрывность нитей на ткацком станке влияют показатели физико-механических свойств нитей. Часто на практике худшие полуцикловые показатели, а они указаны в ГОСТах и в ТУ, обеспечивают меньшую обрывность в ткачестве.

Обработка экспериментальных данных позволила установить, что разрывная нагрузка, разрывное удлинение, обрывность основных и уточных нитей подчиняется нормальному закону распределения, а выносливость нитей к многократным нагруз-

кам и стойкость нитей к истиранию – логарифмически нормальному закону.

Проведение расчетов и их сравнение с экспериментальными данными позволило установить, что обрывность основных нитей может быть определена при знании выносливости нитей к многократным нагрузкам и стойкости нитей к истиранию, а обрывность утка – при знании полуцикловых характеристик нитей, определенных при скоростях, соизмеримых со скоростью ткацкого станка.

Так как избежать обрывности нитей в ткачестве не представляется возможным, то ее можно только снизить.

Для этого следует провести следующий комплекс научно-технических мероприятий:

улучшать качество пряжи и нитей, поступающих в ткацкое производство, поэтому оптимизацию свойств и структуры пряжи и нитей необходимо проводить еще на стадии переработки волокна;

постоянно контролировать работу мотальщиц, проверять по шаблонам размеры бобин и разводку щели нитеочистителя, а также качество вязки узлов;

в сновальном отделе стабилизировать уровень натяжения нити, не допускать резкой неравномерности натяжения нитей при сновании;

более тщательно подходить к шлихтованию и эмульсированию пряжи и нитей, более тщательно готовить шлихту с заранее задаваемыми качественными показателями;

технологические операции в приготовительном отделе ткацкого производства производить при минимально возможном натяжении и истирании;

снижать интенсивность механических воздействий на нити основы на ткацком станке;

уменьшать разницу в натяжении отдельных нитей из-за утолщений, залипаний и дефектов наладки ткацкого станка;

снижать до минимально-возможного для выполнения различных технологических операций на ткацком станке натяжение при зевобразовании за счет согласования движений скала, основонаблюдателя и опушки ткани с параметрами зева и зевобразовательного механизма;

стараться снизить объем истирания нитей на ткацком станке;

повышать сопротивляемость основной пряжи и нитей к различным воздействиям на ткацком станке путем оптимизации процессов в прядении, приготовительном отделе;

совершенствовать организацию производства на ткацких фабриках.

Особую проблему представляет оптимизация заправки и выработки тканей на ткацком станке. Установка научно-обоснованных оптимальных технологических параметров заправки ткацкого станка влияет на технологию изготовления ткани, на условия формирования ткани, на характер взаимодействия основных и уточных нитей, а следовательно, и на обрывность нитей.

Хорошую корреляцию дают обрывность и повреждаемость нитей основы.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 09.04.10.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИДА ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ ТКАНИ НА НАТЯЖЕНИЕ НИТЕЙ ОСНОВЫ В ПРОЦЕССЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АРАМИДНЫХ ТКАНЕЙ ИЗ ПРЯЖИ, ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Алексей И. СЛУГИН, Андрей И. СЛУГИН

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

E-mail: nsd@msta.ac.ru

Приведены экспериментальные данные натяжения основы в различные периоды тканеформирования для тканей различного переплетения.

Experimental data of a warp tension during various periods of the fabrics forming for the fabrics of various textures are offered herein.

Ключевые слова: вид переплетения ткани, натяжение основы, натяжение при прибое, натяжение при зевобразовании.

Натяжение нитей основы в процессе ткачества должно обеспечивать выработку ткани заданной структуры. Излишнее натяжение основы ведет к увеличению деформации растяжения, большая величина которой может привести к разрушению нити, то есть к обрыву. Маленькое натяжение нитей основы негативно отражается на структуре вырабатываемой ткани. Кроме того, недостаточное натяжение основных нитей в процессе ткачества негативно влияет на сам процесс тканеформирования,

что может привести к браку. Большое влияние на натяжение нитей основы в процессе ткачества оказывает вид переплетения вырабатываемой ткани. Поэтому встает вопрос о выборе вида переплетения ткани технического назначения, которое обеспечит выработку данной ткани с заданными свойствами.

В табл. 1 представлены значения натяжения нитей основы в момент заступа в зависимости от вида переплетения вырабатываемой ткани.

Таблица 1

Вид переплетения вырабатываемой ткани	Натяжение нитей основы в момент заступа, сН/нить
Саржа 1/3	22,88
Саржа 1/5	18,92
Саржа 2/10	30,25
Сложная саржа 1/2+1/3+1/4	23,47
Неправильный сатин с R=6	14,08
Рогожка 3/3	20,53

На рис. 1 представлена гистограмма натяжения нитей основы в момент заступа в зависимости от вида переплетения.

Анализ представленной гистограммы позволяет сделать вывод о том, что наибольшее натяжение в момент заступа испытывают нити основы при выработке ткани переплетением саржа 2/10 – $F_{заст}=30,25$ сН/нить, а наименьшее – неправильный сатин с R=6 – $F_{заст}=14,08$ сН/нить.

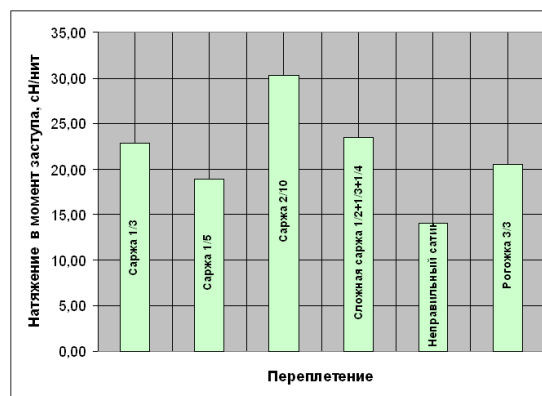


Рис. 1

В табл. 2 представлены значения натяжения нитей основы при прибое в зависи-

мости от вида переплетения вырабатываемой ткани.

Таблица 2

Вид переплетения вырабатываемой ткани	Натяжение нитей основы при прибое, сН/нить
Саржа 1/3	85,80
Саржа 1/5	77,44
Саржа 2/10	83,16
Сложная саржа 1/2+1/3+1/4	76,76
Неправильный сатин с R=6	74,80
Рогожка 3/3	45,10

На рис. 2 представлена гистограмма натяжения нитей основы при прибое в зависимости от вида переплетения.

Из анализа данной гистограммы можно сделать вывод, что наибольшее натяжение при прибое испытывают нити основы при выработке ткани переплетением саржа 1/3 – $F_{пр}=85,80$ сН/нить. Наименьшее натяжение испытывают нити основы при выработке ткани переплетением рогожка 3/3 – $F_{пр}=45,10$ сН/нить.

В табл. 3 представлены значения натяжения нитей основы при зевообразовании в зависимости от вида переплетения вырабатываемой ткани.

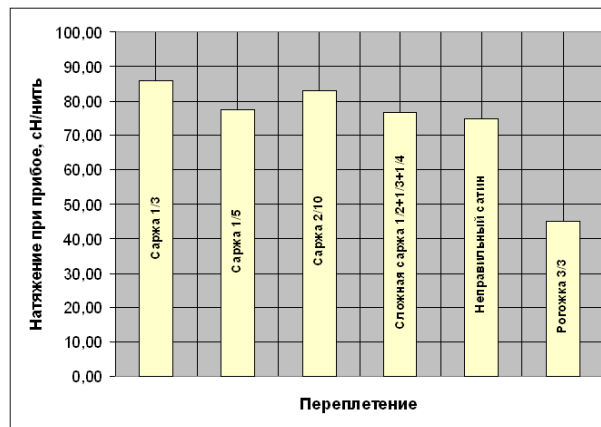


Рис. 2

Таблица 3

Вид переплетения вырабатываемой ткани	Натяжение нитей основы при прибое, сН/нить
Саржа 1/3	85,80
Саржа 1/5	77,44
Саржа 2/10	83,16
Сложная саржа 1/2+1/3+1/4	76,76
Неправильный сатин с R=6	74,80
Рогожка 3/3	45,10

На рис. 3 представлена гистограмма натяжения нитей основы при зевообразовании в зависимости от вида переплетения.

Из данной гистограммы видно, что наибольшее натяжение при зевообразовании испытывают нити основы при выработке ткани переплетением саржа 1/3 – $F_{зев}=198,44$ сН/нить, а наименьшее – при выработке ткани переплетением рогожка 3/3 – $F_{зев}=87,27$ сН/нить.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 09.04.10.

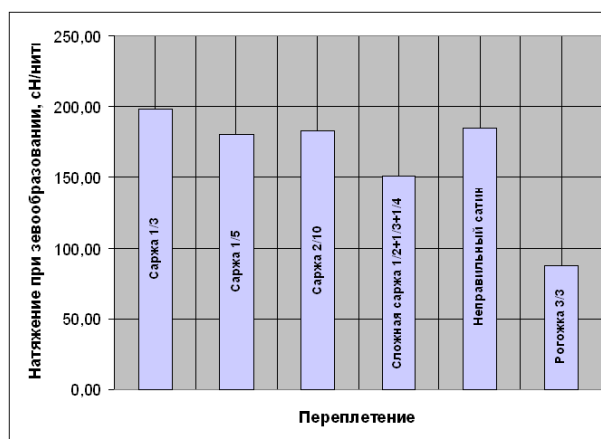


Рис. 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТРОЕНИЯ АРАМИДНЫХ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ТКАНЕЙ

Н.В. ЕГОРОВ, В.П. ЩЕРБАКОВ

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

На основе нелинейной теории изгиба упругих стержней проведен расчет параметров строения арамидных огнезащитных тканей.

On the basis of the nonlinear theory of the elastic rods bend the calculation of the parametres of the aramide fire-proof fabrics structure is carried out.

Ключевые слова: рисунок переплетения, технологические параметры выработки, нелинейная теория изгиба упругих стержней, расчет параметров строения арамидных тканей.

При проектировании тканей необходимо ответить на вопрос: можно ли выработать спроектированную ткань и получить необходимый рисунок переплетения? Если можно, то при каких условиях, на каком ткацком станке и при каком скоростном режиме?

Для ответа на эти вопросы необходимо иметь функциональную зависимость между параметрами строения ткани и технологическими параметрами ее выработки на ткацком станке. Существующие зависимости не учитывают многих реальных условий формирования ткани.

В работе для этой цели использована нелинейная теория изгиба упругих стержней. При решении задачи приходится учитывать тот факт, что в процессе изгиба нитей сильно изменяется ее конфигурация, причем перемещения нитей основы и утка при формировании ткани становятся соизмеримыми с длиной перекрытий нитей в ткани и ее геометрической плотностью. При этом наблюдается существенно нелинейная зависимость больших перемещений от внешних сил, хотя деформации остаются малыми. В связи с этим ряд важных для практики особенностей поведения нитей и возможных форм их расположения в ткани не может быть изучен даже качественно с помощью обычной линейной теории изгиба.

Большинство задач изгиба можно решить, если знать решение задачи поперечного и продольно-поперечного изгиба консоли.

Рассмотрим поперечный изгиб нитей (рис. 1).

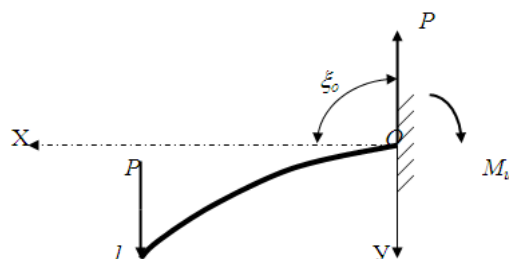


Рис. 1

Сила P в процессе изгиба перемещается поступательно, сохраняя перпендикулярность к первоначальной оси нити.

Рассмотрим продольно-поперечный изгиб консольного стержня (нити в ткани) – рис.2.

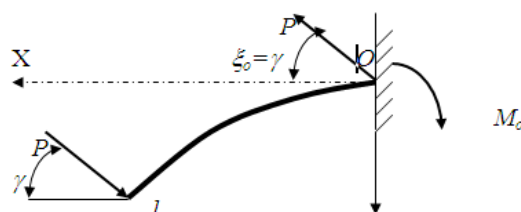


Рис. 2

Решение этих задач известно и приведено в [1].

Решения, полученные ранее, можно использовать и для решения задачи изгиба по схеме изгиба нити в ткани, показанной на рис. 3. На схеме упругая линия разбита на четыре части. Тогда участок 01 на рис. 3 будет подобен участку 01 на рис. 2.

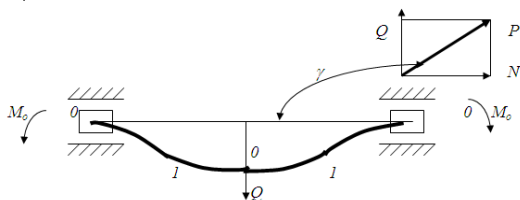


Рис. 3

Приведем решение задачи методом упругих параметров, который представляется более приемлемым и наиболее простым. В общем виде точный метод решения задачи для всех рассмотренных схем имеет следующий вид:

$$\frac{h_o}{L} = \frac{\eta_o'' \cos \gamma - \xi_o'' \cos \gamma}{B},$$

$$B = \sqrt{\frac{PL^2}{EI}},$$

где h_o – половина высоты волны изгиба нити; η_o'' , ξ_o'' – упругие параметры; L – расстояние между соседними нитями в местах изгиба нитей; P – результирующая сила; E – модуль упругости нити; I – момент инерции сечения нитей.

Порядок расчета следующий:

– задаемся значениями натяжения основы и утка при изготовлении данной ткани соответственно F_o и F_y ;

– задаемся значением силы нормально-го давления нитей основы и утка N ;

– определяем результирующие силы:

$$P_1 = \sqrt{F_o^2 + N^2} \text{ и } P_2 = \sqrt{F_y^2 + N^2};$$

– выбираем модули упругости нитей E_o и E_y ;

– определяем момент инерции сечения нитей:

$$I_o = 0,05d_o^4 \text{ и } I_y = 0,05d_y^4,$$

где $d_o = 0,125\sqrt{0,1T_o}$ и $d_y = 0,125\sqrt{0,1T_y}$ – диаметры нитей, а T_o и T_y – линейные плотности нитей;

– находим параметр B по формуле

$$B = \sqrt{\frac{PL^2}{EI}};$$

– определяем геометрические плотности тканей, для ткани полотняного переплетения:

$$L_o = 100/P_y \text{ и } L_y = 100/P_o,$$

где P_o и P_y – плотности ткани по основе и по утку;

– определяем углы $\gamma_1 = \arctg \frac{N}{2F_o}$ и

$$\gamma_2 = \arctg \frac{N}{2F_y};$$

– по составленным таблицам и известным $B = \lambda_o''$ и $\gamma = \xi$ находим значения параметров η_o'' и ξ_o'' ;

– проводим расчет высот волн изгиба основы и утка по формуле:

$$\frac{h_o}{L} = \frac{h_o \cos \gamma - \xi_o \cos \gamma}{B};$$

– если сумма высот волн изгиба нитей основы и утка не равна сумме диаметров нитей основы и утка, то выбирается новое значение силы N и расчет повторяется;

– проводим расчеты при различных N и строим график влияния этой силы (ось абсцисс) на сумму высот волн изгиба основы и утка:

– находим значение силы N , при которой сумма высот волн изгиба основы и утка равна сумме диаметров нитей основы и утка;

– находим отношение высот волн изгиба $h_o / h_y = \varphi$;

– находим порядок фазы строения ткани $ПФС = (9\varphi + 1) / (\varphi + 1)$;

– из геометрии моделей строения тканей определяем уработки основных и уточных нитей.

В работе проведен расчет параметров строения для арамидных огнезащитных

тканей, вырабатываемых на ЗАО "Передовая текстильщица", характеристика которых представлена в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Артикул ткани	Переплетение	Линейная плотность нитей, текс		Плотность ткани, нит/дм	
			основы	утка	по основе	по утку
1	84127	саржа 3/3	24	24	29,4	29,4
2	86146	полотно	11	11	110	110
3	86211-09	полотно	11	14	110	110
4	86494-05	полотно	25,5	26	29,4	29,4
5	5356	саржа 1/2	18	18,5	53,4	53,4
6	56313	атлас 8/3	30	28	14,3	14,3

Были сделаны микросрезы тканей, сканированы и по методике, разработанной на кафедре ткачества, определены параметры строения исследуемых тканей.

Результаты расчетов и обработки микросрезов приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

№ п/п	Артикул ткани	Порядок фазы строения ткани		Высота волны изгиба нити, мм			
		расч.	эксп.	основы		утка	
				расч.	эксп.	расч.	эксп.
1	84127	5	5,11	0,189	0,189	0,169	0,161
2	86146	5	5,10	0,365	0,365	0,334	0,326
3	86211-09	4,43	4,48	0,313	0,417	0,280	0,377
4	86494-05	4,86	4,99	0,177	0,201	0,170	0,172
5	5356	4,77	4,84	0,239	0,269	0,216	0,235
6	56313	5,6	5,63	0,152	0,112	0,139	0,100

Как видно из табл. 2, расчетные и экспериментальные значения порядка фазы строения тканей отличаются незначительно. Однако расчетные значения высот волн изгиба превышают экспериментальные значения на 10...15%. Это связано с тем, что при расчете высот волн изгиба сечение нити принималось за круглое и не учитывалось смятие нитей основы и утка, а в реальной ткани сечение нити представляет собой эллипс.

ВЫВОДЫ

1. На основе нелинейной теории изгиба упругих стержней проведен расчет параметров строения арамидных огнезащитных тканей.

2. По методике, разработанной на кафедре ткачества МГТУ им. А.Н. Косыгина, по микросрезам ткани определены параметры строения арамидных тканей.

3. Сравнительный анализ расчетных и экспериментальных данных дает хорошую сходимость результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев С.Д., Мартынова А.А., Юхин С.С., Власова Н.А. Методы и средства исследования технологических процессов в ткачестве. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2003.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 09.04.10.

УДК [544.723.2+677.042.2]:677.21.074

**ВЛИЯНИЕ pH СРЕДЫ НА АДсорбЦИЮ ФТОРСодЕРЖАЩИХ
ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ
НА ХЛОПКОВЫХ ВОЛОКНАХ**

А.А. АГЕЕВ, В.А. ВОЛКОВ, Е.Л. ЩУКИНА, О.С. ЕГОРОВА

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

E-mail: office@msta.ac.ru

Исследовано влияние pH среды на адсорбцию ионогенных и неионогенных фторсодержащих ПАВ из водной среды на поверхности волокон хлопка.

Influence of pH medium on the adsorption of ionogenic and non-ionogenic fluorine-containing SAS from a water medium on a surface of cotton fibers is researched.

Ключевые слова: суровое хлопковое волокно, адсорбция ионогенных и неионогенных фторсодержащих ПАВ, pH среда, перезарядка поверхности, активные центры.

На рис. 1 (влияние pH растворов на адсорбцию ЧАС-6 на суровом хлопковом волокне; исходная концентрация растворов $c_0 \cdot 10^5$, моль/л: 1-8; 2-6; 3-4; 4-2) приведены результаты определения адсорбции в широком интервале значений pH среды на образцах тканей различной степени очистки. Как было нами установлено, при изменении pH среды поверхностный заряд волокон, положительный в кислой среде, проходит через точку нулевого заряда (ТНЗ) и становится отрицательным в слабокислой и щелочной средах [1], [2].

Изучение влияния pH среды на адсорбцию показало, что ПАВ имеют малое сродство к карбоксильным группам поверхности при pH, близких к ТНЗ. Повышение адсорбции наблюдается при pH 2...7, при этом адсорбция возрастает очень быстро вместе с ростом pH.

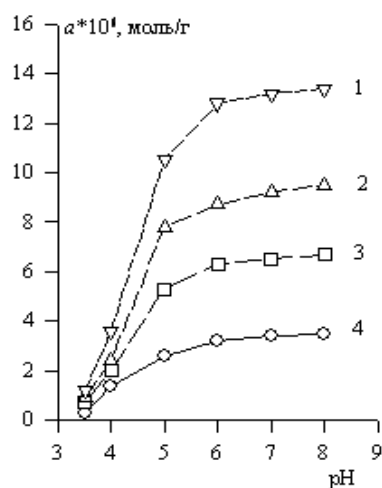


Рис. 1

Это можно объяснить тем, что при низких течениях pH адсорбция происходит исключительно в результате гидрофобных

взаимодействий, в то время как при повышении pH проявляются и ионное, и гидрофобное взаимодействие. Учитывая, что хлопковое волокно выше ТНЗ имеет отрицательный заряд, который увеличивается с ростом pH, сродство катионов ПАВ будет возрастать с возрастанием pH. Ниже точки нулевого заряда поверхности волокон адсорбция пренебрежимо мала.

Рассмотрим влияние pH среды на адсорбцию неионогенного фторсодержащего ПАВ и электроповерхностные свойства хлопка.

В качестве неионогенного фторсодержащего ПАВ использовали асимметричный перфорированный кетон (ПФСК-8). С увеличением концентрации НПАВ заряд поверхности снижается, что видно из рис. 2 – влияние концентрации ПФСК-8 на плотность поверхностного заряда хлопчатобумажной отбеленной ткани.

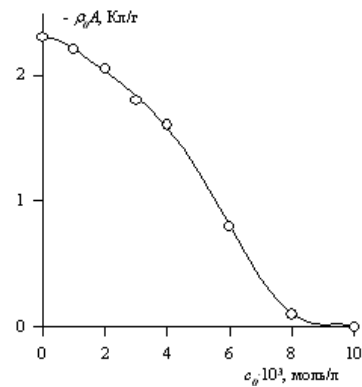
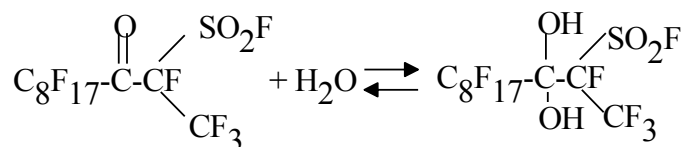


Рис. 2

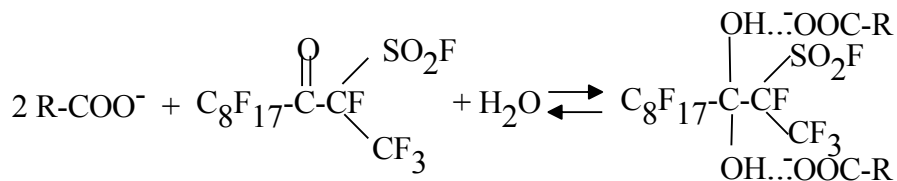
Адсорбция неионогенных ПАВ относится к физической адсорбции. В случае волокнистых текстильных материалов взаимодействие происходит преимущественно в результате сил Ван-дер-Ваальса.

Поскольку ПФСК-8 в водной среде способен образовывать гемидиол по реакции



то, вероятнее всего, снижение поверхностного заряда происходит в результате блокирования заряженных центров, создаваемых диссоциацией карбоксильных групп.

Для образования по такой модели адсорбционного слоя можно предположить следующую реакцию взаимодействия НПАВ с волокном:



где R – фрагмент молекулы целлюлозы.

В результате такой реакции происходит блокирование свободных карбоксильных групп и поверхностный заряд снижается до нуля. Дальнейшее увеличение концентрации не влияет на плотность заряда поверхности. Однако следует отметить, что возможно некоторое снижение pH и частичное протонирование с перезарядкой. Изотерма адсорбции, представленная на рис. 3 (изотермы адсорбции ПФСК-8 на поверхности волокон хлопка; 1 – интерферометрический

метод; 2 – потенциометрический метод), имеет явно выраженную S-форму.

Такой тип изотермы характерен для систем, в которых сила взаимодействия между адсорбированными молекулами больше силы взаимодействия между растворенным веществом и адсорбентом. На первой стадии адсорбция обусловлена в основном не прямым взаимодействием молекул ПАВ с поверхностью волокна, а ориентацией молекул поверхностно-активного вещества на этой поверхности.

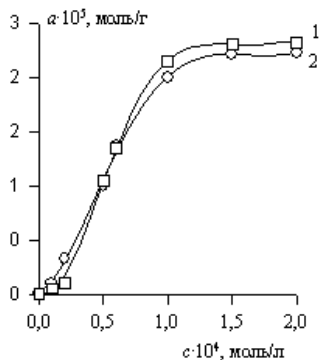


Рис. 3

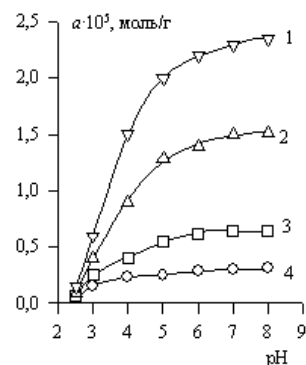


Рис. 4

Можно предположить, что в этом случае молекулы растворенного вещества стремятся расположиться на поверхности в виде цепей. Благодаря такой ориентации часть контактов между растворителем (водой) и гидрофобной частью молекул ПАВ заменяется на контакты ПАВ-ПАВ, образованные, по всей видимости, гидрофобными частями молекул этого вещества. Такому положению способствует сильная адсорбция растворителя и монофункциональный характер растворенного ПАВ. На последующих стадиях адсорбции усиливается доминирующая роль взаимодействия адсорбат-адсорбент. По мере того, как концентрация поверхностно-активного вещества в объеме раствора растет, происходит перестройка адсорбционного слоя. Такая перестройка приводит к вертикальной ориентации молекул, вследствие чего адсорбция резко возрастает. Однако это увеличение адсорбции обусловлено не только изменением ориентации. Боковые силы, возникающие при взаимодействии гидрофобных цепей в адсорбционном слое, сжимают головную группу, и гидрофильная часть молекулы становится более вытянутой.

Взаимодействия, происходящие в адсорбционном слое в области плато, скорее всего, сходны с взаимодействиями в объеме раствора. В этом случае все карбоксильные группы поверхности блокированы и преобладающим будет взаимодействие между гидрофобными частями молекул ПАВ.

pH среды оказывает сильное влияние на адсорбцию ПФСК-8, что видно из рис. 4 (влияние pH раствора на адсорбцию ПФСК-8 на хлопковом волокне; $c_0 \cdot 10^3$ моль/л: 1-2; 2-4; 3-6; 4-8.). С увеличением pH адсорбция растет и принимает постоянное значение начиная с pH=6. Такое влияние pH хорошо согласуется с предположительным механизмом адсорбции. Из предварительных исследований нами установлено, что максимальная диссоциация карбоксильных групп, создающая общий отрицательный заряд поверхности, достигается при pH ~ 6. Поскольку по предложенному механизму адсорбция происходит благодаря взаимодействию молекул ПАВ со свободными карбоксильными группами, то именно с pH~6 должна наблюдаться предельная адсорбция. Повышение адсорбции наблюдается между pH 2...7, при этом адсорбция быстро возрастает вместе с pH. Ниже точки нулевого заряда исходной поверхности адсорбция пренебрежимо мала. При значениях pH ниже ТНЗ кривые заряда поверхности совпадают, что свидетельствует о нулевой адсорбции.

Для оценки толщины адсорбционного слоя можно воспользоваться уравнением строения двойного электрического слоя Гуи-Чепмена, предполагая, что адсорбционный слой неподвижен и разрыв двойного слоя проходит по его границе:

$$\operatorname{th} \left[\frac{zF\varphi_x}{4RT} \right] = \operatorname{th} \left[\frac{zF\varphi_s}{4RT} \right] \exp[-\kappa(h - \Delta)], \quad (1)$$

где Δ – толщина слоя Штерна ($\Delta = 0,3 \dots 0,5$ нм); h – толщина неподвижного слоя жидкости.

При малых величинах φ_s и φ можно использовать уравнение

$$\varphi = \varphi_s \exp[-\kappa(h - \Delta)], \quad (2)$$

откуда

$$h = -\frac{1}{\kappa} \ln \frac{\varphi}{\varphi_s} + \Delta \approx -\frac{1}{\kappa} \ln \frac{\varphi}{\varphi_0} + \Delta. \quad (3)$$

Для определения удельной поверхности хлопчатобумажной ткани (арт. 541) использовали метод адсорбции красителя. Зная удельную плотность заряда поверхности $\rho_0 A_{уд}$ и удельную поверхность $A_{уд}$, можно рассчитать потенциал поверхности по формуле:

$$\rho = \varepsilon \varepsilon_0 \kappa \varphi_0. \quad (4)$$

По величине адсорбции ПАВ в ТНЗ можно определить плотность заряда:

$$\rho = F A_{ТНЗ}. \quad (5)$$

Для этого расчета использовались результаты определения адсорбции ЧАС-6. Таким образом, было найдено, что при значении внешней удельной активной поверхности волокон $A_{уд} = 2 \text{ м}^2/\text{г}$ толщина адсорбционно-сольватного слоя составляла 20 нм.

ВЫВОДЫ

1. Исследовано влияние рН среды на адсорбцию ионогенных и неионогенных фторсодержащих ПАВ из водной среды на поверхности волокон хлопка.

2. Установлено, что специфическая адсорбция ионов приводит к перезарядке поверхности. Такое изменение знака обусловлено перекомпенсацией поверхностного заряда при адсорбции противоионов ПАВ в слое Штерна. При очистке волокна и его отбеливании увеличивается потенциал поверхности, растет число активных центров, что способствует адсорбции ионов ПАВ.

3. По результатам исследования адсорбции неионогенного фторсодержащего ПАВ и плотности заряда поверхности рассчитана толщина адсорбционно-сольватного слоя, составившая примерно 20 нм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жиронкин А.А., Волков В.А. // Коллоидный журнал. – 1992. Т.54, № 4. С. 37.
2. Дамаскин Б.В., Петрий О.А. Электрохимия. – М.: Высшая школа, 1987.

Рекомендована кафедрой аналитической, физической и коллоидной химии. Поступила 09.04.10.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТИЛФЛОРОГЛЮЦИНА В ПРОЦЕССАХ КОЛОРИРОВАНИЯ ПУТЕМ ОБРАЗОВАНИЯ НЕРАСТВОРИМЫХ АЗОКРАСИТЕЛЕЙ НА ПОВЕРХНОСТИ БЕЛКОВОЙ ТКАНИ*

Л.И. ТАРАКАНОВА, Г.С. СТАНКЕВИЧ

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

E-mail: office@msta.ac.ru

Изучены процессы образования и условия проведения процесса крашения на белковых тканях нерастворимых азокрасителей с использованием в качестве азосоставляющей метилфлороглуцина.

Processes of formation and conditions of carrying out of the dyeing process on albuminous fabrics of insoluble azo dyes using methylfloroglucine as an azo-containing substance are studied.

Ключевые слова: МФГ, кислая среда, шелковые и шерстяные ткани, термоустойчивость МФГ, электролит, азотлирование, нерастворимые азокрасители.

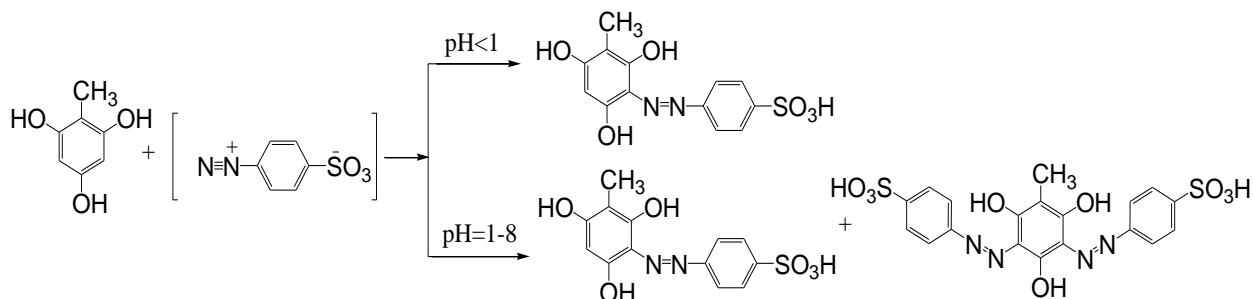
Поиски более экологических, экономических и рациональных способов утилизации наиболее распространенного взрывчатого вещества тринитротолуола (ТНТ) привели к весьма неожиданному выводу, что ТНТ возможно использовать в качестве полифункционального полупродукта. В свою очередь, химическая модификация 2,4,6-тринитротолуола – метилфлороглуцин (МФГ) может быть успешно использован в качестве азосоставляющей компоненты в синтезе азокрасителей в кислой среде, а следовательно, представляет интерес исследование применения МФГ для получения нерастворимых азокрасителей на белковых волокнах, которые не выдерживают традиционного процесса азотлирования в щелочной среде при "холодном" крашении.

Использованные в работе вещества МФГ, диазоль фиолетовый, диазоль оранжевый О, диазоль розовый О, диазоль Fast Scarlet Salt В и диазоль Fast Blue Salt GR – технические продукты и дополнительной

очистке их не подвергали. Исследовали ткань из шерстяного волокна артикула 1С148-24-ПН и ткань из натурального шелка – крепдешин артикула 11007/6.

Метилфлороглуцин применяли в качестве азосоставляющей компоненты в синтезе азокрасителей в кислой среде (рН от 1 до 6 – для каждой соли диазония существует свое фиксированное значение рН, при котором она вступает в реакцию). Проведенные ранее исследования показали, что особенности строения МФГ: наличие трех гидроксильных групп и двух равноценных положений для электрофильной атаки обуславливают специфическую реакционную способность метилфлороглуцина [1]. Условия проведения реакции моноазосочетания были отработаны на примере диазоля оранжевого О. Варьируя рН среды было обнаружено, что чистый продукт монозамещения получается в сильно кислой среде, причем целевой продукт получается с выходом 90% , что видно на схеме:

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук В.В. Сафонова.



Из [2] известно, что процесс крашения нерастворимыми азокрасителями проводят в две стадии: азотирование и сочетание. Показано, что на процесс азотирования оказывают влияние модуль ванны, рН среда, температурный режим и длительность реакции азотирования.

Опытным путем определен модуль ванны для шерстяной и шелковой ткани. Результаты экспериментов оценены с помощью значений интенсивности окраски по функции Гуревича – Кубелки – Мунка (K/S). Пик максимума наблюдается для модуля ванны, равного 25, как для натурального шелка, так и для шерсти (рис. 1 – влияние модуля ванны на интенсивность окраски тканей из белковых волокон: шерстяная ткань, окрашенная диазолом оранжевым О-1, диазолом Fast Scarlet Salt В – 2; шелковая ткань, окрашенная диазолом оранжевым О-3).

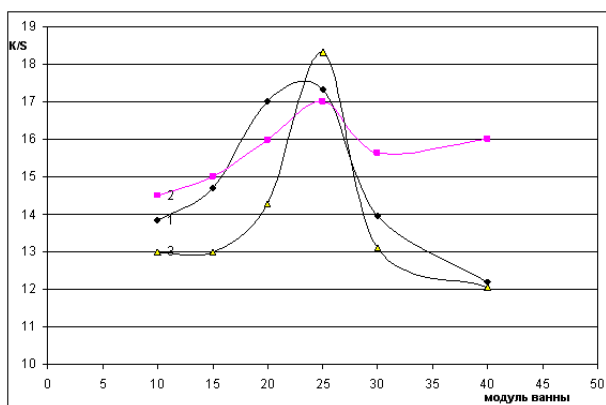


Рис. 1

Отмечено, что рН среды заметно влияет на цветовые характеристики шелкового и шерстяного волокна. По расположению линий постоянной чистоты на цветовом графике колориметрической системы МКО-64 (XYZ) определено, что наилуч-

шими цветовыми характеристиками обладают шелковые и шерстяные образцы окрашенные в кислой среде.

Проведены исследования по термоустойчивости метилфлороглюцина в растворе в температурном диапазоне от 0 до 100°C. МФГ не изменяет свою реакционную способность в данном диапазоне. Поэтому логично было установить оптимальные температуры азотирования для различных тканей из белковых волокон. Из полученных данных зависимости интенсивности окраски от температуры (рис. 2 – влияние температуры на крашиваемость тканей из белковых волокон: шелковая ткань – 1; шерстяная ткань – 2) видно, что наибольшая интенсивность окраски наблюдается при температуре, равной 40°C.

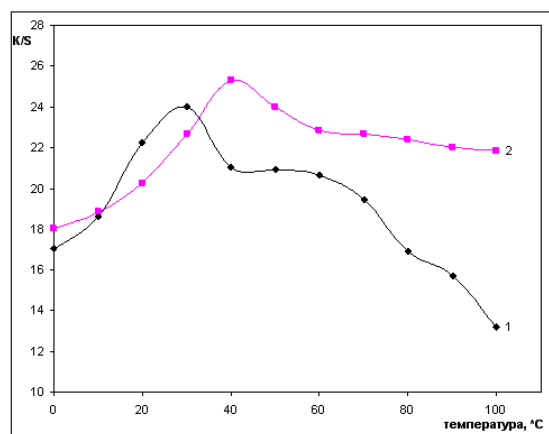


Рис. 2

Осуществленные исследования по устойчивости метилфлороглюцина в водном растворе позволяют предположить, что по истечении трех суток в растворе МФГ протекает процесс мицеллообразования, что приводит к изменению реакционной способности данного вещества.

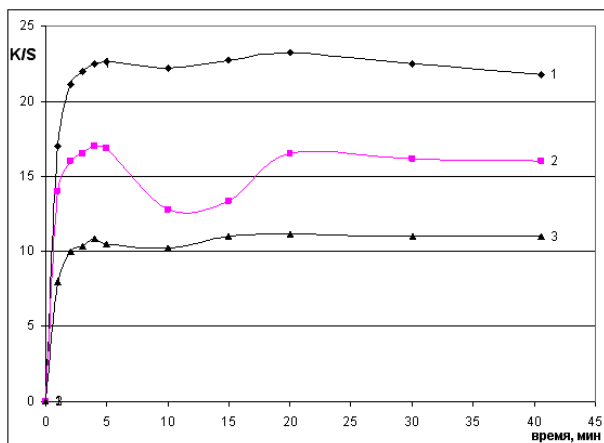


Рис. 3

На рис. 3 приведены результаты кинетических исследований реакции азосочетания образца из шерстяного волокна, окрашенного диазолом Fast Scarlet Salt – 1, образцов из натурального шелка, окрашенных диазолом оранжевый О – 2 и диазолом розовый О – 3. Анализ результатов указывает на то, что реакция азотолерования идет практически мгновенно, что может создавать риск возникновения неровности окраски. Исследования показали, что введение электролита позволяет достичь ровных выкрасок. Из литературы известно, что в зависимости от сродства с волокном концентрация электролита в плюсовочном растворе может достигать до 15 г/л [3]. Для получения ровных выкрасок на стадии азотолерования использованы такие электролиты, как: хлорид натрия, хлорид алюминия, сульфат натрия безводный и десятиводный с концентрациями: 0, 2,5; 5; 10; 15 г/л.

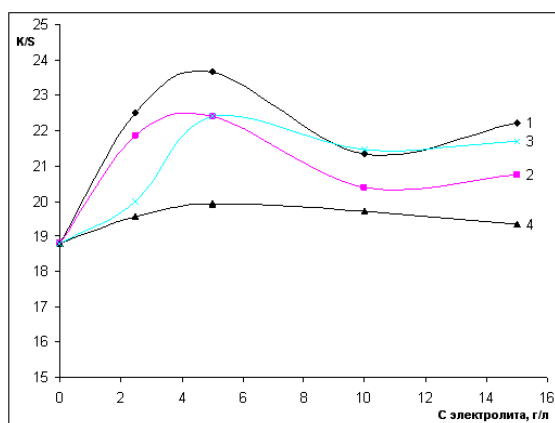


Рис. 4

На рис. 4 представлены кривые зависимости интенсивности окрашивания белковой ткани от концентрации электролита: 1 – NaCl, 2 – AlCl₃, 3 – Na₂SO₄, 4 – Na₂SO₄·10H₂O. Из рисунка видно, что наибольшая интенсивность окраски наблюдается при использовании хлорида натрия с концентрацией, равной 5 г/л. Интересным является то, что введение электролита при реакции сочетания с нерастворимыми азокрасителями вызывает углубление цвета при использовании меньшего количества азосоставляющей и диазосоставляющей компонент.

Следующим шагом была разработка технологии крашения, то есть выбор оптимальной концентрации азосоставляющей – метилфлороглуцина, а также концентрации диазосоставляющей компоненты.

Колористические параметры с точки зрения окрашиваемости ткани из белковых волокон оценивались с помощью коэффициента отражения с последующим перерасчетом по функции Гуревича-Кубелки-Мунка:

$$K/S = (1-R)^2 / 2R,$$

где R – коэффициент отражения.

Зависимости интенсивности окраски ткани из шерстяного волокна от концентрации красителя подчиняются уравнению Ленгмюра. Концентрации МФГ варьировались от 1 до 5 г/л, диазоля Fast Scarlet Salt — от 0,5 до 5 г/л по холодному методу крашения. Из полученных результатов следует, что концентрационная зависимость для диазоля Fast Scarlet Salt при использовании метилфлороглуцина имеет предельные значения при концентрации 5 г/л (рис. 5). Изученные колористические характеристики полученных окрасок позволяют говорить, что оптимальное соотношение метилфлороглуцина к диазосоставляющей компоненте равно 1:3. Характер зависимостей функции Гуревича-Кубелки-Мунка (K/S) от концентрации красителя определяется природой красителя (рис. 5).

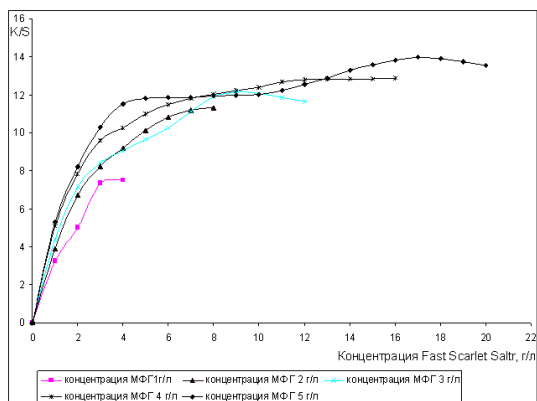


Рис. 5

Материалы из волокон различной химической природы окрашены диазолом оранжевым О, диазолом розовым О и диазолом Fast Scarlet Salt В в цвета желтой и красной гаммы; диазолом фиолетовым и диазолом Fast Blue Salt GR в цвета сине-пурпурной гаммы. Образцы были проверены по эксплуатационным показателям, и установлено, что устойчивость к стирке, сухому и мокрому трению составляет 4 балла по шкале серых эталонов.

ВЫВОДЫ

1. Показана эффективность использования метилфлороглюцина при крашении белковых волокон в кислой среде.
2. Установлены кинетические, температурные и концентрационные зависимости параметров крашения шерстяных и белковых волокон нерастворимыми азокрасителями с применением метилфлороглюцина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ушкаров В.И., Кобраков К.И., Алафинов А.И., Станкевич Г.С., Шевелев С.А., Шахнес А.Х. Красители на основе метилфлороглюцина для химических волокон // Химические волокна. – 2006, №3. С. 8...10.
2. Кривецкий Г.Е., Корчагин М.В., Сенахов А.В. Химическая технология текстильных материалов. – М.: Легпромбытиздат, 1985.
3. Куликова М.А., Журавлева Н.В., Коновалова М.В. Колорирование текстильных материалов. – М.: РИО МГТУ, 2000.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 09.04.10.

УДК 677.37.027.423.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КРАШЕНИЯ НАТУРАЛЬНОГО ШЕЛКА ПРЯМЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ В ПРИСУТСТВИИ КАТИОНОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ*

Н.Н. ПОЧЕХОВСКАЯ, А.Е. ТРЕТЬЯКОВА

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

E-mail: office@msta.ac.ru

Результаты испытаний показали, что введение катионов редкоземельных элементов в красильные растворы позволяет повысить накрашиваемость ткани из натурального шелкового волокна и увеличить устойчивость полученных окрасок к мокрым обработкам, сухому трению, свету и погоде в среднем на 2 балла. Наилучших результатов удается достичь при температуре крашения 80°C.

The tests results have shown that introduction of the metal elements cations in dyeliquors enables to raise a dye-receptivity of a natural silk fiber fabric and to increase resistance of the received colorations to the wet treatments, dry friction, light and weather on the average to 2 points. The best results can be obtained at dyeing temperature 80°C.

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук В.В. Сафонова.

Ключевые слова: крашиваемость ткани из натурального шелка, соли лантана и церия, температура крашения, устойчивость окрасок к мокрым обработкам.

Прямые красители широко применяют для крашения тканей из натурального шелка. Достоинствами прямых красителей является дешевизна и простота использования. К их недостаткам можно отнести плохую устойчивость полученных окрасок к мокрым обработкам, действию света и погоды. Кроме этого, при крашении ткани из натурального шелкового волокна происходит частичная деструкция ткани, что связано с высокой температурой крашения [1].

По этим причинам существует необходимость совершенствования существующей технологии крашения натурального шелка прямыми красителями.

Большой интерес представляют редкоземельные металлы (РЗЭ). Лантаноиды отличаются высокой химической активностью и являются хорошими комплексообразователями, они способны образовывать комплексы со многими лигандами [2]. По этой причине поставлена цель изучить процесс влияния катионов редкоземельных металлов на крашиваемость натурального шелка.

В качестве редкоземельных элементов выбраны соли лантана и церия.

Крашение ткани из натурального шелкового волокна проводилось прямыми красителями по периодической технологии в нейтральной среде в присутствии солей лантана и церия при двух различных температурах крашения: 60 и 80°C. После крашения шелковую ткань промывали с последующей сушкой [3].

Оценку крашиваемости полученных образцов проводили по спектрам отражения с помощью функции Гуревича-Кубелки-Мунка (ГКМ). Измерения спектров отражения окрашенных образцов проводились на спектрофотометре Minolta (Япония) с программным обеспечением ORINTEX (Италия).

Результаты крашиваемости оценивались относительно эталона, окрашенного в тех же условиях, без солей лантана и церия.

Концентрационные зависимости изменения крашиваемости выстраивали при помощи трендовых кривых полиномиального характера второго порядка, представляющих собой среднеквадратичное отклонение от экспериментальных точек.

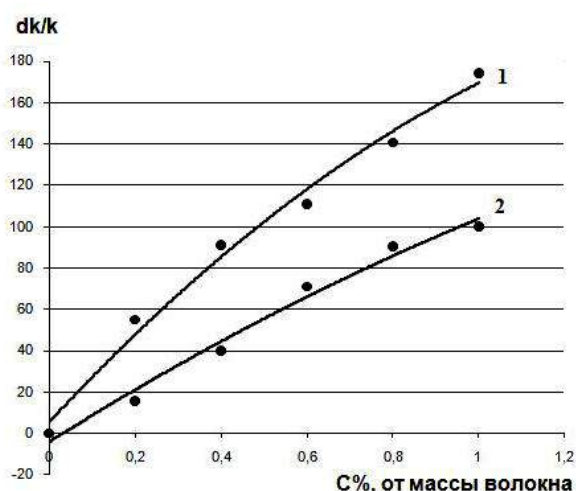


Рис. 1

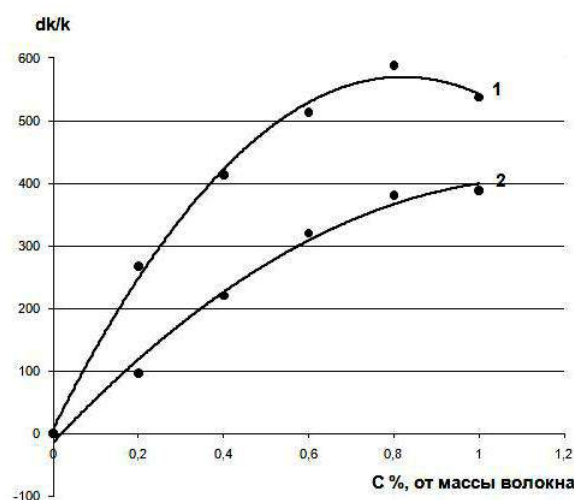


Рис. 2

На рис. 1 представлены кривые, характеризующие влияние ионов лантана на крашиваемость натурального шелка пря-

мым голубым светопрочным при температуре крашения 80°C (кривая 1) и 60°C (кривая 2). Из рисунка видно, что проис-

ходит увеличение окрашиваемости с увеличением концентрации лантана, при этом характер кривых возрастающий.

На рис. 2 представлены кривые, характеризующие влияние ионов церия на окрашиваемость натурального шелка прямым оранжевым 2Ж светопрочным при температуре крашения 80°C (кривая 1) и 60°C (кривая 2).

Как видно из рис. 1 и 2, температура крашения 80°C способствует увеличению окрашиваемости, что, по-видимому, связано с ускорением диффузионных процессов. Предполагается, что, обладая большой комплексообразующей способностью, ионы редкоземельных элементов могут образовывать координационные связи с активными центрами шелкового волокна. Возможно, таким образом волокно, приобретая дополнительные центры сорбции в виде катионов лантана и церия, способно сорбировать большее количество красителя. Кроме того, ранее проводимые эксперименты показали, что при взаимодействии ряда красителей с катионами металлов возможно образование комплексов более глубокого оттенка, чем исходный краситель.

Для оценки полученных результатов экспериментальных данных авторами работы проведены испытания устойчивости полученных окрасок к свету и погоде, мокрым обработкам, к сухому трению. Испытания показали, что введение катионов церия и лантана способствует увеличению устойчивости полученных окрасок к мокрым обработкам и сухому трению при крашении ткани из натурального шелкового волокна прямым светопрочным и прямым оранжевым 2Ж светопрочным в среднем на 2 балла. Вероятно, существует возможность образования координационных связей между металлом, красителем и волокном, благодаря чему молекулы красителя более прочно удерживаются на поверхности волокна, что может объяснить высокую прочность окраски к мокрым обработкам и трению.

Анализ испытаний устойчивости окрасок к свету и погоде позволяет сделать вывод о том, что в большинстве случаев наличие ионов редкоземельных металлов способствует повышению устойчивости полученных окрасок в среднем на 2 балла. Предполагается, что катионы лантана способны увеличить устойчивость полученных окрасок к свету за счет уменьшения подвижности атомов водорода в молекуле красителя, а также за счет образования мостика краситель – металл – волокно в виде координационной связи, по которому часть световой энергии может отводиться с молекулы красителя.

ВЫВОДЫ

Можно предположить, что введение катионов редкоземельных элементов в красильные растворы, позволяет повысить окрашиваемость ткани из натурального шелкового волокна и увеличить устойчивость полученных окрасок к мокрым обработкам, сухому трению, свету и погоде в среднем на 2 балла. Наилучших результатов удастся достичь при температуре крашения 80°C.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аврунина А.И., Зонова Е.А., Тюленев Н.В. Технология отделки шелковых тканей. – М.: Легкая индустрия, 1972.
2. Кричевский Г.Е., Корчагин М.В., Сенахов А.В. Химическая технология текстильных материалов. – М.: Легпромбытиздат, 1985.
3. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. – М.: Высшая школа, 2001.
4. Булушева Н.Е. Базовый лабораторный практикум по химической технологии волокнистых материалов: Учеб. для вузов.– М.: РИО МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2000.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 09.04.10.

**НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ПИГМЕНТЫ
ДЛЯ КОЛОРИРОВАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ:
ЦВЕТОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
В ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦАХ И УСТОЙЧИВОСТЬ К ДЕЙСТВИЮ СВЕТА**

А.А. ЗАВОДЧИКОВА, В.В. САФОНОВ, В.Б. ИВАНОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,
Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН)
E-mail: office@msta.ac.ru

Разработаны методы получения наноструктурированных пигментов (нанопигментов) путем нанесения текстильных красителей на модифицированный монтмориллонит.

The methods of nanostructured pigments (nanopigments) formation by drawing the textile dyes on the modified montmorillonite have been developed.

Ключевые слова: текстильные красители, нанопигменты, монтмориллонит, полимеры, устойчивость к действию света.

В настоящее время нанотехнологические подходы и продукты нашли широкое применение в различных отраслях промышленности. Перспективным считается и их использование при заключительной отделке текстиля [1], модификации волокон с целью улучшения физико-механических и физико-химических характеристик, крашении текстильных материалов [2], а также применение в качестве сорбентов для текстильных красителей [3].

Одним из наиболее доступных и широко используемых продуктов для получения нанокомпозитов путем смешения с органическими полимерами является природный минерал монтмориллонит, модифицируемый для лучшего совмещения катионактивными ПАВ [4]. Показано, что на него легко адсорбируются катионные красители, в частности, родамин В [5], причем адсорбированный краситель характеризуется повышенной светостойкостью в полипропиленовой матрице. Учитывая эти данные, целесообразным представляется изучение возможности получения нанопигментов на основе модифицированного монтмориллонита, а также исследование их устойчивости в полимерных матрицах, в частности, в полиакрилатной и полистирольной, в связи с широким использовани-

ем для отделки текстильных материалов.

Цель данного исследования – разработка методов нанесения катионных, кислотных, прямых, активных и дисперсных текстильных красителей на наноструктурированные частицы, обеспечивающих варьирование содержания красителя в нанопигменте в широких пределах, и анализ влияния типа и содержания красителя, а также полимерной матрицы на устойчивость окраски к действию света.

В качестве наноструктурированных частиц для получения нанокомпозитов использовали продукты модификации монтмориллонита катионактивным ПАВ формулы $(\text{HT})_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{Cl}^-$, где HT – алкил C_{18} (~65%), C_{16} (~30%), C_{14} (~5%), межплоскостное расстояние 2,4 нм (Cloisite 20A, Sjuthern Clay Products, Inc., США).

Красители различных классов: катионные (красный 5Ж, розовый 2С, желтый 63), кислотные (алый, 100%, фиолетовый С, желтый прочный Н2КМ), дисперсные (оранжевый п/э, алый п/э, синий п/э), прямые (синий светопроочный КУ, коричневым светопроочный 2КХ) (ОАО "Новочебоксарский химический комбинат", Россия) и активные (Reactive Blue 38) наносили на модифицированный монтмориллонит, добавляя раствор заданного объема и концен-

трации в подходящем растворителе при постоянном перемешивании к дисперсии монтмориллонита в том же растворителе. В качестве растворителей применяли дистиллированную воду, ацетон марки "ч", бензол марки "х.ч", и этанол марки "технический". Полученный нанопигмент отделяли фильтрованием и сушили при комнатной температуре. Содержание красителя в нанопигментах (табл. 1 и 2) оценивали по его убыли в исходном растворе.

Окрашенные пленки толщиной 400...500 мкм получали путем диспергирования нанопигмента в растворе полимера (полистирола (ПС) марки ПСМ-115 и полиметилметакрилата (ПММА) марки Plexiglas 8N) в метиленхлориде или бензоле марки х.ч. (либо в их смеси) с последующим медленным испарением растворителя при комнатной температуре. В отдельных случаях для улучшения диспергирования пигмента добавляли ПАВ.

Цветометрические характеристики пленок в системе CIELAB-76 определяли с по-

мощью спектроколориметра "ColorFlex".

Устойчивость окраски изучали в аппарате искусственной светопогоды "Suntest XLS+" ($\lambda \geq 290$ нм, 400 Вт/м², температура черной панели 40°C).

В табл. 1 и 2 приведены цветометрические характеристики полученных образцов. Из сопоставления этих данных следует, что значения L*, a*, b* зависят не только от типа красителя и его содержания на наночастицах, но и от типа полимерной матрицы. Последнее обстоятельство указывает на способность звеньев полимера встраиваться между слоев окрашенных наночастиц. Важно, что это явление, хорошо известное для неокрашенного модифицированного монтмориллонита, характерно и для синтезированных нами нанопигментов даже при высоких содержаниях красителя (вплоть до 20 мас.%). Эти данные свидетельствуют о том, что окрашенные полученными нанопигментами пленки обладают свойствами нанокомпозитов.

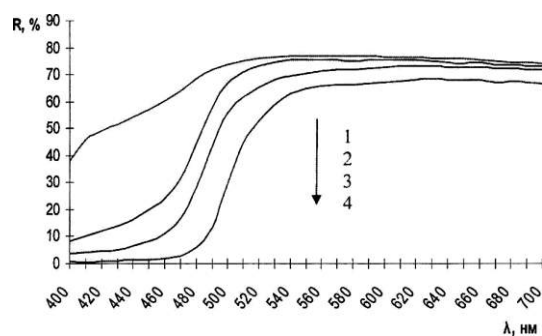
Т а б л и ц а 1

Тип и наименование красителя	Содержание красителя, мас. %	Цветометрические характеристики			Устойчивость, балл	
		L*	a*	b*	нанопигмента в ПС	красителя на волокне
Катионные	0,2	74,89	21,03	-1,66	3	5-6
Красный 5Ж	2,0	45,12	60,11	3,92	3	
	6,8	40,92	53,40	18,88	4	
	20,4	25,32	52,69	34,44	5	
Розовый 2С	0,7	74,04	26,62	-17,04	2	3-4
	2,0	68,30	37,00	-23,45	1	
	6,8	42,21	79,63	-37,36	1	
	20,4	32,96	74,93	-27,38	1	
Желтый 63	0,7	85,98	-9,45	33,15	2	4-5
	2,0	87,30	-12,26	52,38	1	
	6,8	83,75	-10,94	34,03	2	
	20,4	79,17	-2,96	96,85	3	
Кислотные	3,2	53,83	53,08	55,26	1	2-3
Алый, 100%						
Фиолетовый С	4,9	28,25	35,60	-63,83	1	2-3
Желтый прочный Н2КМ	1,4	75,24	3,88	69,93	3	6
Дисперсные	8,0	76,48	18,12	61,13	3	6
Оранжевый п/э						
Алый п/э	8,3	36,12	60,10	17,13	4	4-5
Reactive Blue 38	14,2	61,80	-50,34	-24,66	5-6	7

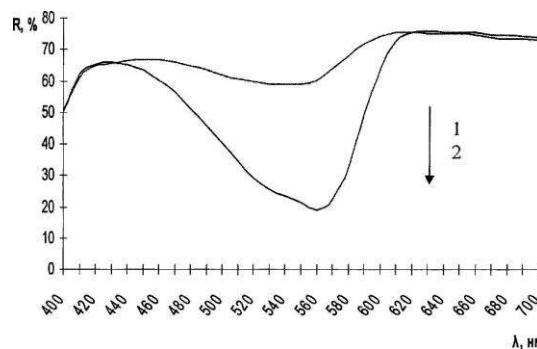
Тип и наименование красителя	Содержание красителя, мас. %	Цветометрические характеристики			Устойчивость, балл	
		L*	a*	b*	нанопигмента в ПММА	красителя на волокне
Катионные						
Красный 5Ж	2,0	41,03	63,00	14,47	4	5-6
	6,8	27,67	49,75	23,45	5	
	20,4	21,91	48,33	27,16	6	
Розовый 2С	6,8	40,54	79,98	-30,81	2	3-4
	20,4	31,21	68,74	-15,29	2	
Желтый 63	2,0	86,49	-14,26	68,50	3	4-5
	6,8	84,97	-12,12	92,32	4	
	20,4	80,83	-4,26	97,61	5	
Кислотные						
Алый, 100%	3,2	56,29	51,02	47,60	1	2-3
Фиолетовый С	4,9	36,18	30,12	-68,01	3	2-3
Желтый прочный Н2КМ	1,4	79,13	0,62	66,01	6	6
Дисперсные						
Оранжевый п/э	8,0	76,09	19,09	68,85	4	6
Алый п/э	8,3	33,85	61,43	20,45	5	4-5
Синий п/э	8,7	35,48	1,90	-55,47	5	7
Прямые						
Коричневый светопрочный 2КХ	4,4	32,04	48,58	39,47	2	4
Синий светопрочный КУ	1,5	12,73	25,83	-45,48	2	4

Облучение образцов в аппарате "Suntest XLS+" приводит к характерному изменению спектров отражения пленок, обусловленному уменьшением поглощения красителей (рис. 1). Характер этих изменений и их скорость определяются как природой красителя, так и его содержанием на наночастицах. Как видно на рис. 1-а (1 – 2,0% после облучения 24 ч; 2 – 2,0% до облучения; 3 – 20,4% после облучения 96 ч; 4 – 20,4% до облучения), при облучении пленок ПС, содержащих 4 мас.% нанопигмента на основе продукта Cloisite 20А, с

20,4 мас.% красителя катионного желтого 63 даже после продолжительного (96 ч) облучения спектр отражения меняется относительно меньше, чем аналогичных образцов с нанопигментом, содержащим 2 мас.% того же красителя через небольшое время облучения (24 ч). Краситель катионный розовый 2С в тех же условиях еще менее устойчив, и резкое изменение спектра отражения (рис. 1-б: 1 – 2,0% после облучения 12 ч; 2 – 2,0% до облучения) наблюдается уже после незначительного времени облучения (12 ч).



а)



б)

Рис. 1

Бальные оценки устойчивости окраски пленок ПС (табл. 1) и ПММА (табл. 2), содержащих нанопигменты на основе красителей различных классов, свидетельствуют о том, что устойчивость тем выше, чем больше содержание красителя на наночастицах. Полученные результаты коррелируют также с данными по устойчивости окраски для тех же красителей на волокне.

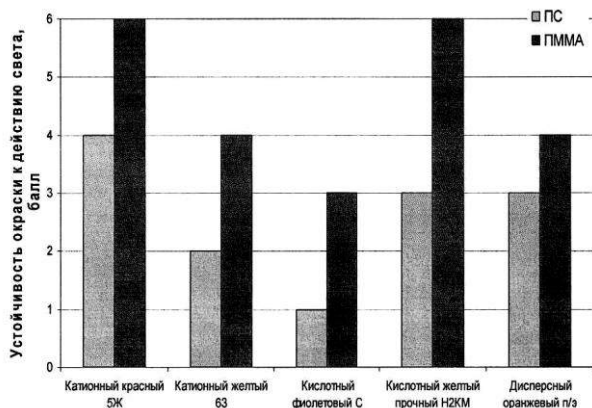


Рис. 2

Как показано на рис. 2, устойчивость окраски существенно зависит от природы полимерной матрицы, причем различие для ПММА и ПС часто достигает 2, а иногда и 3 баллов. Это может быть связано

как непосредственно с более высокой светостойкостью собственно матрицы, так и с ее влиянием на фотохимические свойства нанесенных на наночастицы красителей. Учитывая более высокую полярность боковых сложноэфирных групп ПММА, способных сольватировать молекулы красителей, последнее обстоятельство представляется более важным. Данные по влиянию полимерной матрицы на устойчивость окраски подтверждают сделанный выше вывод об интерполяции звеньев полимера в структуру нанопигмента с образованием нанокompозитов.

Важным дополнительным преимуществом использования предварительно нанесенных на наноструктурированные частицы красителей является возможность получения колористических эффектов путем варьирования как концентрации красителя на наночастицах, так и содержания самих наночастиц в окрашиваемом материале. Как следует из данных табл. 3, при одном и том же количестве красителя (0,24 мас.%), введенного в ПММА в виде нанопигмента, цветометрические характеристики для образцов с разным содержанием пигмента существенно различаются.

Таблица 3

Содержание красителя на носителе, %	Содержание нанопигмента в полимере, мас.%	Цветометрические характеристики		
		L*	a*	b*
6,8	4	23,93	47,19	23,59
20,4	1,3	36,06	56,67	35,64

ВЫВОДЫ

1. Разработаны методы нанесения катионных, кислотных, прямых, активных и дисперсных красителей на модифицированный монтмориллонит.

2. Получены нанопигменты с различным содержанием красителя и определены цветометрические характеристики окрашенных ими полимеров.

3. Установлено влияние природы и содержания красителя на устойчивость пленок к действию света.

4. Обнаружено влияние полимерной матрицы на цветометрические характеристики и устойчивость.

5. Установлена возможность получения дополнительных колористических эффектов путем варьирования как содержания красителя на частицах, так и концентрации самих частиц в полимере.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чалая Е.Н., Сафонов В.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 3С. С. 64...68.
2. Sun Gang, Li Dapeng. US Patent 7048771, 2006
3. Yiqi Yang, Qinguo Fan, Samuel C. Ugbolue. II Textile Research Journal. – V. 75, №.8, 2005. P. 622...627
4. Попов В.А., Кобелев А.Г., Чернышев В.Н. Нанопорошки в производстве композитов. – М.: Ин-

УДК [677,494,674:677.017.632]

ОКСИДНЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ НА ВОЛОКНИСТЫХ НОСИТЕЛЯХ ДЛЯ ФОТОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТДЕЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.В. МАСЛЕННИКОВА, В.М. БАРАНЦЕВ, Н.Н. ПАВЛОВ, И.И. МЕНЬШОВА

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

Разработан простой и дешевый способ иммобилизации оксидных катализаторов на волокнистых материалах. Дана оценка фотокаталитической активности модифицированных волокон в процессах очистки сточных вод красильного производства.

A simple and cheap way of immobilization of oxide catalysts for fibrous materials is developed. The estimation of photocatalytic activity of modified fibers in the processes of wastewater cleaning of dyeing manufacture.

Ключевые слова: оксиды металлов, золь-гель метод, микроволновое излучение, деструкция красителей, очистка сточных вод.

Полупроводниковые оксиды (SnO₂, TiO₂, ZnO) нашли широкое применение не только в электронике, но и в качестве электроактивных компонентов различных композиционных материалов в виде наполнителей в ультрадисперсном состоянии или тонких структурированных пленок [1]. Возможность использования полупроводниковых свойств оксидов в сочетании с ценными физико-химическими свойствами волокнообразующих полимеров позволяет получать текстильные материалы, способные реагировать на различные изменения окружающей среды (температура, УФ- и ИК-излучение, pH и др.). Одним из проявлений электронной активности оксидного компонента является его способность участвовать в фотостимулированных процессах деструкции органических красителей. Золь-гель технология получения оксидных структур на поверхности волокнистых материалов основана на способности солей

ряда металлов вступать в реакцию гидролитической поликонденсации [2]. Среди большого числа методов получения ультрадисперсных частиц и наноструктурированных покрытий золь-гель технология отличается простотой аппаратного оформления и исходных реагентов. Возможность использования водных растворов неорганических солей делает этот процесс более привлекательным с экономической и экологической точек зрения. Проведение обработки под воздействием энергии электромагнитного излучения позволяет значительно ускорить основные стадии получения конечного продукта определенной структуры и химического строения. Методика совместного осаждения гидроксидов двух и более металлов дает возможность регулировать не только химический состав пленки, но и степень ее дисперсности, а применение волокнистых носителей в качестве подложки может су-

щественно упростить процессы фильтрации и регенерации, серьезно усложняющих применение этих катализаторов в ультрадисперсной форме.

В качестве волокнистого материала, наиболее полно отвечающему по своим физико-химическим характеристикам условиям получения и применения в качестве носителя фотокатализатора, использовали кремнеземное стекловолокно. Синтез на поверхности стекловолоконистой, аморфной по фазовому состоянию кремнеземной матрицы тонкого слоя оксидов осуществлялся в условиях воздействия

микроволнового излучения, в ходе которого осуществлялся ряд последовательных этапов гетерогенной коагуляции на поверхности стекловолокна продуктов гидролиза, способных трансформировать энергию электромагнитного излучения в тепловую. В качестве прекурсоров использовали хлориды цинка, олова и сульфат титанила, водные растворы которых различной концентрации применяли для плетения холста из стекловолокон. Часть образцов подвергали дополнительной термообработке в муфельной печи при температуре 500°C в течение 60 минут.

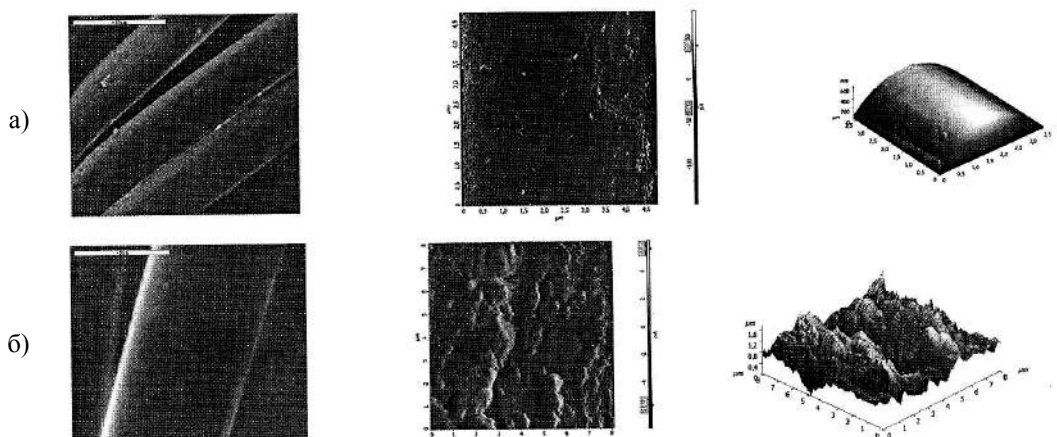


Рис. 1

Исследование рельефа поверхности оксидного покрытия проводилось методами сканирующей – электронной и атомно-силовой микроскопии. На рис. 1 представлены микрофотографии стекловолокон, обработанных смесью солей олова и цинка (рис. 1-б) с последующей обработкой в микроволновом поле. В сравнении с исходным (необработанным) волокном (рис.1-а) в результате микроволновой обработки формируются металлооксидные пленки, имеющие пористую структуру и развитый рельеф (рис. 1-б).

Использование солей олова для получения бикомпонентных оксидов обосновано их способностью образовывать в условиях микроволнового воздействия тонкие пористые пленки (порядка 1 мкм) и регулировать ультрадисперсное состояние смешанных оксидов.

Фотокаталитическая активность волокнистых катализаторов оценивалась в условиях облучения модельных растворов, содержащих прямые азокрасители (прямой синий СВ 2К и прямой красный 2С) и краситель активный ярко-красный 6С лампой ДРТ-125. Концентрация красителей в растворах $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л, концентрация катализатора – 20 г/л.

Учитывая, что эффективность гетерогенного катализа процесса окисления органического красителя зависит от его сорбции на поверхности оксидного катализатора, имеющего отрицательный заряд, исследовали влияние рН раствора на степень деструкции анализируемых красителей. На рис. 2 представлены данные, характеризующие процент деструкции красителей в растворах с различным значением рН.

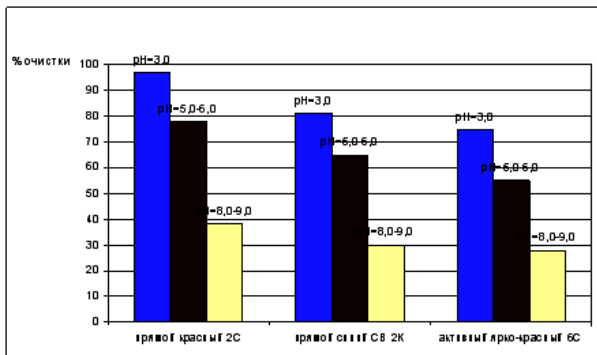


Рис. 2

Высокая фотокаталитическая активность образцов объясняется перезарядкой поверхности катализатора в кислой среде за счет сорбции катионов водорода. В щелочной среде эффективность участия катализатора в реакции окислительной деструкции анионных красителей незначительна в результате одинакового заряда поверхности и частиц красителя.

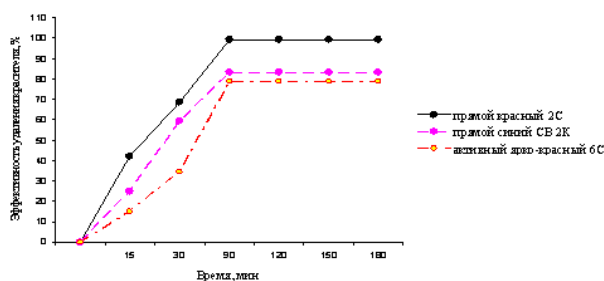


Рис. 3

Дальнейшие исследования роли катализатора в процессе окислительной деструкции проводились в кислой среде при pH=3. Кинетика деструкции красителей в водных растворах представлена на рис. 3.

Скорость фотолиза красителя прямого красного 2С, характеризующегося низкой светопрочностью, значительно выше, чем у синего светопрочного 2К и активного ярко-красного 6С. Исследования показали, что активный краситель разрушается медленнее, чем прямые красители, при этом уже через 90 мин прямые красители полностью разрушаются, а активный краситель на 20% еще остается в растворе.

В отличие от модельных растворов красителей сточные воды отделочного производства имеют более сложный состав, компоненты которого могут внести существенные изменения в результаты проведенного исследования. С целью максимального приближения условий эксперимента к реальному производственному процессу провели крашение образца хлопчатобумажной ткани исследованными красителями в периодическом режиме, а промывные воды подвергали очистке по разработанному способу. Результаты фотокаталитической очистки промывных вод представлены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование красителя в промывных водах	m (образец) = 200 мг V(промывных вод) = 0,040 л		
	C ₀ , мг/л	C _к , мг/л	эффективность очистки, %
Прямой красный 2С	24	0,2	99,2
Прямой синий СВ 2К	27	0,7	97,4
Активный ярко-красный 6С	30	3	80,0

Высокая степень деструкции трех исследованных красителей подтверждает ранее полученные результаты и позволяет рекомендовать способ получения и использования модифицированных кремнеземных волокон для эффективной очистки сточных вод красильного производства.

После очистки промывные воды были повторно использованы в крашении периодическим способом. Качество окраски при повторном крашении на очищенной

фотокаталитическим методом воде не уступает качеству окраски при первоначальном крашении, что доказывает рассчитанная по формуле (1) величина общего цветового различия [3]:

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}, \quad (1)$$

где ΔE – общее цветовое различие; ΔL – цветовое различие по светлоте;

$(\Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ – цветовое различие по насыщенности.

В табл. 2 представлены данные для расчета величины общего цветового различия ΔE для образцов, окрашенных прямыми красителями.

Величину допусков по цветовым различиям 0,5...1 единицы ΔE в системе $L^*a^*b^*$ следует считать незначимой. Различие в 2...5 единиц и выше следует считать значимым [3].

Т а б л и ц а 2

Наименование красителя	Эталон	Образец					Цветовые различия			
	L_0	a_0	b_0	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	ΔE
Прямой красный 2С	44,17	45,50	2,44	45,16	45,59	2,44	0,99	0,09	0,01	0,99
Прямой синий СВ 2К	30,49	6,62	-29,60	29,51	6,54	-29,61	-0,98	-0,08	-0,01	0,98

ВЫВОДЫ

1. Предложен простой и эффективный метод иммобилизации металлооксидных катализаторов на кремнеземном стекловолокне и исследована их фотокаталитическая активность в процессах очистки сточных вод отделочного производства, содержащих прямые и активные красители.

2. Результаты использования очищенной воды в крашении показывают целесообразность ее повторного применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hoffmann M.R., Martin S.T., Choi W., Bahne-mann D.W. // Chem. Rev. – V. 95, №1, 1995. P.69...96.
2. Баранцев В.М., Ларионов О.С., Павлов Н.Н. Химические волокна. – 2007, №3. С.18...20.
3. Базовый лабораторный практикум по химической технологии волокнистых материалов: Учеб. для вузов / Колл. авт./ Под ред. Булушевой Н.Е. – М.: РИО МГТУ, 2000.

Рекомендована кафедрой общей и неорганической химии. Поступила 09.04.10.

УДК 677.047.42

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА КОЛОРИРОВАНИЯ ТКАНИ КРАСИТЕЛЯМИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЕЙСТВИЕМ МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

К.И. КОБРАКОВ, О.Ю. НЕБОРАКО, Н.С. ОЛЕНЕВ

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

Проведено сравнительное крашение образцов шерстяной и полиамидной ткани окрашенными экстрактами растений под влиянием МВ излучения.

The comparative dyeing of woollen and polyamide fabrics samples by the coloured extracts of plants under the influence of microwave radiation is carried out.

Ключевые слова: интенсивность и прочность окраски, микроволновое излучение, экстракты крапивы, чистотела, конского щавеля.

В последние 10...15 лет наблюдается резкое возрастание интереса к использованию микроволнового (МВ) излучения для интенсификации различных химических реакций [1]. В текстильном отделочном

производстве применение токов высокой частоты позволяет увеличивать интенсивность и прочностные характеристики окраски при снижении продолжительности процессов [2...8].

Анализ литературных источников показал, что влияние МВ излучения на эффективность процесса крашения волокон различной природы окрашенными продуктами, экстрагированными из растительного сырья, ранее не изучалось.

Нами проведено сравнительное крашение образцов шерстяной и полиамидной ткани окрашенными экстрактами крапивы (*Urtica dioica* L.), чистотела (*Chelidonium majus* L.) и конского щавеля (*Rumex confectus* Willd.) под влиянием МВ излучения.

Экстракты, использованные в работе, получены по приведенной ниже общей методике. Измельченное сухое сырье (10 г) помещают в круглодонную колбу, снабженную обратным холодильником, заливают водой (200 мл) и кипятят в течение 60 минут. Полученный экстракт отфильтровывают, остаток экстрагируют аналогичным образом еще дважды. Экстракты объединяют, воду отгоняют на роторном испарителе, сухой остаток выдерживают в эксикаторе над P_2O_5 в течение 24 ч и далее используют для колорирования, которое проводят по следующей методике. Сухой

остаток, полученный из экстракта, растворяют в воде (10 г на 200...250 мл воды) и крашение проводят в течение 40...60 мин на водяной бане при температуре 80...85°C, модуль ванны 50. Окрашенный образец промывают в холодной воде и сушат. Если это необходимо по условиям эксперимента, то промытый окрашенный образец обрабатывают раствором соли металла в концентрации 2% от массы волокна в течение 20 мин на кипящей водяной бане. Затем образец промывают и сушат.

Установлено, что в отсутствие МВ излучения шерстяная ткань окрашивается всеми изученными экстрактами, а полиамидная ткань – только экстрактом чистотела, при этом полиамидная ткань приобретает светло-желтый цвет. Применение МВ излучения (15 мин, частота 2,25 ГГц) обеспечивает окрашивание полиамидной ткани всеми исследованными экстрактами. Цвет окрасок: желтый (чистотел), желто-зеленый (крапива), светло-бежевый (конский щавель) – цветовые характеристики представлены в табл. 1.

Таблица 1

Вид использованного сырья	x	y	L	a	b
Конский щавель	0,3792	0,3739	65,88	8,01	21,09
Крапива	0,3465	0,3661	76,15	-0,22	15,71
Чистотел	0,3524	0,3814	83,26	0,27	18,44

Найдено, что применение МВ излучения при крашении шерстяной ткани указанными экстрактами обеспечивает увеличение относительной красящей силы до 3,2

раза, ΔL (различие по светлоте) в зависимости от вида экстракта меняется от -1,36 до -0,13, общее цветовое различие ΔE увеличивается от 1,27 до 2,55 (табл. 2).

Таблица 2

Вид используемого сырья	ΔE (общее цветовое различие)	ΔL (различие по светлоте)	Окраска
Конский щавель	2,14	-1,36	темнее, краснее
Крапива	2,55	-0,32	темнее, тупее, краснее
Чистотел	1,27	-0,13	темнее, чище, желтее

Таким образом, окрашенные под влиянием МВ излучения образцы приобретают более темную, чистую и насыщенную окраску.

Следует отметить, что применение МВ излучения позволяет повысить прочностные характеристики окраски, полученной при использовании природных красителей,

без применения протрав (табл. 3 – показатели устойчивости окрасок, полученных при крашении экстрактами под воздействием МВ излучения¹).

¹ Испытания устойчивости окраски к стирке проводили по ГОСТу 9733.4–83; к сухому и мокрому трению – по ГОСТу 9733.27–83.

В отсутствие МВ излучения устойчивость окраски шерстной ткани указанными экстрактами к стирке составляла 2...3 балла, а к сухому и мокрому трению колебалась в пределах 3...4 баллов. Устойчивость окрасок на полиамиде составляла в основном 4, в отдельных опытах 5 баллов.

Для закрепления окраски требовалось использование протрав ($\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2$ или CuSO_4) в концентрации 2% от массы волокна.

Ранее нами была описана химическая модификация окрашенных экстрактов зверобоя (*Hypericum perforatum* L.) реакцией азосочетания [9] и установлено, что использование таких модифицированных экстрактов для колорирования текстильных материалов позволяет отказаться от использования протрав, что повышает экологичность процесса.

Т а б л и ц а 3

Вид используемого сырья		Сухое трение	Мокрое трение	Стирка
Конский шавель	шерсть	5	5	4/4-5/5
	полиамид	5	5	5/5/5
Крапива	шерсть	5	4-5	4/5-5/5
	полиамид	5	5	5/5/5
Чистотел	шерсть	5	5	4/4/5
	полиамид	5	5	5/5/5

В данной работе нами проведено крашение полиамидной и полиэфирной ткани экстрактом зверобоя, модифицированного реакцией с п-нитрофенилдиазоний хлоридом по методике крашения дисперсными красителями под влиянием МВ.

Обработка полученных результатов показала, что различие по светлоте для образцов полиамидной ткани составляет -11,6, а показатель относительной красящей силы увеличился в 2,2 раза по сравнению с образцом, полученным без применения МВ излучения. Для полиэфирной ткани эта тенденция сохраняется: $\Delta L = -11,0$; показатель относительной красящей силы увеличился в 3 раза. Следует отметить, что значительным недостатком природных красителей является их низкая светостойкость. Нами был проведен сравнительный анализ устойчивости окраски образцов, окрашенных различными красителями, к свету в условиях искусственного освещения (ксеноновая лампа), согласно ГОСТу 9733,3–83. Определение устойчивости к действию света проводилось на аппарате искусственной светопогоды Xenotest 150 S при облучении образцов светом ксеноновой лампы с длиной волны больше 290 нм, интенсивностью УФ-излучения 55 Вт/м^2 , в режиме день-ночь, температура воздуха 25...27°C, температура черной панели

40...45°C, относительная влажность воздуха 65%.

Показано, что светостойкость образца, окрашенного экстрактом зверобоя, составляет 2...3 балла. Применение МВ излучения в процессе крашения позволяет увеличить светостойкость образца, окрашенного экстрактом зверобоя до 3...4 баллов, примерно такого же увеличения светостойкости (до 4...5 баллов) можно добиться, лишь используя при крашении в качестве протравы, например, $\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2$.

Таким образом применение МВ излучения при крашении текстильных материалов окрашенными экстрактами, полученными из растительного сырья или их модифицированными продуктами, позволяет повысить эксплуатационные характеристики окрашенных материалов без применения экологически жестких протрав – солей тяжелых металлов.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бердоносков С.С., Бердонослова Д.Г., Знаменская И.В. Микроволновое излучение в химической практике // Химическая технология. – 2000, №3.
2. Мельников Б.Н., Никифоров А.Л., Новоселова Е.П. Использование высокочастотных полей для совершенствования химико-текстильных технологий // Химические волокна. – 2000, №2. С.44...47.
3. Новоселова Е.П., Никифоров А.Л., Владимирцева Е.Л., Мельников Б.Н. Использование токов

высокой частоты для фиксации активного красителя при печати хлопчатобумажных тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, №3. С.56...59.

4. Новоселова Е.П., Циркина О.Г., Никифоров А.Л., Мельников Б.Н. Разработка высокочастотного способа закрепления пигментов на хлопчатобумажных тканях в процессах печатания // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, №6. С.53...57.

5. Никифоров А.Л., Мельников Б.Н. Применение токов высокой частоты в текстильном отделочном производстве // Текстильная промышленность. – 2001, №5. С.27...30.

6. Никифоров А.Л., Мельников Б.Н. Применение токов высокой частоты в текстильном отделочном производстве // Текстильная промышленность. – 2001, №6. С.29...30.

7. Шубина Е.В., Никифоров А.Л., Мельников Б.Н. Новая технология малосминаемой отделки текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, №1. С.73...76.

8. Сакалов М.А., Губерман М.С., Герасимов М.Н. Математическая модель процесса диэлектрического нагрева текстильного полотна. – Иваново: Ивановская государственная текстильная академия, 1999.

9. Глядяева О.Ю., Кобраков К.И., Станкевич Г.С., Ковтун Л.Г. Использование азосоединений, полученных из окрашенных продуктов растительного происхождения для крашения тканей из синтетических волокон // Химические волокна. – 2004, №1. С.34...35.

Рекомендована кафедрой органической химии и химии красителей. Поступила 09.04.10.

УДК 677.076.4:66.067.3

**УЛУЧШАЮЩАЯ РЕГЕНЕРАЦИЮ АНТИАДГЕЗИОННАЯ ОТДЕЛКА
НЕТКАНЫХ ИГЛОПРОБИВНЫХ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ**

С.А. ЕГУПОВА, В.М. ГОРЧАКОВА

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

В работе проводился поиск препарата, способного улучшить регенерацию нетканого материала, применяемого в качестве фильтрующего элемента для очистки газоздушных выбросов при крекинге на асфальтобетонных, цементных заводах и т.д.

The search of a preparation, capable to improve regeneration of nonwoven material, applied as a filtering element for fettling of gas emissions at cracking at coating, cement plants etc. is carried out.

Ключевые слова: нетканый фильтрующий материал, регенерация, газоздушные выбросы, поверхностная энергия структуры ИФМ, фторсодержащие соединения.

В целом ряде случаев при заключительной отделке текстильных материалов, в том числе специального и технического назначения, требуется не только улучшить их те или иные эксплуатационные свойства, но и сообщить этим материалам новые специфические качества, такие как способность отталкивать воду и противостоять масляным и другим загрязнениям [1]. Именно такие свойства необходимы нетканым иглопробивным материалам, применяемым в качестве фильтрующих элементов для очистки газоздушных выбросов при крекинге на асфальтобетонных, цементных заводах и т. д.

Нетканый иглопробивной материал должен отфильтровывать из проходящего сквозь него газоздушного потока нежелательные, требуемые удаления примеси и легко избавляться от них в процессе регенерации. Ни в коем случае не должна про-

исходить фиксация отфильтровываемых примесей на волокнах структуры иглопробивного фильтрующего материала (ИФМ). Однако это не всегда возможно.

Поверхностные явления, способствующие удержанию и закреплению отфильтровываемых примесей на волокне, заключаются в основном во взаимодействии неуравновешенных атомов и молекул примесей и волокна и связаны с наличием на их поверхности избытка свободной энергии и поверхностного натяжения. Для того чтобы блокировать возможность такого взаимодействия, необходимо провести модификацию поверхности волокон структуры ИФМ путем нанесения препарата, который насыщает неуравновешенные поверхностные силы волокна.

Целью данной работы является поиск препарата для проведения отделки, способного произвести насыщение неуравнове-

шенных поверхностных сил волокна, снизив поверхностную энергию структуры ИФМ.

Препарат должен образовывать на поверхности волокна новую твердую, гладкую, упругую, нелипкую, гидрофобную поверхность, которая, обладая антиадгезионными свойствами по отношению к отфильтровываемым примесям, способна блокировать их взаимодействие с волокном и облегчать удаление последних [2]. Многие препараты, применяемые для подобного рода отделки, обладают специфическим действием только по отношению к одному виду отфильтровываемых примесей (сухому, жидкому или масляному), будучи индифферентными к другим примесям или даже способствуя их закреплению на волокне [1].

Уникальной способностью проявлять антиадгезионные свойства по отношению ко всем видам отфильтровываемых примесей, сообщая обрабатываемому волокнистому материалу одновременно водо-, масло- и грязеотталкивающие свойства, обладают лишь фторсодержащие соединения (ФОС) [1]. Объясняется это тем, что поверхностная энергия этих препаратов значительно ниже поверхностной энергии воды, водных растворов многих соединений и масленефтепродуктов (до 8...20 мН/м). Взаимодействие же волокнистого материала и отфильтровываемых примесей осуществляется лишь в случае, когда значение его поверхностной энергии выше, чем у последних [2].

Наиболее широкое распространение получили высокомолекулярные ФОС.

Большинство отделочных препаратов этого типа состоит из несущей цепи и расположенных вдоль ее по бокам фторсодержащих радикалов. Основная цепь определяет прочность связи ФОС с волокном и устойчивость отделки. Чем длиннее цепь, тем прочнее отделка. От химического строения боковых фторсодержащих радикалов зависит антиадгезионная способность препарата. Для обеспечения удовлетворительных показателей необходимо, чтобы боковая группа препарата содержала не менее 6...7 фторированных углеродных атомов ($CF_3-(CF_2)_n-$, где $n \geq 5$). Увели-

чение содержания фторуглеродных групп способствует улучшению свойств.

Высокое качество отделки обеспечивают только те ФОС, которые способны образовывать на волокне поверхность из плотно прилегающих один к другому и ориентированных наружу предельно фторированных углеводородных радикалов (CF_3-) [1]. Схема расположения ФОС на волокне приведена на рис. 1.

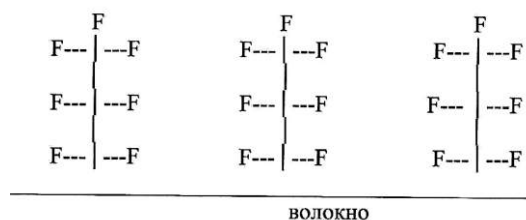


Рис. 1

Использование ФОС в чистом виде не всегда обеспечивает получение качественной и устойчивой антиадгезионной отделки. Поэтому в отделочные препараты включают кроме ФОС различные аминопласты, предконденсаты термореактивных смол и другие соединения, реагирующие с функциональными группами волокна.

Так как ФОС не растворимы в воде, их можно использовать в виде растворов в хлорсодержащих органических растворителях или в виде водных эмульсий. Последние нашли наибольшее применение [3].

Для оптимального проявления масло- и водоотталкивающих свойств содержание ФОС на ИФМ должно составлять 1...2% [1].

По результату поиска антиадгезионная отделка ИФМ проводилась водной эмульсией высокомолекулярного ФОС.

Нанесение препарата осуществлялось на оборудовании фирмы Kyoto (Япония).

Оценка антиадгезионных свойств, сообщаемых ИФМ отделкой ФОС, проводилась на основании оценки показателей водо- и маслоотталкивающих свойств (водоупорности и олеофобности) ИФМ до и после его отделки ФОС по методу ЗМ [2]. Результаты измерений водоупорности и олеофобности ИФМ до и после его отделки ФОС приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Характеристика Вид обработки ИФМ	Олеофобность, усл. единиц	Водоупорность, усл. единиц
После обработки ФОС	80	100
Номинальные значения	не менее 80...100	не менее 80...100

ВЫВОДЫ

1. Обоснован выбор ФОС в качестве отделочного препарата для улучшения регенерации ИФМ.

2. Отработан технологический режим нанесения и фиксации ФОС на структуре ИФМ.

3. Доказана способность ФОС обеспечивать необходимый уровень антиадгезионных свойств (водоупорности и олеофобности) ИФМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников Б.Н., Захарова Т.Д., Кириллова М.Н. Физико-химические основы процессов отделочного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.

2. Глубиш П.А. Противозагрязняемая отделка текстильных материалов. – М.: Легкая индустрия, 1979.

3. Кричевский Г.Е., Корчагин М.В., Сенахов А.В. Химическая технология текстильных материалов. – М.: Легпромбытиздат, 1985.

Рекомендована кафедрой нетканых материалов.
Поступила 09.04.10.

УДК 677.025

**РАЗРАБОТКА ПАРАМЕТРОВ И ХАРАКТЕРИСТИК
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПРИВОДА ИГЛ
ТРИКОТАЖНОЙ МАШИНЫ**

М.В. ЖЕЛТИКОВ, Е.Н. КОЛЕСНИКОВА

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

Для перемещения игл и регулирования длины петли на трикотажных машинах предложено использовать индивидуальный электромагнитный привод игл.

For needles movement and regulation of the stitch length by knitted machines it is offered to use an individual needles electromagnetic driver.

Ключевые слова: плосковязальные машины, индивидуальный привод игл, конструктивные параметры электромагнитной трубки, тепловой расчет.

Анализ современных тенденций развития и совершенствования плосковязальных машин подтверждает актуальность разработки механизмов с индивидуальным приводом игл и систем управления такими механизмами.

На современных плосковязальных машинах электромагниты имеют в основном функцию отбора рабочих органов, а также используются в микроэлектродвигателях. Использование электромагнитов в механизмах индивидуального не отбора, а привода игл позволит отказаться от вязальной каретки. Индивидуальный электромагнитный привод игл позволит изменить механизм регулирования глубины кулирования и выполнять удерживание элементов петельной структуры без выполнения операции сбрасывания.

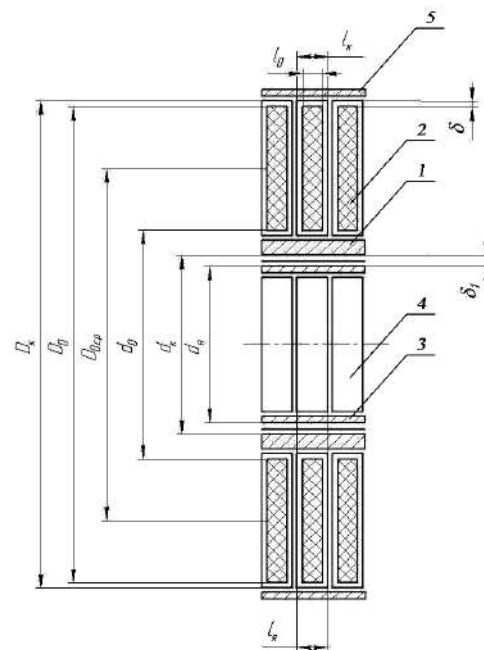


Рис. 1

Для управления иглой предложена электромагнитная трубка (рис. 1 – конструктивные параметры катушки: 1 – внешняя трубка; 2 – бескаркасная катушка; 3 – внутренняя трубка; 4 – постоянный магнит; 5 – каркас), представляющая собой многосоставную катушку с сердечником внутри. На трубку 1 из немагнитизирующегося сплава надеваются бескаркасные катушки 2. Катушки располагаются по две, сначала намотанные по часовой стрелке, потом – против часовой стрелки. Затем они соединяются через одну (рис. 2 – устройство катушки и цикл работы: 1 – подвижный сердечник; 2 – электромагнитная трубка; 3 – цикл работы), образуя два электромагнитных контура.

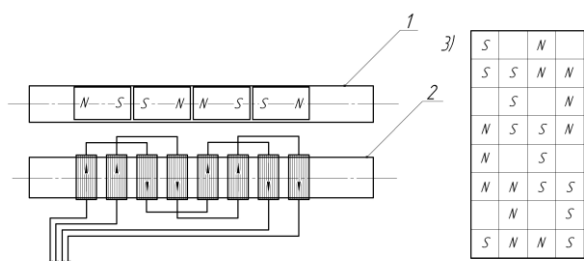


Рис. 2

Внутри трубки 1 (рис. 1) входит трубка 3 меньшего диаметра и меньшей длины (якорь), внутри которой набраны постоянные магниты 4 противоположными полюсами S и N друг к другу. К якорю крепится толкатель, который соединяется с иглой. Поверх катушек надевается каркас 5. При последовательной подаче тока на контур внутри трубки 1 образуется электромаг-

нитная сила, действующая на якорь. Якорь, составленный из постоянных магнитов, усиливает воздействие электромагнитной силы. Это позволяет пошагово перемещать якорь на строго заданное расстояние. Такой электромагнитный механизм полностью может заменить механизмы отбора игл и позволит осуществлять регулирования глубины кулирования на каждой игле.

С учетом размеров петлеобразующих органов плосковязальной машины Stoll CMS 320 TC-C 3 класса были выявлены ограничения конструктивных параметров электромагнита (рис. 1). Расчет нагрузок на одну иглу в процессе петлеобразования выявил максимальное значение противодействующей силы, равной 0,19 Н. Так как длина якоря меньше длины электромагнитной трубки, то на него действуют электромагнитные силы катушек, входящих в рабочую область. Для расчета характеристик электромагнитной трубки принята длина якоря 40 мм. В рабочую область входят 20 катушек. Так как включение катушек происходит как подряд, так и через одну (рис. 2), то сила тяги каждой катушки должна быть соответственно в 20...10 раз меньше заданной противодействующей силы и составлять 0,0095...0,019 Н. Для расчета обмоточных данных катушки берется большая величина.

Исходные данные конструктивных параметров одной катушки (рис. 1) электромагнитной трубки представлены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры	Значения
Длина катушки l_k , мм	2,0
Длина окна обмотки l_o , мм	1,8
Толщина изоляционных стенок катушки δ , мм	0,1
Зазор между внутренней стенкой катушки и внешней стенкой якоря δ_1 , м	0,0025
Внешний диаметр катушки D_k , мм	17,0
Внутренний диаметр катушки d_k , мм	6,5
Внешний диаметр катушки без учета наружной изоляции D_0 , мм	16,8
Внутренний диаметр катушки без учета наружной изоляции d_0 , мм	7,9
Длина якоря l_y , мм	2,0
Диаметр якоря d_y , мм	6,0
Номинальная электромагнитная сила катушки F_n , Н	0,019

Для расчета обмоточных данных катушки были выбраны провода марки ПЭТВ-2. Номинальные диаметры, макси-

мальная толщина изоляции провода и максимальный диаметр провода сведены в табл. 2.

Таблица 2

Параметры	Значения для проводов					
	1	2	3	4	5	6
Номинальный диаметр проволоки d , мм	0,210	0,224	0,236	0,250	0,265	0,280
Минимальная диаметральная толщина изоляции провода $h_{из}$, мм	0,020	0,020	0,030	0,030	0,030	0,030
Диаметр провода с изоляцией d_1 , мм	0,250	0,264	0,286	0,300	0,314	0,330

Для выбранных проводов были рассчитаны коэффициенты заполнения катушки, а также количество витков. Расчетные

данные представлены в табл. 3. Номинальное напряжение принято 12 В.

Таблица 3

Параметры	Значения для проводов					
	1	2	3	4	5	6
Коэффициент укладки f_v	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Сечение окна обмотки Q_o , мм ²	8,01	8,01	8,01	8,01	8,01	8,01
Расчетное число витков ω , ед.	103	92	78	71	65	59
Округленное расчетное число витков ω , ед.	100	90	70	70	60	50
Площадь поперечного сечения катушки Q_k , мм ²	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50
Суммарное сечение проводников в катушке Q_m , мм ²	3,46	3,55	3,06	3,44	3,31	3,08
Коэффициент заполнения катушки f_k	0,33	0,34	0,29	0,33	0,32	0,29
Коэффициент заполнения обмотки f_o	0,43	0,44	0,38	0,43	0,41	0,38

Результаты расчета обмоточных дан-

ных катушки приведены в табл. 4.

Таблица 4

Параметры	Значения для проводов					
	1	2	3	4	5	6
Напряжение U , В	12	12	12	12	12	12
Удельное сопротивление меди ρ_0 , (Ом·мм ²)/м	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175
Средний диаметр катушки $D_{оср}$, мм	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4
Средняя длина витка $l_{ср}$, мм	38,8	38,8	38,8	38,8	38,8	38,8
Сечение провода q , мм ²	0,0346	0,0394	0,0437	0,0491	0,0552	0,0616
Сопротивление R , Ом	19,60	15,51	10,87	9,68	7,39	5,51
Магнитная постоянная μ_0 , Г/м	1,3E-06	1,3E-06	1,3E-06	1,3E-06	1,3E-06	1,3E-06
Удельная проводимость g_s , Г/м	9,9E-05	9,9E-05	9,9E-05	9,9E-05	9,9E-05	9,9E-05
Суммарная начальная проводимость $G_{из}$, Г	1,4E-06	1,4E-06	1,4E-06	1,4E-06	1,4E-06	1,4E-06
Расчетная н.с. $I_{ор}$, А	7,549	7,549	7,549	7,549	7,549	7,549
Расчетный ток I_p , А	0,075	0,084	0,108	0,108	0,126	0,151

Для проверки правильности выполненного расчета были найдены плотность тока, допустимая мощность и максимальная

намагничивающая сила. Результаты сведены в табл. 5.

Таблица 5

Параметры	Значения для проводов					
	1	2	3	4	5	6
Плотность тока j , А/мм ²	2,2	2,1	2,5	2,2	2,3	2,5
Допустимая мощность $P_{дл}$, Вт	7,35	9,29	13,25	14,87	19,50	26,12
Максимально допустимая н.с. $I_{ом}$, А	61,21	69,65	77,31	86,76	97,48	108,83

Для нормального срока службы и продолжительного режима включения обмотки плотность тока j_d должна равняться 2...4 А/мм². Максимально допустимая намагничивающая сила $I_{ом}$ должна быть

больше рассчитанного значения $I_{ор}$.

Тепловой режим катушки электромагнита характеризуется превышением температуры обмотки над температурой среды. Исходные данные и результаты тепло-

вого расчета представлены в табл. 6. Разность температур, равная 75°C , принята на

основании норм нагрева электромагнитных катушек.

Таблица 6

Параметры	Значения для проводов					
	1	2	3	4	5	6
Коэффициент теплоотдачи при 0°C $k_{\text{т00}}$, Вт/(мм ² ·°C)	1,4E-05	1,4E-05	1,4E-05	1,4E-05	1,4E-05	1,4E-05
Коэффициент увеличения теплоотдачи при нагреве β , Вт/(мм ² ·°C)	5E-08	5E-08	5E-08	5E-08	5E-08	5E-08
Разность температуры $t_{\text{расч}}$, °C	75	75	75	75	75	75
Обобщенный коэффициент теплоотдачи $k_{\text{т0}}$, Вт/(мм ² ·°C)	1,78E-05	1,78E-05	1,78E-05	1,78E-05	1,78E-05	1,78E-05
Поверхность охлаждения $S_{\text{охл}}$, мм ²	139,68	139,68	139,68	139,68	139,68	139,68
Допускаемый нагрев τ , °C	45,06	44,00	50,97	45,42	47,16	50,69

Как показали расчеты, намагничивающая сила $I\omega_p$, плотность тока j не превышают допустимых значений, допускаемый нагрев катушки не превышает 80°C , то есть полученные данные удовлетворяют требованиям.

По результатам теоретических расчетов получены характеристики катушки, по которым можно произвести выбор диаметра провода для изготовления катушки. Так как расчеты, проведенные для шести проводов, не выявили серьезных отклонений от норм, то исходя из критерия предпочтительного использования их в производстве были выбраны провода с диаметром 0,236 и 0,250 мм (табл. 2).

ВЫВОДЫ

На основании проведенных расчетов определены конструктивные параметры электромагнитной трубки, обмоточные данные катушки, диаметр провода и количество витков. Доказано, что электромагнитный механизм имеет необходимые силовые характеристики для использования в качестве индивидуального привода игл.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сливинская А.Г. Электромагниты и постоянные магниты: Учебное пособие для студентов вузов. – М., Энергия, 1972.
2. Томакова И.А. Динамика вязального устройства с индивидуальным электромеханическим приводом игл: Дис.... канд. техн. наук. – Курск, 2005.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 09.04.10.

УДК 745.05.04

**ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ РЕКЛАМНОГО ГРАФИЧЕСКОГО ДИЗАЙНА
УПАКОВКИ ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
В ПЕРВОМ ДЕСЯТИЛЕТИИ XXI ВЕКА.**

Ф.В. ВАСИН, И.Н. СТОР

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

В статье рассматривается рекламный графический дизайн, конструкции и материалы изготовления упаковки текстильных изделий фирм-производителей из Западной Европы и Америки.

The advertising graphic design, constructions and materials of manufacturing of the textile products packing of the firms-manufacturers from the Western Europe and America is considered herein.

Ключевые слова: рекламный графический дизайн, текстильные изделия, конкурентоспособность, инновации.

Дизайнеру, проектирующему рекламный графический дизайн упаковки для изделий текстильной и легкой промышленности, в настоящее время жизненно необходимо свободно ориентироваться в инновациях этой отрасли. В условиях жесткой конкуренции и перенасыщения рынка однотипными товарами без представления об уровне развития и инновационных направлениях современного мирового рекламного графического дизайна упаковки дизайнер сегодня не сможет предложить действительно конкурентоспособные и оригинальные решения.

Целью данной работы является обзор и изучение инновационных решений рекламного графического дизайна упаковок изделий текстильной и легкой промышленности первого десятилетия XXI века в западноевропейской и американской культурах.

К концу XX - началу XXI века упаковочные материалы и технологии ввиду своей высокой востребованности развивались стремительными темпами, в результате чего дизайнеры получили почти безграничные возможности в области конструирования и проектирования: многообразие видов и решений упаковки в настоящее время безгранично. С другой стороны, современный среднестатистический потребитель из европейских стран, США и Великобритании при сверхперенасыщенности рынка однотипными товарами оказывается перед весьма непростым выбором. В таком случае оригинальное и нестандартное решение рекламного графического дизайна упаковки становится, зачастую, решающим фактором при выборе потребителем того или иного вида текстильных изделий.

В этих условиях дизайнеры вынуждены

искать новые решения конструкции и рекламного графического дизайна упаковки для определенных видов текстильных изделий, отличающиеся от тех, которые в большинстве своем сформировались за последние 50 лет и доминируют сейчас на рынке.

Руководствуясь статистическими данными социологических и маркетинговых исследований, отражающими желания, потребности и предпочтения целевых групп потребителей, используя новейшие упаковочные технологии, материалы и их нестандартные комбинации, современные дизайнеры активно разрабатывают инновационные креативные решения в области рекламного графического дизайна упаковки, призванные повысить конкурентоспособность изделий текстильной и легкой промышленности.

В начале XXI века инновационные решения в области упаковки изделий текстильной и легкой промышленности проникли сразу в несколько сфер её дизайна: сферу графического визуального оформления, сферу формы и конструкции, сферу комбинации различных материалов, их экономичности, эргономичности и функциональности в производстве. Инновацией считаются разработки дизайна упаковки, который предусматривал бы ее производство из возобновляемых, экологически чистых и поддающихся последующей переработке и утилизации материалов. В свою очередь, инновационный рекламный графический дизайн таких упаковок в своем коммуникативном послании содержит информацию об экологичности этих материалов и технологий производства, что является в настоящее время важным конкурентным преимуществом для многих потребителей в европейских странах, Великобритании и США, активно выступающих за охрану окружающей среды. Инновацией в современном рекламном графическом дизайне считаются также решения, направленные на максимальную экономию энергии, материалов и печатных красок при изготовлении одной упаковки.

Общую массу инновационных решений в рекламном графическом дизайне упаков-

ки изделий текстильной и легкой промышленности в настоящее время можно разделить на две категории.

1. Инновации в рекламном графическом дизайне упаковки, продиктованные собственно авторским (дизайнерским) креативным решением для того или иного текстильного изделия.

2. Инновационные решения, разработанные дизайнером с учетом требований производителя различного характера (максимальная экономия на упаковочных материалах, производственных мощностей и средств, экологичность, возможность переработки упаковки, специфическое информационное послание потребителю от производителя т.д.)

В настоящей статье рассматривается рекламный графический дизайн, конструкции и материалы изготовления упаковки текстильных изделий фирм-производителей из Западной Европы и Америки. Изученные образцы представляют собой инновационные решения, отличные от стандартных.

Анализ образцов рекламного графического дизайна упаковки изделий фирм: "Tade Baker" (Великобритания), "NIKE" (США), "PlayBoy" (США), "WEIRD" (Бразилия), "Levi's" (США), "Nello Riders" (США), "Farmeton" (Бразилия), Transfer Studio (Великобритания), "Viidrio" (США), "ARI"(США), "Adidas" (США), "Old Navy" (США), Marco di Radi (Италия), "Celio" (Франция), "Habitat" (Франция) позволяет говорить о следующих инновационных решениях, получивших распространение в первом десятилетии XXI века.

1. Использование рекламного графического дизайна в решении визуального образа упаковки не только снаружи, но и внутри (фирма NIKE – коробка для футбольных бутсов, внутри которой изображен маленький стадион с газоном, трибунами и синим небом на крышке).

2. Использование в рекламном графическом дизайне упаковки пластичных материалов (различные виды пластика), позволяющих создавать уже знакомые потребителю визуальные образы посредством новых приемов, добиваясь тем самым

оригинального и единственного в своем роде дизайна упаковки (мужское белье от "Playboy Underwear" (дизайнер упаковки – скульптор Antonio Canova) – кубической формы упаковка выполнена из пластика, лицевая поверхность которой имеет рельефную форму в виде фрагмента мускулистого торса мужчины).

3. Использование для текстильных изделий не свойственных для них ранее видов упаковки и рекламного графического дизайна, заимствованных из других областей (сувенирные майки в вакуумной упаковке из полиэтилена – заимствование из пищевой промышленности, деревянные шкатулки и пластиковые прозрачные контейнеры для мужских галстуков).

4. Развитие идеи визуального и тактильного контакта потребителя с текстильным изделием без открывания или нарушения упаковки (упаковка галстуков "Marko Di Radi" и "Ted Baker" – одним из материалов упаковок является сама ткань, из которой сделаны галстуки. С одной стороны, ткань является ключевым элементом рекламного графического дизайна, а с другой – максимально наглядно демонстрирует текстильное изделие).

5. Проектирование рекламного графического дизайна упаковки, содержащего праздничную символику, для последующего его включения в проекты оформления витрин фирменных магазинов в период праздников.

6. Рекламный графический дизайн, включающий в себя интерактивную концепцию дальнейшего функционального развития и трансформации упаковки уже в руках потребителя после покупки.

7. Разработка информационной упаковки, рекламный графический дизайн которой предусматривает большой объем информации рекламного или какого-либо другого характера.

В настоящее время инновационные решения в рекламном графическом дизайне упаковки приобретают большое значение и дают возможность производителям "удивлять, не преувеличивая" и передавать определенную информацию точно, подчеркнув индивидуальность своих изделий через упаковку.

Тщательно продуманные инновационные решения, включающие в себя комплекс из рекламного графического дизайна упаковки, ее конструкции, формы и используемые материалы, вызывают позитивные эмоции у потребителей, повышают в их глазах ценность того или иного текстильного изделия, а значит и его конкурентоспособность на рынке.

Рекомендована кафедрой рисунка и живописи.
Поступила 09.04.10.

УДК 745.05.04

ГРАФИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН И РЕКЛАМА

А.К.САДОВ

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

Рассмотрены коммуникационные идеи рекламного дизайна.

Communication ideas of the advertising design are considered.

Ключевые слова: современный графический дизайн, взаимоотношения дизайна и рекламы, коммуникационные идеи, суть бренда, знаково-символические конструкты.

Стремительно растущий спрос со стороны коммерческих структур и всех видов индустрии (включая текстильную, модную индустрию, производство красителей и т.д.) в рекламе и профессиональных услугах графического дизайна обострил серьезную востребованность в глубоких теоретических исследованиях фундаментальных и прикладных проблем этой профессии, связанных с изменением векторов ее развития в современном мире, взаимоотношений с промышленностью и культурой, рынком и профессиональными ценностями, рекламой и моралью. Происходит внутренняя дифференциация самой профессии и всей сферы графического дизайна, вызванная информационной революцией, расширением пространства коммуникации, появлением новых объектов и методов проектирования. Взаимоотношения графического дизайна и рекламы в современном культурном и цивилизационном пространстве, практически не исследованные, являются одной из ключевых точек этого сложнейшего и противоречивого процесса.

С одной стороны, дизайн (промышленный, текстильный, дизайн одежды, графический дизайн рекламы, и т.п.) занимает достойное место в иерархии предпочтений потребителя среди достижений культуры 20 века, с точки зрения "их воздействия на современную духовную жизнь" [1]. Сегодня произведения дизайнеров – в экспозициях лучших музеев мира. В Нью-Йорке, в музее Метрополитен, в 2007 году была открыта выставка работ известных кутюрье, творческим источником которых являлись национальные костюмы народов мира, также представленные в качестве экспонатов. В Москве, в Музее изобразительных искусств им. А.С. Пушкина, проводятся конкурсы молодых дизайнеров "Русский силуэт". В 2008 году на Манхэттене открыт музей современного искусства и дизайна (Museum of Arts and Design), большая часть экспозиций которого заняли произведения концептуального дизайна. Публика имеет возможность посещать мастер-классы преподавателей дизайн-студий, находящихся в помещении музея,

чь работы выставлены в залах. Эти показы пользуются большой популярностью у ценителей произведений этого вида творчества. Хорошей традицией стала "Московская биеннале современного искусства", где футурологические дизайнерские работы занимают лучшие выставочные площадки Москвы и привлекают внимание публики благодаря, подчеркнем это, серьезной рекламной кампании и средствам высокохудожественного профессионального графического дизайна. Союз дизайна и рекламы в этом случае интегрирован в культуру и является необходимым условием интенсификации жизни современного общества.

С другой стороны, нельзя недооценивать критику этого союза дизайна и рекламы "изнутри", со стороны самих дизайнеров. Высказывания Джорджа Нельсона о роли дизайна и рекламы в создании "цивилизации суперкомфорта" [2], в навязывании человеку искусственной среды существования, вызванной не его реальными желаниями и потребностями, а ложными ценностными ориентирами, внедряемыми с помощью рекламы и средств графического дизайна. Столь критическое суждение представляло бы явление исключительное, если бы не позднейшие высказывания на эту тему американского дизайнера Виктора Папанека: "Конечно, существуют и более вредные профессии, нежели промышленный дизайн, но их совсем немного. И возможно, лишь одна профессия превосходит его по степени надувательства – рекламный дизайн. Убеждать людей приобрести то, что им не нужно, на деньги, которых у них нет, чтобы произвести впечатление на тех, кому до этого нет никакого дела, сегодня это мошенничество стало поистине виртуозным. Промышленный дизайн, смешивая в безумных пропорциях все безвкусные глупости, которыми вразнос торгуют рекламщики, прочно удерживает второе место, <...> дизайнеры становятся по-настоящему опасными людьми. Тем более, что всем навыкам, присущим данной профессии, они старательно обучают молодежь" [3].

Перед началом нового тысячелетия тема кризиса глобального проекта цивилизации стала снова актуальной. Известные философы, культурологи и звезды мирового дизайна включились в общую переоценку ценностей и ответственности проектировщиков за результаты и векторы изменения всего существующего. "Именно на нас, дизайнеров, – говорит Карим Рашид в каждом своем выступлении в разных частях мира, – возлагается ответственность, чтобы выйти в мир и потрясти его, пробудить".

Как сформулировать "правильное" профессиональное видение начинающего дизайнера, дать представление о характере ответственности профессиональной деятельности, если проектирование и реклама отвечают новому положению человека в мире и его взаимоотношениям с окружающей средой? С каким явлением мы все-таки имеем дело? Каково взаимоотношение профессиональных ценностей и содержания дизайнерской деятельности в области рекламы? Каковы морально допустимые способы воздействия на потребителя? Какова этическая подоплека инструмента для генерирования, отбора и визуализации "лучших" коммуникационных идей, способных пробиваться к потребителю через весь современный рекламный шум?

Дизайн как область деятельности находится в процессе непрерывного изменения, уточняя по ходу цели и задачи, наполняя свой продукт новым качеством. Определение природы дизайна весьма затруднительно. Практикующие дизайнеры зачастую рассматривают задачи и условия работы дизайнера, не задумываясь о культурно значимых критериях и ценностях самой деятельности. Теоретики дизайна, философствуя о профессиональных ценностях, нередко игнорируют реалии практической творческой кухни дизайна.

Сложившаяся проблемная (кризисная) ситуация в теории и практике дизайна не позволяет уклониться от ответа на поставленные вопросы, но и однозначно ответить на них на данном этапе развития науки о дизайне не представляется возможным. В

подобных случаях уместен типологический подход, достаточно "теоретичный", чтобы оставаться в поле науки, и достаточно эмпиричный, чтобы не потерять связь с практикой. Применяя названный подход к арсеналу концепций, разработанных дизайнерами, мы обнаруживаем и обобщаем значимые и ценностно артикулированные образы дизайнерского сознания к трем типам.

Первый озвучил Джордж Нельсон в качестве принципа профессионального дизайнера: "ответственность перед самим собой" или "массирование собственного "Я". "Эта способность, называемая эстетической рефлексией, есть форма проявления персоналистического начала в проектном творчестве" [4]. "Академический" или "чистый" дизайн всегда тяготеет к рефлектирующему автору, осуществляющему независимость в выборе методов и средств в решении проектных задач. Это не означает, что в коммерческий дизайн не привлекались профессионалы высокого класса. Джио Понти отмечал, что "...интересен любой заказ, если он дает возможность развернуть накопленные профессиональные возможности дизайнера" [5]. Более того, самые лучшие идеи в рекламном дизайне сочетают в себе озарение, творческий подход, понимание бренда и здравые рассуждения – с этим согласны многие.

Вторая позиция отстаивает культуросообразность дизайна, рекламного в частности, зависимость его от стандартов массовой культуры, учета интереса и вкусовой позиции разнообразного потребителя. Почти все графические дизайнеры согласны с тем, что мнение всех, кто принимает и использует их работы, очень важно, но немногие из них решаются исследовать аудиторию или проверить работу перед публикацией. Более того, многие авторы считают, что устраивающие его визуальные решения проекта будут понятны каждому. Но, как говорил М. М. Бахтин, возможна "неслиянность голосов", в данном случае – это принципиальная несводимость точки зрения дизайнера к точке зрения потребителя и наоборот [4]. Эволюция потребительского поведения не оста-

навливается, а из-за появления социальных сетей и возможности мгновенной передачи информации условия меняются очень быстро. Можно принять во внимание утверждение о том, что "...главная задача рекламы – определение направления, по которому будут изменяться привычки восприятия потребителя" [6]. Но подобная односторонность, обезличивание собственной позиции, столь же губительно для дизайнера, как и стремление во что бы то ни стало навязать свою "истинную" точку зрения потребителю [4].

Третья позиция – проблема поиска общей точки схода между эстетическими представлениями дизайнера и эстетическими представлениями становящегося все искушеннее массового потребителя, колебаниями его вкуса, модой и стилем собственного "Я" – выразительно и лаконично сформулирована Эллиотом Нойесом: "Дизайн – это средство воспринять себя и выразить себя для других" [7]. В этом случае "...дизайн-проект – это и модель истинной реальности, и точка зрения личности на мир, это и концепция, и диалог с другими точками зрения" [4]. Это всегда проект, идея и образ актуального коммуникативного пространства, интенсифицирующего жизнь современного социума.

ВЫВОДЫ

Коммуникационные идеи рекламного дизайна (в том числе те, что функционируют в мире моды и текстильной индустрии) – это знаково-символические конструкции, которые бренд использует как основание или "стартовую площадку", чтобы выразить себя. Говоря иначе, они – мостик между довольно отвлеченным понятием сути бренда и тем, что потребители видят и испытывают в реальной жизни. И это

различие между коммуникационной идеей и сутью бренда очень важно. "Суть бренда – это устойчивая точка бренда в меняющемся мире, молчаливая и неизменная, как древние статуи на острове Пасхи. С помощью коммуникационных идей бренды осмысленно и целенаправленно подключаются напрямую к окружающему миру [8]. Сочетание присущей идее энергии и ее эмоционального качества – вот что усиливает и стимулирует коммуникации бренда как на короткий, так и на длительный срок. Именно это сочетание позволяет достучаться до людей.

Все самое хорошее в дизайне, если оно смело, лаконично, выразительно, изобретательно, внятно, смачно, то есть содержательно – обязательно будет воспринято потребителем.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аронов В.Р.* Проблемы дизайна. – М.: НИИ теории и истории изобразительных искусств Российской академии художеств, 2009.
2. *Nelson G.* – The Problems of Design. – N.Y., 1957.
3. *Виктор Папанек.* Дизайн для реального мира. – М.: Издатель Д. Аронов, 2004.
4. *Сидоренко В.Ф.* – Генезис проектной культуры и эстетика дизайнерского творчества: Дис... докт. искусствоведения. – М., 1990.
5. // *Domus.* – 1965, № 421.
6. *Музыкант В.Л.* Реклама в действии: история, аудитория, приемы. – М.: ООО "Издательство "Эксмо", 2007.
7. // Сборник переводов №1. ВНИИТЭ. С. 37; 13–17, // *Industrial Design.* – 1966, №6.
8. *Taylor J., Hatch S.* – Rigorous Magic: Communication Ideas and Their Application, John Wiley & Sons, Ltd. – 2007.
9. *Черневич Е.* Графический дизайн в России. – М.: "Слово", 2008.

Рекомендована кафедрой графического дизайна и рекламы. Поступила 09.04.10.

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОЦЕССА ХУДОЖЕСТВЕННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ БИОНИКИ

М.В. ЛАПУТИНА, О.И. ДОКУЧАЕВА

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

E-mail: laputina83@mail.ru

Разработаны основные теоретические направления в изучении структуры и формы трикотажного полотна на основе закономерностей бионики.

Basic theoretical directions in the studying of the structure and form of knitted canvas on the basis of bionics laws are developed.

Ключевые слова: трикотажные полотна – структура и форма, бионические закономерности, инновационные технологии, систематизация и классификация трикотажных структур.

В настоящее время в российской трикотажной промышленности наблюдаются тенденции к снижению художественного уровня изделий из трикотажа. Отечественные трикотажные изделия уступают мировым стандартам прежде всего по уровню дизайна и новым конструктивным решениям. Существует настоятельная потребность исследования закономерностей бионики с позиций структуры трикотажного полотна и формообразование новых костюмных форм трикотажных изделий с уменьшением производственных затрат. В связи с этим создание трикотажных полотен на основе бионических закономерностей представляет особую актуальность.

Проведенное исследование показало, что сейчас изделия из трикотажа занимают лидирующие позиции во всем мире. Он удобен, практичен и элегантен. Трикотажные вещи занимают большую часть гардероба современного человека.

Критики и специалисты от моды говорят, что за трикотажем будущее одежды, так как варианты переплетений, фактур и рисунков бесконечны. На сегодняшний день трикотажный ассортимент включает в себя изделия от нижнего белья до верхней одежды. В связи с этим развитие российской трикотажной промышленности является насущной проблемой. Эффективность

современного трикотажного производства зависит от степени удовлетворения потребности населения в модной одежде.

Известные в настоящее время исследования в области проектирования трикотажных полотен направлены на решение вопросов, связанных с формированием трикотажных переплетений и рисунков на их основе. Все эти исследования можно объединить в три группы:

– исследование трикотажных переплетений с целью их классификации и определения возможных способов их формирования в соответствии с предъявляемыми к ним требованиями;

– исследование особенностей процессов узоробразования и проектирования рисунков на отдельных типах вязальных машин с целью выявления максимальных возможностей данного оборудования для производства разнообразных трикотажных полотен;

– исследование особенностей формирования рисунков на различных видах переплетений и способов получения на их основе разнообразных рисунчатых эффектов.

Необходимо выявление инновационных технологий производства современного трикотажа, расширение и создание новых видов ассортимента трикотажных изделий. Исследование принципов биониче-

ских закономерностей для создания на их основе современных трикотажных структур и новых форм костюма с максимальным упрощением процесса создания изделий из трикотажа.

Научными исследованиями и практикой производственной деятельности у нас в стране и за рубежом доказана целесообразность использования основных положений науки бионики для проектирования объектов в машиностроении, архитектуре, костюме и других областях.

Для бионического подхода характерно исследование именно тех особенностей строения и функционирования живого организма, которые необходимы и достаточны для решения конкретных задач синтеза систем определенного назначения. Таким образом, современная бионика категорически отвергла принцип слепого копирования, некритического воспроизведения живой природы в технических аналогах и приняла метод функционального моделирования, базирующийся на требованиях изоморфизма технических систем их биологическим прототипам.

Именно бионический подход к изучению живой природы и, прежде всего, морфологии, экологии и физиологии живых организмов, их элементов и популяций, оказывается весьма продуктивным при решении комплексных проблем научно-технического прогресса.

Основные научные проблемы, процесса художественного проектирования трикотажных изделий на основе закономерностей бионики:

- выявление основополагающих факторов, определяющих тенденции развития трикотажных структур;

- исследование процессов развития трикотажных структур в современной моде;

- изучение взаимодействия между уровнями бионики и трикотажными структурами;

- комплексный анализ коллекций мировой моды с позиций структуры в трикотаже;

- совершенствование методов художественного проектирования костюма и

структуры в трикотаже на основе использования закономерностей бионики;

- создание новых трикотажных структур и форм костюма с использованием закономерностей бионики.

Впервые предложены исследования закономерностей бионики с позиций структуры трикотажного полотна и формообразования трикотажных изделий; обозначена взаимосвязь бионики – структуры трикотажного полотна – формы костюма из трикотажа – промышленности. Впервые предлагается анализ петельной структуры трикотажа с позиции бионики, перенос структуры бионического объекта в структуру полотна. Впервые предлагается разработка нового трикотажного модуля, развитие и дополнение которого даст многообразие новых форм в трикотаже, а также разработка теоретических методов, определяющих тенденции развития современных трикотажных структур и их влияние на форму полотна и костюма с использованием закономерностей бионики. Определение бионических принципов формообразования трикотажного полотна и костюма, их влияние на моду, стиль, промышленное производство. Выполнение систематизации и классификации трикотажных структур, подобных бионическим аналогам. Выявление специфики трансляции в трикотажном костюме элементов, мотивов, ассоциаций живой природы. Выявление основополагающих факторов, определяющих тенденции развития трикотажных структур в мире моды. Совершенствование методов художественного проектирования костюма и структуры в трикотаже на основе использования закономерностей бионики. Создание перспективных трикотажных структур и форм костюма с использованием закономерностей бионики. Исследование не только внешнего вида трикотажного полотна, но и структуры переплетения по аналогии с бионикой. Найдена аналогия между бионическим объектом и структурой трикотажного полотна, основывающейся на теории симметрии.

В природе все симметрично и развивается согласно законам симметрии. Проанализировав графические записи главных

и производных переплетений, можно сделать вывод, что структура трикотажного полотна развивается согласно законам симметрии, как и бионические объекты. В основе графических записей трикотажа прослеживается логарифмическая спираль, согласно которой и происходит строение полотна. Согласно этому же закону происходит расположение листьев на стебле растения. Следовательно, существует закономерность между развитием бионических объектов (в нашем случае процесс ветвления на стебле растений) и развитием трикотажной структуры. Структура – это способ организации формы. Структурная организация трикотажных полотен, как и всех объектов, окружающих человека (предметной среды), проявляется в совокупности различий, непосредственно воспринимаемых человеком. Любое трикотажное полотно обладает определенной петельной структурой, но так как петля сама по себе обладает объемом и находится в определенной ориентации в пространстве по отношению к соседним петлям и ко всему полотну, можно отнести трикотажное полотно к объемно-пространственным структурам.

ВЫВОДЫ

В исследовании разработаны основные теоретические направления в изучении структуры и формы трикотажного полотна на основе закономерностей бионики. Рассмотрение этих недостаточно исследованных направлений в современной трикотажной промышленности обуславливает теоретическую значимость работы и открывает теоретико-методологические перспективы изучения трикотажной структуры и ее формы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедев Ю.С., Рабинович В.И., Положай Е.Д. и др. Архитектурная бионика – М.: Стройиздат, 1990.
2. Шалов И.И., Далидович А.С., Кудрявин Л.А. Технология трикотажного производства: Основы теории вязания – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
3. Козлова Т.В., Белько Т.В. Костюм и бионика: Учебное пособие для вузов. – М.: МГТУ им.А.Н. Косыгина, 2007.
4. Колесникова Е.Н., Бабинец С.В., Данилов Б.Д. Вязальное оборудование трикотажных фабрик: Учебник. – М.: Легпромбытиздат, 1985.
5. Безкостова С.Ф., Пригодина Н.И., Ровинская Л.П., Филипенко Т.С. Контурное вязание: Учеб. пособие. – СПб.: ИПЦ СПГУТД, 2005.

Рекомендована кафедрой художественного проектирования костюма. Поступила 09.04.10.

УДК 687.01

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ОСОБЕННОСТИ ДИЗАЙНА ЮВЕЛИРНЫХ УКРАШЕНИЙ В СИСТЕМЕ "КОСТЮМ" В XXI ВЕКЕ*

Е.Ю. РАССОЛОВА

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

В статье рассматриваются проблемы ювелирного дизайна в контексте модных тенденций XXI века и говорится о необходимости изучения влияния инновационных технологий на функциональные возможности и формальные решения ювелирных изделий, которые являются важным элементом костюма.

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Т.В. Козловой.

The article deals with the problems of jewellery design in the context of fashion tendencies of the XX century and emphasizes the necessity of studying of innovative technologies influence on the functional possibilities and formal decisions of jewellery, which are the part of a costume in general.

Ключевые слова: костюм, дизайн ювелирных изделий, футуродизайн, умный текстиль, носимая электроника, ультрасовременные формы.

Важнейшей составляющей материальной и духовной культуры является костюм. Именно он выявляет социальную и индивидуальную характеристики человека, его возраст, пол, характер, эстетический вкус. В отличие от "одежды", костюм, являясь системным понятием, несет в себе, прежде всего, образную характеристику. Все элементы данной системы (обувь, головной убор, украшения, прическа, макияж) помогают формировать образ человека.

Системный подход к изучению костюма необходим для определения значимости отдельных его составляющих. Существует ряд научных работ, в которых рассматриваются вопросы взаимодействия элементов костюма. Предметами изучения в них выступают: одежда, обувь и головные уборы. В меньшей степени изученной остается роль украшений в системе "костюм". В последнее время был проведен ряд исследований в этом направлении. Однако данная проблема остается актуальной как для теории проектирования костюма, так и для дизайна ювелирных изделий.

На протяжении всей истории костюм и украшения развивались в тесном контакте, постоянно оказывая взаимное влияние. Важным качеством современного костюма является способность быстро трансформироваться в условиях постоянно меняющихся модных тенденций. Украшения, обладающие среди прочих элементов костюма наибольшей степенью мобильности, всегда находятся в авангарде новых веяний моды. Именно украшения способны наиболее ярко отражать изменения в самосознании человека, его отношении к окружающему миру.

Процесс дизайн-проектирования (его средства, формы, тематическое содержание) всегда располагается в поле взаимо-

действия традиций и новаторства. Обладающее качеством преемственности, современное ювелирное искусство, развивается во взаимосвязи с художественным наследием "золотых дел" мастеров. Однако новые условия и новый образ жизни XXI века активно влияют на развитие костюма, его составляющих и моды в целом. Важным этапом в процессе художественного проектирования ювелирных изделий остается определение формальных качеств, структурных и функциональных взаимосвязей украшения с костюмом.

Многогранность дизайнерских решений третьего тысячелетия обеспечивают формообразующие импульсы, посылаемые, прежде всего, из научно-технической сферы. Все чаще создатели индустрии моды, понимая необходимость новых перспективных решений в процессе моделирования костюма, стали обращаться к такой области проектирования как футуродизайн. Зародившись в 30-х годах прошлого века в США, дизайн будущего (от англ. future – будущее, design – дизайн) остается актуальным направлением в творчестве современных проектировщиков. Суть футуродизайна состоит не в пассивном ожидании будущего со свойственной этому подходу экстраполяцией тенденций из прошлого в будущее, а в проектно-нормативном подходе, основанном на постижении мотивов общества будущего и проектировании инноваций, адекватных будущему. Стратегия футуродизайнеров "обгонять, не догоняя", предполагает, что источником возникновения новых брендов являются прежде всего инновации.

Сегодня наиболее перспективным в области проектирования костюма считается такое направление, как умная одежда, объединяющая в себе текстильную, легкую и электронную промышленность. Невеоят-

ные по концептуальному замыслу новаторские идеи вносят дизайнеры и в, казалось бы, столь традиционный вид творчества как ювелирное искусство. Надо пояснить, что научные разработки идут в двух областях:

– умный текстиль (англ. intelligent textile, smart textile);

– носимая электроника (англ. wearable electronics).

Термин "носимая электроника" возник около десяти лет назад, он относится к классу техники, включающему электронные устройства, встроенные в одежду и аксессуары (перчатки, обувь, головные уборы, украшения). Появление концепции носимой электроники связано с развитием целого ряда технологий. Электронная техника перемещается из разряда переносной или портативной в разряд постоянно носимой и обеспечивающей комфортный уровень функционирования человека. С достижениями ученых в области применения высоких технологий в costume можно ознакомиться на проводимых ежегодно международных конференциях: "Smart Fabrics" (г. Вашингтон), "Intelligent textile" (г. Прага) и др.

Для создания украшений будущего дизайнеры активно применяют концепцию носимой электроники. Ведущая в области цифровых технологий компания Phillips и известный уже более 100 лет производитель украшений фирма Swarovski объединили свои усилия для создания нескольких технологичных и вместе с тем привлекательных внешне аксессуаров "Active Crystals". Сочетание высокофункциональных технологий и элементов дизайна представляют собой наушники плееров и флэш-накопители в виде подвесок, выполненные из серебристого металла и инкрустированные цветными кристаллами, которые являются искусной имитацией ограненных драгоценных камней.

Компания Nokia постоянно находится в авангарде модных тенденций. Дизайнерская команда фирмы предлагает свой проект, демонстрирующий возможности браслета и кольца для большого пальца подавать световые сигналы оповещения о вхо-

дящем на мобильный телефон сообщении или звонке.

В 2007 году дизайнерская компания Yanko представила концепт портативного устройства для управления плеером iPod, телефоном iPhone и другими устройствами компании Apple. Пульт управления, получивший название iRing, имеет форму кольца и носится на пальце. Кольцо снабжено крошечным жидкокристаллическим дисплеем в форме надкушенного яблока (логотип компании Apple), на котором отражается состояние телефона или плеера, и сенсорными кнопками управления. С помощью этого кольца можно регулировать громкость, управлять порядком воспроизведения музыкальных файлов. Кольцо взаимодействует с iPod и iPhone по беспроводной связи, для зарядки его нужно поместить на специальную подставку.

Каждый сезон на свет появляются фантастические по замыслу проекты часов от различных фирм, демонстрирующие неограниченные возможности. Обладая невероятными по дизайнерскому решению формами, они не только сообщают информацию о времени, но и выполняют функции мобильного телефона, плеера, предоставляют информацию о работе организма, что необходимо прежде всего для спортсменов.

Представленные проекты, в которых успешно сочетаются дизайн и High-tech технологии, являются наиболее яркими примерами гармоничного присутствия инноваций в окружении человека, его costume. Наряду с декоративной функцией, направленной на визуальное восприятие украшения, они наполняются и совершенно новыми функциональными возможностями:

- коммуникации и средства связи;
- аудио- и видеосредства;
- идентификация личности;
- персональная навигация;
- обеспечение безопасности;
- мониторинг биологического состояния.

Абсолютно инновационный подход ко всей индустрии драгоценностей предлагает уже упоминавшаяся фирма Phillips и европейская компания Stella, которая за-

нимается созданием растяжимых электронных схем для использования их в медицине. Концепт Skintile Electronic Sensing Jewelry, где украшения крепятся прямо на теле и загораются в результате перемены настроения. В электронной плате, встроенной в украшение, размещается и источник энергии, и сенсоры, и датчики, и дисплей. Данный проект демонстрирует перспективное направление – переход от "умных вещей" к "чувствительным".

Анализ проведенного исследования показал влияние технико-технологического аспекта – изготовление украшений на пластику и образ современного костюма. В условиях, когда одежда становится "умной", все составляющие костюма должны быстро трансформироваться в дизайнер-

ской составляющей для наполнения их дополнительными, помимо декоративной, функциями. Прогноз развития моды на третье тысячелетие – ультрасовременные формы, оригинальные по технологии и конструкции решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балдано И.Ц. Мода XX века. Энциклопедия. – СПб.: Эксмо, 2002.
2. Козлова Т.В. Основы проектирования костюма. – М., 1988.
3. Мерцалова М.Н. Костюм разных времен и народов. – М.: Академия моды, 1993.

Рекомендована кафедрой художественного проектирования костюма. Поступила 09.04.10.

УДК 687.016

АНАЛИЗ ОБРАЗА ЭТНОКУЛЬТУРНОГО СТЕРЕОТИПА В ГАРМОНИЧНОЙ СИСТЕМЕ ЧЕЛОВЕК – КОСТЮМ В КОНТЕКСТЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО КОСТЮМА

И.А. БУЛАНИНА, Т.В. КОЗЛОВА

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

Рассмотрена проблема, связанная с постоянным обращением современных художников к этническим культурам на протяжении длительного времени, а также с необходимостью анализа "цитирования" этнического первоисточника в художественном проектировании костюма.

The problem connected with the constant reference of modern artists to ethnic cultures throughout a long time, and also with the necessity of the analysis of the ethnic primary source "citing" for a suit art designing is considered.

Ключевые слова: образ человека, формообразующее начало, костюм, этнический первоисточник, этнокультурный стереотип.

В настоящее время существует необходимость более подробно исследовать этнические культуры нашего мира с позиции образа человека, как основного формообразующего начала в гармонической системе человек – костюм. Это позволит более плодотворно использовать найденные закономерные связи в художественном проектировании современного костюма. Актуальность работы продиктована постоянным обращением современных художников к этническим культурам на протяжении длительного времени, а также необходимостью анализа "цитирования" этнического первоисточника в художественном проектировании костюма.

Технический прогресс и процесс глобализации находят свои отражения во всех сферах деятельности человека. Пантин В.И. сказал: "Глобализация – это процесс, который охватывает все сферы жизни общества,... в результате которого мир становится более связанным и более зависимым от всех его субъектов" [1]. В связи с этим мы наблюдаем процесс гибели отдельных культур; наступление техники и развитие новых технологий вытесняют трудоемкое ручное шитье национальных костюмов, размывается таинственный этнический образ. Мировая мода, как зеркало всех происходящих изменений в обществе, постоянно должна искать новые формы их выражения, забираться в самые глубокие кладовые и сокровищницы мировой культуры, чтобы продемонстрировать обществу давно забытые, но блестящие образцы культуры, поражающие своей современностью. Такими сокровищницами, конечно, являются культуры различных этносов и этнических групп, которые хранят в себе тайны великой гармонии связи образа человека и его одеяния. В работе Р.Ф. Самархановой [2] были определены закономерности цикличного обращения современных художников к культурам различных этносов. Модная индустрия сегодня зачастую интуитивно "цитирует" различные композиционные решения, заимствованные в образах этнических культур, не вдаваясь в правомерность их связи с образом современного человека.

Поиском гармонии в фигуре и в образе человека, созданием канонov красоты с давних пор занимались разные ученые: Пифагор, Леонардо да Винчи, Альбрехт Дюрер и др. Из современных это: Ле Корбюзье, И.П. Шмелев и др. В исследованиях, проведенных Т.В. Козловой и Р.Гузевичуте, говорится о том, что фигура человека является главным фактором, определяющим образ и характер формы костюма, ритма расположения деталей и цвета [3].

Современная наука имиджеология¹ изучает истоки и факторы формообразования эстетического образа в массовом или индивидуальном сознании. Она рассматривает образ современного человека, но не раскрывает сущности уже существующих идеальных образов этнокультурных стереотипов (этнической культуры) и их костюмов. Каждая этническая культура опирается на определенные каноны идеального образа, который отражает гармоническую взаимосвязь образа этнокультурного стереотипа и его традиционного костюма. Все это ставит нас перед необходимостью более серьезного и тщательного исследования образа этнокультурного стереотипа и его костюма, как идеального принципа формообразования и использования композиционных приемов в построении современного костюма.

Данные исследования не являются только призывом к изучению традиционного костюма, образа человека и этнической культуры в целом; разработаны конкретные рекомендации к выбору композиционных приемов и средств при создании современного костюма в зависимости от идентификационных черт этнического стереотипа с современным образом.

Согласно работам российских ученых доказано, что существует три основных расы [4]: большая европеоидная, негроавстралоидная и большая монголоидная, которые разделяются на ряд этнических групп, как например, большая европеоидная имеет три этнические группы – южная, центральная и северная и т.д.

¹ Имидж – от англ. image – образ, целостный – качественно определенный образ данного объекта.

Используя методику построения гармонических масок Стивена Магвардта [5] и систему "сеток" А. Дюрера [6] с целью нахождения гармонических принципов связи между композиционными решениями в костюме было доказано, что каждая из этнических групп обладает едиными среднестатистическими параметрами и пропорциями фигуры и лица, которые олицетворяют характерные черты образа этнокультурного стереотипа данной группы. Каждый этнос ориентировался на свой идеальный образ и использовал композиционные средства в костюме в виде зашифрованного кода и символа, которые выражали основное содержание в различных пропорциях, членениях, горизонтальных, вертикальных линиях, в специфических гаммах цветов, типах орнамента, материалах в костюме. Стилизация каждого из костюмов выявляла гармоничный геометрический или пластический код того или иного этнокультурного образа.

Негроидный образ этнокультурного стереотипа, например, отчасти опирается на египетский канон в построении костюма, где форма круга является основополагающим символом, пришедшим из религиозных и магических культов поклонения Солнцу; этот же символ проявляется в украшениях, орнаменте, головных уборах и т.д. Впечатление усиливается "горячими" цветовыми гаммами.

Совершенно иную структуру костюма имеет монголоидный этнокультурный стереотип, который базируется на индо-тибетском каноне и геометрическом символе "агрессивного" треугольника. В современных моделях японских художников прослеживается структура геометрических форм треугольника.² Японские модельеры, как никто в мире, прекрасно воплощают свой традиционный принцип построения костюма в современном облике благодаря глубокому проникновению в струк-

турные закономерности связи между образом человека и его костюмом.

Проектируя современный костюм, художник должен глубоко изучить структуру, философию традиционного костюма, идеальный образ и связанные с ним композиционные средства. Современный костюм может использовать только структурную матрицу взаимосвязи образа и композиционных средств, как это удачно используют японские модельеры, и потому они сейчас заняли передовые позиции на арене мировой моды. Иной подход к построению современного костюма на базе этнических мотивов может стать этнографическим двойником.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Пантин В.И.* Циклы и волны глобальной истории. – М., 2003.
2. *Самарханова Р.Ф.* Формирование образной концепции при проектировании коллекции современного костюма на основе использования этнических мотивов: Дис...канд. техн. наук. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2009.
3. *Козлова Т.В.* Костюм. Художественное проектирование костюма: Учебник для вузов. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2005.
4. Проблема расы в российской физической антропологии/ Под ред. Алексеевой Т.И., Яблонского Л.Т. – М., 2002.
5. Dr. Stephen R. Marguardt/ On the Golden Decagon and human facial beauty/ Interview by Dr. Gottlieb. J Clin Orthod. 2002 Jun; 36 (6): 339-47
6. Written by Dr. Lazlo Timar. Albrecht Dürer. Della simmetria. Dei corpi Humani. - RG. Budapest.

Рекомендована кафедрой художественного проектирования костюма. Поступила 09.04.10.

² "а" – Модель коллекции весна-лето 2010 модного дома Issey Miyake дизайнер Даи Фудживара (Dai Fujiwara) и "б" – модель костюма разработанная самим Иссей Мияке (передвижение треугольника вокруг вертикальной оси).

УДК 677.054.845-231.321.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ГЛАВНОГО ВАЛА ТКАЦКОГО СТАНКА СТЬ С УЧЕТОМ УПРУГОСТИ РЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ

С. В. ЛУШНИКОВ, М. А. БЕЛЫЙ

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

Выполнен гармонический анализ возмущающей функции, возникающей при работе батанного механизма. Установлено, что наибольшее значение имеет амплитуда 2-й гармоники, максимум которой находится вне области рабочих скоростей главного вала ткацкого станка.

The harmonious analysis of the revolting function arising at the lathe mechanism work is made. It is established that the amplitude of the 2nd harmonic which maximum is out of the area of working speeds of the loom main shaft has the greatest value.

Ключевые слова: главный вал ткацкого станка, батанный механизм, упругость ременной передачи, гармонический анализ возмущающей функции, амплитуда 2-й гармоники.

На закон движения главного вала ткацкого станка, как показывают экспериментальные исследования [1], в основном влияет движение батанного механизма. В работе [2] был получен график угловой скорости главного вала ткацкого станка на участке работы батанного механизма в предположении, что все звенья механизма являются абсолютно жесткими. Наиболее податливым элементом привода станка является ременная передача, поэтому представляет интерес проведение исследований по определению влияния упругости ременной передачи на движение главного вала станка. Динамическая модель машин-

ного агрегата ткацкий станок–электродвигатель показана на рис. 1.

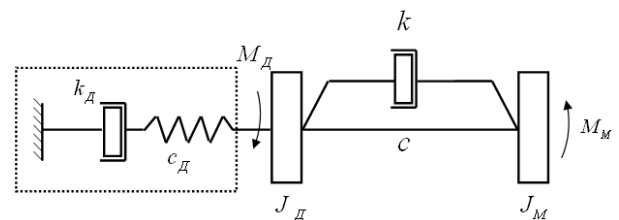


Рис. 1

Дифференциальные уравнения движения машинного агрегата для двухмассовой модели с учетом динамической характеристики электродвигателя [3] представим в виде:

$$\begin{aligned}
J_M \ddot{\varphi}_M + \frac{1}{2} \frac{dJ_M}{d\varphi_M} \dot{\varphi}_M^2 &= M_M(\varphi_M) - c(\varphi_M - \varphi_D) - k(\dot{\varphi}_M - \dot{\varphi}_D), \\
J_D \ddot{\varphi}_D &= M_D(\dot{\varphi}_D) - c(\varphi_D - \varphi_M) - k(\dot{\varphi}_D - \dot{\varphi}_M), \\
\dot{\varphi}_D &= \dot{\varphi}_{ДС} \left[1 - \nu_D (M_D + T_D \dot{M}_D) \right],
\end{aligned} \quad (1)$$

где $\varphi_M, \dot{\varphi}_M, \ddot{\varphi}_M$ – соответственно угол поворота, угловая скорость и угловое ускорение главного вала ткацкого станка; $\varphi_D, \dot{\varphi}_D, \ddot{\varphi}_D$ – угол поворота, угловая скорость и угловое ускорение ротора электродвигателя; J_M – приведенный момент инерции ткацкого станка; M_M – момент сил сопротивления; c – коэффициент жесткости ременной передачи; k – коэффициент сопротивления ременной передачи; J_D – момент инерции ротора электродвигателя; M_D – движущий момент; T_D – электромагнитная составляющая времени; ν_D – крутизна статической характеристики. Все параметры приведены к главному валу ткацкого станка.

Для исследования упругих характеристик ременной передачи предположим, что характеристика двигателя является абсолютно жесткой, и, пренебрегая действием сил сопротивления из системы (1) после ее преобразования, получим:

$$\begin{aligned}
\dot{\varphi}_D &= \omega_{ДН} = \text{const}, \quad \varphi_D = \omega_{ДН} t, \quad \ddot{\varphi}_D = 0, \\
J_{МС} \ddot{\varphi}_M + k(\dot{\varphi}_M - \dot{\varphi}_D) + c(\varphi_M - \varphi_D) &= L_{МV}. \quad (2)
\end{aligned}$$

В этом уравнении $J_{МС} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} J_M(\varphi_M) d\varphi_M$ – средняя величина приведенного момента инерции ткацкого станка, являющаяся величиной постоянной; $L_{МV}$ представляет воздействие, вынуждающее колебательный процесс:

$$L_{МV} = -J_{МV} \ddot{\varphi}_M - \frac{1}{2} \frac{dJ_M}{d\varphi_M} \dot{\varphi}_M^2, \quad (3)$$

где $J_{МV}$ – переменная составляющая приведенного момента инерции.

Для решения дифференциального уравнения (2) используем метод последовательных приближений [4]. Согласно

этому методу вынуждающий момент раскладывается в ряд Фурье:

$$L_{МV}(t) = \sum_{i=1}^{\infty} L_{МАi} \cos(i\Omega t - \beta_i), \quad (4)$$

где амплитуды $L_{МАi}$ и фазы β_i определяются по формулам Эйлера-Фурье, а круговая частота по формуле $\Omega = 2\pi / (t_p)$, где t_p – время перемещения батана из одного крайнего положения в другое.

Далее используем принцип суперпозиции:

$$\eta = \sum_{i=1}^{\infty} \eta_i. \quad (5)$$

При установившемся режиме необходимо найти только частное решение этого уравнения:

$$\eta_i = \eta_{Ai} \cos(i\Omega t - \beta_i - \gamma_i), \quad (6)$$

где

$$\begin{aligned}
\eta_{Ai} &= \frac{L_{МАi}}{\sqrt{[c - (i\omega_{МС})^2 J_{МС}]^2 + (ki\omega_{МС})^2}}, \\
\text{tg}\gamma_i &= \frac{ki\omega_{МС}}{c - (i\omega_{МС})^2 J_{МС}}.
\end{aligned}$$

Таким образом, $\eta = \eta(t)$ есть та динамическая деформация, которая вызвана податливостью ременной передачи. Эта динамическая деформация выражается как сумма упругих гармонических колебаний, происходящих с частотами $\nu_1 = \omega_{МС}$, $\nu_2 = 2\omega_{МС}$, $\nu_3 = 3\omega_{МС}$, ..., где $\omega_{МС}$ – средняя угловая скорость главного вала станка. Расчет выполнялся для ткацкого станка СТБ-216 с асинхронным электродвигателем 4А100LB мощностью $N = 2,2$ кВт [1];

$J_{S_1} = 0,3 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; $J_6 = 0,39 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; частота вращения главного вала $n_1 = 300 \text{ об/мин}$; технологическая нагрузка $M_c = 50,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$; $M_{\text{приб}} = 680 \text{ Н}\cdot\text{м}$ – для камвольной костюмной ткани арт. 2268. Частота собственных колебаний батанного механизма с приводом от ременной передачи $p = \sqrt{c/J_{\text{мс}}}$. Коэффициент крутильной жесткости ременной передачи и электродвигателя, приведенный к главному валу, $c = 13742 \text{ Н}\cdot\text{м/рад}$; $c_d = 2598 \text{ Н}\cdot\text{м/рад}$, коэффициенты сопротивления $k = 120 \text{ Н}\cdot\text{мс}$, $k_d = 56 \text{ Н}\cdot\text{мс}$.

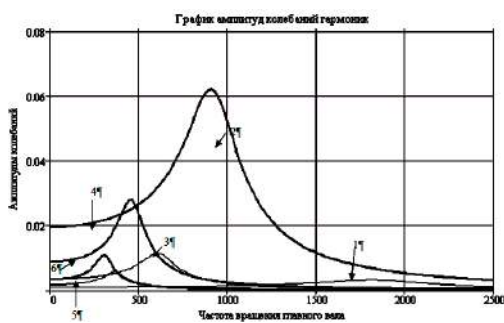


Рис. 2

Гармонический анализ функции $L_{MV}(t)$ показал, что более высокие значения имеют амплитуды четных гармоник по сравнению с нечетными гармониками. Наибольшее значение у амплитуды 2-й гармоники (рис. 2), максимум которой соответствует частоте вращения главного вала $n = 910 \text{ об/мин}$, то есть лежит вне зоны рабочих скоростей главного вала ткацких станков типа СТБ. При скоростях вращения главного вала менее 500 об/мин располагаются максимумы 4, 5, 6-й и т.д. гармоник.

Исследование неравномерности вращения главного вала ткацкого станка проводилось для трех вариантов.

1. Предполагается, что механическая характеристика электродвигателя является абсолютно жесткой и при этом учитывается упругость ременной передачи.

2. Используется динамическая характеристика электродвигателя и не учитывается упругость клиноременной передачи.

3. Используется динамическая характеристика электродвигателя и учитывается упругость клиноременной передачи.

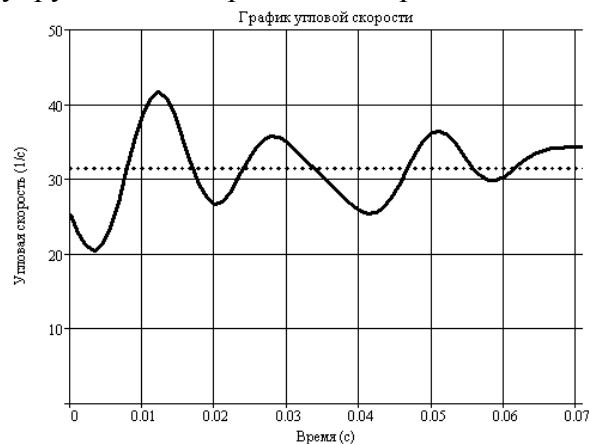


Рис. 3

График угловой скорости главного вала ткацкого станка, определенный по 1-му варианту, показан на рис. 3. Неравномерность вращения главного вала при этом составляет 38%. Расчеты показывают, что при использовании динамической характеристики электродвигателя в предположении абсолютной жесткости ременной передачи (вариант 2) неравномерность вращения главного вала составляет 16%. Жесткость упругой связи характеристики электродвигателя c_d значительно меньше жесткости c клиноременной передачи. Электродвигатель является фильтром низких частот, вследствие чего высокочастотные колебательные процессы, происходящие в механической системе, оказывают малое влияние на формирование неравномерности вращения ротора [4]. Решение системы дифференциальных уравнений (1) позволяет учесть динамическую характеристику электродвигателя и упругость ременной передачи.

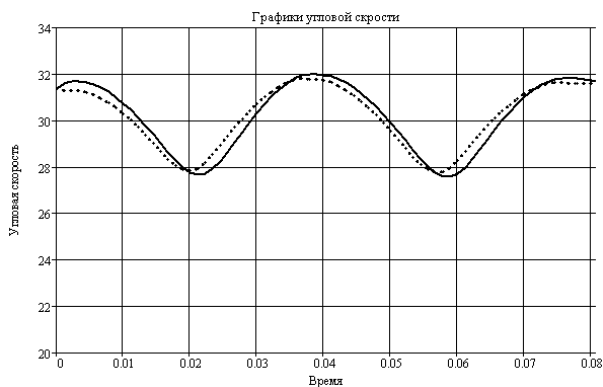


Рис. 4

Результат решения системы (1) показан на рис. 4, где кривая 1 показывает изменение угловой скорости главного вала, кривая 2 – вала электродвигателя. Коэффициент неравномерности вращения главного вала при этом составляет примерно 15%, вала электродвигателя 13,5%. Таким образом, можно предположить, что клиноременная передача незначительно влияет на закон движения главного вала ткацкого станка. Как показывают расчеты, изменение коэффициентов жесткости и демпфирования клиноременной передачи также незначительно влияют на движение главного вала станка.

ВЫВОДЫ

УДК 621.81:62-752

КОНСТРУКЦИОННОЕ ДЕМПФИРОВАНИЕ В СОЕДИНЕНИИ ШПУЛИ С НАСАДКОЙ ШПИНДЕЛЯ ВЕРЕТЕНА

А.Ю. КОЛЯГИН, С.В. ПАЛОЧКИН

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

Осуществлено теоретическое исследование конструкционного демпфирования колебаний в соединении шпули с насадкой веретена крутильно-мотального механизма; описана методика исследования.

Theoretical research of structural damping of fluctuations in connection of a tube with a spindle bait of the twisting-reeling mechanism is carried out; the re-

1. Выполнен гармонический анализ возмущающей функции, возникающей при работе батанного механизма. Установлено, что наибольшее значение имеет амплитуда 2-й гармоники, максимум которой находится вне области рабочих скоростей главного вала ткацкого станка.

2. Установлено, что упругость клиноременной передачи, используемой в приводе главного вала ткацких станков типа СТБ, незначительно влияет на неравномерность вращения главного вала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мартынов И.А., Мецзяков А.В., Корнев Б.И. Динамика приводов ткацких машин. – М.: РИО МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2002.
2. Лушников С.В., Саранчук Г.А., Белый М.А. О взаимовлиянии законов движения батана и главного вала ткацкого станка СТБ // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №4. С.75...78.
3. Вейц В.Л., Кочура А.Е., Мартыненко А.М. Динамические расчеты приводов машин. – Л., 1971.
4. Коловский М.З. Динамика машин. – Л., 1989.

Рекомендована кафедрой теории механизмов, приборов и машин. Поступила 09.04.10.

search technique is described. The settlement dependence, which reliability is confirmed by the experiment data, is received for the determination of fluctuations energy dispersion for a cycle in the researched connection.

Ключевые слова: крутильно-мотальные механизмы, соединение шпули паковки с насадкой шпинделя веретена, посадка с натягом, консольная балка, рассеянная энергия.

Одной из актуальных задач при определении диссипативных характеристик крутильно-мотальных механизмов является расчет рассеяния энергии колебаний в соединении шпули текстильной паковки с насадкой шпинделя веретена крутильно-мотального механизма.

Рассеяние энергии колебаний в данном соединении, которое следует отнести к соединениям деталей посадкой с натягом, в общем случае может быть определено расчетным путем как сумма потерь этой энергии за счет внешнего трения при проскальзывании втулки по валу и при контактных деформациях этих деталей. Величину проскальзывания определяют, учитывая совместную работу вала и втулки, а также их поверхностных слоев, как третьего тела.

Однако при больших отношениях длины соединения к посадочному диаметру и малых давлениях на его контактной поверхности (до 5 МПа), а именно к данному типу соединений относится соединение шпули с насадкой шпинделя, доля рассеяния энергии от контактных деформаций невелика [1]. Демпфирование в данном случае определяется в основном потерями на трение при относительном проскальзывании контактирующих поверхностей сопряженных деталей. При этом шпуля представляет собой тонкостенную втулку, что позволяет рассчитать рассеяние энергии колебаний в рассматриваемом соединении на базе изложенных в [2] результатов решения аналогичной задачи для консольной балки постоянного прямоугольного сечения с прижатыми к ней сверху и снизу тонкими накладками, расчетная схема которой приведена на рис. 1.

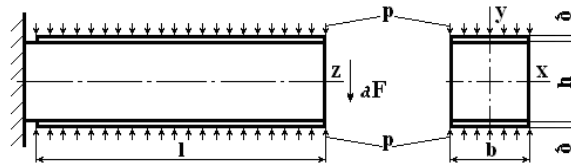


Рис. 1

Согласно [1], [2] рассеяние энергии W за цикл поперечных (изгибных) колебаний такой балки равно

$$W = \frac{2F_v^3 k^2 \ell^3 q_0 h}{3EJ_0 (kF_v + q_0 h)^2}, \quad (1)$$

где $F_v = F$ – амплитуда переменной силы αF ; F – ее максимальное значение; $-1 \leq \alpha \leq 1$ – безразмерный коэффициент нагрузки; $k = Ah^2/(2J)$ – постоянная величина для данной балки с накладками; $A = b\delta$ – площадь сечения накладки; δ – толщина накладки; ℓ , b и h – длина, ширина и высота балки; E – модуль упругости первого рода материала балки; $J_0 = bh^3/12$ – момент инерции сечения балки без накладок; $J = b(h+2\delta)^3$ – момент инерции сечения балки с накладками; $q_0 = fpb$ – интенсивность предельных сил трения (на единицу длины накладки) или предельное касательное усилие; f – коэффициент трения между накладкой и балкой; p – постоянное давление на контактной поверхности.

Исследуемое соединение шпули с насадкой шпинделя имеет конический стык с малой конусностью. Поэтому в первом приближении в качестве расчетной схемы данного соединения выбираем консольную балку постоянного круглого поперечного сечения диаметром d с напрессованной на нее тонкостенной цилиндрической втулкой, имеющей внешний диаметр D и длину ℓ (рис. 2 – расчетная схема исследуемого соединения шпули с насадкой шпинделя веретена).

Разбив сечение балки по оси X на достаточно большое конечное число $2N$ участков длиной $dx = d/(2N)$, моделируем круглое сечение балки в виде совокупности прямоугольных сечений переменной

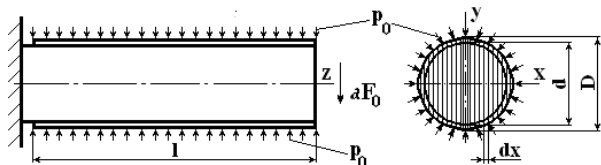


Рис. 2

При этом координата i -го участка по оси X равна:

$$x_i = dx(i - 0,5), \quad (2)$$

а его высота может быть вычислена по формуле:

$$h_i = 2\sqrt{(0,5d)^2 - (x_i)^2}, \quad (3)$$

где $i = 1, 2, 3 \dots$ – номер рассматриваемого участка.

Подставив (2) с учетом $dx = d/(2N)$ в (3), получаем:

$$h_i = d\sqrt{1 - (i - 0,5)^2 / N^2}. \quad (4)$$

Тогда соединение, представленное на рис. 2, можно моделировать в виде совокупности $2N$ соединений балок прямоугольного сечения с прижатыми к ним тонкими накладками. Для каждого из этих $2N$ соединений имеют место следующие соотношения параметров:

$$b_i = dx = d / (2N), \quad (5)$$

$$\delta_i = \delta = 0,5(D - d), \quad (6)$$

$$\begin{aligned} p_i &= p_0 \sin \alpha_i = p_0 h_i / d = \\ &= p_0 \sqrt{1 - (i - 0,5)^2 / N^2}, \quad (7) \end{aligned}$$

где p_0 – нормальное давление на контактных поверхностях цилиндрического соединения балки и втулки.

высоты h_i и постоянной ширины dx (рис. 2 и 3 – размеры прямоугольного сечения переменной высоты).

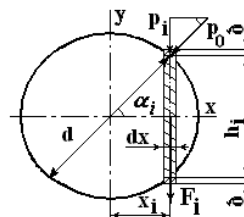


Рис. 3

Силы αF_i , действующие на каждую из этих балок, определяем из условий равенства их суммы величине переменной нагрузки αF_0 и одинаковых значений прогибов y всех балок в местах приложения этих сил [3], то есть:

$$\alpha F_0 = 2 \sum_{i=1}^N \alpha F_i, \quad (8)$$

$$y = \frac{F_i \ell^3}{3EJ_{oi}} = \frac{F_{i+1} \ell^3}{3EJ_{oi+1}}. \quad (9)$$

Решив систему уравнений (8) и (9) с учетом ранее приведенного выражения для момента инерции сечения J_0 , получаем:

$$F_{vi} = F_i = 0,5F_0 h_i^3 / \sum_{i=1}^N h_i^3. \quad (10)$$

В соответствии с разработанной моделью суммарное рассеяние энергии за цикл колебаний в исследуемом соединении может быть определено как

$$W = 2 \sum_{i=1}^N W_i, \quad (11)$$

где, учитывая (1):

$$W_i = \frac{2F_{vi}^3 k_i^2 \ell^3 q_{0i} h_i}{3EJ_{0i} (k_i F_{vi} + q_{0i} h_i)^2} = \frac{2F_{vi} \ell^3 q_{0i} h_i}{3EJ_{0i} \left(1 + \frac{q_{0i} h_i}{k_i F_{vi}}\right)^2} \quad (12)$$

Принимая

$$K_D = (D/d - 1), \quad (13)$$

$$K_{Ni} = \sqrt{1 - (i - 0,5)^2 / N^2}, \quad (14)$$

с учетом (5), (6), (7), (10) и пояснений к (1) получаем:

$$F_{vi} = F_i = 0,5F_0(1 - 0,25/N^2)K_{Ni} / \sum_{i=1}^N K_{Ni}^3, \quad (15)$$

$$k_i = \frac{3K_D K_{Ni}^2}{(K_D + K_{Ni})^3}, \quad (16)$$

$$q_{0i} = 0,5fp_0 d K_{Ni} / N, \quad (17)$$

$$h_i = d K_{Ni}, \quad (18)$$

$$J_{0i} = d^4 K_{Ni}^3 / (24N). \quad (19)$$

Подставив (15)...(19) в (12), имеем

$$W_i = \frac{4F_0^3 p_0 \ell^3}{Ed^2 K_{N\Sigma} \left[1 + \frac{fp_0 d^2 K_{N\Sigma} (K_D + K_{Ni})^3}{3N K_D K_{Ni}^2 F_0}\right]^2} \quad (20)$$

Подставив затем (20) в (11), получаем окончательную формулу для расчета рассеянной за цикл колебаний энергии в исследуемом соединении шпули с насадкой шпинделя веретена:

$$W = 8 \frac{F_0^3 p_0 \ell^3}{Ed^2} \frac{K_W}{K_{N\Sigma}}, \quad (21)$$

где $K_{N\Sigma}$ – зависящий от числа разбиений N постоянный безразмерный коэффициент, рассчитываемый как

$$K_{N\Sigma} = \sum_{i=1}^N K_{Ni}^3, \quad (22)$$

K_W – зависящий от параметров соединения и величины амплитуды нагрузки безразмерный коэффициент, равный

$$K_W = \sum_{i=1}^N \frac{1}{\left[1 + \frac{fp_0 d^2 K_{N\Sigma} (K_D + K_{Ni})^3}{3N K_D K_{Ni}^2 F_0}\right]^2} \quad (23)$$

Полученная формула (21) позволяет легко определить значение W , используя простейший метод численного расчета (суммирования) на ЭВМ.

В качестве исходных данных при проведении расчетов были взяты следующие значения параметров соединения и нагрузки, характерные для веретена ВН-28 ГОСТ 27289–87 с картонной шпулей:

$$\begin{aligned} D &= 19 \text{ мм}; d = 16 \text{ мм}; \ell = 212 \text{ мм}; \\ E &= 0,8 \cdot 10^5 \text{ МПа}; N = 100; \\ f &= 0,06 \dots 0,12; p_0 = 0 \dots 0,2 \text{ МПа}; \\ F_0 &= 10 \dots 20 \text{ Н}. \end{aligned}$$

Результаты выполненных в системе "MathCAD" компьютерных расчетов для исследуемого соединения шпули с насадкой шпинделя веретена представлены в виде графиков на рис. 4: $W = W(F_0, P)$ при а) – $f = 0,06$; б) – $f = 0,12$.

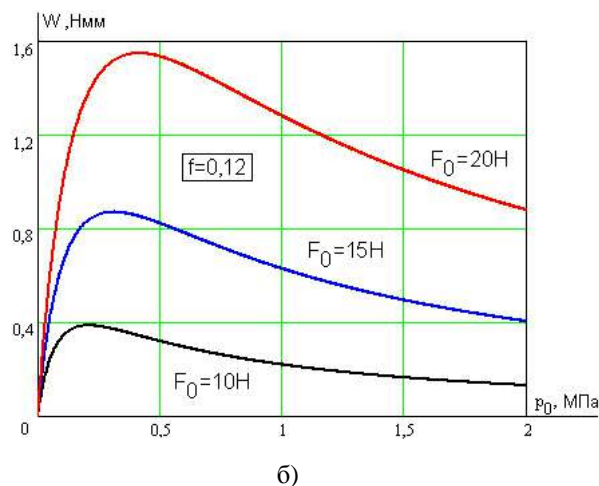
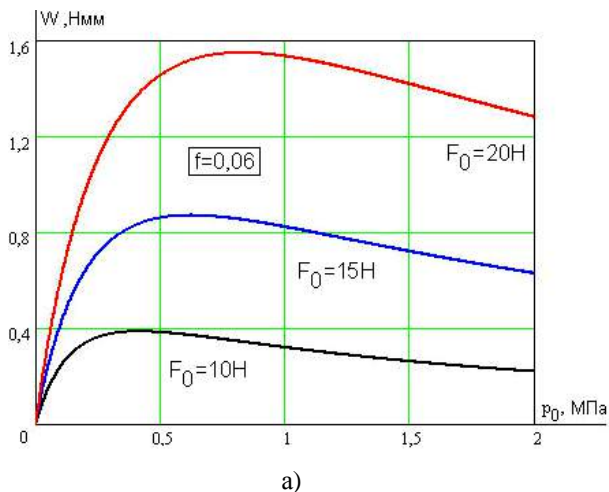


Рис. 4

Их анализ показывает, что рассеяние энергии колебаний в соединении увеличивается с ростом амплитуды нагрузки, а с увеличением давления сначала рассеяние энергии возрастает, а после достижения некоторого максимального значения начинает убывать. При этом коэффициент трения на контактных поверхностях деталей, практически не влияя на величину максимального рассеяния энергии колебаний, вместе с тем определяет значение давления, при котором имеет место данный максимум.

Достоверность полученной теоретической формулы подтверждена путем сравнения данных аналитического расчета с результатами проведенного по методу "статической петли гистерезиса" эксперимента, в ходе которого были определены жесткость упругого элемента колебательной системы стенда $c = 6,25 \text{ Н/мм}$ и коэффициент поглощения $\psi = 0,044$ в исследуемом соединении [4].

При этом потенциальная энергия упругого элемента, соответствующая нагрузке $F_0 = 20 \text{ Н}$, равна $E_p = 0,5F^2/c = 0,5 \cdot 20^2/6,25 = 32 \text{ Н} \cdot \text{мм}$, а величина рассеяния энергии за цикл испытаний в исследуемом соединении составляет $W = \psi E_p = 0,044 \cdot 32 = 1,41 \text{ Н} \cdot \text{мм}$, что достаточно хорошо согласуется с данными теоретического расчета

$W = 1,29 \dots 1,56 \text{ Н} \cdot \text{мм}$ в диапазоне значений $p_0 = 0,5 \dots 2,0 \text{ МПа}$ при $f = 0,06$ (рис. 4-а).

ВЫВОДЫ

1. Получена расчетная зависимость для определения рассеяния энергии колебаний за цикл в соединении шпули с насадкой шпинделя веретена.
2. Достоверность полученной зависимости подтверждена данными опытов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вибрации в технике: Справочник. В 6 т. – М.: Машиностроение, 1981. – Т. 6. Защита от вибраций и ударов / Под ред. К.В. Фролова.
2. Калинин Н.Г. и др. Конструкционное демпфирование в неподвижных соединениях / Н.Г. Калинин, Ю.А.Лебедев, В.И. Лебедева, Я.Г. Пановко, Г.И. Страхов. – Рига: Изд-во Академии наук Латвийской ССР, 1960.
3. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1988.
4. Колягин А.Ю., Палочкин С.В. Экспериментальные исследования демпфирования колебаний в крутильно-мотальном механизме // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, № 2С.

Рекомендована кафедрой деталей машин и подъемно-транспортных устройств. Поступила 09.04.10.

УДК 681.5.03.26:666.223.9

**ДВУМЕРНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
ПРОЦЕССОМ ВЫТЯЖКИ
ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН ИЗ ЗАГОТОВКИ**

Т.В. СОКОЛОВА, Ю.Д. РУМЯНЦЕВ, С.В. ЗАХАРКИНА

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

В статье рассматривается процесс синтеза двумерной системы автоматического управления процессом вытяжки оптических волокон из заготовки путем назначения полюсов замкнутой системы.

The process of synthesis of the two-dimensional system of automatic control of the process of the optical fibers draught of a workpiece by the function of the endless system poles is considered in the article.

Ключевые слова: двумерная система управления процедура синтеза, процесс вытяжки, матрицы состояния схемы моделирования, пакет прикладных программ.

Путем экспериментальной идентификации [1] получена математическая модель объекта управления процесса вытяжки оп-

тических волокон из заготовки [2], на основе которой реализована двумерная система управления, представленная на рис. 1.

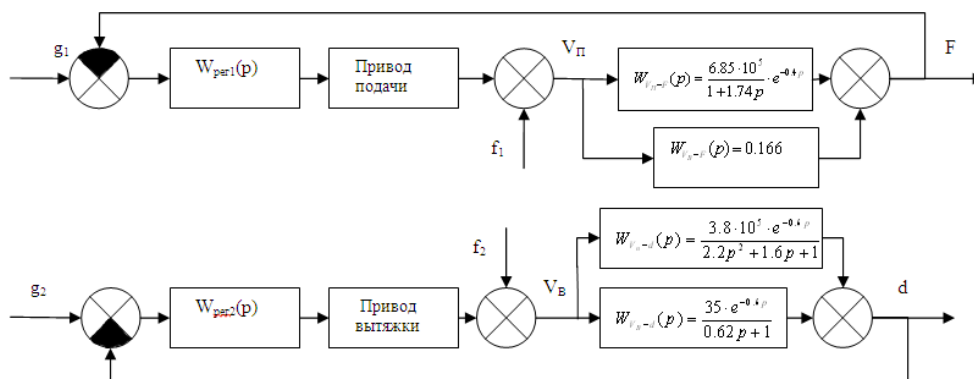


Рис. 1

В работе рассматривается процедура синтеза двумерной системы управления в пространстве состояний путем размещения

полюсов. При синтезе путем размещения полюсов управление определяется как

$$u(t) = Kx(t),$$

где K – есть матрица постоянных коэффициентов. Матрица K позволяет разместить все полюсы замкнутой системы в заданных точках и тем самым задавать желаемые динамические свойства замкнутой двумерной системы управления. Синтез системы при априорном задании ее динамических свойств требует выполнения больших объемов аналитических вычислений над матрицами. Для осуществления сложных преобразований используется приложение Control System Toolbox программы Matlab [3].

Так как система путем идентификации была получена в виде передаточных функ-

ций, то непосредственно от них переходим к уравнениям состояний с помощью команды `ss(tf)`. Как видно из рис. 1, объект управления описывается четырьмя уравнениями, связанными между собой. В составе системы учтена динамика приводов вытяжки и подачи, а также добавлен интегральный регулятор в оба контура для обеспечения астатизма системы. Сначала с помощью команды `append` образуем систему уравнений, описывающих двумерную систему, не связанных между собой, а затем, выполняя команду `connect`, формируем уравнения состояний системы. В результате получаем матрицы состояния:

$$A = \begin{bmatrix} -0,5747 & 0 & 0 & 0 & 204,8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -0,7273 & -0,4545 & 0 & 12,8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1,613 & 0 & 100 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -0,1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -10 & 0 & 0 \\ 768,9 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2,075 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 48,3 & 7,056 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix},$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0,25 & 0 \\ 0 & 8 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad C = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad D = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix},$$

где A – матрица коэффициентов; B – матрица управления; C – матрица выхода; D – матрица, характеризующая связь входного сигнала с выходом.

Задаем желаемое распределение корней, принимая во внимание следующие правила: чем дальше полюса сдвинуты от мнимой оси влево, тем больше быстродей-

ствие системы, но тем больше влияние помех и нелинейности. Чем дальше полюса замкнутой системы сдвинуты по отношению к полюсам разомкнутой, тем большее воздействие требуется от регулирующего устройства. Программа, позволяющая рассчитать матрицу обратных связей, приведена ниже:

```

clear
clc
s1=tf(6.85*10^5,[1.74 1], %задание передаточной функции по каналу "скорость подачи –
натяжение"
s2=tf(0.166); %задание передаточной функции по каналу "скорость вытяжки – натяже-
ние"
s3=tf(0.34*10^4,[2.2 1.6 1]);%задание передаточной функции по каналу "скорость подачи
– диаметр"
s4=tf(35,[0.62 1]); %задание передаточной функции по каналу "скорость вытяжки – диа-
метр"
s5=tf(1,[10 1]); %привод подачи
s6=tf(10,[0.1 1]);%привод вытяжки
s7=tf(1,[1 0]); %интегральный регулятор
s8=tf(1,[1 0]); %интегральный регулятор
sys1=ss(s1); %переход от формы передаточных функций к форме пространства состояний
sys2=ss(s2);
sys3=ss(s3);
sys4=ss(s4);
sys5=ss(s5);
sys6=ss(s6);
sys7=ss(s7);
sys8=ss(s8);
system=append(sys1,sys2,sys3,sys4,sys5,sys6,sys7,sys8); %образование системы уравнений
q=[1 5 0;2 6 0;3 5 0;4 6 0; 7 1 2; 8 3 4]; %создание матрицы, указывающей на соединение
входов и выходов системы system
in=[5 6]; out=[7 8]; % назначение входов и выходов окончательной системы
plant=connect(system,q,in,out) %формирование уравнений объекта
p=[p1,p2,p3,p4,p5,p6,p7,p8]; %задание желаемого распределения полюсов
K=place(sysc.a,sysc.b,p); %расчет матрицы обратных связей K

```

В результате выполнения программы получаем матрицу обратных связей:

$$K = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} & k_{14} & k_{15} & k_{16} & k_{17} & k_{18} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} & k_{24} & k_{25} & k_{26} & k_{27} & k_{28} \end{bmatrix}.$$

Зная, матрицы состояния объекта и матрицу обратных связей K, имеем следующие уравнения состояния нашей системы:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= -0,5747x_1 + 204,8x_5, & \dot{x}_2 &= -0,7273x_2 - 0,4545x_3 + 12,8x_5, \\ \dot{x}_3 &= x_2, & \dot{x}_4 &= -1,613x_4 + 100x_6, & \dot{x}_5 &= -0,1x_5 + 0,25u_1, \\ \dot{x}_6 &= -10x_6 + 8u_2, & \dot{x}_7 &= 768,9x_1 + 2,075x_6, \\ \dot{x}_8 &= 48,3x_3 + 7,056x_4, & u_1 &= 768,9x_1 + 0,166u_1, & u_2 &= 48,3x_3 + 7,056x_4, \\ u_1 &= k_{11}x_1 + k_{12}x_2 + k_{13}x_3 + k_{14}x_4 + k_{15}x_5 + k_{16}x_6 + k_{17}x_7 + k_{18}x_8, \\ u_2 &= k_{21}x_1 + k_{22}x_2 + k_{23}x_3 + k_{24}x_4 + k_{25}x_5 + k_{26}x_6 + k_{27}x_7 + k_{28}x_8. \end{aligned}$$

На основе полученных уравнений составлена схема моделирования, представленная на рис. 2, собранная в приложении Simulink программы Matlab.

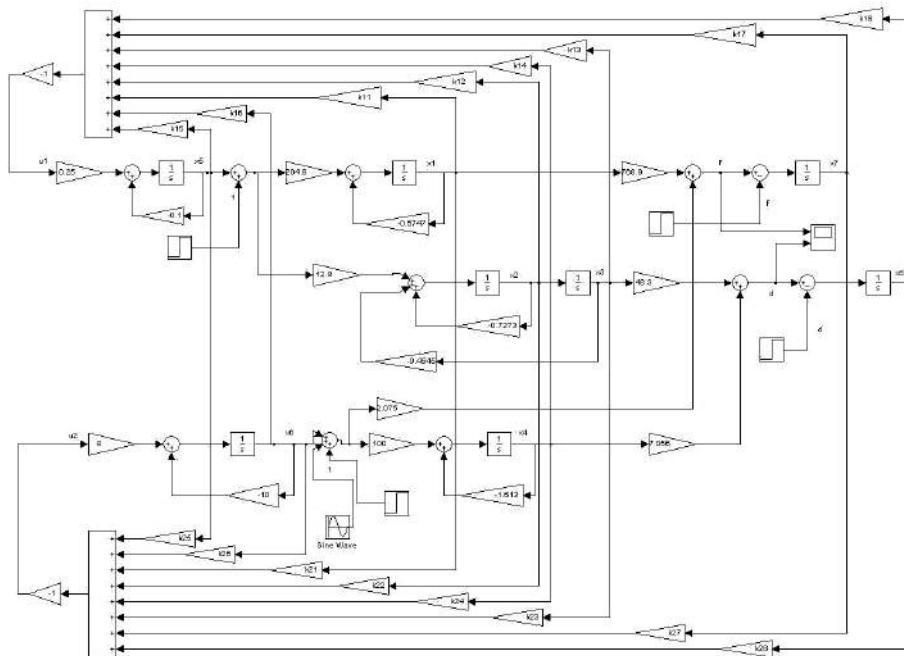


Рис. 2

Полученная в результате моделирования переходная функция по каналу регулирования диаметра приведена на рис. 3. В процессе моделирования задание и возмущение подавались по каналу регулирования диаметра. В качестве возмущения подавался гармонический сигнал с амплитудой, равной 1, и частотой 1 Гц. Данное возмущение является доминирующим в системе и связано с несоответствием объемного расхода стекломассы в зоне формования температуре нагрева заготовки, возникающим вследствие колебания диаметра заготовки.

Полученная в результате моделирования переходная функция по каналу регулирования диаметра приведена на рис. 3. В процессе моделирования задание и возмущение подавались по каналу регулирования диаметра. В качестве возмущения подавался гармонический сигнал с амплитудой, равной 1, и частотой 1 Гц. Данное возмущение является доминирующим в системе и связано с несоответствием объемного расхода стекломассы в зоне формования температуре нагрева заготовки, возникающим вследствие колебания диаметра заготовки.

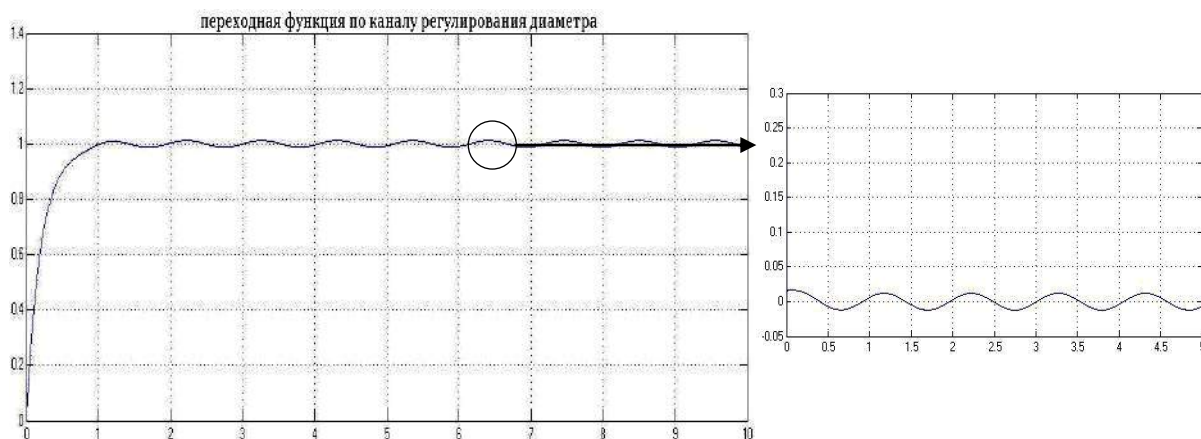


Рис. 3

Приведенная на рис. 4 осциллограмма колебания натяжения свидетельствует, что связность каналов регулирования диаметра и натяжения волокна является не существенной и не влияет на качество произво-

димого оптического волокна. Необходимо отметить, что указанные колебания натяжения появляются только в течение времени коррекции скорости подачи заготовки в зону нагрева.

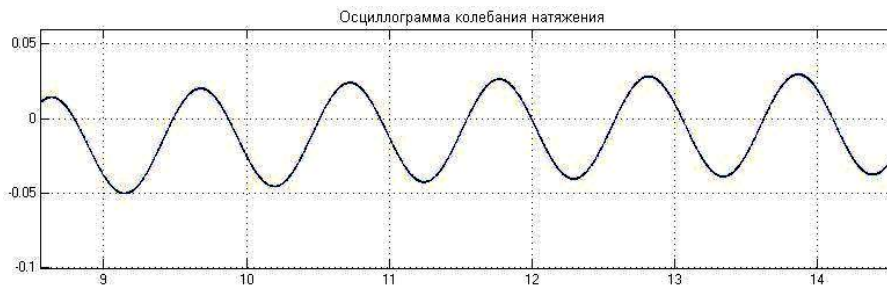


Рис. 4

Как видно из приведенных графиков, выбранная структура регулятора подавляет доминирующие возмущение в системе, выходной сигнал находится в пределах

2% зоны по каналу регулирования диаметра при матрице обратных связей, равной:

$$K = \begin{bmatrix} 255600 & -2018700 & -73300 & 500 & 35000 & 12 & 100 & 0,001 \\ 0 & 0 & 0 & 7500 & -360000 & 15 & 10 & 5000 \end{bmatrix}$$

ВЫВОДЫ

1. Синтез двумерной системы путем назначения полюсов замкнутой системы позволяет обеспечить необходимое качество процесса управления.

2. Трудоемкость процедуры синтеза многомерной системы существенно снижается при использовании пакета прикладных пакетов программы Matlab.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколова Т.В., Румянцев Ю.Д., Тимохин А.Н., Шевченко Н.В. Цифровая математическая модель процесса формования химических оптических волокон // Химические волокна. – 2009, №2.

2. Козлов А.Б., Румянцев Ю.Д., Тимохин А.Н., Круглова С.В. Автоматизация процесса производства оптических волокон. – М.: "Оргсервис – 2000", 2005.

3. Перельмутер В.М. Пакеты расширения Matlab. Control System Toolbox и Robust Control Toolbox. – М.: Солон-Пресс, 2008.

Рекомендована кафедрой автоматики и промышленной электроники. Поступила 09.04.10.

УДК 677.494.6

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПРОЦЕССУ ФОРМОВАНИЯ ВОЛОКОН И СИНТЕТИЧЕСКИХ НИТЕЙ

И.Н. СЕРЯКОВ, К.А. ПОЛЯКОВ, А.Е. ПОЛЯКОВ, Н.К. ПАВЛОВ

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

Для построения привода в режиме постоянной скорости авторами предложена структурная схема канала управления экструдера и проанализированы качественные показатели САУ, характеризующие динамические свойства канала управления экструдера.

For a driver construction in the condition of a constant speed the authors offer

the block diagramme of an extruding machine control path, and the qualitative indices of SAR defining dynamic properties of an extruding machine control path are analysed.

Ключевые слова: формирование волокон и синтетических нитей, экструдер, схема канала управления, качественные показатели САР, шнек, расплав.

Производство нетканых материалов представляет собой объединение в один производственный цикл процессов формирования нитей, холстоформирования и скрепления. На современном рынке одно из лидирующих мест по производству машин фильерного способа производства нетканых материалов занимает фирма Reifenhäuser GmbH & Co.KG. Схема производства нетканых материалов фильерным способом на оборудовании фирмы Reifenhäuser GmbH & Co.KG Reicofil представлена на рис. 1.

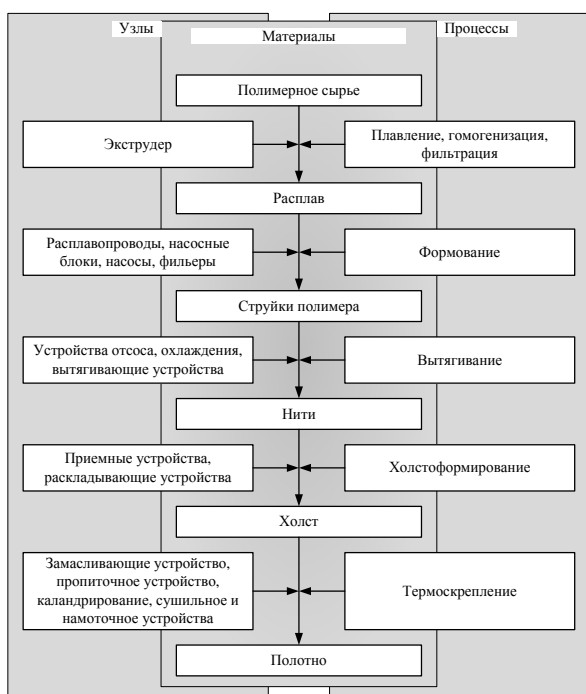


Рис. 1

Экструдерный способ получения качественного расплава является одним из новых и прогрессивных способов. Отличительной чертой плавильных устройств экструдерного типа является их универсальность в отношении переработки различных полимеров, быстрый переход от минимальной производительности к макси-

мальной, достигающей порой 6-10-кватратного значения, и практически неограниченная плавильная способность по вязкости. Вследствие плавления полимера между цилиндром и вращающимся шнеком расплав получается хорошо гомогенизированным, при этом заметно снижается количество наплывов и обрывность элементарных волокон. Положительным качеством экструдерного способа плавления является возможность вводить красители одновременно с полимером, благодаря чему процессы окраски и плавления совпадают. Вследствие того, что полимер в экструдере находится всего несколько минут, прирост низкомолекулярных соединений НМС незначителен (примерно 0,6...0,7%). Таким образом, волокно с экструдерных плавильных устройств получается с количеством НМС не менее 2%, что исключает последующие отделочные операции. На рис. 2 представлена схема экструдера.

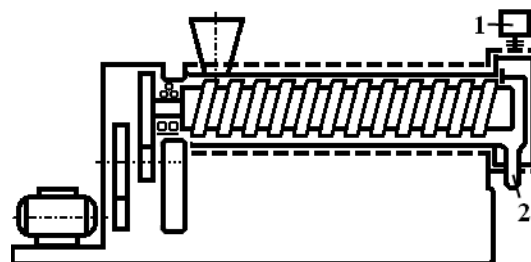


Рис. 2

Давление расплава в головке измеряется датчиком давления 1. В результате трения между поверхностями шнека и цилиндра, а также за счет подвода тепла от нагревателей полимер по мере своего продвижения к головке плавится, сжимается и превращается постепенно в расплавленную массу, которая, пройдя головку, выдавливается в расплавопровод 2.

При движении массы полимера в экструдере важную роль играет трение между

полимерным материалом и шнеком, материалом и цилиндром как средство, создающее условие для перемещения полимера по каналу шнека. Материал, загруженный в экструдер, будет вначале перемещаться в виде гранул твердого тела, затем смеси твердого тела с расплавом (полурасплав) и, наконец, в виде расплава. Длина шнека делится на основные зоны переработки, к которым относятся зона питания (загрузочная), зона сжатия (превращения) и зона дозирования (нагнетания).

Экструдер получает тепло за счет превращения механической энергии в тепловую и за счет внешнего обогрева. При этом используется высокотемпературный теплоноситель или электрический ток. Экструдер работает при политропном режиме, то есть подводом и отводом тепловой энергии.

Для описания поведения экструдера в динамических режимах воспользуемся результатами исследований, полученными в [1]. Для изучения динамики течения расплава в канале шнека экструдера рассматриваются уравнения движения и энергии применительно к расплаву полимера, текущему в прямоугольном канале шнека экструдера. В качестве модели расплава принимается однофазная химически однородная изотропная вязкая несжимаемая ньютоновская жидкость. При такой модели удастся сделать независимым уравнение движения от уравнения энергии и получить для зоны канала следующее уравнение динамики:

$$\delta Q(P) = K_1 \delta n(p) - K_2 \frac{\delta}{\delta z} \delta P(z;p),$$

где $\delta Q(p)$; $\delta n(p)$; $\delta P(z;p)$ – изображения по Лапласу соответственно относительного приращения производительности, частоты вращения шнека и градиента давления расплава в рассматриваемой зоне канала; z – координата вдоль оси канала; K_1 , K_2 – конструктивные коэффициенты экструдера.

Полученное уравнение свидетельствует о том, что те участки канала шнека экструдера, в которых находится расплав, с динамической точки зрения могут рассмат-

риваться как безынерционные звенья.

В [1] показано, что с некоторыми допущениями, хорошо согласующимися с экспериментальными данными, уравнение динамики для трехзонного экструдера может быть записано следующим образом:

$$\delta P(p) = W_1 \delta n(p) - W_2 \delta Q(p). \quad (1)$$

Уравнение (1) включает в себя выходную величину $\delta P(p)$ и поэтому оно может рассматриваться как общее уравнение динамики экструдера по давлению расплава, а входящие в него функции $W_1(p)$ и $W_2(p)$ – как частичные передаточные функции соответственно по частоте вращения и производительности экструдера. Приведенные выше соображения дают основание рассматривать экструдер как объект управления, одной из регулируемых величин которого является относительное приращение давления расплава на выходе из третьей зоны. Регулирующей величиной при этом будет относительное приращение частоты вращения шнека, а возмущением – относительное изменение отбора расплава. Уравнение (1) устанавливает общую связь в динамических режимах между относительным приращением основных параметров процесса: производительностью и давлением расплава на выходе из экструдера и переменной процесса – частотой вращения шнека. Это уравнение является линейным относительно всех возмущающих функций, входящих в него, что, в свою очередь, позволяет применить принцип суперпозиции при изучении действия на экструдер нескольких возмущений одновременно.

Полученное уравнение динамики, помимо общей оценки экструдера как объекта управления, позволяет осуществить экспериментальный подход к изучению динамических свойств экструдера по производительности и давлению расплава на выходе.

Система электропривода играет существенную роль в обеспечении эффективной работы экструдера. Изменения частоты вращения, а также температуры исходного сырья и расплава сказываются на произво-

длительности и экономичности экструдера, равномерности физико-химических свойств и качестве конечного продукта переработки – расплава полимера.

Изучение систем электроприводов отечественного производства и ряда зарубежных фирм позволяет установить, что на машинах и агрегатах для производства синтетических волокон применяются, как правило, регулируемые электроприводы постоянного или переменного тока.

Анализ работы экструдеров в производстве синтетических волокон, а также режимов формирования волокон согласно технологическим регламентам позволяет сформулировать основные требования, предъявляемые к электроприводу:

1) диапазон изменения частоты вращения шнека должен быть ориентировочно равен диапазону изменения производительности экструдера;

2) пуск двигателя должен быть плавным и продолжаться 1...3 мин во избежание резкого нарушения температурного режима зон нагрева;

3) электропривод должен обеспечивать работу экструдера в двух основных режимах: в режиме стабилизации частоты вращения шнека и в режиме стабилизации давления в головке экструдера. В первом случае во всем диапазоне изменения производительности необходимо автоматически поддерживать постоянной частоту вращения шнека с отклонением, равным 1...2%, во втором – система автоматического регулирования (САР) давления должна быть устойчивой во всех режимах и ограничивать имеющиеся место пульсации – давления расплава в головке экструдера в установившемся режиме в пределах $\pm(0,2...0,6)$ МПа. Регулятор давления должен осуществлять (ПИД)-закон регулирования. Переход с одного режима на другой должен осуществляться без толчков частоты вращения шнека;

4) необходимо предусмотреть возможность ограничения максимальной частоты вращения шнека на любом уровне в диапазоне от нуля до номинального значения;

5) в случае аварийного возрастания

давления расплава, удерживающегося свыше 1...20 с, должна снизиться частота вращения привода, а затем произойти его остановка.

В процессе работы экструдера на машине для формирования синтетических волокон, когда расплав от него подается на несколько рабочих мест, самым важным с технологической точки зрения является поддержание давления расплава на входе в дозирующие насосы не ниже заданного уровня, обеспечивающего хорошее заполнение насосов расплавом. При этом незначительные колебания давления расплава не влияют на процесс, так как дозирующие насосы эти колебания не пропускают.

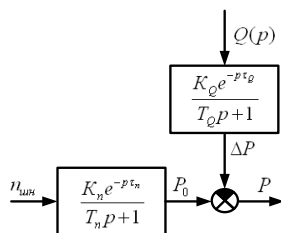
Из сказанного следует, что основным режимом работы привода экструдера является режим постоянной скорости. Практически построение привода для данного режима сводится к разработке оптимальной САР частоты вращения шнека. Таким образом, основным режимом работы электропривода становится режим регулирования давления расплава в головке экструдера, а режим постоянной частоты вращения необходим только при запуске и останове. Использование электропривода по системе тиристорный преобразователь частоты – асинхронный двигатель позволяет наиболее рациональным образом решить комплекс вопросов, связанных с надежностью, быстродействием, точность регулирования, снижением потерь исходного сырья, увеличением коэффициента полезного времени и уменьшением количества отходов. Кроме того, применение микропроцессорных регуляторов давления позволяет эффективно снизить колебания давления расплава, в результате чего значительно повышается стабильность процесса формирования волокон и нитей.

Приближенно уравнение динамики экструдера представлено в виде:

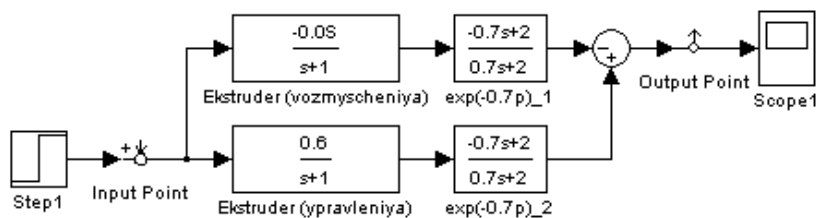
$$P(p) = \frac{K_n e^{-pT_n}}{pT_n + 1} n_{\text{шнн}}(p) + \frac{K_Q e^{-pT_Q}}{T_Q p + 1}, \quad (2)$$

где $K_n = 0,6 \frac{\text{МПа}}{\text{мин}^{-1}}$ – коэффициент усиления

по каналу управления; $K_Q = 0,0362 \frac{\text{МПа}}{\sqrt{\text{мин}^{-1}}}$ – коэффициент усиления по каналу возмущения; $T_n = T_Q = 1\text{ с}$; $T_n = T_Q = 5\text{ с}$ – постоянные времени экструдера по каналу управления и возмущения; $\tau_n \approx \tau_Q = 0,7\text{ с}$ – время запаздывания каналов управления и возмущения;



а)



б)

Рис. 3

Анализ переходной характеристики (рис. 4) экструдера показал, что параметры управления (2) в зависимости от режима работы изменяются в широких пределах. Устойчивость САР определялась при более неблагоприятном сочетании указанных выше параметров. Если при указанном со-

четании параметров система устойчива, то при меньших значениях K_n , K_Q , τ_n/T_n , τ_Q/T_Q она будет заведомо устойчивой, что и подтверждают расчеты, проведенные с использованием приложения Simulink математической среды MatLab.

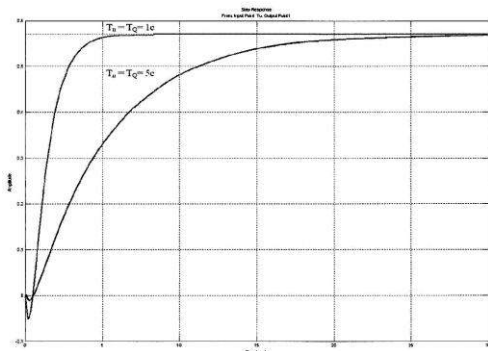


Рис. 4

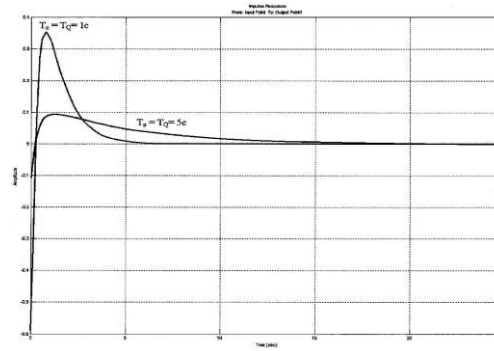


Рис. 5

Импульсная переходная функция (рис. 5) характеризует динамические свойства системы на воздействие в виде дельта-функции при нулевых начальных условиях. Функция выражает установившийся процесс в системе при любом воздействии в том случае, когда с течением времени свободные колебания затухают.

ВЫВОДЫ

1. Получено приближенное уравнение динамики экструдера.

2. Определены качественные показатели САР, характеризующие динамические свойства канала управления экструдера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смагоринский А.Б. Исследование работы экструдера для капронового волокна как объекта управления: Дис....канд. техн. наук. – М.: ВНИИЛ-Текмаш, 1972.

Рекомендована кафедрой электротехники. Поступила 09.04.10.

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ РУЛОНОВ ТКАНИ ЧЕРЕЗ ПУНКТЫ ФОРМИРОВАТЕЛЯ ПАРТИЙ

Е.А. РЫЖКОВА

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

Рассматривается построение вероятностной математической модели движения рулонов ткани через пункты формирователя партий и доказывается правомочность использования для этой цели экспоненциального закона.

Construction of likelihood mathematical model of the clothrolls movement through the parties reshaper points is considered, and the utilisation competency of an exponential law for this purpose is proved.

Ключевые слова: транспортировка тканей, пункты формирователя партий, вероятностная модель, количество рулонов.

Вспомогательное производство на заключительном этапе, когда ткань уже разбракована и промаркирована, сводится:

- 1) к ее транспортировке до и через пункты формирователя партий для отправки потребителям, а в случае неостребованности на склад;
- 2) к организации пунктов формирователя партий;
- 3) к организации работы склада.

Рассмотрим первый из перечисленных пунктов, то есть транспортировку тканей.

Модель транспортировки готовых тканей от браковочных столов к пунктам формирования партий можно представить в виде графа, изображенного на рис. 1.

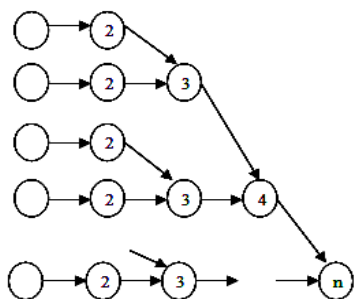


Рис. 1

Движение рулонов ткани в соответствии с этой моделью наиболее просто и точно может быть описано с помощью

теории массового обслуживания. Как известно, для описания модели с помощью теории массового обслуживания необходимо определить следующие понятия.

1. Входной поток, то есть поток рулонов тканей,двигающихся от браковочных столов к пунктам формирования партий, где реализуются запросы на ту, или иную партию. Для описания входного потока требуется задать вероятностный закон, управляющий поступлением рулонов ткани $f(t)$. В данном случае поступление зависит от времени разбраковки, которое, в свою очередь, зависит от длины рулона и наличия дефектов, и от времени упаковки. Но, с другой стороны, так как речь идет о конвейерных потоках, то можно принять, что моменты поступления запросов строго определены. В этом случае речь пойдет о наличии или отсутствии в конвейерной люльке рулона ткани.

2. Дисциплина очереди, то есть порядок обслуживания рулонов ткани. Под обслуживанием понимаем считывание информации на пунктах формирования партий. Для конвейерных потоков это очередь типа первым пришел – первым обслуживается.

3. Механизм обслуживания. Он характеризуется продолжительностью обслуживания и количеством действий, выполняе-

мых при обслуживании. Если конвейерная люлька пуста, то время обслуживания ее на пункте формирования партии равно времени ее движения мимо этого пункта. Если в люльке находится рулон, не затребо­ванный для формирования заданной партии, то время на обслуживание равно времени на считывание информации о данном рулоне и ее анализе. Если в люльке находится рулон, затребо­ванный в данной партии, ко времени считывания и анализа добавляется время на перемещение рулона в соответствующую тележку.

Рассмотрим распределение вероятностей для длительностей интервалов времени между последовательными поступлениями рулонов ткани на пункт формирования партии.

Если не учитывать пустые люльки, то можно предположить, что продолжительности между интервалами поступления рулонов статистически независимы, определяются одним и тем же распределением вероятностей и описываются некоторой непрерывной функцией $f(t)$, представляющей собой плотность распределения. Тогда входной поток будет соответствовать процессу восстановления, а последовательность поступлений будет последовательностью рекуррентных событий.

Если $f(t)$ есть плотность распределения продолжительностей интервалов t между любой парой последовательно идущих рулонов тканей, а λ – среднее число поступлений в единицу времени, то $1/\lambda$ – можно определить как среднее значение длительности временного интервала между поступлениями рулонов:

$$1/\lambda \equiv \int_0^{\infty} tf(t)dt. \quad (1)$$

Так, например, если единицей времени является час, а $\lambda = 20$ есть среднее количество поступлений в час, то $1/\lambda = 0,05$ ч, то есть в среднем в систему поступает запрос каждые 3 минуты.

Сделаем предположение, что входной поток является стационарным и не обладает памятью, то есть вероятность поступления рулона ткани на формирова­тель пар-

тии в любом достаточно малом промежутке времени $(T, T+h)$ зависит только от длины интервала h и не зависит от положения на оси времени стартовой точки T и предшествующей истории. Это предположение эквивалентно записи

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}, \quad t \geq 0. \quad (2)$$

Допустим, что стартовой точкой является точка $t = 0$. Тогда вероятность отсутствия рулона на пункте формирования партии на интервале $(0, T)$ равна вероятности того, что первое поступление имеет место после момента времени T :

$$[t \geq T] = \int_T^{\infty} \lambda e^{-\lambda t} dt = e^{-\lambda T}. \quad (3)$$

При этом условная вероятность отсутствия рулона на пункте формирования партии на интервале $(0, T+h)$ при условии, что не было ни одного поступления на интервале $(0, T)$, будет

$$\frac{\int_{T+h}^{\infty} \lambda e^{-\lambda t} dt}{\int_T^{\infty} \lambda e^{-\lambda t} dt} = \frac{\lambda e^{-\lambda(T+h)}}{\lambda e^{-\lambda T}} = e^{-\lambda h} = P[t \geq h], \quad (4)$$

то есть зависит только от h . Согласно (4) вероятность отсутствия поступлений на интервале $(T, T+h)$ не зависит от поступлений на интервале времени $(0, T)$.

Воспользовавшись разложением в ряд Тейлора, получим приближенную формулу вероятности отсутствия поступлений в любом интервале, имеющим длину h :

$$P[t = h] = e^{-\lambda h} = 1 - \lambda h + \frac{(-\lambda h)^2}{2!} + \frac{(-\lambda h)^3}{3!} + \dots \quad (5)$$

Для достаточно малых положительных значений член $1 - \lambda h$ в разложении (5) превосходит по своему значению сумму остальных членов ряда. Следовательно, этими членами можно пренебречь. Тогда для достаточно малых положительных значений h можно утверждать, что

$$P[t = h] \approx 1 - \lambda h. \quad (6)$$

Если плотность распределения длительностей интервалов времени между поступлениями рулонов на обслуживание распределяется по экспоненциальному закону, то плотность распределения полного времени y для произвольным образом выбранных n последовательно идущих рулонов ткани будет определяться формулой:

$$g(y) = \frac{\lambda(\lambda y)^{n-1} e^{-\lambda y}}{(n-1)!}, \quad y \geq 0, \quad (7)$$

где n – количество последовательно идущих рулонов ткани. Величину y можно интерпретировать как сумму n независимых выборок из экспоненциального распределения (2). Тогда

$$P(t) = \int_0^{\infty} g(y) dy = 1 - \sum_{j=0}^{n-1} \frac{\lambda(\lambda y)^{n-1} e^{-\lambda y}}{(n-1)!}, \quad (8)$$

где t – событие, соответствующее тому, что полное время для любой последовательности из n рулонов, обслуживаемых на пункте формирования партии, будет равно или меньше T .

В истинности последнего выражения легко убедиться, прибегнув к многократному интегрированию по частям.

Сделанное ранее предположение об экспоненциальном характере распределения длительностей интервалов между поступлениями рулонов на пункты формирования партий равносильно утверждению о том, что распределение вероятностей попадания n последовательно идущих рулонов в произвольно выбранный интервал времени продолжительностью T является пуассоновским:

$$P(A) = \frac{(\lambda T)^n e^{-\lambda T}}{n!}, \quad (9)$$

где A – событие, соответствующее тому, что в любом интервале времени длиной T не менее n рулонов пройдет через пункт формирователя партий. То есть:

$$P(t) = P(A). \quad (10)$$

Равенство (10) справедливо для любого рекуррентного процесса формирования входного потока при условии, что стартовая точка заданного интервала совпадает с одним из моментов поступления запроса на обслуживание.

Докажем, что длительность интервалов времени между обслуживанием соседних рулонов на пункте формирователя партии действительно подчиняется экспоненциальному закону распределения. Для этого примем следующее.

I. Длительность интервалов между последовательными поступлениями рулонов ткани взаимонезависимы, при этом, как было показано ранее, вероятность поступления требований в интервале $(T, T+h)$ зависит только от h и не зависит от T . Плотность вероятности, соответствующую такому характеру входного потока, обозначим через $f(t)$.

II. Существует некоторая ненулевая вероятность поступления рулона ткани на обслуживание в течение любого интервала времени $h > 0$.

III. При достаточно малых значениях h количество поступающих рулонов ткани не превышает единицы.

IV. Система начинает функционировать в момент времени, равный 0, и первое обслуживание рулона ткани имеет место в момент времени t ($t > 0$).

Тогда $f(t)$ представляет собой плотность вероятности как для продолжительности между интервалами, так и для фактического времени появления первого рулона ткани.

Через $r(T)$ обозначим вероятность того, что первый рулон ткани поступает после момента T , то есть:

$$r(T) \equiv 1 - \int_0^T f(t) dt. \quad (11)$$

В силу I и II:

$$r(T+h) = r(T)r(h) \text{ для любых } T \text{ и } h > 0. \quad (12)$$

Но единственной функцией, которая удовлетворяет (13) является:

$$r(T) = e^{-\lambda T}, \quad (13)$$

где λ есть константа, причем $\lambda > 0$.

Таким образом:

$$e^{-\lambda T} = 1 - \int_0^T f(t) dt. \quad (14)$$

Из (14) получаем

$$f(t) = e^{-\lambda t}, \quad (15)$$

что и требовалось доказать.

Таким образом, мы получаем вероятностную модель, описывающую движение рулонов ткани через пункты формирования партии. Воспользовавшись формулой (9), можно оценить с заданной вероятностью количество рулонов, которое пройдет через пункт формирователя партии за время T , что, в свою очередь, позволит оце-

нить время, затрачиваемое на подбор партии тканей для потребителя.

ВЫВОДЫ

1. Движение рулонов ткани наиболее просто можно описать с помощью теории массового обслуживания.

2. Распределение вероятностей попадания n последовательно идущих рулонов в произвольно выбранный интервал времени продолжительностью T подчиняется распределению Пуассона.

3. Полученная модель позволяет рассчитать вероятность того, что за заданное время через пункт формирователя партии пройдет заданное количество рулонов.

Рекомендована кафедрой автоматики и промышленной электроники. Поступила 09.04.10.

УДК 677.027

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
МЕТОДОМ ГАЛЬВАНОКОАГУЛЯЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКА***П.П. КЕРЕМЕТИН, М.К. КОШЕЛЕВА, М.С. МУЛЛАКАЕВ*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,
Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН)
E-mail: office@msta.ac.ru

Проведены экспериментальное исследование и расчет процесса очистки сточных вод от нефтепродуктов методом гальванокоагуляции. Предложено устройство для очистки сточных вод гальванокоагуляционным методом с использованием ультразвука.

The experimental research and calculation of the process of wastewater cleaning from oil products by the galvanocoagulation method are carried out. The cleaner of wastewater by the galvanocoagulation method using ultrasound is offered.

Ключевые слова: процесс очистки сточных вод, гальванокоагуляция, ультразвук, программа расчета степени очистки сточных вод, дисперсная фаза, концентрация.

В отделочном производстве тонкосуконных фабрик в процессе валки используется керосин для удаления гудронных и жировых пятен преимущественно с тканей светлых тонов, который попадает в сточные воды. Результаты анализа сточных вод одной из тонкосуконных фабрик показывают, что они содержат нефтепродукты, концентрация которых в промывных стоках 490 мг/л, а в общем стоке 95 мг/л [1], [2].

Одним из эффективных и современных методов очистки сточных вод от нефтепродуктов является гальванокоагуляционный метод. Этот метод относится к числу перспективных безреагентных методов и, что очень важно, гальванокоагуляция

включена в реестр ЮНЕСКО в качестве рекомендуемого новейшего метода очистки сточных вод.

В ИОНХ РАН экспериментально выявлено, что ультразвуковое (УЗ) воздействие существенно повышает активность наработанных гальванохимическим способом кристаллов оксидных форм железа-гальванокоагулянта ГК (большую часть которого составляет магнетит Fe_3O_4) [3...5]. УЗ активация ГК позволяет интенсифицировать технологию очистки значительных объемов загрязненных вод в специальных реакционных аппаратах. При этом гальванокоагулятор является исключительно наработчиком этого реагента [3...5].

Исследование процесса очистки сточных вод от нефтепродуктов проводилось на модельных эмульсиях в лаборатории ультразвуковой техники и технологии ИОНХ РАН. В качестве источника ультразвуковых колебаний применялся ультразвуковой генератор TS4M1, соединенный с магнестрикционным преобразователем ультразвуковых колебаний, снабженный волноводом. Амплитуда колебаний торца волновода при ультразвуковой обработке варьировали от 6 до 21 мкм при частоте колебаний излучателя 24,4 кГц. Концентрация нефтепродуктов определялась с помощью ИК-фотометрического метода на концентратомере КН-2м по стандартной методике. Для фракционного анализа воды, загрязненной нефтепродуктами, использовался микроскоп Laboval 4 Carlzeiss Jena с фотоаппаратом Nikon Coolpix 4500. Фракционный анализ магнетита проводился на лазерном дифракционном микроанализаторе Analysette 22.

Для расчета степени очистки воды необходимы коэффициенты, характеризующие поглотительную способность ГК в зависимости от гранулометрического состава

дисперсной фазы на основе полученных экспериментальных данных и последующего вычисления необходимой концентрации ГК. Для анализа распределения дисперсной фазы эмульсии по диаметрам использованы фотографии, полученные с помощью микроскопа, обработанные программой по анализу изображений VisualAge, которая формирует массив $N(\delta)$, показывающий число частиц дисперсной фазы N , заключенных в определенном диапазоне со средним диаметром δ (мкм). Для анализа поглотительной способности частиц нефтепродуктов различного размера магнетитом необходимо построить гистограмму дифференциального распределения размеров частиц дисперсной фазы (нефтепродуктов), например, как это показано на рис.1 (гистограмма дифференциального распределения размеров частиц дисперсной фазы), применительно к значению $C_0 = 46,47$ мг/л. Для расчета необходимой концентрации ГК необходимо получить распределение частиц дисперсной фазы по их диаметрам $s(\delta)$ на основе массива $N(\delta)$.

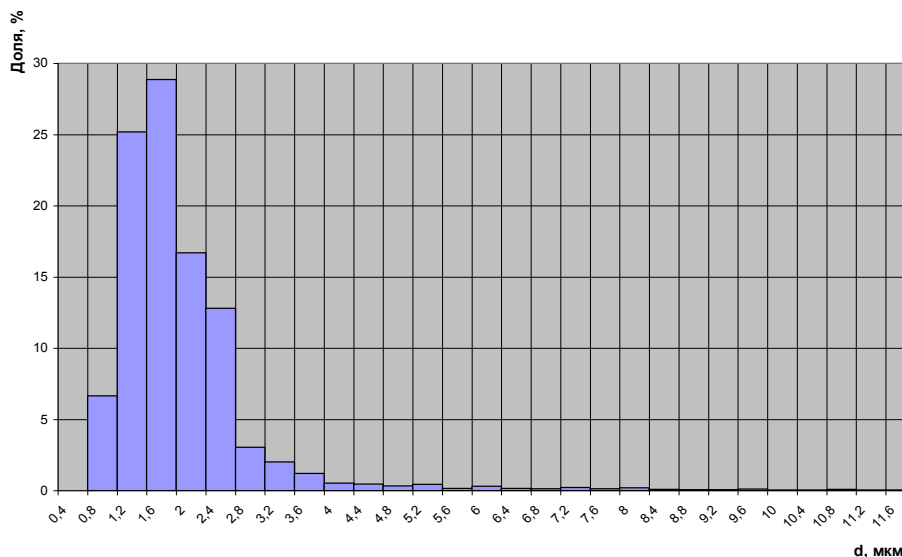


Рис. 1

Концентрация нефтепродуктов c_i (в мг/л) в i -м диапазоне равна:

$$c_i = N_i \cdot \ell \cdot \rho V_i \cdot 10^{-9}, \quad (1)$$

где N_i – число частиц дисперсной фазы эмульсии, диаметры которых входят в i -й диапазон; ℓ – масштабный коэффициент; ρ – плотность нефтепродуктов, г/см^3 ;

$V_i = \pi \delta_i^3 / 6$ – средний объем частиц дисперсной фазы эмульсии в i -м диапазоне, мкм³; δ_i – средний диаметр частиц дисперсной фазы в i -м диапазоне, мкм.

Масштабный коэффициент ℓ представляет собой соотношение:

$$\ell = V_{\text{нп}} / V'_{\text{нп}}, \quad (2)$$

где $V_{\text{нп}}$ – объем нефтепродуктов, содержащихся в литре эмульсии, л; $V'_{\text{нп}}$ – объем нефтепродуктов, содержащихся в N каплях ($N = \sum_{i=1}^n N_i$) – общее количество частиц дисперсной фазы, посчитанных программой VisualAge), л; n – число интервалов, выделенных программой VisualAge.

На основе предположения об экспоненциальном характере изменения концентрации нефтепродуктов определяются коэффициенты, характеризующие поглонительную способность ГК по размерам частиц дисперсной фазы. Коэффициенты, характеризующие поглонительную способность ГК, k_i будут изменяться при различных параметрах УЗ обработки ГК вследствие изменения его удельной площади поверхности. Зависимости удельной площади поверхности от мощности и времени определяются экспериментально. Расчет концентрации ГК, необходимой для достижения требуемой степени очистки v модельной эмульсии от нефтепродуктов, определяется по расчетному графику.

Расчетный график зависимости степени очистки от концентрации ГК строится для произвольных значений дозы ГК в соответствии с выражением:

$$v = \frac{\sum_{i=1}^n c_{0i} - \sum_{i=1}^n c_i}{\sum_{i=1}^n c_{0i}}, \quad (3)$$

принимая во внимание, что $b = \frac{D}{\sum_{i=1}^n c_{0i}}$, с

учетом уравнения (1), $c_i = c_{0i} \exp(-k_i b)$, где D – доза добавляемого в воду магнетита, мг/л.

Экспериментальная проверка расчета степени очистки модельной эмульсии от нефтепродуктов ГК без воздействия УЗ на ГК проводилась для заданных степеней очистки 81 и 91%, с УЗ воздействием (при интенсивности $I = 36,9$ Вт/см² и времени обработки $t = 60$ с) на ГК для степеней очистки 81 и 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 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	v расч., %	v 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	+

Разработана программа расчета степени очистки воды от нефтепродуктов, зарегистрированная в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

Для повышения сорбционной способности ГК при УЗ воздействии на него разработано устройство, защищенное патен-

том [6].

Устройство является промышленно применимым и может быть использовано для очистки промышленных сточных вод от нефтепродуктов, например, сточных вод отделочного производства текстильных фабрик от керосина.

Предлагаемое устройство решает поставленную задачу повышения степени очистки промышленных сточных вод, при этом позволяет экономить элементы гальванической пары за счет повышения сорбционной способности магнетита, повышает производительность процесса очистки сточных вод, например, предприятий нефтеперерабатывающей, текстильной и химической промышленности, что имеет большое экономическое значение в современных условиях.

Экспериментальные исследования и проверка предлагаемого метода расчета проводились на примере воды, отобранной в отделочном производстве одной из московских тонкосуконных фабрик. 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 методике ФР.1.31.2001.00261, составила 11,04 мг/л. Расчеты показали, что для очистки воды с данной концентрацией нефтепродуктов до норм ПДК (0,7 мг/л) потребуется 300±40 мг/л гальванокоагулянта, необработанного ультразвуком, и 130±20 мг/л гальванокоагулянта, предварительно обработанного ультразвуком.

ВЫВОДЫ

1. Проведены экспериментальные исследования процесса гальванокоагуляционной очистки сточных вод от нефтепродуктов с использованием ультразвукового воздействия при рациональных параметрах.

2. Разработана программа расчета степени очистки сточных вод от нефтепродуктов с использованием гальванокоагулянта, зарегистрированная в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

3. Предложено устройство для очистки сточных вод гальванокоагуляционным методом с использованием ультразвука, защищенное патентом.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Артемов А.В., Платова Т.Е., Павлов Н.Н. и др.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995, №1. С.108...111.
 2. *Сосновская А.А., Власова В.И., Герасимович О.А. и др.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1992, №6. С.80...86.
 3. *Кереметин П.П., Париков П.С., Муллакаев М.С. и др.* Определение режимных и технологических параметров сонохимической очистки нефтезагрязненных вод // Химическая технология. – 2010. Том 11, № 1. С.56...62.
 4. *Кереметин П.П., Муллакаев М.С., Векслер Г.Б., Кручинина Н.Е.* К расчету процесса сорбционной очистки нефтезагрязненных вод при использовании гальванокоагулянта// Тр. XXII Междунар. науч. конф.: Математические методы в технике и технологиях. – Псков, 2009.
 5. *Абрамов О.В., Кошелева М.К., Кереметин П.П., Муллакаев М.С.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №3. С.107...110.
 6. *Кошелева М.К., Кереметин П.П., Булеков А.П., Муллакаев М.С., Солдатова Н.А.* Устройство для гальванокоагуляционной очистки сточных вод. Заявление о выдаче патента Российской Федерации на полезную модель. Рег. №2010104940, приоритет от 12.02.2010, положительное решение от 17.03.2010.
- Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 09.04.10.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА МОКРОГО ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЯ В ВИХРЕВОМ СКРУББЕРЕ

Б.С. САЖИН, М.П. ТЮРИН, М.Б. САЖИНА, Л.М. КОЧЕТОВ, М.А. АПАНУШКИНА, О.В. ПЛАТОНОВА

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

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

Приведены результаты исследования процесса мокрого пылеулавливания в вихревом скруббере и получено численное решение системы уравнений для определения распределения скоростей и статического давления газового потока в данном аппарате.

Results of the research of the wet dust separating process in a vortical scrubber are shown, and the numerical decision of the equations system for the determination of speeds distribution and static gas torrent pressure in the given apparatus is received.

Ключевые слова: мокрое пылеулавливание, вихревой скруббер, движение газа, статическое давление, векторы скоростей.

Для улавливания текстильных наноразмерных пылей целесообразно применение вихревых скрубберов с мокрым пылеулавливанием. Большое значение при исследовании процессов в вихревом скруббере имеет знание параметров движения газа, которое позволяет оценить эффек-

тивность процессов мокрого пылеулавливания и утилизации теплоты.

Математическая модель движения газа в аппарате основана на решении системы уравнений Навье-Стокса для осесимметричной задачи и уравнения неразрывности:

$$\frac{1}{r} \left[\frac{\partial}{\partial r} (r\rho v_r v_r) + \frac{\partial}{\partial z} (r\rho v_r v_z) \right] = \frac{1}{r} \left[\frac{\partial}{\partial r} \left(r\mu_T \frac{\partial v_r}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(r\mu_T \frac{\partial v_r}{\partial z} \right) \right] - \frac{\partial P}{\partial r} - \mu_T \frac{\rho v_r}{r^2} + \frac{\rho v_\varphi^2}{r}, \quad (1)$$

$$\frac{1}{r} \left[\frac{\partial}{\partial r} (r\rho v_r v_\varphi) + \frac{\partial}{\partial z} (r\rho v_z v_\varphi) \right] = \frac{1}{r} \left[\frac{\partial}{\partial r} \left(r\mu_T \frac{\partial v_\varphi}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(r\mu_T \frac{\partial v_\varphi}{\partial z} \right) \right] - \mu_T \frac{\rho v_\varphi}{r^2} - \frac{\rho v_\varphi v_r}{r}, \quad (2)$$

$$\frac{1}{r} \left[\frac{\partial}{\partial r} (r\rho v_r v_z) + \frac{\partial}{\partial z} (r\rho v_z v_z) \right] = \frac{1}{r} \left[\frac{\partial}{\partial r} \left(r\mu_T \frac{\partial v_z}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(r\mu_T \frac{\partial v_z}{\partial z} \right) \right] - \frac{\partial P}{\partial z}, \quad (3)$$

$$\operatorname{div} \vec{\rho \vec{v}} = 0, \quad (4)$$

где v_z – скорость потока вдоль оси Z ; v_r – скорость потока в радиальном направлении; v_φ – тангенциальная скорость потока; ρ – плотность смеси; μ_T – коэффициент турбулентной вязкости; P – давление; \vec{v} – вектор скорости.

Для системы уравнений (1)...(4) использовались следующие граничные условия:

– постоянство задаваемой скорости потока на входе в аппарат;

– постоянство задаваемой скорости потока при выходе из аппарата;

– равенство нулю скоростей на стенке аппарата по всей его длине (условие прилипания).

Для моделирования турбулентности использовалась k - ε модель, для которой

решаются два дополнительных уравнения переноса: для определения k – турбулентной кинетической энергии и для определения ε – турбулентной энергии диссипации. При этом предполагается изотропность турбулентной вязкости.

Коэффициент турбулентной вязкости, являющийся характеристикой потока, вычисляется по формуле Колмогорова-Прандтля как функция параметров турбу-

лентности – кинетической энергии и скорости ее диссипации:

$$\mu_T = C_\mu \rho \frac{k^2}{\varepsilon} \quad (5)$$

Решение системы уравнений совместно с граничными условиями было реализовано численным методом на ЭВМ.

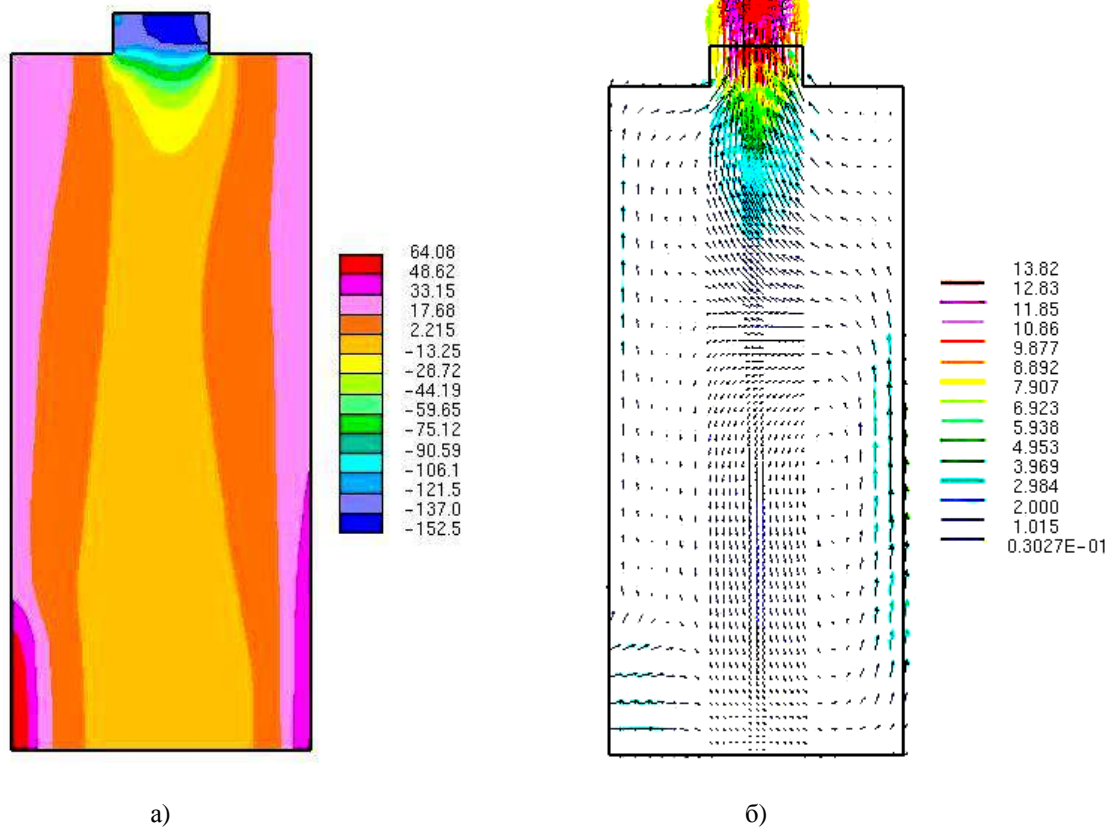


Рис. 1

На рис. 1 изображены результаты численного расчета распределения составляющих скоростей газовых потоков в аппарате: а) – статическая составляющая давления (продольный разрез); б) – проекция вектора скорости (продольный разрез).

Из рис. 1 видно, что гидравлическое сопротивление аппарата составляет около 215 Па, что хорошо согласуется с опытными данными. Полученные результаты мо-

гут быть распространены и на другие аналогичные аппараты.

Рассчитанные поля скоростей и статического давления позволяют определить конструктивные особенности аппарата и наиболее выгодное расположение орошающих форсунок с целью получения максимальной эффективности пылеулавливания.

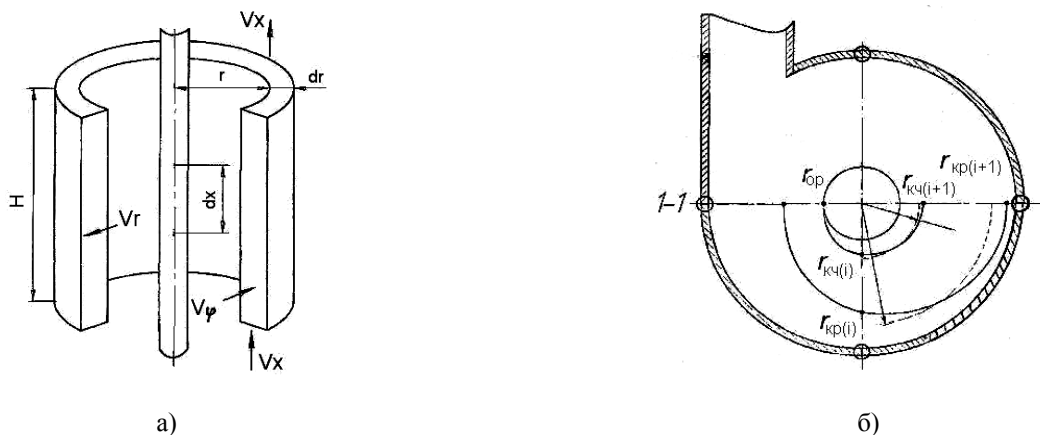


Рис. 2

При исследовании процесса осаждения частиц пыли на каплях воды при их движении в газовом потоке из расчета исключались частицы, которые должны полностью уловиться за счет центробежных сил. То есть при расчете было положено, что частицы пыли, находящиеся на радиусе от $r_{кр}$ до R (рис. 2 – расчетные схемы: а) – поперечное сечение; б) – продольный разрез), уловятся за счет центробежной силы и их из расчета можно исключить, а частицы пыли, находящиеся на радиусе от $r_{кч}$ до $r_{кр}$, могут уловиться только за счет осаждения на каплях. Таким образом, расчет сводится только к определению количества пыли, не уловившейся в аппарате за счет осаждения на каплях на радиусе от $r_{кч}$ до $r_{кр}$.

При расчете предполагаем, что осаждение твердых частиц на каплях жидкости происходит за счет трех механизмов: инерционное соударение, перехват и диффузия. Суммарная эффективность осаждения на одиночной капле рассчитывается по формуле:

$$\eta_{ос} = 1 - (1 - \eta_{ис})(1 - \eta_{п})(1 - \eta_{д}), \quad (6)$$

где $\eta_{ис}, \eta_{п}, \eta_{д}$ – эффективность пылеулавливания от инерционного соударения, перехвата и диффузии.

Эффективность пылеулавливания от инерционного соударения при $Stk > 0,1$:

$$\eta_{ис} = Stk^2 / (Stk + 0,35)^2, \quad (7)$$

где Stk – критерий Стокса.

Эффективность от перехвата при $R \ll 1$:

$$\eta_{п} = (1 + R)^2 - 1 / (1 + R) \approx 3R, \quad (8)$$

где $R = d_{ч} / d_{к}$.

Эффективность от диффузионного осаждения:

$$\eta_{д} = \frac{4}{Pe} (2 + 0,557 Re^{1/2} Sc^{3/8}), \quad (9)$$

где Pe – критерий Пекле; Sc – критерий Шмидта.

При расчете принимаем, что началом отсчета движения твердых частиц является плоскость 1-1; также считаем, что частицы пыли по сечению этой плоскости распределены равномерно.

Поскольку пыль поступает в аппарат по всей высоте закручивающего устройства, разделим плоскость 1-1 на участки высотой $\Delta h_{ни}$ таким образом, чтобы разница в расходах газа верха и низа участка $\Delta h_{ни}$ не превышала 10%.

Количество пыли, поступившее на участок $\Delta h_{ни}$:

$$m_{вх} = z_{вх} \Delta G_{ни}, \quad (10)$$

где $z_{вх}$ – концентрация пыли на входе в аппарат, $\Delta G_{ни}$ – разница в расходах газа верха и низа рассматриваемого участка.

Количество пыли, находящееся на радиусе от r_{op} до $r_{кр}$:

$$m_{вх_i} = m_{вх} \frac{G_{кап}}{G_{п}}, \quad (11)$$

где $G_{п}$ – полный расход газа на рассматриваемом участке; $G_{кап}$ – расход газа на участке, ограниченном радиусами $r_{кр}$ и r_{op} ($r_{кч}$).

Для определения количества пыли, поступившей на участок $\Delta h_{ни}$ и неуловившееся на каплях, необходимо установить, как изменяется концентрация пыли по ходу движения частиц.

Для этого разделим закручивающее устройство вертикальными плоскостями. В каждой зоне, ограниченной вертикальными плоскостями и траекториями частиц, предполагаем, что профиль скорости не меняется по высоте и по окружности.

Для определения эффективности улавливания твердых частиц определенного диаметра каплями жидкости, находящихся в зоне орошения, выделим на оросителе участок высотой dx и элементарный объем в виде кольца радиусом r , толщиной dr и высотой H ($H \gg dx$). Концентрация пыли на входе в элементарный объем z_1 , а на выходе z_2 .

Расход газа в элементарном объеме:

$$dG = 2\pi V_x r dr. \quad (12)$$

Расход жидкости:

$$dL = L dx / h_{op}. \quad (13)$$

Число капель, проходящих через рассматриваемый объем в единицу времени:

$$N = \frac{dL}{V_{к.ср}} = \frac{L dx}{h_{op} V_{к.ср}}. \quad (14)$$

Средний объем капель с учетом распределения капель по размерам:

$$V_{к.ср} = \frac{\pi}{6} \int_0^{\infty} d_k^3 P(d) dd_k, \quad (15)$$

где $P(d)$ — функция плотности распределения капель по размерам.

Число капель с диаметром d_k , находящихся в элементарном объеме:

$$n = \frac{NP(d) dd_k dr}{W_r} = \frac{LP(d) dx dr dd_k}{h_{op} V_{к.ср} W_r}. \quad (16)$$

Лобовая поверхность капель диаметра d_k :

$$S = n \frac{\pi d_k^2}{4} = \frac{\pi LP(d) d_k^2 dx dr dd_k}{4 h_{op} V_{к.ср} W_r}. \quad (17)$$

Количество пыли, оседающей на каплях жидкости диаметром d_k в единицу времени:

$$m_k = z \eta_{oc} S V_{oc}, \quad (18)$$

где V_{oc} – скорость осаждения частиц пыли на каплях жидкости диаметром d_k , представляющая собой относительную скорость частиц пыли и капель жидкости:

$$V_{oc} = \sqrt{(U_r - W_r)^2 + (U_{\phi} - W_{\phi})^2 + (U_x - W_x)^2}. \quad (19)$$

Общее количество пыли, оседающей на всех каплях, находящихся в элементарном объеме:

$$m = \int_0^{\infty} z \eta_{oc} V_{oc} \frac{\pi LP(d) d_k^2 dx dr dd_k}{4 h_{op} V_{к.ср} W_r}. \quad (20)$$

С другой стороны, из уравнения материального баланса по пыли для рассматриваемого элементарного объема:

$$m = 2\pi r z V_x dr - 2\pi r (z - dz) V_x dr. \quad (21)$$

Приравнявая правые части уравнений (20), (21), получаем:

$$2\pi r dz V_x dr = \frac{\pi z L}{4h_{op} V_{k.cp}} \left[\int_0^\infty \frac{V_{oc} \eta_{oc} d_k^2 P(d) dd_k}{W_r} \right] dx dr. \quad (22)$$

Откуда

$$\frac{dz}{z} = \frac{L}{8h_{op} r V_{k.cp} V_x} \left[\int_0^\infty \frac{V_{oc} \eta_{oc} d_k^2 P(d) dd_k}{W_r} \right] dx. \quad (23)$$

Интегрируя уравнение (23), получаем:

$$\ln \frac{z_2}{z_1} = \frac{1}{8h_{op} r} \int_{x_1}^{x_2} \frac{L}{V_{k.cp} V_x} \left[\int_0^\infty \frac{V_{oc} \eta_{oc} d_k^2 P(d) dd_k}{W_r} \right] dx. \quad (24)$$

Пределы интегрирования

$$x_1 = \frac{h_{кч(i)} + h_{кп(i)}}{2}; \quad x_2 = \frac{h_{кч(i+1)} + h_{кп(i+1)}}{2}. \quad (25)$$

Откуда

$$z_2 = z_1 \exp \left(\frac{1}{8h_{op} r} \int_{x_1}^{x_2} \frac{L}{V_{k.cp} V_x} \left[\int_0^\infty \frac{V_{oc} \eta_{oc} d_k^2 P(d) dd_k}{W_r} \right] dx \right). \quad (26)$$

Конечная концентрация пыли:

$$z_{Ki} = \frac{2\pi}{G_{кап}} \int_{r_1}^{r_2} z_2 V_x r dr. \quad (27)$$

Пределы интегрирования:

$$r_1 = \frac{r_{кч(i)} + r_{кп(i)}}{2}; r_2 = \frac{r_{кч(i+1)} + r_{кп(i+1)}}{2}. \quad (28)$$

Начальные условия при решении уравнения (27): при $\tau = 0$; $x = h_H$; $r = r_H$; $d_k = 0,05$ мм.

Расчет заканчивался при соблюдении условий:

$$x = h_{op}; r = R; d_k = 2 \text{ мм}.$$

Уравнение (26) решается численным методом совместно с уравнениями движе-

ния частиц и капель, используя полученные расчетные зависимости по V_ϕ, V_x, V_r :

$$\left. \begin{aligned} \frac{dU_r}{dt} &= \frac{U_\phi^2}{r} + \frac{3\rho_r U_{отн}}{4\rho_q d_q} (v_r - U_r) \xi_q, \frac{dr}{dt} = U_r, \\ \frac{dU_\phi}{dt} &= \frac{U_\phi U_r}{r} + \frac{3\rho_r U_{отн}}{4\rho_q d_q} (v_\phi - U_\phi) \xi_q, \frac{d\phi}{dt} = \frac{U_\phi}{r}, \\ \frac{dU_x}{dt} &= g + \frac{3\rho_r U_{отн}}{4\rho_q d_q} (v_x - U_x) \xi_q, \frac{dx}{dt} = U_x, \end{aligned} \right\} (29)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{dW_r}{dt} &= \frac{W_\phi^2}{r} + \frac{3\rho_r W_{отн}}{4\rho_q d_q} (v_r - W_r) \xi_q, \frac{dr}{dt} = W_r, \\ \frac{dW_\phi}{dt} &= \frac{W_\phi W_r}{r} + \frac{3\rho_r W_{отн}}{4\rho_q d_q} (v_\phi - W_\phi) \xi_q, \frac{d\phi}{dt} = \frac{W_\phi}{r}, \\ \frac{dW_x}{dt} &= g + \frac{3\rho_r W_{отн}}{4\rho_q d_q} (v_x - W_x) \xi_q, \frac{dx}{dt} = W_x. \end{aligned} \right\} (30)$$

Краевые условия при решении уравнений при $\tau = 0$:

$$W_{го} = W_{ист}; W_{фо} = 0; W_{хо} = 0;$$

$$U_{\varphi} = v_{\varphi}; U_x = v_x; U_r = 0; r = r_H; x = h_H.$$

$$m_{\text{ВЫХ}_i} = z_{Ki} \Delta G_{ni} \frac{G_{\text{КАП}}}{G_{\Pi}}, \quad (31)$$

$$m_{\text{ВЫХ}} = \sum m_{\text{ВЫХ}_i}. \quad (32)$$

Эффективность пылеулавливания:

$$\eta = 1 - \frac{m_{\text{ВЫХ}}}{m_{\text{ВХ.П}}}. \quad (33)$$

При решении системы уравнений (29), (30) предполагаем, что частицы имеют сферическую форму; на частицу действуют сила сопротивления среды – центробежная сила и сила тяжести.

Количество пыли, поступившей на участок Δh_{ni} и не уловившейся в факеле орошения:

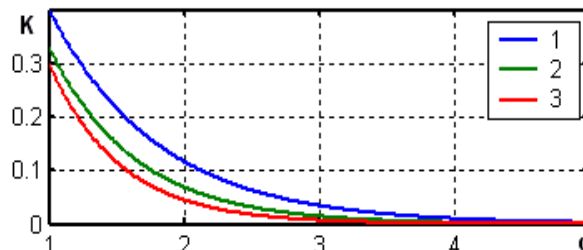
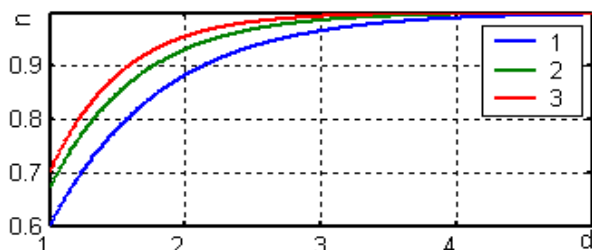


Рис. 3

На рис. 3 представлены графические зависимости фракционной эффективности пылеулавливания η и коэффициента проскока k от эффективного диаметра частиц при $v_{x, \text{ср}} = 15 \text{ м/с}$: 1 – $L/G=0,4$; 2 – $L/G = 0,6$; 3 – $L/G = 0,8$.

ВЫВОДЫ

1. Получено численное решение уравнения Навье-Стокса применительно к вихревому скрубберу.

2. Приведены распределения статического давления и векторов скоростей по объему аппарата.

3. Получены численные решения фракционной и суммарной эффективности улавливания фосфатной пыли в вихревом аппарате.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 09.04.10.

ИЗМЕРЕНИЕ СТАЦИОНАРНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ ПРИ ПОМОЩИ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ВИСМУТТЕЛЛУРОВЫХ ДАТЧИКОВ

С.С. МОИСЕЕВ, Л.И. ЖМАКИН, И.В. КОЗЫРЕВ

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

Описана оригинальная технология изготовления тонкопленочного термопарного датчика теплового потока на основе полиимидной пленки с металлизированными слоями из висмута и теллура.

The original manufacturing technique of the thin-film thermopair sensor of a thermal torrent on the basis of polyamide film with the metallized layers made of bismuth and tellurium is described.

Ключевые слова: измерение теплового потока, висмуттеллуровые датчики, полиимидная подложка, датчик теплового потока.

В настоящее время особенно широкое распространение в энергетическом комплексе получило измерение теплового потока и его поверхностной плотности непосредственно на исследуемом объекте. Для решения поставленной задачи предлагается оригинальная методика измерения при помощи тонкопленочных термопарных висмуттеллуровых датчиков теплового потока (ДТП), изготовленных методом вакуумного термического напыления.

Тепловая модель ДТП основывается на измерении теплового потока методом вспомогательной стенки. Элементарная теория данного метода использует стационарные решения первой краевой задачи теплопроводности для неограниченной пластины, согласно которому плотность теплового потока в любом сечении такой пластины постоянна. Также действие ДТП основано на продольном эффекте Зеебека, в результате чего данное устройство генерирует термо-ЭДС пропорционально перепаду температур горячего и холодного спаев в направлении вектора теплового потока [1].

Оригинальная конструкция тонкопленочного ДТП (рис. 1) представляет собой полиимидную подложку (1) с нанесенными на нее металлизированными слоями висмута (2) и теллура (3) толщиной 55 нм в определенной последовательности на ус-

тановке ВУП-5 со специально разработанной рабочей ячейкой. Осаждение металлизированных тонких пленок осуществляется при помощи метода вакуумного термического напыления, основанного на нагреве вещества в условиях высокого вакуума до температуры испарения с последующей конденсацией его паров на подложку [2].

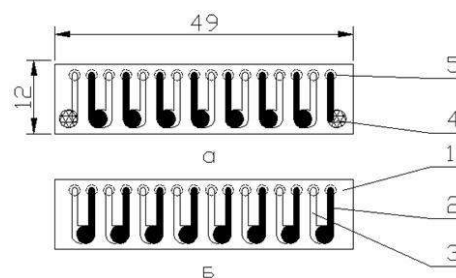


Рис. 1

Для получения давления остаточного газа порядка 10...5 мм рт. ст. разработана классическая вакуумная система с применением механического насоса для получения предварительного вакуума и паромасляного высоковакуумного насоса. Расплавление и испарение вышеперечисленных материалов осуществлялось при помощи испарителя типа «лодочка» размерами 34×5 мм из вольфрамовой фольги толщиной 20 мкм, изготовленного в лабораторных условиях. Во время проведения испарения рабочего вещества с испарителя

на подложку в рабочей ячейке включается нагреватель рабочей поверхности и поверхность конденсации достигает температуры 60°C , что значительно влияет на рост пленки.

Формирование рисунков в тонких пленках происходит через профилирующие маски заданной формы, изготовленные методом лазерной резки на производстве. Также на готовый образец наносится контактная группа (4) из серебра для присоединения внешних проводов способом обычной "оловянной" пайки. При испытаниях на прочность установлено, что внешний провод должен обладать высокой гибкостью из-за малой толщины металлического слоя с целью предотвращения разрушения пайки. Заключительным этапом сборки датчика является нанесение на рабочую поверхность ДТП диэлектрической пленки, предохраняющей от окисления материалов и механических повреждений. Конструктивной особенностью данного типа ДТП является наличие сквозных отверстий в теле подложки (5), через которые соединяются слои полупроводниковых материалов лицевой (а) и обратной (б) сторон.

С целью повышения адгезии металлизированного слоя с полиимидной пленкой до металлизации пленка подвергается термической обработке, а затем химической в растворе, содержащем воду, бихромат натрия и серную кислоту, при температуре $60\dots 80^{\circ}\text{C}$ в течение $3\dots 5$ мин [3]. Также для создания центров зародышеобразования и улучшения адгезии к подложке слои проводников наносились на предварительно напыленный подслои хрома толщиной 13 \AA .

Датчики данного типа градуируют абсолютным методом по джоуль-ленцеву тепловому потоку. Опыты проводились на экспериментальном стенде, где в качестве генератора свободноконвективного потока являлась пластина из нихрома размерами в плане $99 \times 6 \times 0,2$ мм. Его мощность определялась по силе тока (I) и падению напряжения (ΔU) и контролировалась при помощи компенсационного резистора. Торцевые потери теплоты нагревателя не превышают 1%. Градуировочная характери-

стика стенда представлена на рис. 2.

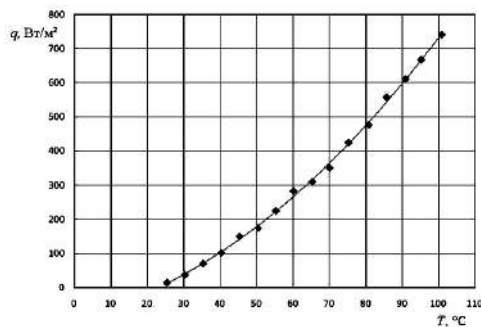


Рис. 2

С учетом того, что градуировка и эксплуатация датчика осуществляются после закрепления на жестком основании, принципиальное значение имеет способ крепления датчика на изделие. Стабильность показаний тонкопленочного ДТП достигается при монтаже образца на двухсторонней липкой ленте толщиной 40 мкм (МРТУ №6-05-111-6-68). Потери между основанием датчика и изделием незначительны и обусловлены характеристиками соединяющего клея ленты.

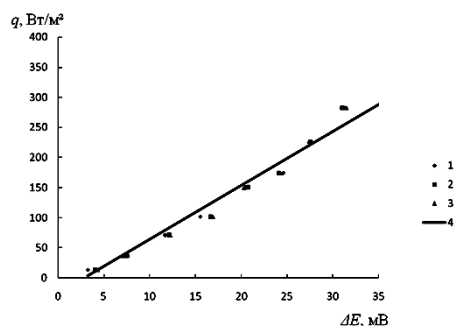


Рис. 3

Из градуировочной кривой датчика, представленной на рис. 3 (результаты градуировки тонкопленочного ДТП: 1...3 – опытные точки; 4 – градуировочная кривая), следует, что тонкопленочный ДТП генерирует «гладкую» (без изломов) термо-ЭДС, практически линейно связанную с удельным тепловым потоком в поперечном сечении датчика. Угол наклона прямой $\Delta E(q)$ не зависит от уровня температур на большей части диапазона, в которой используется датчик. Максимальная мощность, выделенная на нагревателе, состав-

вила 0,33 Вт, что в пересчете на площадь ДТП соответствует плотности теплового потока $282,7 \text{ Вт/м}^2$. Тепловые потери при такой градуировке, по нашим оценкам, не превышают 1%. Разброс экспериментальных точек от усредненной линейной характеристики в диапазоне температур от 25...60°C лежит в пределах 9%. Существенным достоинством датчиков данного типа является высокая чувствительность, составляющая 0,52 мВ/К, и относительно малое омическое сопротивление, порядок которого составляет 4 МОм. Исследование метрологических характеристик ДТП показало, что пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения не превышают $\pm 5\%$.

Обработка сигналов ДТП ничем принципиально не отличается от обработки сигналов термопар. Аппаратура для их измерения не требует переналадки и дополнительных каскадов усиления, что является одним из важных практических достоинств ДТП.

Данные ДТП могут быть использованы для диагностики тепловых потерь через теплоизоляцию технологического оборудования и трубопроводов на предприятиях текстильной промышленности.

ВЫВОДЫ

1. Разработана технология изготовления тонкопленочных висмуттеллуридных датчиков для измерения стационарных тепловых потоков.

2. Показано, что гибкость конструкции датчика позволяет монтировать его в труднодоступных местах и на тонких объектах без механической обработки.

3. Изготовлены и испытаны в лабораторных условиях тонкопленочные ДТП на базе полиимидной пленки толщиной 60 мкм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сапожников С.З., Митяков В.Ю., Митяков А.В. Градиентные датчики теплового потока. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003.

2. Технология тонких пленок (справочник) // Под ред. Л. Майссела, Р. Глэнга. Нью-Йорк, 1970 / Пер. с англ. Под ред. М.И. Елинсона, Г.Г. Сомото. Т.1. – М.: Сов. Радио, 1977.

3. Казарян А.А. Пленочные датчики давления. – М.: Изд-во «Бумажная Галерея», 2006.

Рекомендована кафедрой промышленной теплоэнергетики. Поступила 09.04.10.

УДК 677.022:519.8

**СИНГУЛЯРНЫЙ СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕРАВНОМЕРНОСТИ
СТРУКТУРЫ ТКАНЫХ ПОЛОТЕН***П.А. СЕВОСТЬЯНОВ, Е.А. БАЛАНДИН, Т.С. БУТЕНКО*

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

Предложена методика анализа структуры образцов однослойных тканых полотен по их цифровым изображениям с использованием сингулярного спектрального анализа (ССА), адаптированного к особенностям изучаемого двумерного поля данных.

The analysis technique of the structure of single-layer woven canvases samples by their digital images using the singular spectral analysis (SSA), adapted for the features of the studied two-dimensional data field, is offered.

Ключевые слова: неравномерность расположения основных и уточных нитей, сингулярный спектральный анализ, структура образцов, цифровое изображение, методика анализа.

Проблема анализа причин и оценки неравномерности расположения основных и уточных нитей (НРН) в ткани актуальна при выработке как тканей технического назначения (например, для сит, фильтров, матриц композитов), так и бытового назначения: занавесей, сорочек и т.п. Специфика проблемы связана с необходимостью анализа двумерного поля неровноты, заведомо имеющего периодические составляющие (раппорт полотна и перекрытия двух систем нитей) и локальные отклонения от естественной декартовой системы

координат. Некоторые подходы, основанные на применении скользящих оценок и гармоническом анализе, рассмотрены в [1], [2]. Первый из них пока не получил распространения на двумерные поля НРН, второй предполагает однородность неровноты, что ограничивает его возможности. На рис.1 приведены цифровые изображения двух образцов (1 и 2) полотен, полученные с помощью цифрового микроскопа с увеличением 200× (768×1024 пикс. и 485×463 пикс. соответственно).

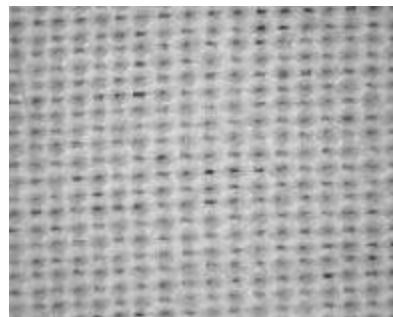
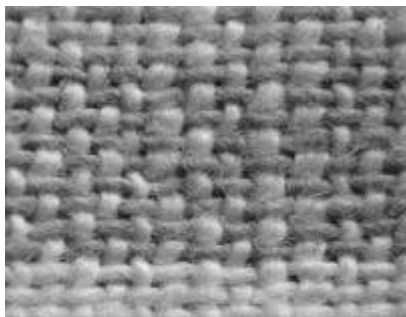


Рис. 1

Специфические особенности изображений: нити не прямолинейны; углы между нитями не прямые; толщина нитей и интервалы между нити варьируют случайным образом; окраска, деформация, ворсистость нитей неоднородны.

Для анализа нестационарных сигналов сложной структуры последние годы используется сингулярный спектральный анализ (ССА) [3...5]. Его применяют для исследования структуры одно- или многоканальных потоков одномерных данных. ССА включает следующие этапы: 1) преобразование вектора одномерных данных в матрицу многомерных данных с использованием специального скользящего преобразования ("гусеницы"); 2) использование метода главных компонент для выделения основных составляющих; 3) анализ структуры главных компонент и их вклада в

анализируемые данные; 4) полное или частичное восстановление исходных данных по выбранному подмножеству главных компонент.

В рассматриваемой задаче анализируется двумерный набор данных – матрица, описывающая структуру цифрового изображения прямоугольного фрагмента ткани. Например, при использовании RGB – кодировки – это матрица значений одного из базовых цветов изображения. Поэтому ССА дополнен начальным этапом: преобразованием матрицы в одномерный поток данных – путем последовательной конкатенации столбцов матрицы в один вектор. Поскольку получаемые в процессе ССА матрицы и векторы насчитывают десятки и сотни тысяч элементов, на приводимых ниже графиках отображены лишь фрагменты вычисляемых характеристик.

Таблица 1

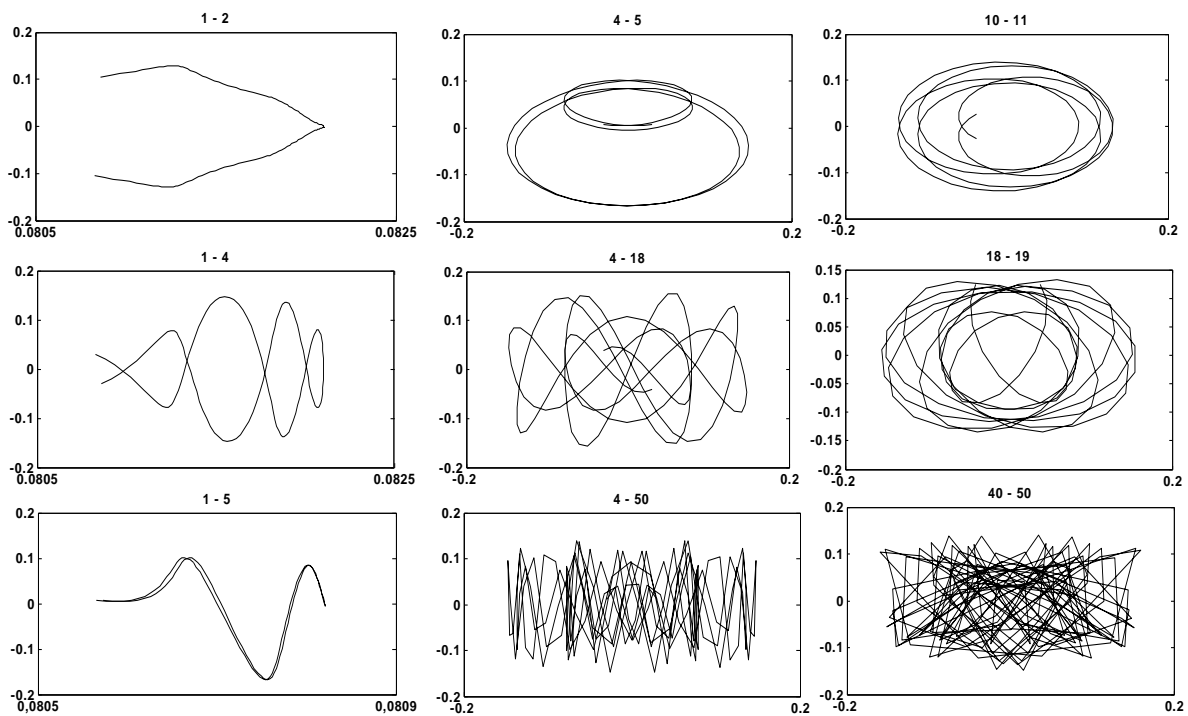
№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тк,1	93,924	1,258	0,572	0,524	0,522	0,461	0,397	0,363	0,262	0,239
Тк,2	98,849	0,311	0,296	0,058	0,039	0,036	0,036	0,036	0,034	0,034

В табл. 1 приведены первые 10 собственных значений, полученные с помощью ССА для рассматриваемых образцов ткани. Они показывают, что большая часть вариабельности рассматриваемых наборов данных (свыше 90%) описывается 1-м главным компонентом, причем у второго образца эта доля заметно выше (98,8 против 94%).

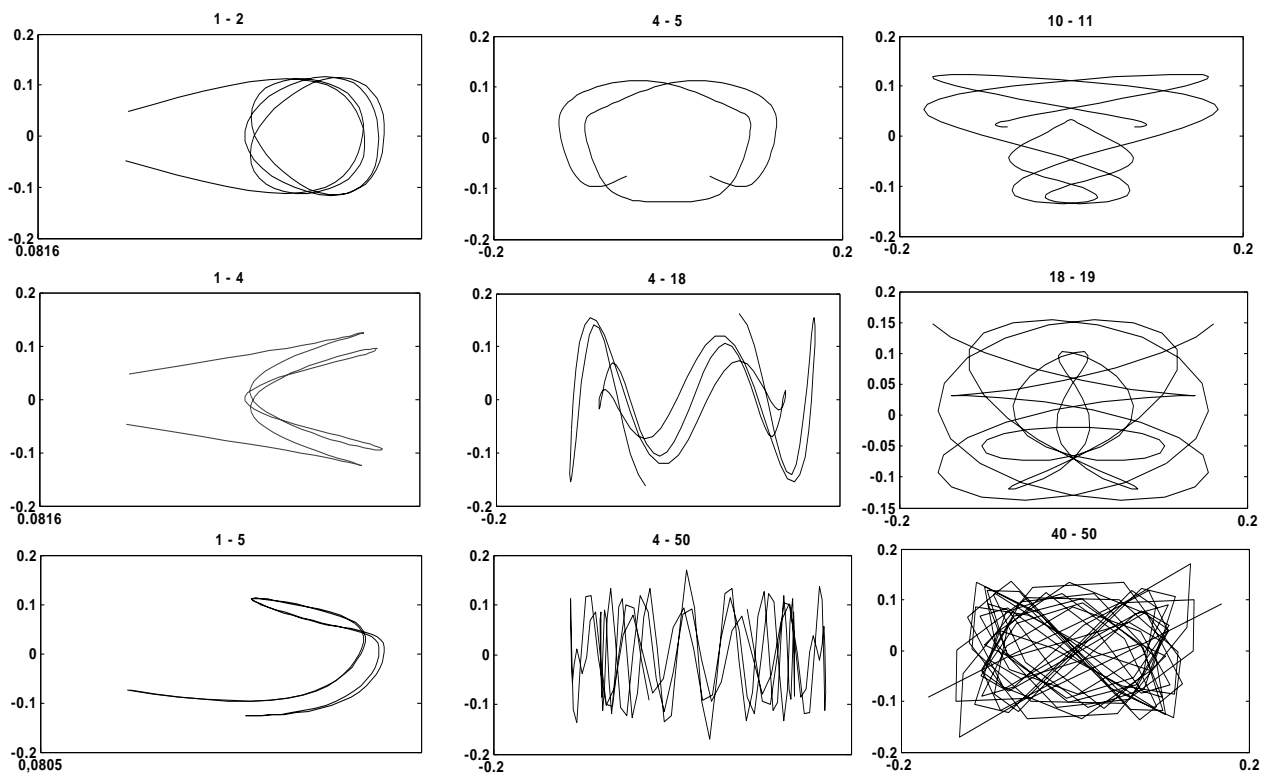
Присутствие в спектре практически одинаковых значений (например, четвертого и пятого компонентов первого образца) говорит о наличии среди главных компонент периодических составляющих. Это подтверждается фазовыми портретами пар компонентов. Примеры таких портре-

тов приведены на рис.2-а для первого и на рис. 2-б для второго образца ткани. Над портретами указаны номера пар компонентов, которым принадлежит соответствующий портрет. Интерпретация портретов аналогична той, которую дают известным из теории колебаний фигурам Лиссажу.

Как следует из приведенных примеров фазовых портретов, первые номера главных компонент содержат явно выраженные периодические составляющие, тогда как компоненты с большими номерами и малым долевым участием собственных значений варьируют хаотическим образом.



а)

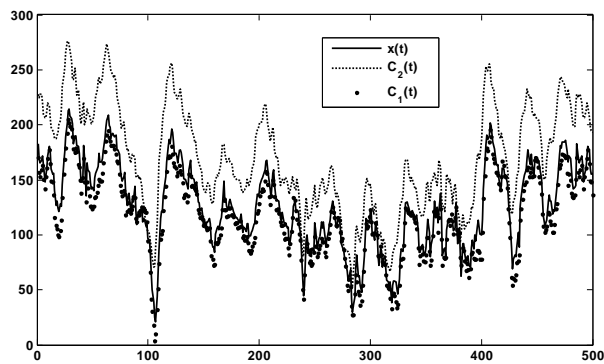


б)

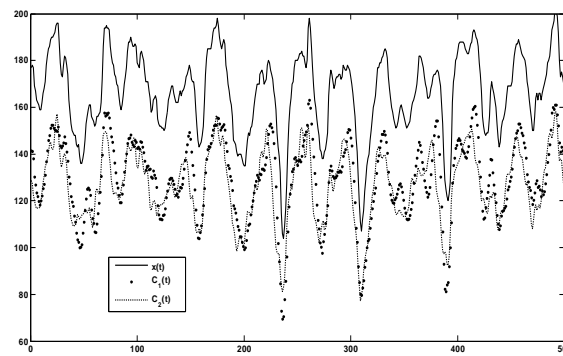
Рис. 2

На рис. 3-а и б приведены фрагменты реализаций $x(t)$ исходных данных и их составляющие $C_1(t)$ и $C_2(t)$, восстановленные

по первым двум главным компонентам ССА.



а)



б)

Рис. 3

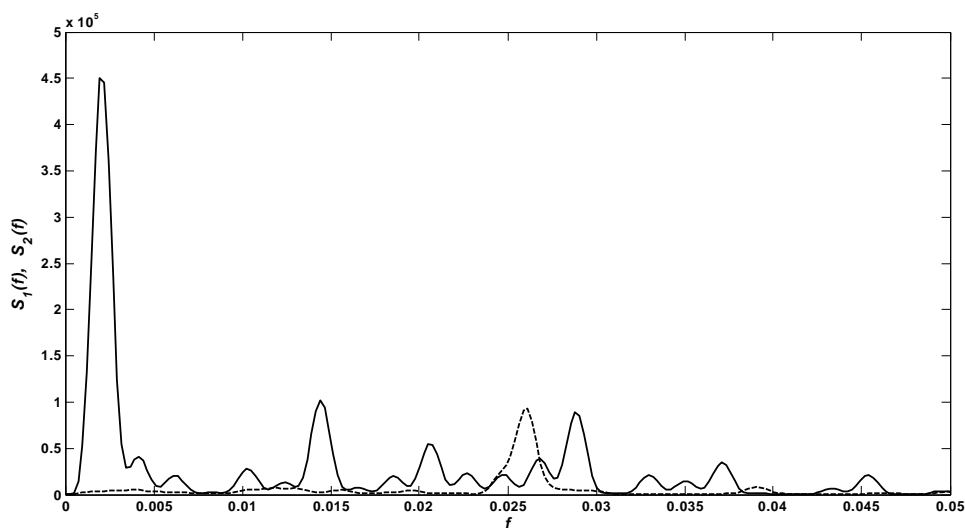


Рис. 4

Рисунки подтверждают, что значительная доля варибельности данных совпадает с первыми главными компонентами, оставляя на остальные лишь случайные составляющие и постоянный средний уровень. Для сравнения информативности ССА и гармонического спектрального анализа на рис.4 приведены графики спектральной плотности дисперсии (СПД) потоков данных для рассматриваемых образцов. Видно, что СПД образцов существенно отличаются друг от друга, то есть СПД может быть использована как мера структурных особенностей образца ткани. Однако анализ ряда образцов показал, что устойчивость этой меры к изменениям в ее оценке вследствие перекосов и непрямолинейной направленности нитей в образцах сказывается заметно ниже, чем на оценках, получаемых с помощью ССА.

ВЫВОДЫ

Предложена методика анализа структуры образцов однослойных тканых полотен по их цифровым изображениям с использованием сингулярного спектрального анализа, адаптированного к особенностям изучаемого двумерного поля данных. Показано, что использование ССА позволяет идентифицировать образцы, анализировать особенности структуры, диагностировать нарушения в этой структуре. Установлено, что ССА дает значительно больший объем информации о структуре исследуемого поля данных по сравнению с традиционной СПД при более высокой устойчивости к искажениям, вносимым несовершенством анализируемых образцов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Севостьянов П.А. Методы оценки и измерения неравномерности расположения нитей в ткани. Дис. ...канд. техн. наук. – М.: МТИ, 1973.

2. Баландин Е.А., Севостьянов П.А. Спектральная плотность дисперсии расположения уточных нитей в ткани // Сб. научн. тр. аспирантов. Вып.14. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2008. С.89...95.

3. Белонин М.Д., Голубева В.А., Скублов Г.Т. Факторный анализ в геологии. – М.: Недра, 1982.

4. Голяндина Н.Э. Метод "Гусеница" - SSA: анализ временных рядов: Учеб. пособие. – СПб., 2004.

5. Данилов Д.Л. Метод главных компонент для обработки многомерных полей // В сб.: Главные компоненты временных рядов: метод "Гусеница" / Под ред. Д.Л. Данилова и А.А. Жигляевского. – СПб.: СПбУ, 1997.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и систем автоматизированного проектирования. Поступила 09.04.10.

УДК 677.021.16

ЗАКОН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КРАТНОСТИ ПОПАДАНИЯ ВОЛОКОН В ЗОНЫ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕПИ, ОБРАЗОВАННОЙ ИЗ РЕЦИКЛОВ

А.В. ГРАЧЕВ, С.В. ЛАЗАРЕНКО

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

Для технологической цепи типа однородный рецикл показано, что кратность попадания волокон в обратную связь рецикла и число попаданий волокон в зону вероятностного выбора распределены по геометрическому закону.

For the technological chain of the homogeneous recycle type it is shown that the frequency rate of fibers reaching the recycle feedback and the number of fibers' hits in a zone of a likelihood choice are distributed under the geometric law.

Ключевые слова: волокнистый материал, технологическая цепь, однородный рецикл, одинаковые параметры, обратная и прямая связь рециклов, вероятностный выбор.

Для повышения кратности воздействия на волокнистый материал, эффективности смешивания и выравнивания волокнистого потока в прядении и в технологии нетканых материалов используются технологические зоны с возвратом части волокнистого материала с последующим сложением с входящим потоком. Схему такого типа будем называть ниже рециклом.

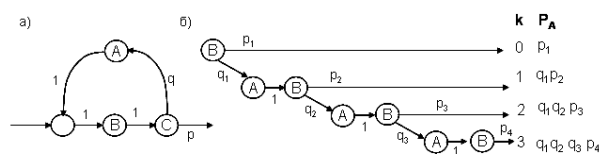


Рис. 1

На рис. 1-а изображен граф одиночного рецикла. Вершину С будем трактовать как зону вероятностного выбора. Обозначим: p – вероятность выхода текстильной частицы - ТЧ (волокна, сорной примеси) из рецикла; q – вероятность попадания в обратную связь (в вершину А) рецикла. Вершина В находится в прямой части контура. На остальных ребрах графа вероятности равны единице. Структура типа рецикл часто встречается в текстильной технологии как на этапе разрыхления, так и кардочесания.

Для одиночного рецикла можно выделить три дискретные случайные величины: ξ_A – число попаданий (кратность) в обратную связь, которая также может трактоваться как число циклов текстильной частицы; $\xi_B = \xi_A + 1$ – кратность попадания ТЧ в прямой участок контура; ξ_C – кратность попадания ТЧ в зону вероятностного выбора. Поскольку $\xi_B = \xi_C$, то граф может быть упрощен и задача анализа сводится к определению законов распределений и числовых характеристик для случайных величин ξ_A и ξ_B . Учитывая связь между ξ_B и ξ_A , достаточно рассмотреть закон распределения для случайной величины ξ_A . Для получения закона распределения для этой случайной величины рассмотрим вероятностный процесс во времени в виде дерева вероятностных исходов (рис.1-б). При различных вероятностях на каждом шаге будем иметь неоднородный марковский процесс, или неоднородный рецикл. Из рис.1-б следует, что для неоднородного рецикла закон распределения для ξ_A при $k=0,1,2,3,\dots$ имеет вид

$$P_A(\xi = k) = \begin{cases} p_1, \\ p_1(1-p_1), \\ p_1(1-p_1)(1-p_2), \\ \dots\dots\dots \\ p_1(1-p_1)(1-p_2)\dots(1-p_k). \end{cases}$$

В том случае, если вероятности не зависят от времени, то закон распределения для кратности числа циклов представляется в виде геометрического распределения:

$$P_A(\xi = k) = p(1-p)^k,$$

где $k = 0,1,2,\dots$ (1)

Отсюда математическое ожидание кратности числа циклов ТЧ в рецикле и дисперсия числа кратности циклов равны:

$$M\xi_A = \frac{1-p}{p}, \quad D\xi_A = \frac{1-p}{p^2}.$$

Соответствующие характеристики для случайных величин ξ_B и ξ_C с учетом свойств математического ожидания и дисперсии имеют вид:

$$M\xi_B = M\xi_C = M[\xi_A + 1] = \frac{1-p}{p} + 1 = \frac{1}{p},$$

$$D\xi_B = D\xi_C = D[\xi_A + 1] = \frac{1-p}{p^2}.$$

Как видно, полученные характеристики совпадают с результатами, которые были получены на основе использования однородных марковских цепей для зоны вероятностного выбора (зоны чесания) [1].

Характеристическая функция для геометрического распределения для случайной величины ξ_A равна [2]:

$$\psi_A(\omega) = \frac{p}{1-(1-p)e^{i\omega}}.$$

С учетом того, что $\xi_B = \xi_A + 1$, а также свойств характеристических функций, характеристическая функция для случайной величины ξ_B равна:

$$\psi_A(\omega) = \frac{pe^{i\omega}}{1-(1-p)e^{i\omega}}.$$

Закон распределения для случайных величин ξ_B и ξ_C имеет такой же вид (1), как и для случайной величины ξ_A , только смещен вправо на единицу и $k=1,2,3,\dots$

Рассмотрим теперь закон распределения кратности попадания в зоны при последовательном соединении однородных рециклов. Такой тип соединений имеет место, в частности, и при последовательном расположении рабочих пар валиков на валичной чесальной машине.

В этом случае случайная величина "число циклов" в последовательной цепи равна сумме случайных величин. Рассматривая отдельные случайные величины как независимые (при различных параметрах зон вероятностного выбора), общая характеристическая функция будет равна произведению частных:

$$\Psi_{\text{OA}}(\omega) = \prod_{i=1}^n \Psi_{A_i}.$$

В частном случае, если характеристические функции одинаковы, то есть $\Psi_{A_i} = \Psi_A$, то общая характеристическая функция последовательной цепи из рециклов равна:

$$\Psi_{\text{OA}}(\omega) = \left(\frac{p}{1 - (1-p)e^{i\omega}} \right)^n.$$

Сравнивая полученную характеристическую функцию с характеристическими функциями типовых законов распределе-

ний [2], видим, что для рассматриваемого случая имеем отрицательное биномиальное распределение, или распределение Паскаля, которое имеет вид:

$$P(\xi = k) = C_{n+k-1}^k p^n (1-p)^k,$$

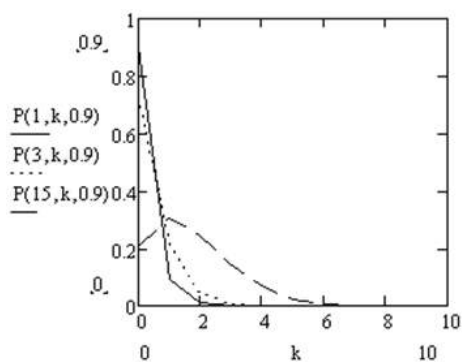
где $k = 0, 1, 2, \dots$

Числовые характеристики: математическое ожидание, дисперсия, коэффициент асимметрии в этом случае равны:

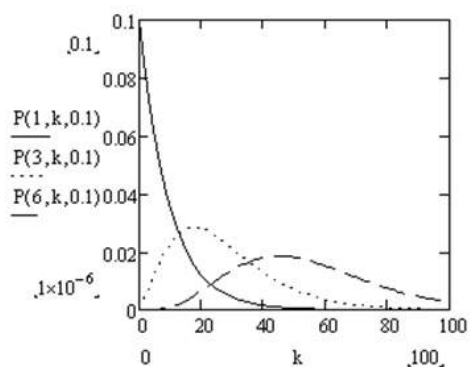
$$M\xi_A = \frac{1-p}{p}, \quad D\xi_{An} = \frac{1-p}{p^2},$$

$$k_{\text{af}} = \frac{2p}{\sqrt{n(1-p)}}.$$

Из анализа коэффициента асимметрии следует, что с ростом числа последовательно размещенных рециклов n распределение кратности циклов становится все более симметричным. Это также подтверждается графиками распределений вероятностей, приведенных на рис. 2-а, б.



а)



б)

Рис. 2

Существенное влияние на характер кривых распределения вероятностей кратности циклов оказывает величина вероятности выхода из рецикла, что видно из сравнения графиков, представленных на рис. 2-а и б, первые из которых построены при $p=0,9$, вторые – при $p=0,1$ при различном числе рециклов n . Малая вероятность выхода из рецикла обеспечивает большую возможность для смешивания волокон в продольном направлении при одинаковом

числе рециклов в последовательной технологической цепи.

ВЫВОДЫ

1. Для технологической цепи типа однородный рецикл кратность попадания волокон в обратную связь рецикла, или кратность циклов и число попаданий в зону вероятностного выбора распределены по геометрическому закону.

2. При последовательном соединении однородных рециклов с одинаковыми параметрами зоны вероятностного выбора кратность циклов распределена по распределению Паскаля.

3. Определены числовые характеристики кратности попадания волокон в обратную и прямую связь рециклов и зону вероятностного выбора.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ашин Н.М.* Кардочесание волокнистых материалов. – М.: Легкая промышленность и бытовое обслуживание, 1985.

2. Справочник по теории вероятностей и математической статистике/ В.С. Королюк, И.П. Поротенко, А.В. Скороход, А.Ф. Турбин. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1985. С.111.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 09.04.10.

СОДЕРЖАНИЕ

Экономика и организация производства

<i>Зернова Л.Е., Саган Е.И.</i> Методический подход к определению кредитоспособности предприятия	3
<i>Юхин А.С., Оленева О.С.</i> Особенности планирования производства на заказ	6
<i>Сайдаева А.С., Политова Р.В.</i> Основные проблемы антикризисного управления на предприятии	9

Текстильное материаловедение

<i>Кузнецов М.Ю., Кирюхин С.М., Макарова Н.В.</i> Определяющие показатели качества парашютных тканей	12
--	----

Прядение

<i>Громов С.С.</i> Автоматическая система регулирования кардочесальной машины при переработке двухкомпонентных смесок	16
---	----

Ткачество

<i>Павлихина И.Ю., Сумарукова Р.И., Николаев С.Д.</i> Разработка многослойных кремнеземных тканей разреженных структур	19
<i>Сергеев В.Т.</i> Перспективные многослойные ткани	22
<i>Иноземцева Н.А.</i> Расчет параметров строения тканей на ЭВМ	24
<i>Михеева Н.А., Парфенов О.В.</i> Прогнозирование обрывности основных и уточных нитей на ткацком станке	28
<i>Слугин Алексей И., Слугин Андрей И.</i> Исследование влияния вида переплетения ткани на натяжение нитей основы в процессе изготовления арамидных тканей из пряжи, полученной из вторичных материалов	31
<i>Егоров Н.В., Щербаков В.П.</i> Определение параметров строения арамидных огнезащитных тканей	33

Отделка

<i>Агеев А.А., Волков В.А., Щукина Е.Л., Егорова О.С.</i> Влияние pH среды на адсорбцию фторсодержащих поверхностно-активных веществ на хлопковых волокнах	36
<i>Тараканова Л.И., Станкевич Г.С.</i> Использование метилфлороглюцина в процессах колорирования путем образования нерастворимых азокрасителей на поверхности белковой ткани	40
<i>Почеховская Н.Н., Третьякова А.Е.</i> Исследование процессов крашения натурального шелка прямыми красителями в присутствии катионов редкоземельных элементов	43
<i>Заводчикова А.А., Сафонов В.В., Иванов В.Б.</i> Наноструктурированные пигменты для колорирования текстильных материалов: цветометрические характеристики в полимерных матрицах и устойчивость к действию света	46
<i>Масленникова А.В., Баранцев В.М., Павлов Н.Н., Меньшова И.И.</i> Оксидные катализаторы на волокнистых носителях для фотохимической очистки сточных вод отделочного производства	50
<i>Кобраков К.И., Неборако О.Ю., Оленев Н.С.</i> Интенсификация процесса колорирования ткани красителями растительного происхождения действием микроволнового излучения	53

Технология нетканых материалов

<i>Егунова С.А., Горчакова В.М.</i> Улучшающая регенерацию антиадгезионная отделка нетканых иглопробивных фильтрующих материалов	57
--	----

Трикотажное производство

<i>Желтиков М.В., Колесникова Е.Н.</i> Разработка параметров и характеристик электромагнитного привода игл трикотажной машины	60
---	----

Швейное производство и дизайн

<i>Васин Ф.В., Стор И.Н.</i> Инновационные решения рекламного графического дизайна упаковки изделий текстильной и легкой промышленности в первом десятилетии XXI века	64
<i>Садов А.К.</i> Графический дизайн и реклама	66
<i>Лапутина М.В., Докучаева О.И.</i> Основные научные проблемы процесса художественного проектирования трикотажных изделий на основе закономерностей бионики	70
<i>Рассолова Е.Ю.</i> Функциональные возможности и особенности дизайна ювелирных украшений в системе "костюм" в XXI веке	72
<i>Буланина И.А., Козлова Т.В.</i> Анализ образа этнокультурного стереотипа в гармоничной системе человек – костюм в контексте композиционных решений художественного проектирования современного костюма	75

Текстильные машины и агрегаты

<i>Лушников С.В., Белый М.А.</i> Исследование движения главного вала ткацкого станка СТБ с учетом упругости ременной передачи	78
<i>Колягин А.Ю., Палочкин С.В.</i> Конструкционное демпфирование в соединении шпули с насадкой шпинделя веретена	81

Автоматизация технологических процессов

<i>Соколова Т.В., Румянцев Ю.Д., Захаркина С.В.</i> Двумерная система автоматического управления процессом вытяжки оптических волокон из заготовки	86
<i>Серяков И.Н., Поляков К.А., Поляков А.Е., Павлов Н.К.</i> Основные требования, предъявляемые к процессу формования волокон и синтетических нитей	90
<i>Рыжкова Е.А.</i> Построение модели движения рулонов ткани через пункты формирателя партий	95

Экология и промэнергетика

<i>Кереметин П.П., Кошелева М.К., Муллакаев М.С.</i> Исследование и расчет процесса очистки сточных вод методом гальванокоагуляции с применением ультразвука	99
<i>Сажин Б.С., Тюрин М.П., Сажина М.Б., Кочетов Л.М., Апарушкина М.А., Платонова О.В.</i> Исследование процесса мокрого пылеулавливания в вихревом скруббере	103
<i>Моисеев С.С., Жмакин Л.И., Козырев И.В.</i> Измерение стационарных тепловых потоков при помощи тонкопленочных висмуттеллуридных датчиков	109

Информационные технологии

<i>Севостьянов П.А., Баландин Е.А., Бутенко Т.С.</i> Сингулярный спектральный анализ неравномерности структуры тканых полотен	112
<i>Грачев А.В., Лазаренко С.В.</i> Закон распределения кратности попадания волокон в зоны последовательной технологической цепи, образованной из рециклов	116

CONTENTS

Economics and Production Planning

<i>Zernova L.E., Sagan E.I.</i> Methodical Approach to the Determination of the Enterprise Credit Status	3
<i>Yuhin A.S., Oleneva O.S.</i> Features of the Production Planning to Order	6
<i>Saydaeva A.S., Politova R.V.</i> Basic Problems of Anti-Recessionary Management at an Enterprise	9

Textile Materials

<i>Kuznetsov M.Yu., Kiryuhin S.M., Makarova N.V.</i> Defining Qualitative Indices of Parachute Fabrics	12
--	----

Spinning

<i>Gromov S.S.</i> Automatic System of the Carding Machine Adjustment at the Processing of Double-Component Mixtures	16
--	----

Weaving

<i>Pavlihina I.Yu., Sumarukova R.I., Nikolaev S.D.</i> Development of the Multiply Silicious Fabrics of the Discharged Structures	19
<i>Sergeev V.T.</i> Perspective Multiply Fabrics	22
<i>Inozemtseva N.A.</i> Calculation of the Fabrics Structure Parametres by the Computer	24
<i>Miheeva N.A., Parfyonov O.V.</i> Forecasting of the Breakage of Warp and Weft Threads on a Loom	28
<i>Slugin Aleksey I., Slugin Andrey I.</i> Research of the Influence of a Fabric Construction Kind on the Tension of the Warp Threads in the Course of Aramide Fabrics Manufacturing from the Yarn Made of the Secondary Materials	31
<i>Egorov N.V., Shcherbakov V.P.</i> Definition of the Parametres of the Aramide Fire-Proof Fabrics Structure	33

Finishing

<i>Ageev A.A., Volkov V.A., Shchukina E.L., Egorova O.S.</i> Influence of pH Medium on the Adsorption of Fluorine-Containing Surface-Active Substances on the Cotton Fibers	36
<i>Taranova L.I., Stankevich G.S.</i> Use of Methylfloroglucine in the Processes of Colouring by Formation of Insoluble Azo Dyes on the Surface of Albuminous Fabric	40
<i>Pochehovskaya N.N., Tretyakova A.E.</i> Research of the Processes of Natural Silk Dyeing by Direct Dyes at Presence of the Metal Elements Cations	43
<i>Zavodchikova A.A., Safonov V.V., Ivanov V.B.</i> Nanostructured Pigments for the Textile Materials Coloring: Colorimetric Characteristics in Polymer Matrixes and the Light Permanence	46
<i>Maslennikova A.V., Barantsev V.M., Pavlov N.N., Menshova I.I.</i> Oxide Catalysts for Fibrous Media for Photochemical Wastewater of Finishing Production	50
<i>Kobraykov K.I., Neborako O.Yu., Olenev N.S.</i> Intensification of Fabric Colouring by Dyes of Vegetable Origin by the Effect of Microwave Radiation	53

Technology of Non-Wovens

<i>Egupova S.A., Gorchakova V.M.</i> Antiadhesion Finishing of Nonwoven Needle Punched Filter Materials Improving Their Regeneration	57
--	----

Knitting

<i>Zheltikov M.V., Kolesnikova E.N.</i> Development of Parameters and Characteristics of the Needles Electromagnetic Driver of Knitting Machines	60
--	----

Sewing and Design

<i>Vasin F.V., Stor I.N.</i> Innovation Decision of Advertising Graphic Design of Products Packing of Textile and Light Industry in the First Decade of the XXI Century	64
<i>Sadov A.K.</i> Graphic Design and Advertising	66
<i>Laputina M.V., Dokuchaeva O.I.</i> Basic Scientific Problems of the Process of the Knitted Products Art Design on the Basis of Bionics Laws	70
<i>Rassolova E.Yu.</i> Functional Possibilities and Design Features of Jewellery in the "COSTUME" System in the XXI Century	72
<i>Bulanina I.A., Kozlova T.V.</i> Analysis of the Ethnocultural Stereotype Image in the Harmonious System Human – Suit in the Context of the Research of Composite Decisions of Modern Suit Art Designing	75

Textile Machines and Aggregates

<i>Lushnikov S.V., Belyy M.A.</i> Research of Movement of the Weaving Loom STB Main Shaft Taking into Account the Belt Drive Elasticity	78
---	----

<i>Kolyagin A.Yu., Palochkin S.V.</i> Constructional Damping in Connection of a Sleeve with a Nozzle of a Spindle Blade	81
---	----

Automation of Technological Processes

<i>Sokolova T.V., Rumyantsev Yu.D., Zaharkina S.V.</i> Two-dimensional System of Automatic Control of the Process of the Optical Fibers Draught of a Workpiece	86
<i>Seryakov I.N., Polyakov K.A., Polyakov A.E., Pavlov N.K.</i> Basic Demands Made to the Process of the Fibers and Synthetic Threads Forming	90
<i>Ryzhkova E.A.</i> Construction of the Clothrolls Movement through the Points of the Parties Reshaper	95

Ecology and Industrial Heat Engineering

<i>Keremetin P.P., Kosheleva M.K., Mullakaev M.S.</i> Research and Calculation of the Wastewater Cleaning Process by the Galvanocoagulation Method with Ultrasound Application	99
<i>Sazhin B.S., Tyurin M.P., Sazhina M.B., Kochetov L.M., Aparushkina M.A., Platonova O.V.</i> Research of the Wet Dust Separating Process in a Vortical Scrubber	103
<i>Moiseev S.S., Zhmakin L.I., Kozyrev I.V.</i> Measurement of the Stationary Thermal Torrents by Means of Thin Bismuthtellurium Sensors	109

Information Technologies

<i>Sevostyanov P.A., Balandin E.A., Butenko T.S.</i> Singular Spectral Analysis of the Uneven Structure of Woven Fabrics	112
<i>Grachev A.V., Lazarenko S.V.</i> The Law of Distribution of Frequency Rate of Fibers Reaching the Consecutive Technological Chain Zones, Formed by Recycles	116

Вниманию авторов!

Редакция принимает статьи и сопроводительные документы к ним, направленные только обычными письмами в адрес редакции журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности": 153000, г. Иваново, просп. Ф.Энгельса, 21, к. Г.352. Редакция журнала, ответственному секретарю.

Статьи и документы к ним должны быть оформлены согласно Правилам для авторов, которые публикуются в конце номера журнала.

Корреспонденция, направленная заказными письмами, не рассматривается.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Редакция просит авторов, направляющих статьи в журнал "Технология текстильной промышленности" серии "Известия вузов", руководствоваться следующими правилами.

1. Редакция принимает только статьи, содержащие оригинальный материал, соответствующий профилю журнала, нигде не опубликованные и не переданные в редакции других изданий. В статье должно быть представлено четкое изложение полученных автором результатов без повторения данных в тексте статьи, таблицах и рисунках.

2. Статьи, написанные от руки, оформленные небрежно и не имеющие необходимых сопроводительных документов (см. п. 7), не рассматриваются.

Вопрос об опубликовании статьи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала и ее решение является окончательным.

3. Объем статей с учетом таблиц не должен превышать 6 страниц машинописного текста, напечатанного через два интервала с соблюдением требований ГОСТа 7.3–77. "Оригиналы текстовые, авторские и издательские". Текст статьи присылать в двух экземплярах, один из которых должен быть первым. С целью ускорения публикации статей редакция принимает статьи и рисунки на электронных носителях, текстовый редактор Word (формат *.doc, *.rtf), редактор формул Microsoft Equation, графический редактор Adobe Photoshop (формат *.psx, *.bmp, *.jpg).

4. В список литературы, помещаемый в конце статьи, включать только опубликованные работы, на которые имеются ссылки в статье. Библиографическое описание составляется в соответствии с ГОСТом 7.1–84. "Библиографическое описание документа".

5. Чертежи, графики, структурные формулы выполнять по правилам ГОСТа "Единая система конструкторской документации" чисто и четко в двух экземплярах (формата не более 13x18 см с учетом последующего полиграфического уменьшения в 2...2,5 раза), надписи и обозначения должны быть четкими и понятными. На обороте рисунка указывать его номер и название; "верх" и "низ" рисунка. Название рисунка и все обозначения должны вноситься в текст статьи. Фотографии (тоновые рисунки) принимаются только на глянцевой бумаге (без глянцева) формата не менее 9x12 см (с учетом последующего уменьшения). Не принимаются рисунки, выполненные от руки, небрежно, карандашом или шариковой ручкой.

Все рисунки помещать в конце статьи на отдельных листах (не вставляя их в текст) и сопровождать описанием с указанием их номеров и названий. Количество рисунков в статье не должно превышать четырех.

6. В начале статьи (над ее названием) проставлять индекс Универсальной десятичной классификации (УДК). Под заголовком указать инициалы, фамилии авторов и полное название института (организации), в котором работают авторы, E-mail. Далее следует расположить аннотацию на русском языке, отражающую основное содержание статьи, не более 10 строк, а после нее – основной текст статьи. Если в статье есть таблицы, то их заголовки следует вносить в текст. Статья должна заканчиваться конкретными выводами.

7. К статье прилагать следующие документы:

а) сопроводительное письмо с перечнем всех документов, направляемых в редакцию, с указанием организации, где проведена описываемая работа, а также места работы, должности, ученой степени и ученого звания, фамилии, имени и отчества автора (авторов), точного домашнего адреса и адреса для переписки, номеров служебного и домашнего телефонов, E-mail;

б) заверенную выписку из протокола заседания кафедры, рассмотревшего направляемую статью. В выписке должны содержаться рекомендации кафедры к публикации в журнале, а также полное (без сокращений) наименование кафедры. К статье должны быть приложены документы, подтверждающие возможность ее открытого опубликования;

в) аннотации статей на русском и английском языках; ключевые слова к статье;

г) название статьи, фамилию и инициалы автора (авторов), место работы и должность на английском языке.

8. Плата с аспирантов (аспирант – дневной формы обучения, выступающий единым автором работы) за публикацию статей не взимается.

9. С целью ускорения публикаций статей переписку, связанную с исправлениями материалов, желательно осуществлять по электронной почте: E-mail: ttp@igta.ru

РЕДАКЦИЯ.