

Федеральное агентство по образованию

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

**ТЕХНОЛОГИЯ
ТЕКСТИЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

**№ 2С (307)
2008**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор *Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ.*

Заместители главного редактора: *Н.М. АШНИН, Ф.Ф. БЕЗДУДНЫЙ, 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, В.В. ВЕСЕЛОВ, В.Ф. ГЛАЗУНОВ, В.М. ЗАРУБИН, В.В. ЗРЮКИН, В.В. ИСАЕВ, Е.Н. КАЛИНИН, С.М. КИРЮХИН, А.М. КИСЕЛЕВ, А.Б. КОЗЛОВ, В.Н. КРОТОВ, Н.А. КУЛИДА, Н.В. ЛУСТГАРТЕН, В.В. ЛЮБИМЦЕВ, Н.И. МАКСИМОВ, Р.М. МАЛАФЕЕВ, Б.Н. МЕЛЬНИКОВ, 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, В.В. САФОНОВ, А.Г. СЕВОСТЬЯНОВ, П.А. СЕВОСТЬЯНОВ, М.И. СЕМИН, Н.А. СМЕРНОВА, А.П. СОРКИН, В.И. ТЕРЕНТЬЕВ, Н.Н. ТРУЕВЦЕВ, 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 05.05.2008. Подписано в печать 30.05.2008. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. 17,67 усл.-печ. л.; 17,92 усл. кр.-отт. Заказ 3395.

Тираж 450 экз.

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

УДК 339.14:677.4

**УРОВЕНЬ ПАРТНЕРСКИХ СВЯЗЕЙ
КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ
ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

И.А. ГАВРИЛОВ

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

В условиях современного рынка любое предприятие, независимо от размеров, вида деятельности и рынка, на котором оно действует, нуждается в эффективном и как можно более быстром взаимодействии с экономической средой. Происходит такое взаимодействие путем установления и функционирования разнообразных партнерских связей между субъектами рынка. В связи с этим, на наш взгляд, является очевидным, что качество, надежность и интенсивность партнерских отношений будут оказывать большое влияние на конкурентоспособность организации (КСО).

К сожалению, в настоящее время ни западные, ни отечественные методики оценки КСО не включают в себя данный фактор, ограничиваясь (в зависимости от методики) либо уровнем логистики на предприятии, либо качеством каналов закупок

и сбыта. По нашему же мнению, существует необходимость оценивать именно комплекс взаимодействия организации со средой, другими словами – уровень партнерских связей.

Для правильной оценки фактора, на наш взгляд, необходимо, во-первых, классифицировать субъекты анализа – партнеров предприятия, а, во-вторых, выявить и определить критерии этой оценки.

В логистике внешнее окружение предприятия принято делить на: поставщиков, клиентов, государство, конкурентов.

Для наших целей в такой классификации стоит выделить поставщиков и клиентов. Однако данные группы являются очень объемными и включают в себя огромное количество разноплановых партнеров.

При делении на подгруппы можно получить следующее (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Поставщики	Клиенты
Поставщики сырья	Посредники с правом собственности на товар
Поставщики запчастей и оборудования	Посредники без права собственности на товар
Инвесторы	Конечные потребители – производственные предприятия
Поставщики информации	Конечные потребители – физические лица
Поставщики финансовых услуг (банки, биржи, аудиторы и т. п.)	
Поставщики трудовых ресурсов	
Прочие поставщики услуг	

После классификации партнеров можно перейти к оценке критериев.

При анализе специфики партнерских отношений мы выявили следующие критерии: долговечность, глубина партнерских связей, возможность дублирования, надежность, динамика и эффективность.

Первый критерий – долговечность –

оценивает время, в течение которого исследуемая организация взаимодействует с партнером. При общих равных условиях уровень конкурентоспособности организации будет тем выше, чем больше у предприятия долгосрочных партнеров.

Глубина партнерских связей выражает уровень взаимодействия партнеров в раз-

личных сферах деятельности. Также в рамках данного критерия предполагается оценивать наличие или отсутствие процесса совместного планирования и контроля совместной деятельности, создание и функционирование совместно созданных структур, необходимых для наилучшего использования партнерства.

Под возможностью дублирования предполагается способность предприятия в кратчайшие сроки заменить одну связь другой в случае, если партнер по каким-то причинам не сможет выполнить свои партнерские обязательства. Этот критерий особенно важен для предприятий текстильной промышлен-

ЭПС = Ущерб от срывов и недопоставок / (Недополученная прибыль + Фактическая прибыль).

При использовании такой формулы и ущерб, и объем недополученной прибыли должны определяться финансистами предприятия, проводящего исследование.

Надежность партнерских связей выражает процент сбоев и нарушений договоренностей в общем объеме элементов взаимодействия с тем или иным партнером.

Для обеспечения точности расчетов необходимо также учесть значимость как различных партнеров, так и критериев партнерских связей.

На первом этапе подготовки к определению уровня партнерских связей необходимо правильно и четко определить специфику технологических процессов, выявить наиболее важные направления партнерства и из существующего перечня групп партнеров сформировать индивидуальный, отвечающий реалиям конкретного предприятия – объекта исследования.

На втором этапе предполагается определение значимости различных критериев и групп партнеров в зависимости от целей предприятия.

Д.Ф. Кеннеди в своей книге "Методы менеджмента" утверждает, что в зависимости от стадии развития предприятия будет меняться не только стратегия маркетинга, но и структура взаимодействия с внешней средой. Автор придерживается мнения, что

ности, где нарушение непрерывности технологического процесса может вызвать длительный простой машин и, как следствие, значительно увеличить издержки.

Динамика партнерских отношений, на наш взгляд, не предполагает постоянного изменения структуры партнеров, но выражается в непрерывном расширении сфер взаимодействия, разработке и внедрении новых способов установления и развития партнерских связей, проникновении при помощи партнеров на новые рынки и отрасли. Эффективность партнерских связей предлагается оценивать по формуле:

существенные различия в деятельности организации будут наблюдаться при нахождении фирмы в одной из пяти стадий, а именно: начало деятельности (создание), рост объемов производства и реализации, максимально возможное развитие (зрелость), спад активности (старость), процесс ликвидации (окончание деятельности).

Опираясь на данное предположение, мы предлагаем для определения значимости критериев партнерства и видов партнерства применить матрицу, учитывающую стадию жизни предприятия (табл. 2).

Естественно, что в рамках исследования заполнением должен заниматься эксперт, хорошо знающий принципы функционирования исследуемого предприятия.

Ниже приведен порядок и методика расчета значения фактора "Уровень партнерских отношений".

Сначала определяется значение по каждому критерию для каждой группы партнеров:

$$KG_j = \sum (K_{pi} D_{pi}),$$

где KG_j – рассчитываемый критерий для j -й группы; K_{pi} – оценка i -го партнера по четырехбалльной шкале; D_{pi} – доля i -го партнера в суммарном обороте группы.

Этап жизненного цикла предприятия	Уровень значимости	Критерии партнерских связей	Группы партнеров
Начало деятельности	Высокий		
	Средний		
	Низкий		
Развитие	Высокий		
	Средний		
	Низкий		
Зрелость	Высокий		
	Средний		
	Низкий		
Спад	Высокий		
	Средний		
	Низкий		

Далее оценивается значение рассчитываемого критерия в целом по предприятию (по всем группам партнеров):

$$K_k = \sum (KG_j ZG_j),$$

где K_k – общее значение к-го критерия; ZG_j – значимость j-й группы партнеров.

И в заключении рассчитывается значение уровня партнерских связей в целом:

$$PC = \sum (K_k ZK_k)$$

или

$$PC = \sum (\sum (KG_j ZG_j) ZK_k),$$

где PC – уровень партнерских связей; ZK_k – значимость к-го критерия.

Приведенная выше методика позволяет не только определить значение фактора конкурентоспособности, но и выявить сильные и слабые стороны стратегии предприятия в отношении партнерства.

Сравнивая значения показателей, являющихся составными частями уровня партнерских связей, менеджер предприятия может с высокой точностью определить "тонкие" места взаимодействия и принять те или иные меры по корректировке взаимоотношений с поставщиками и клиентами.

Рекомендована кафедрой менеджмента и организации производства. Поступила 01.02.08.

УДК 658.7:677.07

ОСОБЕННОСТИ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАКАЗОВ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Е.А. ЮХИНА, В.В. ГРИШКИН

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

Заказом принято называть предложение покупателя, потребителя изготовить, поставить, продать ему продукцию, товар определенного вида и качества или выполнить работу, оказать услуги [1]. Заказ должен содержать сведения о запрашиваемых

товарах и услугах (количество, свойства), сроках его выполнения, виде и величине оплаты. Заказ обычно оформляется документально и считается принятым, если он подтвержден лицом, которому направлен, адресован.

Для организации работы предприятия под заказ необходимо учитывать особен-

ности заказа. Предлагаемая классификация заказов предприятия приведена в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Классификационный признак	Виды заказа
1	Заказчик	Государственный заказ, муниципальный заказ, негосударственный заказ
2	Территория реализации заказа по отношению к исполнителю	Внутренние заказы Внешние заказы
3	Вид товара	Заказы на сырьевые и продовольственные товары Заказы на товары массового спроса Заказы на поставку машиностроительной продукции
4	Степень новизны товара	Заказы на разработку нового товара Заказы на номенклатурную продукцию
5	Размер заказа	Крупные, средние и мелкие заказы
6	Способ осуществления заказа	Заказы напрямую Заказы через посредника
7	Длительность заказа	Краткосрочные Среднесрочные Долгосрочные
8	Периодичность	Разовые Сезонные Регулярные Нерегулярные
9	Приоритет заказа	Текущие заказы Перспективные заказы
10	Собственник сырья	Заказы из сырья заказчика Заказы из сырья исполнителя

В зависимости от заказчика заказы бывают государственные, муниципальные и негосударственные. Государственный заказ выдается государственными органами на изготовление продукции, выпуск товаров, проведение работ, в которых заинтересовано государство. Он оплачивается из средств государственного бюджета. Заказ обычно выдается на конкурсной основе. Анализ исследований, посвященных заказам, показал, что государственные заказы являются наиболее изученными. Особенностью государственного заказа является то, что он размещается на основании конкурса, на который потенциальные производители – участники представляют свое экономическое обоснование. Сложностью анализа негосударственных заказов является отсутствие такой информации о потенциальном исполнителе до размещения заказа на предприятии, что существенно увеличивает риски заказчика.

Заказы бывают внутренние и внешние.

Внутренние, если заказываемые товары реализуются на территории страны, на которой находится исполнитель, и внешние – на территории других стран.

В зависимости от вида товара заказы бывают: на сырьевые и продовольственные товары, на товары массового спроса, на поставку машиностроительной продукции.

Чаще всего под сырьем понимают продукты добывающей промышленности и сельского хозяйства, а под основными материалами – продукцию обрабатывающей промышленности.

Статистика ООН относит к сырью продовольствие, сырьевые материалы (кожевенное сырье, каучук, лесопродукты, включая целлюлозу и бумагу, текстильные волокна и др.), руды и другие минералы, включая природные удобрения, топливные товары и цветные металлы. В то же время следует заметить, что черные металлы и продукты химии, пряжа, ткани относятся к

готовым изделиям [2].

Текстильное предприятие является заказчиком сырья и готовой продукции, которые оно использует в своем производстве, и в то же время само является производителем готовой текстильной продукции. Вследствие этого текстильному предприятию важно проводить оценку своих собственных заказов и заказов, размещаемых на данном предприятии, на выпуск и поставку готовых тканей.

Товары массового спроса (ТМС) – это готовые изделия потребительского назначения. Особенности мирового рынка товаров массового спроса:

- рынок ТМС чрезвычайно сегментирован не только по виду обращающихся товаров, но и по различным категориям покупателей (молодых и пожилых, богатых и менее состоятельных и т.п.);

- конъюнктура мирового рынка ТМС характеризуется превышением предложения над спросом;

- рынку ТМС присуще быстрое моральное старение товаров, в силу чего последние очень быстро заменяются новыми, более совершенными и дешевыми;

- в производстве ТМС преобладают малые и средние предприятия, которые более гибко реагируют на изменение рыночной конъюнктуры. Поскольку возможности их самостоятельного выхода на внешний рынок ограничены, они прибегают к услугам специализированных внешнеторговых посредников или заключают союзы с крупными ТНК;

- реализации потребительских товаров предшествует более активная рекламная кампания, чем другим товарным группам;

- практикуется продажа пробных партий товара для выявления реакции конечных потребителей.

Текстильное предприятие, работая под заказ, должно учитывать особенности мирового рынка товаров массового спроса, а именно то, что в настоящее время имеется устойчивое превышение предложения над спросом. Это диктует определенные требования к организации работы под заказ и влечет за собой следующие модификации: спрос трансформируется в потоки заказов, а

предложение – в систему запасов, из которых выполняются поступающие заказы. Организация производства на заказ на современном рынке потребителя должна основываться на логистическом подходе.

В своей деятельности текстильное предприятие осуществляет все виды сделок по приобретению сырья, оборудования для своих нужд и продаже текстильных товаров, используя все известные способы торговли как напрямую, так и через посредников.

Любой заказ на поставку ткани предполагает заправку оборудования определенным артикулом ткани, поэтому текстильное предприятие всегда заинтересовано в долгосрочных отношениях со своими заказчиками и в получении от них крупных заказов, что позволяет сократить затраты на частые перезаправки оборудования. Задача заключается в том, чтобы определить оптимальное количество и размеры заказов, выполняемых одновременно.

Для заказов российского текстильного предприятия характерны следующие особенности: они чаще всего являются негосударственными, внутренними, краткосрочными, выполняемыми из сырья заказчика, либо из сырья изготовителя. В любом случае и заказчику, и исполнителю важно оценивать эффективность размещения заказов на предприятии.

ВЫВОДЫ

Представлена классификация заказов и рассмотрены особенности заказов, размещаемых на текстильных предприятиях в современных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. – 3-е изд., доп. – М.: ИНФРА-М, 2000.

2. Внешнеэкономическая деятельность: организация и управление: Учеб. пособие / Под ред. проф. Е.П.Пузаковой. – М.: Экономистъ, 2005.

Рекомендована кафедрой экономики. Поступила 01.02.08.

АДАПТАЦИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ К ДИНАМИЧЕСКИМ ПРОЦЕССАМ РЫНКА

О.С. ОЛЕНЕВА, Д.В. ШИТОВ

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

Рыночная система хозяйственных отношений для предприятий легкой промышленности открыла не только новые возможности, но и создала многочисленные проблемы. Так, например, предприятия лишились привычных и стабильных рынков сбыта. Интервенция товаров зарубежных компаний потеснила значительную часть отечественной продукции и создала жесткие условия для конкуренции. Одна из ключевых особенностей легкой промышленности и, в первую очередь, текстильной, состоит в том, что производственные мощности, определяющие ее основной потенциал, сосредоточены на небольшом количестве крупных предприятий. При этом следует иметь в виду, что крупные предприятия легкой промышленности, спроектированные и построенные в советское время, как правило, для выполнения крупных государственных заказов, имеющие большие производственные мощности, оказались трудно адаптируемыми к динамично меняющейся конъюнктуре рынка. Именно поэтому проблема создания современного производства, которое способно быстро реагировать на запросы потребителя, является основной задачей для отраслей, производящих товары народного потребления.

Процесс адаптации фирмы в экономической системе является динамическим, идет постоянно и является многомерным, поскольку происходит как на макро-, так и на микроуровне, как в краткосрочном, так и в долгосрочном периоде, как в активной, так и в пассивной форме, что приводит как к структурным (качественным) изменениям, так и к изменениям параметров (количественным). Адаптация предприятия к динамическим процессам рынка – это действие предприятия, направленное на наиболее адекватное в требуемый период

удовлетворение потребностей заказчика, реализуемых на рынке, посредством наилучшего использования имеющегося потенциала [1].

Любое предприятие всегда реагирует на рыночные изменения. Реакцию можно разделить на производственную, конкурентную, инновационную, собственно предпринимательскую, множественную.

Цели производственной реакции – минимизация себестоимости продукции фирмы. Эта реакция актуальна на рынке ценовой конкуренции, где борьба товаропроизводителей проявляется в предложении товара по более выгодной для покупателя цене.

Конкурентная реакция предопределяет оптимизацию прибыли предприятия в ближайшей перспективе, благодаря быстрому реагированию на изменения спроса, тесной взаимосвязи между производством и маркетингом.

Инновационная реакция заключается в обеспечении разработки новой продукции и реализации стратегии маркетинга в пределах одного стратегически важного продукта.

Предпринимательская реакция нацелена на создание условий для долгосрочного роста. В сравнении с инновационной реакцией, где задача руководства состоит в управлении естественным ходом эволюции фирмы, в предпринимательской реакции общее руководство – это творческий центр фирмы.

Гибкость и адаптивность организационной структуры по отношению к изменению условий внешней среды придает множественная реакция, предполагающая использование внутри фирмы сразу нескольких вариантов ответной реакции на эти изменения.

Следует различать требуемую и действительную реакцию. Требуемая реакция является выражением возможных требований покупателей по срокам и объемам поставок продукции определенного ассортимента, качества и цены. Зависит от детализации и сроков прогнозирования спроса, от уровня использования вычислительной техники, от возможностей вести анализ рынков сбыта и складывающейся рыночной ситуации, возможности заранее оценить договор на поставку изделий.

Действительная реакция есть индивидуальная характеристика определенного предприятия и зависит от условий его деятельности, эффективности организации процессов производства и управления (то есть это выражение существующих условий и возможностей), в которой учитываются сроки выполнения работ и мероприятия по реакции.

Очевидно, что необходимо достигать согласованности двух реакций, а именно:

$$P_d \geq P_{тр}, \quad P_d \rightarrow P_{тр},$$

где P_d – действительная реакция; $P_{тр}$ – требуемая реакция.

Это значит, что необходимо ввести на предприятии такие мероприятия, которые позволят увеличить или хотя бы приравнять действительную реакцию к требуемой.

В настоящее время данная согласованность может быть нарушена рядом причин: отсутствием необходимого парка машин и оборудования, сырья и материалов, необходимых финансовых ресурсов, плохой организацией процессов производства и управления и т.д.

На наш взгляд, также важно отметить следующее: приведенные выше условия согласованности двух реакций верны, если мы пытаемся оценить предприятие с точки зрения его потенциала, но непосредственно для покупателя важным будет лишь условие:

$$P_{тр} = P_d \text{ или } P_{тр} = P_d + \Delta.$$

При этом важно оценить несоответствие действительной реакции и требуемой реакции (то есть дельту). Это несоответствие может повлечь за собой потерю данного контракта, а при заключении контракта – возможность потери повторных контрактов.

Необходимо различать активную и пассивную реакции на изменение спроса. Пассивная реакция предполагает работу предприятия на основе заказов. В этом случае может использоваться давальческое сырье, себестоимость и цена продукции заранее оговариваются условиями договора. В результате предприятие получает фиксированный объем прибыли, снижается риск неплатежей.

Активная реакция подразумевает поиск и прогнозирование предприятием потребностей покупателей и выпуск под них требуемых тканей. Данная деятельность сопряжена с риском непроджи и неплатежей, но зато и возможная прибыль в данном случае будет выше. Наиболее рационально использование обоих видов реакций для более полной реализации производственного, экономического, научного и трудового потенциалов предприятия [2].

Говоря об адаптации предприятия как о способности приспосабливаться к рыночным изменениям, следует иметь в виду необходимость реагировать на изменение условий цикла разработка – производство – сбыт. Изменение этих условий можно сформулировать следующим образом: требование потребителей по улучшению качества продукции, выполнение специальных заказов для конкретного покупателя, требование сокращения сроков поставки продукции, работа по предварительному формированию рынков сбыта, растущая конкуренция на рынках сбыта, создание аналогичных изделий в других областях и так далее.

Для достижения высокой реакции необходимо ориентировать работу организации на приспособление к вышеперечисленным изменениям [3].

1. Рассмотрены различные типы реакций предприятия на изменения внешней среды, совокупность которых характеризует степень адаптации предприятия.

2. Главной целью, стоящей перед организациями в период адаптации предприятия к изменениям конъюнктуры рынка, является разработка мероприятий, направленных на ускорение реакции на динамику спроса, позволяющих принять правильное управленческое решение.

1. *Ансофф И.* Стратегическое управление // Пер. с англ. – М.: Экономика, 1989.

2. *Оленева О.С.* Разработка методов ускорения реакции производственных объединений и предприятий текстильной промышленности на динамику спроса: Дис...канд. экон. наук. – М., 1990.

3. *Аникеев А.А., Чучалов Е.А., Тяпухин А.П.* Реформирование системы производственного менеджмента на предприятиях легкой промышленности. – М.: ЗАО "Экономика", 2005.

Рекомендована кафедрой менеджмента и организации производства. Поступила 01.02.08.

УДК 658.8.012.12

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОБЛЕМ В СБЫТОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

А.В. ИВАНОВА

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

На сегодняшний день тенденция к глобализации торговли (продажам по всему миру), характерная для крупной промышленности, обуславливает вовлечение также малых и средних предприятий в международную конкуренцию. Обслуживание покупателей становится все более сложным. Для качественного сбытового процесса важны: профессиональный уровень сотрудников, гибкость структур принятия решений и наличие необходимых инструментов. Выбор правильного времени торговых акций приобретает все большее значение из-за короткого жизненного цикла продукта.

Скорость и экономическая эффективность становятся стратегически важными величинами успеха в продаже. Часто самый быстрый побеждает самого лучшего, но данный результат нельзя спрогнозировать и достигать постоянно. Сбыт, осуществляемый стихийно, по принципу тактического реагирования, заменяется на системное управление сбытом.

Результаты деятельности предприятия, такие как стабильность экономических показателей по сравнению с прошлым годом, устойчивость текущего бюджета и др., не

должны создавать у управляющего звена иллюзию уверенности в том, что компания продолжает занимать высокое положение на рынке по сравнению со своими конкурентами. Для этого необходимо постоянно оптимизировать сбытовую политику на предприятии.

Оптимизация сбытовой деятельности предприятий текстильной промышленности на начальном этапе предполагает последовательное решение следующих основных задач:

1) разработка внутренних стандартов (правил) сбытовой деятельности и документальное их закрепление в "Положении о сбытовой политике" на основе анализа адекватности ранее установленных целей и задач организации внутренним и внешним условиям ее функционирования, в том числе ее возможностям (потенциалам);

2) анализ адекватности (с последующей доработкой) существующей оргструктуры отделов, занижающихся вопросами реализации продукции (отделы сбыта, маркетинга, коммерческий и т. п.), современным условиям хозяйствования; корректировка оргструктуры – приведение ее в соответствие принципам эффективности системы

внутреннего контроля и основным требованиям к ее организации ("разделение обязанностей", "подконтрольность каждого субъекта внутреннего контроля", "единичная ответственность" и т. д.) для снижения риска ошибок (неверное планирование ассортимента, продаж и т. д.) и злоупотреблений (сговор работников отдела сбыта с заказчиками, искажение отчетов об отгрузках и т. д.) руководителей и персонала, ответственного за сбыт;

3) разработка комплекса организационно-нормативных документов (в частности, положений об отделах и должностных инструкций), регламентирующих сбытовую деятельность предприятия в рыночных условиях;

4) разработка формальных процедур контроля реализации (сбыта) готовой продукции в целях приведения в соответствие принципу "регламента".

На наш взгляд, решение проблемы можно представить в виде подвижного конуса, нижней гранью (фундаментом) которого является процесс выявления проблемы, боковыми гранями – формализация проблемы, формирование альтернатив и выбор наилучшего решения. Решение проблемы проходит поэтапно от грани к грани, двигаясь к вершине (результату). Таким образом, срез конуса будет являться промежуточным результатом в решении данной проблемы. Достижение вершины означает решение проблемы путем решения появившейся проблемы в сбытовой деятельности предприятия. Проблема решена. Но так как конус устремлен вверх, то можно говорить о том, что стремление к совершенствованию полученного результата не прекращено.

Предварительным документом для формирования "Положения о сбытовой политике" является составление путеводаителя по анализу проблем, а следовательно, необходимо еще раз подчеркнуть, что в процессе принятия решений, особенно в сбытовой деятельности предприятия, постоянно присутствует стремление избежать неопределенности. Даже достигнув результата и найдя некоторую определенность в качестве результата, постоянное

движение вперед необходимо, как минимум, для избегания стереотипности мышления и отрыва от реальности. Современные условия предпринимательской деятельности, которые характеризуются ростом неопределенности и риска, требуют повышения степени обоснованности управленческих решений. Например, предприятие давно работает с покупателями по утвержденной форме договора, но рынок изменился, законодательство изменилось, конкуренция растет, и работа по данному договору влечет за собой прямые потери предприятия. На первый взгляд, проблема ясна, но недостаточно просто оставить/изменить условия договора, необходимо проанализировать последствия управленческих решений, которые повлекут данные изменения.

В качестве инструмента предлагаем рассмотреть разработанный нами путеводитель по анализу проблем в сбытовой деятельности предприятия, который призван объединить 2 составляющие: профессионализм в принятии решения и поиск оптимального решения в сбытовой деятельности организации, отвечающего заданной цели и ограничениям системы контроллинга организации.

Путеводитель по анализу проблем, возникающих в сбытовой части бизнес-процесса, представляет собой логическую схему, ориентированную на поиск оптимального решения из некоторого количества альтернатив с учетом общей стратегической цели организации. В условиях постоянной конкурентной борьбы просто решать проблемы недостаточно, результат может не отразить реальную потребность организации и проблемы в сбытовой сфере. Стратегическая цель организации – это ориентир, к достижению которого направлены усилия организации. Необходимо заглянуть в будущее, вернуться в настоящее, найти потенциал роста, обозначить проблемы, которые не позволяют пока двигаться в заданном направлении, решить их и достигнуть запланированного результата.

Описываемый путеводитель по анализу проблем является инструментом в данном процессе, именно он должен помочь орга-

низации не сбиться с заложенного курса, оптимизировать принимаемые решения в сфере сбыта, своевременно выделять именно проблемные ситуации и решать им. Данный алгоритм эффективной работы гарантирует вам, что вы сумеете принять решение, причем это будет грамотное решение, принятое в интересах организации, и затраченное время будет оптимально и минимально.

Принцип построения данного путевода по анализу проблем, влияющих на сбытовую деятельность предприятия, был выбран неслучайно. Алгоритм является наиболее структурированной и понятной системой действий, которые могут быть одновременными и последовательными, однозначными и вариантными. Наш путеводитель условно состоит из 6 уровней принятия решений, переход на следующий уровень возможен только после четкого понимания предыдущего. Рассмотрим более подробно задачу каждого из них.

1 уровень – стратегический. Как отмечалось выше, организация существует в рамках своих стремлений. Нельзя выявлять и рассматривать проблемы, возникающие в операционном сбытовом цикле в отрыве от стратегической цели организации. Действительно ли существует проблема в сбытовой деятельности организации, мешающая достижению стратегической цели; необходимо ли ее сейчас рассматривать; есть ли у нас сотрудник, обладающий необходимой компетенцией для ее решения. Ответ "нет" на любой из перечисленных вопросов ведет к дополнительному анализу возникшей ситуации и возможно к выявлению ошибки.

Возможно то, что мы первоначально назвали проблемой, вовсе такой не является. Возможно, это проблема, но она не влияет на достижение стратегической цели, а следовательно, решение ее сейчас неактуально. Возможно, необходимых компетенций для решения данной проблемы в организации нет и даже непонятно, где их искать, да и время на принятие решения, возможно, настолько ограничено, что необходимо действовать именно сейчас. Только ответы "да" на данном уровне по-

зволяют перейти к следующему этапу. (например, был произведен артикул ткани А, спрос на который по прогнозам маркетинговой службы должен был бы быть ошеломляющим. Но ткань не продается – проблема. Но после опроса целевой аудитории, на которую мы рассчитывали, была выявлена ошибка, заложенная еще на первоначальном этапе формирования потребительского предпочтения, а следовательно, далее эта ошибка нашла свое отражение в технологических параметрах ткани и как результат – ткань, не пользующаяся спросом. Таким образом, проблема не в сбытовой деятельности, а в первоначальном маркетинговом исследовании, и решение данной проблемы связано с технологическими возможностями предприятия.)

2 уровень – описание проблемы, ресурсов, необходимых для ее решения. Данный уровень позволяет сконцентрироваться на более четком формулировании возникшей проблемы, определить последствия промедления в решении данной проблемы, выбрать менеджера, ответственного за разрешение данной ситуации, обозначить временные рамки. Данные вопросы целесообразно рассматривать параллельно, что позволит сэкономить время и увязать полученные ответы между собой. Если на первом уровне мы убедились, что у предприятия возникла проблема в сбытовой деятельности, которая ставит под угрозу выполнение стратегической цели предприятия, то на данном этапе необходимо четко ее сформулировать (например, стратегическая цель предприятия – выход на международный рынок, но партнер, через которого планировался данный выход, банкрот. Проблема возникла, а значит необходимо ее более четко сформулировать, учитывая временной параметр и человеческие ресурсы).

3 уровень – выявление резервов, позволяющих рассмотреть проблему с разных сторон. Данный этап также является важным для организации. Он позволяет еще раз проанализировать проблему в сбытовой сфере и выявить силы, факторы, влияющие на проблему. Возможно, на первоначальном этапе они были не так отчетливо видны, а сейчас стали очевидны.

Как известно, силы могут быть движущими и противодействующими, важно не упустить обе составляющие. Возможно, решение проблемы заложено в момент ее возникновения, поэтому очень важно указать данный момент, а также, с чем возникновение проблемы было связано. Появление рабочей группы также происходит на этом этапе. Часто решение проблем в сбытовой деятельности предприятия невозможно усилиями только отдела сбыта, необходимо привлечь сотрудников различных подразделений (логистического, производственного и др.). Например, после реализации одного артикула ткани, покупатели стали выставлять рекламации и возвращать ткань обратно на склад предприятия. Отдел сбыта не обладает достаточными компетенциями, чтобы определить причину данных возвратов, а следовательно, необходимо привлечь в рабочую группу специалистов других подразделений. Кроме этого, необходимо определить момент возникновения проблемы и факторы/силы, оказывающие на нее влияние. Возможно, это сбой производственного цикла, а возможно – неправильная транспортировка, например.

4 уровень (переход к последовательным действиям) – анализ альтернатив. При появлении альтернативных решений становится очевидным необходимость пошагового движения вперед. Каждое решение приближает к решению проблемы в сбытовой деятельности предприятия. Но уровень предпринимаемых действий и цель – одна; заложенная матрица путеводаителя сохраняется и здесь: проблема – стратегия – ресурс – время. Движение вперед в плоскости альтернатив.

5 уровень – выбор и внедрение опти-

мального решения. Альтернативы проанализированы, проблема сформулирована, стратегическая цель ясна, выбор решения проблемы стал очевиден. Принимаем решение и намечаем пути его внедрения. Кажется бы, это и есть тот результат, к которому мы стремились, но не надо забывать о том, что это сегодня данный результат оптимален, а завтра все может измениться. Тогда и возникает потребность перехода к 6 этапу нашего алгоритма. Например, рабочая группа пришла к выводу, что для устранения проблемы с возвратами бракованной ткани необходимо немного скорректировать производственный цикл и ввести дополнительный контроль используемых красителей, а на реализованную партию установить скидку в размере 15%. Решение принято, теперь необходимо составить план действий по его внедрению.

6 уровень – проверка эффективности полученного результата. Проверка эффективности результатов внедрения, регулярное сравнение достигнутых результатов с запланированными, анализ адекватности достигнутых результатов текущей сбытовой деятельности, внесение корректировок – все это можно условно назвать "обратной петлей". Приняли решение в сбытовой деятельности, внедрили, решили проблему, проверили эффективность, но не забываем, что сбытовая деятельность нестабильна и находится под влиянием многих факторов. Нестабильность должна быть под контролем. Сбыт-контроллинг – лучший помощник в нашем случае.

Рекомендована кафедрой менеджмента и организации производства. Поступила 01.02.08.

К ВОПРОСУ О ФИНАНСОВОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.В. АРХИПОВА, С.В. ФИНОГИНА

(Ивановская государственная текстильная академия)

Переход к процессному управлению на текстильных предприятиях обусловлен необходимостью обеспечения их высокой адаптивности к высокой динамике рыночной конъюнктуры. С начала 1990-х годов методическим направлением, изучающим вопросы процессной организации систем управления и дающим решения по их построению, является реинжиниринг бизнес-процессов (РБП) (Business Process Reengineering). В современном мире реинжиниринг стал подходом, способствующим повышению перспективной конкурентоспособности экономических субъектов. Для множества предприятий РБП является одним из обязательных условий развития системы управления.

За время своего развития реинжиниринг бизнес-процессов накопил определенный инструментарий. В настоящее время в бизнес-проектировании главные акценты установлены на формализации существующих процессов и устранении их недостатков. Описание процессов "as is" (как есть) зачастую не учитывает важных моментов стоимостной оценки протекания процессов, в связи с чем проектирование "to be" (как надо) процесса может не достигать поставленной цели.

Существует огромное количество определений бизнес-процесса, что свидетельствует о многогранности данного понятия. В настоящее время общепринятым является определение процесса, приведенное в стандарте ISO 9001:2000. "Процесс — совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, преобразующая входы в выходы", или в английском варианте: "Process — set of interrelated and interacting activities which transforms inputs into outputs" [1]. С позиции стоимостной оценки, бизнес-процесс целесообразно представлять как совокуп-

ность взаимосвязанных фаз деятельности, преобразующей стоимость входящих ресурсов в стоимость выходящих потоков готовой продукции. Представим финансовое обеспечение бизнес-процесса не как разовую акцию, а как процесс привлечения всех видов ресурсов в деятельность предприятия.

В общем виде ресурсы — это то, из чего и благодаря чему производятся блага. Существует несколько подходов к классификации ресурсов. В экономической теории ресурсы принято делить на три группы: природные, материальные, трудовые. НТП и автоматизация производств и, как следствие, повышение потребления электроэнергии, с одной стороны, и возникновение проблем, связанных с ее нехваткой, с другой стороны, привели к необходимости выделения электроэнергии в отдельный вид ресурсов. Вступление человечества в эру информационных технологий, способствующих существенному росту производительности труда и развитию новых видов производственной деятельности, привело к выделению еще одного вида ресурсов — информационных. Наличие всех перечисленных ресурсов является необходимым условием эффективной работы современного предприятия.

Некоторые авторы добавляют к этому перечню финансовые ресурсы, но, по нашему мнению, финансы являются механизмом привлечения ресурсов, так как "...ресурсы — элементы экономической системы, используемые в процессе производственного потребления" [2].

Для большинства отраслей промышленности наибольший вес в стоимости имеют материальные и энергетические ресурсы. Этим объясняется значительное внимание и методическая обеспеченность инструментами и методами оценки по-

требности, анализа эффективности использования данных ресурсов. В настоящее время большое внимание уделяется и анализу эффективности использования трудовых и информационных ресурсов.

В условиях рыночной экономики резко повышается значимость эффективного управления финансами. Как известно, укрупненными и относительно самостоятельными экономическими объектами, составляющими сферу приложения общих функций управления, являются финансы, трудовые ресурсы, средства и предметы труда. От того, насколько эффективно и целесообразно они трансформируются в основные и оборотные средства, а также в средства стимулирования рабочей силы, зависит финансовое благополучие коммерческой организации в целом, ее владельцев и работников. Финансы – это инструменты, трансформируемые непосредственно и с минимальным временным лагом в любой вид ресурсов. Поэтому организация финансовых потоков бизнес-процессов в рыночных условиях заслуживает особого внимания. Инструментарий финансового обеспечения непосредственной потребности в ресурсах уделяется достаточное внимание.

Финансы – понятие многогранное. В данном случае под финансами мы понимаем денежные и другие платежные средства, имеющиеся в распоряжении предприятия и предназначенные для осуществления текущих затрат и затрат по расширенному воспроизводству, для выполнения финансовых обязательств и экономического стимулирования работающих. Таким образом, это – средства для привлечения материальных, энергетических, трудовых, и информационных ресурсов в бизнес-процесс. При этом следует учесть, что в бизнес-процессе имеет место энтропия ресурсов. Под энтропией ресурсов мы понимаем рассеивание, неопределенность и неучитываемые потери ресурсов.

Энтропия материальных ресурсов зависит от ассортимента продукции (работ, услуг), состояния техники и технологии, организации производства – эти элементы изучены достаточно глубоко. Энтропия энергетических ресурсов зависит от со-

стояния оборудования и передающих сетей, чему также в последнее время уделяется большое внимание, что обусловлено удорожанием данного вида ресурса. Так, например, в текстильной промышленности энтропия сырья учитывается коэффициентом загона, а электроэнергии – коэффициентом потерь. Энтропия трудовых ресурсов обусловлена потерями рабочего времени, дублированием функций, отсутствием их четкой регламентации, нерегламентированными простоями в работе персонала, привлечением некачественного персонала на те работы, которые требуют высокой квалификации, и отсутствием четкой зависимости между отдачей от персонала и заработной платой. Энтропия информационных ресурсов определяется информационными "шумами", нарушениями границ информационного поля и изменениями документооборота.

Что касается энтропии финансов, то этот процесс изучен недостаточно. Как уже было отмечено выше, финансы необходимы для привлечения всех необходимых для бизнес-процесса ресурсов, поэтому возникает необходимость в комплексном подходе к изучению и организации финансового обеспечения бизнес - процессов.

Как известно, формируются финансы за счет таких источников, как собственные и приравненные к ним средства (акционерный капитал, паевые взносы, прибыль от основной деятельности, целевые поступления и др.), мобилизуемые на финансовом рынке в результате операций с ценными бумагами и поступающие в порядке перераспределения (бюджетные субсидии, субвенции, страховое возмещение и т.п.). В деятельности отечественных предприятий наибольшую долю в источниках финансирования занимают собственные средства, что обусловлено тем, что финансовые рынки России находятся на стадии становления. Это проявляется в слабой регламентированности данного направления деятельности и существующими ограничениями для входа на данный рынок хозяйствующими субъектами, такими как форма собственности, степень доверия и финансовой устойчивости, наличие спе-

циалистов по работе на финансовых рынках. Положение в банковской сфере России характеризуется огромным количеством банков, значительно меньшим количеством кредитов и совсем незначительным количеством инвестиций. Это является следствием недоверия как хозяйствующих субъектов к банкам, так и наоборот.

В условиях рыночной экономики значительно расширился набор финансовых инструментов, которые предприятие может использовать для целей финансового обеспечения бизнес-процессов любого уровня: как микро-, так и макро- и мезо-процессов. В настоящее время, кроме собственных средств (прибыли и амортизационных отчислений), предприятия могут использовать следующие финансовые инструменты: займы, банковские кредиты, векселя, облигации, акции, взаимозачеты, бартер, толлинг, фьючерсы, опционы и т.д. Каждый из перечисленных инструментов имеет свои особенности.

По применимости на первом месте находятся займы и банковские кредиты, а по приемлемости и эффективности – лизинг, залоговые операции и франчайзинг.

В 90-х годах прошлого века в текстильной промышленности для целей финансирования широко использовались такие финансовые инструменты, как взаимозачет, бартер и толлинг. Несмотря на явную неэффективность данных инструментов, применение их было оправданным в тех условиях хозяйствования.

В настоящее время предприятия текстильной промышленности для целей финансового обеспечения бизнес-процессов имеют возможность использовать как инструменты краткосрочного финансирования: займы и банковские кредиты, так и инструменты долгосрочного финансирования: банковские ссуды, акции, векселя, облигации, депозитные сертификаты, лизинг, инвестиционный налоговый кредит, залоговые операции и ипотека.

Учитывая многообразие финансовых инструментов и их особенности, считаем необходимым классифицировать ресурсы предприятия для целей оптимизации их финансового обеспечения по периодичности финансового обеспечения и по време-

ни оборота.

По признаку периодичности можно выделить четыре группы ресурсов: требующие единовременного, прерывного или непрерывного финансового обеспечения, а также обеспечения по требованию. По времени оборота ресурсы могут быть разделены на кратко-, средне- и долгосрочные.

Управление финансовыми потоками базируется на нескольких основных подходах с позиций: "временной ценности денежных ресурсов", "денежных потоков", "предпринимательского и финансового рисков", "цены капитала", "эффективного рынка" и др. Каждый из этих подходов в отдельности достаточно глубоко изучен и обеспечен удобными моделями и алгоритмами. Как уже было отмечено, проблема заключается в акцентировании внимания на соблюдении принципа комплексности в управлении финансовым обеспечением бизнес-процессов. Именно поэтому для разработки модели финансового обеспечения мы предлагаем использовать процессный подход, не игнорируя вышеперечисленные подходы.

Рассматривая финансовое обеспечение как пролонгированную во времени управляемую процедуру, следует оптимизировать привлечение различных инструментов и методов в течение всего бизнес-процесса.

Особую роль финансового обеспечения бизнес-процессов текстильного производства мы видим в координации финансового потока со всеми привлекаемыми ресурсными потоками. Лишь в этом случае удастся повысить эффективность бизнес-процессов в столь важной для обеспечения экономической безопасности страны и экономически выгодной, с точки зрения оборачиваемости, отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стандарты ISO. Версия 9001:2000.
2. *Родников А.Н.* Логистика: Терминологический словарь. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2000.

Рекомендована кафедрой менеджмента. Поступила 01.02.08.

МАРКЕТИНГОВАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТНОЙ ПОЛИТИКИ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ*

Н.А. ГРУЗИНЦЕВА, Б.Н. ГУСЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Грамотная ассортиментная политика является ключевым звеном не только в повышении конкурентоспособности предприятия, но и выпускаемой им продукции. Для формирования наиболее рациональной ассортиментной политики необходимо прежде всего иметь соответствующую методику.

Анализ работ [1...3] в этом направлении выявил два различных подхода, которые оказывают существенное влияние на формирование ассортиментной политики предприятия. Назовем их условно "производственный" и "маркетинговый". "Производственный" подход связан с внутренней организацией предприятия на производство товаров, а "маркетинговый" ориентирован на создание оптимальной ассортиментной политики предприятия для различных целей, которые состоят в формировании товарного портфеля, основанного на постоянном аудите внешней среды, анализе различных сегментов рынка, покупательной способности потребителей, торговой политике конкурентов и т.д.

Первоначально был проведен критический анализ существующих методов, который необходим для формирования оптимальной ассортиментной политики с учетом маркетингового подхода. Данный анализ осуществлен по форме табл. 1.

Анализ сведений, приведенных в табл.1, позволяет сделать вывод, что, несмотря на сходство между ними, все они используют для анализа первичные данные о рынке, внешней среде и внутреннюю информацию, отражающую качественные и экономические показатели предприятия.

В связи с этим для формирования рациональной ассортиментной политики в соответствии с рекомендациями [2] выделены, с учетом различных критериев, факторы, которые прямым или косвенным образом воздействуют на ассортиментную политику текстильного предприятия. Данные критерии и факторы сведены в табл. 2.

На основании выявленных критериев и факторов (табл. 2) можно сделать вывод, что для формирования оптимальной ассортиментной политики текстильного предприятия необходимо усилить методические основы маркетингового подхода в направлении сбалансированности структуры товарного портфеля предприятия за счет уточнения операций алгоритма и выделения трех основных этапов, показанных на рис. 1.

В частности, на первом этапе исследования необходимо изучить маркетинговую среду и определить альтернативные цели ассортиментной политики. Исходным пунктом алгоритма оценки ассортиментной политики является постановка и уточнение целевых значений рыночных показателей текстильной продукции исходя из общей цели предприятия. Эти индикаторы являются базой для сравнения плановых и достигнутых показателей. После этого необходимо сформулировать цели оценки ассортиментной политики, например, определить положение данного товарного ассортимента в ряду аналогичных; составить оптимальную структуру товарного портфеля для производства и др.

* Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для молодых ученых – кандидатов наук и их научных руководителей (МК-3501.2008.6).

Планирование ассортиментной политики предприятия в текстильной отрасли имеет свою специфику, обусловленную влиянием конкурентных факторов внешней и внутренней среды. После проведения

анализа выбор ассортиментной политики текстильного предприятия рекомендуется заканчивать составлением перечня возможностей и угроз внешней среды по каждой товарной линии.

Т а б л и ц а 1

Наименование метода	Данные, необходимые для анализа	Форма оценки	Общая характеристика метода	
			достоинства	недостатки
Модель Розенберга	Качественные показатели (единичные показатели качества, весовые коэффициенты)	Преобладают качественные показатели	Осуществление анализа продукции по всем критериям	Возможность применения с другими методами
Модель с идеальной точкой	Качественные показатели (единичные показатели качества, весовые коэффициенты, нормативные (базовые) значения единичных показателей качества)			
Рейтинговый анализ				
Анализ адекватности рынка	Экономические показатели (рентабельность, оборачиваемость денежных средств, объем продаж, темпы роста)	Преобладают количественные показатели	Проведение анализа эффективности всех позиций ассортимента продукции	Зависимость от нормативных (базовых) значений единичных показателей
ABC анализ	Экономические показатели (выручка, прибыль, объем продаж)		Улучшение управления затратами	Отсутствие внешних факторов
Операционный анализ	Экономические показатели (рентабельность, оборачиваемость, объем продаж, темпы роста, прибыль, затраты)		Осуществление анализа продукции по всем критериям	
Метод, основанный на учете жизненного цикла продукции	Экономические показатели (динамика спроса и цен, покупательские способности, конкуренция, финансовые показатели)	Используют количественные и качественные показатели	Осуществление анализа продукции по всем критериям	Не принимаются во внимание цели предприятия
Матрица БКГ	Экономические показатели (прибыль от продаж, капитальные вложения, доля предприятия на рынке, темп роста рынка)	Преобладают количественные показатели	Проведение оптимизации управления затратами	Не принимаются во внимание внешние факторы

Критерий	Факторы
В зависимости от вида воздействия определенных групп факторов	Предполагающие Основополагающие Стимулирующие Поддерживающие Благоприятствующие
В зависимости от стадии жизненного цикла потребительской продукции	Стадия зарождения Стадия роста Стадия зрелости Стадия спада
В зависимости от характера воздействия	Основные Второстепенные
В зависимости от форм воздействия	Внутренние Внешние
В зависимости от объекта и субъекта воздействия	Объективные Субъективные
В зависимости от определенности явлений	Количественные Качественные
В зависимости от количества элементов в факторе	Сложные Простые
В зависимости от функционирования предприятия	Общие Специфические
В зависимости от способа прироста результативного показателя	Интенсивные Экстенсивные
В зависимости от срока воздействия на результаты производства	Постоянные Переменные
В зависимости от возможности качественной и количественной оценки	Измеримые Неизмеримые

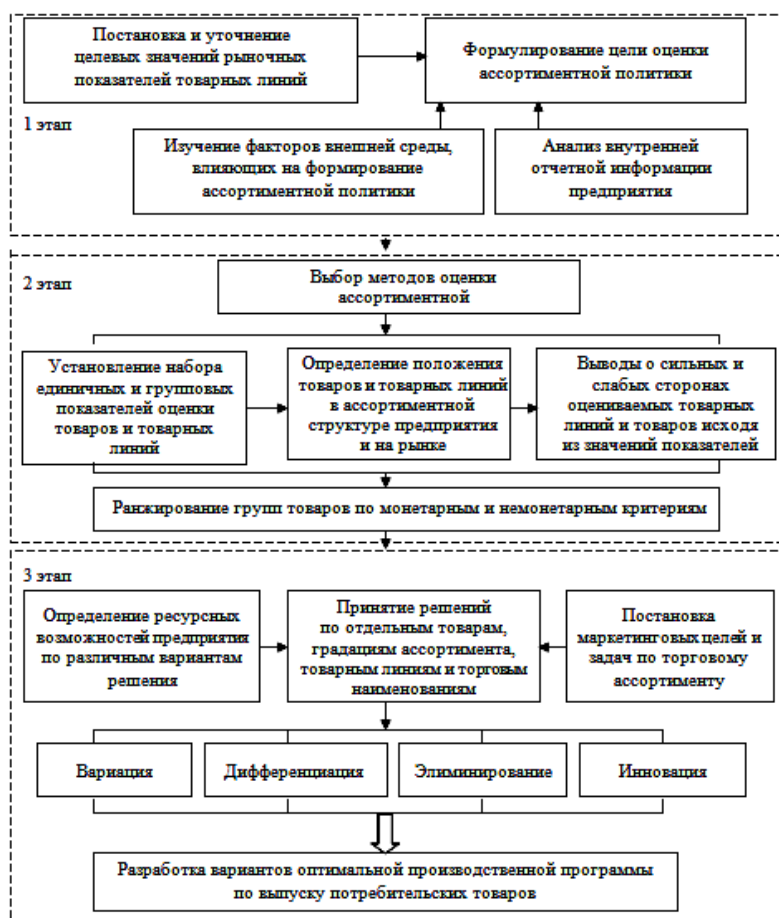


Рис. 1

На втором этапе осуществляется выбор методов анализа рыночных показателей текстильной продукции. Основное требование, которое предъявляется к методу оценки – это возможность выявить непродуктивную продукцию и продукцию, показатели которой соответствуют поставленной цели и планируемыми значениями или превышают их, что позволит выработать решение относительно ассортиментной политики. Оценка ассортиментной политики базируется на основе разработанных критериев и факторов, представленных в табл. 2. На основании проведенного анализа делается вывод о сильных и слабых сторонах оцениваемых товаров и товарных линий в соответствии с возможностями и угрозами внешней среды, а также разрабатываются рекомендации по развитию или сокращению товарных линий по повышению их конкурентоспособности.

Третий этап – принятие решений. На этом этапе применяются рекомендации, полученные в ходе оценки ассортиментной политики, уточняются маркетинговые цели по развитию вырабатываемой продукции и товарных линий, в соответствии с которыми происходит планирование производственной программы предприятия.

В основу планирования производственной программы ложится оптимизационная

маркетинговая модель, которая включает нахождение оптимального баланса товарных линий и марок в товарном портфеле, находящихся на различных этапах жизненного цикла, которые обеспечат стабильные финансовые поступления.

ВЫВОДЫ

Для формирования рациональной ассортиментной политики текстильного предприятия предложена маркетинговая модель ее формирования, которая включает в себя три этапа: изучение маркетинговой среды, выбор методов оценки ассортиментной политики, принятие решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Сухов В.Д., Кислова Ю.Е., Пешкова Д.М.* Управление товарным ассортиментом на промышленном предприятии // *Маркетинг.* – 2005, №4. С.39...54.
2. *Бычкова А.Н.* Метод классификаций в ассортиментной политике // *Маркетинг в России и за рубежом.* – 2006, №1. С. 38...41.
3. *Ковалев А.И.* Промышленный маркетинг (Часть II). – М.: ООО Фирма "Благовест – В", 2002.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения. Поступила 01.02.08.

УДК 65.012

ЭТАПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ СБАЛАНСИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Е.В. КУЛЕЕВА

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

В настоящее время российские предприятия в условиях жесткой конкуренции заинтересованы в широком применении методов оценки эффективности управления предприятием. Для реализации этих методов необходимо использовать большой спектр показателей деятельности предприятия. Некоторые российские предприятия и многие зарубежные компании с этой целью начали внедрять систему сба-

лансированных показателей (ССП).

Основной особенностью данной системы является группирование показателей достижения целей по четырем элементам: финансы, клиенты, бизнес-процессы и потенциал [1].

Построение системы сбалансированных показателей деятельности предприятий текстильной промышленности можно осуществить тремя этапами:

- определение структуры предприятия и задач, решаемых его подразделениями;
- разработка стратегической карты целей: формирование целей, определение задач, установление причинно-следственных связей между целями и задачами;

- формирование системы сбалансированных показателей.

Схематично структуру любого предприятия отрасли можно представить в виде, показанном на рис. 1 [2].

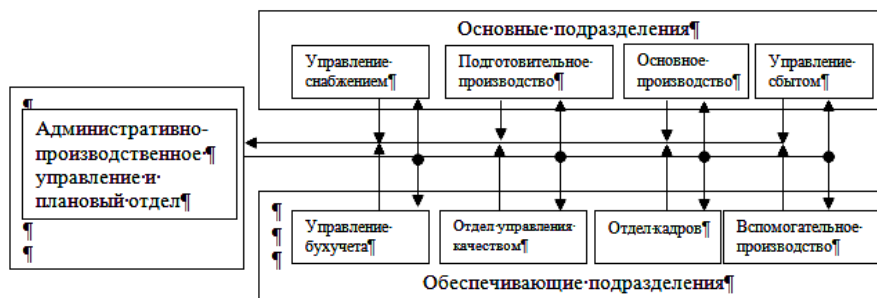


Рис. 1

В общем случае структура различных предприятий будет отличаться от структуры, представленной на рис. 1. Однако если согласиться с тем, что на рис. 1 показана структура некоторого предприятия в наиболее развернутом виде, то есть с указанием большинства подразделений с названиями, соответствующими их функциям, то все другие варианты построения будут в той или иной мере лишь обобщением или укрупнением рассматриваемого. Следовательно, вариант структуры предприятия, показанного на рис. 1, не противоречит по существу другим возможным вариантам, и мы вправе рассматривать его в качестве общего примера построения предприятия текстильной промышленности.

Главной целью деятельности предприятия, на наш взгляд, является рост его стоимости. Стоимость как показатель эффективности имеет несколько преимуществ:

- данный показатель имеет финансовое выражение и обладает однозначностью;
- он без ограничений применим к любому предприятию в любой отрасли;
- он не имеет никаких временных ограничений. Всегда есть возможности наращивать стоимость предприятия;
- показатель стоимости ориентирован на будущее;
- он учитывает все важнейшие аспекты деятельности предприятия, так как является функцией всех показателей ССП, оценивая реальное влияние каждого показателя на долгосрочные финансовые результаты деятельности предприятия.

Основа деятельности предприятия представляет собой сбалансированное относительно главной цели распределение целей предприятия и задач его подразделений. Рассмотрим задачи, а также оценивающие их решения показатели подразделений предприятия.

Планово-производственный отдел:

Задачи	Показатели решения задач	Обозначение показателей
Увеличение экономической добавленной стоимости	Показатель стоимости деятельности предприятия	Ст
	Экономическая добавленная стоимость	EVA
Рост чистой прибыли	Чистая прибыль	NOPLAT
	Прибыль до налогообложения	ПНД
	Прибыль операционная	Поп
	Налог на доходы	ТНД
	рентабельность	R
	Годовая программа выпуска изделий по плану	Пг

Управление бухгалтерского учета:

Отдел бухгалтерского учета	Показатели решения задач	Обозначение показателей
Увеличение объема инвестированного капитала	Краткосрочные кредиты и займы беспроцентные	Лкр без %
	Краткосрочные кредиты и займы	Лкр
	Долгосрочные кредиты и займы	Лдл
	Инвестированный капитал	IC
	Финансовые вложения	ФВ
Снижение затрат на привлечение и использование капитала	Средневзвешенная стоимость капитала	WACC
Увеличение стоимости активов	Чистые активы	ЧА
	Уставный капитал	УК
	Резервный капитал	РК
	Добавочный капитал	ДК
	Основные средства	ОС
Создание системы учета затрат	Денежные средства	Д
	Цена изделия	Ц
	Себестоимость производственная	Спр
	Переменные издержки	Иперем
	Постоянные издержки	Ипост
	Затраты на оплату труда	ЗОТ
	Отчисления на социальные нужды	ОСН
Фонд оплаты труда	ФОТ	

Подготовительное производство:

Задачи	Показатели решения задач	Обозначение показателей
Разработка новых и поддержание производимых ранее видов продукции	Нематериальные активы	НА
	Масса материала	Ммат
	Коэффициент использования материала	Кисп мат

Управление снабжением:

Задачи	Показатели решения задач	Обозначение показателей
Анализ возможностей поставщиков	Стоимость материала	Цмат

Основное производство:

Задачи	Показатели решения задач	Обозначение показателей
Осуществление технологического процесса	Доля загруженного оборудования	Qri
	Площадь оборудования	Поб
	Площадь проходов	Спрох
	Площадь складских помещений	Сскл
	Объем готовой продукции	Овып

Вспомогательное производство:

Задачи	Показатели решения задач	Обозначение показателей
Организация производственного процесса	Общая площадь производственных помещений	Пп
	Площадь конторских помещений	Сконтр
	Площадь бытовых помещений	Сбыт
	Затраты на технологическую электроэнергию	Сэ
	Расходы на освещение	Рэ
	Расходы на эксплуатацию транспортных средств	Зтр
	Ремонт оборудования	Роб
	Ремонт транспортных средств	Ртр
	Ремонт производственного инвентаря	Ри
	Ремонт производственных помещений	Рзд
	Прочие расходы	Рпр

Управление сбытом:

Задачи	Показатели решения задач	Обозначение показателей
Создание системы поставок	Скорость выполнения заказа, дн	Тдн
Увеличение дилеров и собственных точек продаж на рынках/Увеличение числа клиентов	Число постоянных клиентов	N кл
Увеличение объема продаж	Дебиторская задолженность	
	Запасы	Q

Отдел управления качеством:

Задачи	Показатели решения задач	Обозначение показателей
Повышение качества изделий	Качество товара	Q пр
	Степень надежности отдельного поставщика	Р постав
	Качество поставляемого сырья	Q сыр

Отдел кадров:

Задачи	Показатели решения задач	Обозначение показателей
Повысить квалификацию персонала	Численность служащих	Чслуж
	Оклад в месяц	Ом
Повысить качество набора персонала	Текущее количество кадров ключевых компетенций	С проф

Перечисленный выше состав задач и показателей их решения положен в основу построения стратегической карты целей, представленной на рис. 2. Каждая цель в данной стратегической карте имеет определенный набор задач, решаемых подразделениями.

На рис. 3 представлена система сбалан-

сированных основных экономических показателей деятельности предприятия, соответствующая карте целей.

На базе структуры этой системы сбалансированных показателей можно разработать алгоритм оценки показателей эффективности деятельности предприятия и всех его подразделений.

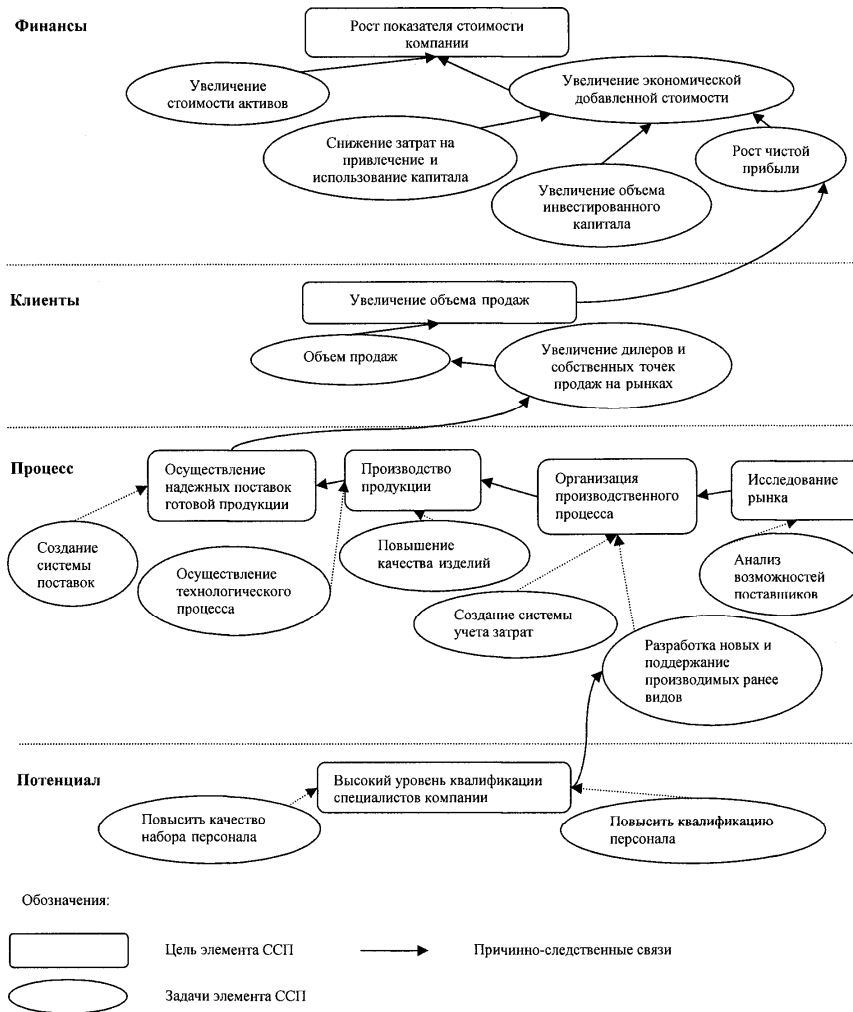


Рис. 2

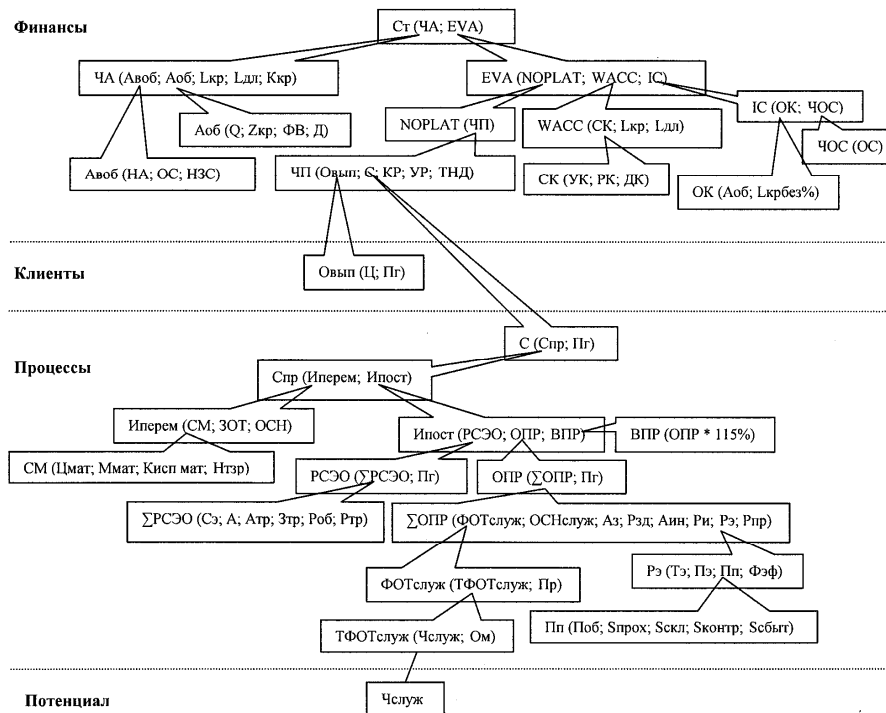


Рис. 3

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гершун А., Горский М.* Технологии сбалансированного управления. – М.: ЗАО "Олимп-Бизнес", 2006.

2. *Суздалов Е.Г.* Информационные технологии в текстильной и легкой промышленности: учеб.

пособие/ Е.Г.Суздалов, Т.А.Кравец, Е.Н.Якуничева, Н.Р.Туркина. – СПб.: ИПЦ СПГУТД, 2005.

Рекомендована кафедрой менеджмента. Поступила 01.02.08.

УДК [677.5:677.017.4]

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ КОМБИНИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ НИТЕЙ

А.Р. КУРАМШИН, В.А. РОДИОНОВ

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

Современная экранирующая одежда должна обеспечивать стопроцентную защиту персонала, обслуживающего электроустановки сверх- и ультравысокого напряжения, включая работы, выполняемые в контакте с воздушными линиями электропередачи под напряжением до 1150 кВ. Экранирующие комплекты типа Из-2 предназначены для исключения вредного воздействия электромагнитного поля радиочастот на организм пользователя. Одним из элементов экранирующего комплекта являются экранирующие трикотажные перчатки, сопротивление которых по требованиям техники безопасности должно быть не более 30 Ом.

Основными показателями для выработки комбинированной электропроводящей нити являются электрическая проводимость, разрывная нагрузка, стойкость к истиранию. Также одним из важных показателей при производстве и проектировании является линейная плотность. Так как стоимость компонентов высока, поэтому целесообразно провести теоретический расчет линейной плотности готовых комбинированных электропроводящих нитей.

С этой целью было предложено разработать теоретический метод определения линейной плотности электропроводящей нити.

Комбинированные электропроводящие нити [1] изготавливаются из углеродных нитей, мишурных (металлизированных) нитей и высокопрочных нитей Русар. При изготовлении мишурные нити наносятся на углеродную нить, образуя электропро-

водящую заготовку, которая равномерно окруживается высокопрочными нитями Русар.

Углеродный и металлизированные компоненты придают комбинированной электропроводящей нити повышенную разрывную нагрузку и высокую электропроводимость, а компонент Русар – повышенную износостойкость, и предохраняет углеродную нить от повреждений, что способствует улучшению эксплуатационных свойств готовых изделий (перчаток) и снижает электрическое сопротивление защитной перчатки из комбинированной нити в процессе эксплуатации.

При расчетах были сделаны допущения, характеризующие пространственное положение мишурных нитей вокруг углеродной нити с определенным шагом в одном слое. Исходя из этого была построена геометрическая модель электропроводящей заготовки, состоящая из углеродной нити 1 и мишурных нитей 2, которая приведена на рис.1 .

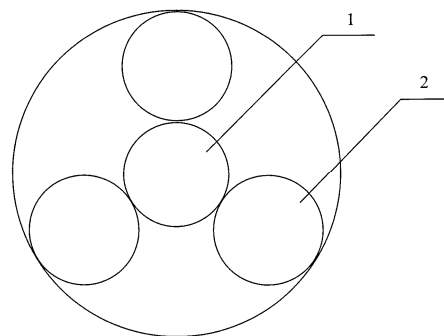


Рис. 1

Те же самые допущения были введены и при построении готовой нити, когда электропроводящая заготовка, состоящая из углеродной и мишурных нитей, окруживается нитями Русар, которые располагаются по спирали треугольной формы. Также была построена геометрическая модель готовой нити, состоящая из углеродной нити 1 и мишурных нитей 2, образующих электропроводящую заготовку, и нитей Русар 3, находящихся во внешнем слое (рис. 2).

Анализируя полученные геометрические модели, выведен алгоритм расчета линейной плотности готовой нити.

Например, при 3 мишурных нитях, входящих в состав заготовки, получили

$$T = T_{\text{уг}} + T_{\text{м}} n_{\text{м}} \sqrt{1 + 4\pi^2 K_{\text{м}}^2 (R_{\text{уг}} + R_{\text{м}})^2} + T_{\text{р}} n_{\text{р}} \sqrt{1 + K_{\text{р}}^2 (6(R_{\text{уг}} + R_{\text{м}}) \sin \frac{\pi}{3} + 2\pi(R_{\text{м}} + R_{\text{р}}))^2},$$

где $T_{\text{уг}}$ – линейная плотность углеродной нити; $T_{\text{м}}$ – линейная плотность мишурной нити; $n_{\text{м}}$ – число мишурных нитей; $K_{\text{м}}$ – число витков мишурных нитей; $R_{\text{уг}}$ – радиус углеродной нити; $R_{\text{м}}$ – радиус мишурной нити; $T_{\text{р}}$ – линейная плотность нити Русар; $n_{\text{р}}$ – число нитей Русар; $K_{\text{р}}$ – число

следующую формулу для расчета линейной плотности комбинированной электропроводящей нити:

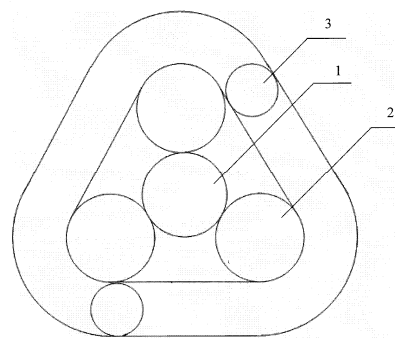


Рис. 2

витков нитей Русар; $R_{\text{р}}$ – радиус нити Русар.

При 4 мишурных нитях в электропроводящей заготовке получена следующая формула для определения линейной плотности комбинированной электропроводящей нити:

$$T = T_{\text{уг}} + T_{\text{м}} n_{\text{м}} \sqrt{1 + 4\pi^2 K_{\text{м}}^2 (R_{\text{уг}} + R_{\text{м}})^2} + T_{\text{р}} n_{\text{р}} \sqrt{1 + K_{\text{р}}^2 (8(R_{\text{уг}} + R_{\text{м}}) \sin \frac{\pi}{4} + 2\pi(R_{\text{м}} + R_{\text{р}}))^2}.$$

Затем, используя эти математические уравнения, был проведен расчет линейных плотностей исследуемых образцов.

Далее, чтобы сравнить полученные экспериментальные результаты с фактическими, были наработаны образцы комбинированных нитей с тремя и четырьмя

мишурными нитями в составе электропроводящей заготовки. По всем вариантам была определена линейная плотность образцов. Результаты сведены в табл. 1 (сравнение фактических результатов линейной плотности с расчетными).

Таблица 1

Электропроводящая комбинированная нить	Линейная плотность, текс		Отклонение фактической линейной плотности от расчетной, %
	фактическая	расчетная	
С тремя мишурными нитями ($T_{\text{м}}=65$ текс)	362	360,7	0,36
С четырьмя мишурными нитями ($T_{\text{м}}=42$ текс)	345	349,5	-1,30

Полученные данные показали высокую степень точности расчетных результатов.

Отклонение фактической линейной плотности от расчетной не более 1,5 %.

1. Выведена формула для определения линейной плотности комбинированных электропроводящих нитей.

2. Получены результаты расчета линейной плотности готовой нити, которые показали высокую степень точности. Отклонение фактической линейной плотности от расчетной составило не более 1,5 %.

1. Курамыши А.Р., Родионов В.А., Додонкин Ю.В. Разработка технологии получения комбинированных нитей для специзделий // Химические волокна. – 2007, № 3.

Рекомендована кафедрой переработки химических волокон. Поступила 01.02.08.

УДК: 678.03(076)

ИССЛЕДОВАНИЕ И УЧЕТ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ВЫСОКОЭЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОДЕЖДЫ

И.А. ШЕРОМОВА, Г.П. СТАРКОВА, А.В. НОВИКОВА

(Владивостокский государственный университет экономики и сервиса)

Вложение полиуретановых волокон в текстильные полотна предопределяет особенности свойств данных материалов, в том числе их высокую степень растяжимости и крайне малую долю остаточной деформации при средних эксплуатационных нагрузках. Такие специфические свойства полотен с содержанием эластановых волокон позволяют отнести их к разряду высокоэластичных материалов (ВЭМ) и обуславливают особенности проектирования изделий из них, в частности, возможность изготовления одежды со значительным прилеганием к телу человека при сохранении ее высоких эргономических свойств.

Известно [1], что конструктивные параметры плотно облегающей одежды, а именно предел заужения и коэффициент относительного удлинения деталей, определяются исходя из величины показателей деформационных свойств материала, используемого для изготовления изделия. При этом основными характеристиками, учитываемыми в настоящее время при определении конструктивных параметров, являются растяжимость и остаточная деформация материала. Следует отметить, что величина поперечного сокращения полотна при одноосном растяжении, которая, по сути, определяет величину коэффици-

ента относительного удлинения деталей изделия, напрямую не фигурирует в расчетах конструктивных параметров.

Для одновременного определения растяжимости и поперечного сокращения материала использовать стандартные методы исследования невозможно, что обуславливается возникающим при деформировании элементарной пробы краевым эффектом, связанным с более значительным изменением структуры материала у срезов по сравнению со средней зоной образца. Кроме того, определение растяжимости и остаточной деформации полотен стандартными методами проводят при одноосном растяжении. Это не соответствует реальным условиям деформирования материала в изделии, так как при надевании зауженной одежды на тело человека за счет ее фиксации по основным конструктивным участкам, в том числе и за счет сил трения, происходит двухосное растяжение полотна. Таким образом, существующие методы исследования не позволяют с необходимой степенью точности получить исходную информацию для научно обоснованного определения конструктивных параметров одежды со значительной степенью прилегания.

Настоящая статья посвящена исследованию характеристик деформационных свойств высокоэластичных материалов, а именно растяжимости, остаточной деформации и степени поперечного сокращения полотна, и разработке рекомендаций по использованию результатов исследований при проектировании плотно облегающей одежды.

С целью приближения условий проведения эксперимента к реальным условиям деформирования материала при надевании зауженного изделия и устранения влияния краевого эффекта на величину измеряемых характеристик авторами был разработан метод для определения характеристик растяжимости и поперечного сокращения материала. В основу разработанного метода положена стандартная методика определе-

ния растяжимости трикотажных полотен при нагрузках меньше разрывных [2]. Принципиальной отличительной особенностью методики определения растяжимости и остаточной деформации, как составной части разработанного метода, является возможность закрепления боковых срезов исследуемой элементарной пробы во избежание ее возможного поперечного сокращения, что обеспечивает соответствующее реальным условиям эксплуатации изделий двухосное растяжение материала. Для реализации данной методики разработано специальное приспособление к разрывной машине типа ИР-50 62-05 (рис. 1 – чертеж приспособления для исследования деформационных свойств ВЭМ и рис. 2 – внешний вид этого приспособления).

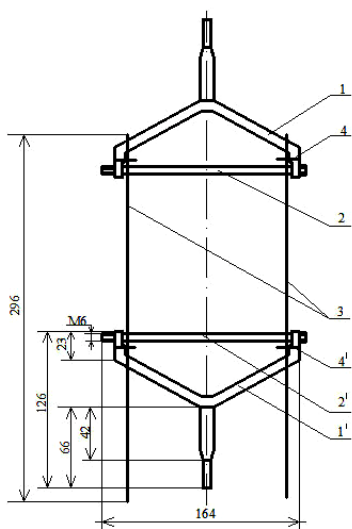


Рис. 1

Разработанное устройство (рис. 1) представляет собой две стальных рамки-зажима 1 и 1' со съемной верхней частью в виде стяжных болтов 2 и 2'. На боковых частях обеих рамок имеются специальные технологические отверстия в виде "ушек" 4 и 4', в которые продеваются скобы 3, играющие роль фиксатора ширины элементарной пробы. Ширина кольцевой пробы по сравнению со стандартной методикой увеличена в три раза и составляет в готовом виде (150 ± 1) мм. Схема раскроя (а) и



Рис. 2

подготовки проб к испытанию (б) для определения растяжимости и остаточной деформации дана в соответствии с рис. 3. Величина прикладываемой для деформирования элементарной пробы нагрузки равна 18 Н с учетом стандартной средней эксплуатационной нагрузки 1,2 Н/см. Непосредственное проведение испытаний и расчет растяжимости, эластичности и остаточной деформации производится в соответствии со стандартной методикой.

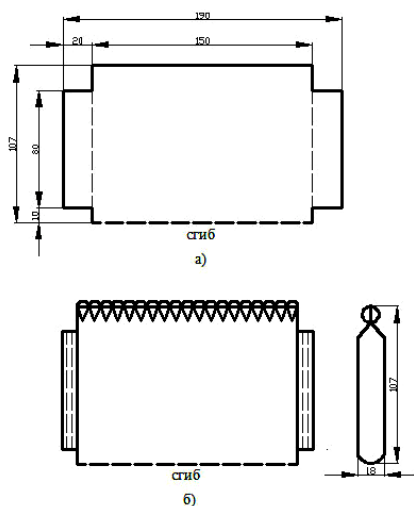


Рис. 3

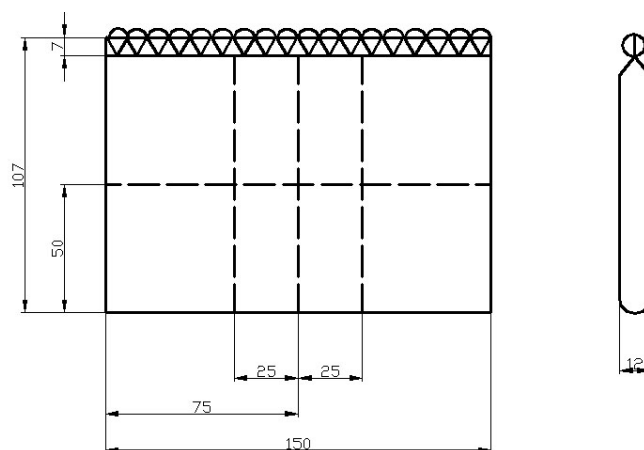


Рис. 4

Методика определения степени поперечного сокращения предполагает использование описанного выше приспособления без фиксации боковых сторон элементарной пробы. С целью устранения влияния краевого эффекта измерение поперечных размеров элементарной пробы после ее растяжения на величину, соответствующую приращению длины пробы при определении растяжимости, производится в средней части пробы по горизонтальной осевой линии в пределах рабочей зоны, предварительно намечаемой в соответствии с рис. 4 – схема разметки рабочей зоны элементарной пробы для определения степени поперечного сокращения.

Расчет величины относительного поперечного сокращения $\varepsilon_{п.с}$, %, производится по формуле:

$$\varepsilon_{п.с} = (B_0 - B_1) \cdot 100 / B_0, \quad (1)$$

где B_0 – первоначальная ширина рабочей зоны, мм; B_1 – ширина рабочей зоны по средней осевой линии после поперечного сокращения пробы, мм.

С использованием разработанного метода исследований деформационных свойств были определены растяжимость, остаточная деформация и поперечное сокращение для более чем 50 трикотажных полотен с вложением полиуретановых волокон от 3 до 10%. Характеристика и ре-

зультаты испытаний некоторых из исследованных материалов приведены в табл. 1.

Как показал анализ результатов исследований, растяжимость ВЭМ колеблется в значительных пределах – от 10 до 70%, что объясняется большим разнообразием показателей структуры материалов. В общем случае растяжимость и остаточная деформация основовязаных полотен несколько ниже, чем поперечновязаных. При этом основовязаные полотна показывают максимальную растяжимость как вдоль петельных рядов (образец № 8), так и вдоль петельных столбиков (образцы № 9 и 10), а поперечновязаные – вдоль петельных рядов. Учитывая вышеизложенное, при раскрое деталей одежды из кулирных полотен долевую следует располагать вдоль петельных столбиков, а основовязаных – вдоль направления, показывающего меньшую растяжимость. Величина остаточной деформации практически всех исследованных материалов не превышает 2%, что позволяет не учитывать ее при проектировании швейных изделий.

Значения относительного поперечного сокращения также колеблются в довольно широком диапазоне – от 1,2 до 33,6%. При этом явной зависимости между величинами растяжимости и относительного поперечного сокращения не выявлено. Полотна, имеющие близкие значения растяжимости, могут проявлять различную степень попе-

речного сокращения. Так, образец № 4 при растяжимости 67% имеет величину относительного поперечного сокращения на уровне

не максимальных значений 33,6%, а образец № 5 с растяжимостью 70,1% характеризуется поперечным сокращением 1,2%.

Т а б л и ц а 1

№ образца	Способ выработки и переплетение	Основной волокнистый состав	Поверхностная плотность, г/м ²	Характеристики деформационных свойств		
				растяжимость, %	остаточная деформация, %	относительное поперечное сокращение, %
1	п/в, гладь	ПЭ	205	49,4	1,4	15,8
2	п/в, жаккард	ПЭ	253	47,6	1,5	2,0
3	п/в, гладь	ПЭ	136	26,1	1,4	4,0
4	п/в, гладь	шерсть	327	67,0	1,7	33,6
5	п/в, ластик 1x1	Вс + Ац	131	70,1	1,6	1,2
6	п/в, гладь	ПАН	244	69,0	1,9	4,4
7	п/в, гладь	хлопок	204	30,8	1,0	2,0
8	о/в, комбинированное	ПЭ	214	30,0	1,3	4,4
9	то же	ПЭ	113	12,4*	0,1*	7,6
10	то же	ПЭ	124	31,2*	1,0*	2,0

Примечание. 1. Принятые в таблице условные обозначения: п/в – поперечновязаное, о/в – основовязаное, ПЭ – полиэфирное волокно, ПАН – полиакрилонитрильное волокно, Вс – вискоза, Ац – ацетатное волокно.

2. * – приведены значения растяжимости и остаточной деформации вдоль петельных столбиков как максимальные.

Авторами предложено рассчитывать базовый предел заужения K_ϵ , %, и коэффициент относительного удлинения L , %, по формулам:

$$K_\epsilon = \frac{\epsilon}{\epsilon + 100} \cdot 100, \quad (2)$$

$$L = \frac{\epsilon_{п.с}}{100 + \epsilon_{п.с}} \cdot 100, \quad (3)$$

где ϵ – растяжимость полотна, %; $\epsilon_{п.с}$ – относительное поперечное сокращение полотна, %.

По формулам (2) и (3) были рассчитаны базовые пределы заужения и коэффициенты относительного удлинения для всех исследованных трикотажных полотен. Используя полученные результаты, из материалов были изготовлены опытные образцы цилиндрической формы. Анализ образцов в равновесном и деформированном

состояниях показал высокий уровень соответствия их размеров, что доказывает возможность применения предложенной методики. Из некоторых образцов ВЭМ были изготовлены макеты фуфайки, анализ посадки которых на манекене также подтвердил эффективность разработанной методики.

Использование методики расчета конструктивных параметров позволило рассчитать величины пределов заужения для любых полотен с возможной степенью растяжимости. Учитывая межразмерный интервал, установленный для трикотажных изделий, и рекомендуемый размерный ряд плотно облегающей одежды из ВЭМ, была предложена классификация высокоэластичных трикотажных полотен по группам растяжимости, и установлены величины рекомендуемых базовых пределов заужения (табл. 2).

Группа растяжимости	Растяжимость полотна ϵ , %	Рекомендуемая величина базовых пределов заужения K_{ϵ} , %
I	до 20	12...14
II	21...35	20...22
III	36...45	27...29
IV	46...60	34...36
V	свыше 60	40

Установленные величины заужения могут без ограничений применяться при проектировании изделий из гладких полотен плотных структур. Как показал анализ внешнего вида экспериментальных образцов изделий, изготовленных из полотен с фактурной поверхностью, рыхлой структурой, набивным рисунком IV и V групп растяжимости, выполненный с применением экспертных методов оценки, величина предела заужения деталей одежды из таких материалов должна корректироваться в сторону уменьшения и не должна превышать 30%.

ВЫВОДЫ

Разработанный метод исследования деформационных свойств высокоэластичных материалов позволяет приблизить условия проведения эксперимента к реальным условиям эксплуатации плотно облегаяющей одежды и, как следствие, обеспе-

чивает получение точной исходной информации для расчета конструктивных параметров швейных изделий. Предложенная классификация высокоэластичных трикотажных полотен и разработанные рекомендации по проектированию и изготовлению изделий из них в значительной степени упрощают процесс КТПП и способствуют выпуску одежды высокого качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Старкова Г.П. Проектирование спортивной одежды из высокоэластичных материалов: Монография. – Владивосток: Дальнаука, 2004.
2. ГОСТ 8847–85. Полотна трикотажные. Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках, меньше разрывных. – М.: Изд-во стандартов, 1988.

Рекомендована кафедрой сервиса и моды. Поступила 01.02.08.

УДК 685.34.037

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПАКЕТА ТКАНЫХ ПОЛОТЕН

А.Е. РОЛДУГИНА, Н.Л. УШАКОВА

(Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса)

Формирование необходимого уровня качества изделия может осуществляться двумя способами. Первый заключается в проектировании тканого полотна в точном соответствии с требованиями нормативных документов. Второй, наиболее распространенный в настоящее время – в совершенствовании уровня качества продукции, которое выражается в создании ее новых образцов, учитывающих постоянно меняющийся комплекс требований потре-

бителей [1]. При этом с точки зрения достижения необходимого уровня качества проектирование тканых полотен по группе свойств является более приемлемым по сравнению с проектированием по отдельному свойству.

Многие текстильные изделия изготавливаются из пакета тканых полотен, проектирование которого по группе свойств является сложной задачей. Для решения данной проблемы предлагается определять

безразмерный комплексный показатель $K_{\text{комп}}$ для одновременной оценки группы свойств каждой ткани, входящей в пакет материалов. При этом максимальное значение данного показателя соответствует пакету тканых полотен, обладающему наилучшими групповыми свойствами:

$$K_{\text{комп}} = \prod_{i=1}^n (K_{\text{opt}i} K_i^C K_i^{\text{Ш}}), \quad (1)$$

где $K_{\text{opt}i}$ – безразмерный комплексный показатель, оценивающий все единичные показатели свойств i -го тканого полотна; K_i^C , $K_i^{\text{Ш}}$ – безразмерные показатели, учитывающие стоимость i -го тканого полотна и его ширину соответственно:

$$K_i^C = C_i^P / C^6, \quad (2)$$

где C_i^P , C^6 – стоимость i -го тканого полотна и полотна, имеющего максимальную стоимость и принятого за базовое, соответственно;

$$K_i^{\text{Ш}} = \text{Ш}_i^P / \text{Ш}^6, \quad (3)$$

где Ш_i^P , Ш^6 – ширина i -го тканого полотна и полотна, имеющего минимальную ширину и принятого за базовое, соответственно,

$$K_{\text{opt}i} = K_{\text{optmax}}^i / K_{\text{optmin}}^i, \quad (4)$$

где K_{optmax}^i , K_{optmin}^i – безразмерные комплексные показатели i -го тканого полотна, в которых значения группы свойств стремятся к максимуму или минимуму соответственно.

Поясним сущность предлагаемого метода проектирования качества пакета тканых полотен:

– из совокупности тканых полотен, предлагаемых для проектирования пакета материалов, выбирается гипотетическое тканое полотно, обладающее комплексом

свойств, присущих различным тканям из совокупности рассматриваемых;

– гипотетическое полотно служит в качестве базового при сравнении тканей данного назначения проектируемого пакета материалов и имеет максимальную стоимость, минимальную ширину и все необходимые наилучшие потребительские свойства;

– у сопоставляемых тканых полотен определяются значения тех же свойств и в тех же единицах измерения, что и у базовой ткани;

– в соответствии с выявленными потребительскими свойствами тканей вычисляются единичные показатели качества тканого полотна, которые должны являться безразмерными коэффициентами и определять соотношение между какими-либо однозначными свойствами базовой и каждой из сравниваемых тканей или являться безразмерной характеристикой каждого тканого полотна;

– вычисленные единичные показатели для каждого из сопоставляемых тканых полотен разбиваются на две группы, при этом в одной из них показатели стремятся к своему максимальному значению, а в другой – к минимальному;

– при условии равенства единице вычисленного единичного показателя последний в дальнейших расчетах не учитывается;

– вычисляются безразмерные комплексные показатели для каждой группы сопоставляемого тканого полотна посредством перемножения единичных показателей, входящих в данную группу, что позволяет произвести оценку качества ткани отдельно как по свойствам, стремящимся к максимальному значению, так и по свойствам, стремящимся к минимальному значению;

– определяются безразмерные комплексные показатели, оценивающие все единичные показатели свойств каждого тканого полотна, входящего в пакет материалов, посредством деления комплексного показателя группы, в которой последний стремится к максимальному значению,

на тот же показатель группы, в которой он стремится к минимальному значению;

– у сопоставляемых тканых полотен определяются значения безразмерных показателей, учитывающих стоимость и ширину тканого полотна;

– вычисляется безразмерный комплексный единичный показатель для каждого тканого полотна из совокупности тканей, предлагаемых для проектирования пакета материалов, посредством перемножения комплексного показателя, оценивающего все единичные показатели свойств данного тканого полотна и безразмерных показателей, учитывающих стоимость и ширину этой ткани;

– определяется количество слоев тканых полотен в проектируемом пакете материалов, а также возможные сочетания тканых полотен для этих слоев из совокупности рассматриваемых материалов;

– выявляется безразмерный комплексный показатель для всех возможных сочетаний совокупности материалов, составляющих пакет тканых полотен, по максимальному значению которого определяют проектируемый пакет материалов, обладающий наилучшими потребительскими свойствами;

– при условии равенства безразмерного комплексного показателя у различных проектируемых пакетов материалов необходимо произвести сопоставление последних еще по каким-либо дополнительным потребительским свойствам.

На примере вкладной стельки покажем проектирование качества пакета материалов, из которых она изготавливается. С этой целью нами выделены наиболее важные единичные показатели потребительских свойств тканых полотен пакета материалов. В данном случае к таким показателям относятся: воздухопроницаемость B ; гигроскопичность H ; стойкость к истиранию n тканых полотен; поверхностная плотность M_s ; поверхностное заполнение E_s ; сквозная пористость W_s ; площадь волокна при набухании S_n ; длина волокна при набухании L_n ; полная деформация тканого полотна от его зажимной длины L ; жесткость основной A_o и уточной A_y нити тканого полотна при изгибе. При этом параметры B, H, n, W_s стремятся к максимальным значениям, а $M_s, E_s, S_n, L_n, L, A_o, A_y$ – к минимальным. Тогда для зависимости (4) имеем:

$$K_{optmax}^i = B^T H^T n^T W_s^T / (B^6 H^6 n^6 W_s^6), \quad (5)$$

$$K_{optmin}^i = M_s^T E_s^T S_n^T L_n^T L^T A_o^T A_y^T / (M_s^6 E_s^6 S_n^6 L_n^6 L^6 A_o^6 A_y^6), \quad (6)$$

верхние индексы Т и б у буквенных обозначений принадлежат сопоставляемому и

базовому показателю соответственно [2].

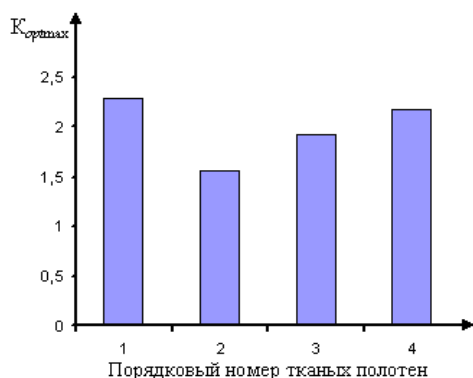


Рис. 1

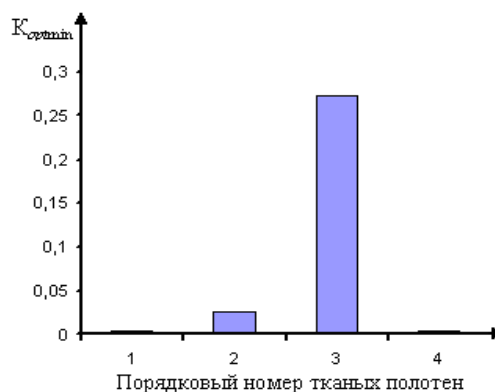


Рис. 2

На рис. 1 и 2 приведены диаграммы безразмерных комплексных показателей тканых полотен, значения которых стремятся к максимуму и минимуму (здесь и далее 1 – хлопчатобумажное; 2 – льняное; 3 – шерстяное; 4 – полиэфирное тканые полотна).

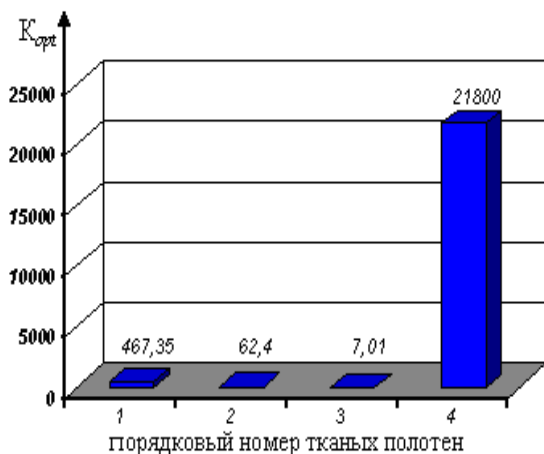


Рис. 3

На рис. 3 представлена диаграмма безразмерного комплексного показателя, оценивающего все единичные показатели свойств ранее указанных тканых полотен, которая показывает, что комплексом наилучших потребительских свойств обладает полиэфирное тканое полотно, далее за ним с большим отставанием следует хлопчатобумажное.

Введем дополнительный показатель K_i^* тканого полотна, учитывающий стоимость сырья из которого оно изготовлено:

$$K_i^* = K_{opt_i} / K_{ц}, \quad (7)$$

где $K_{ц}$ – безразмерный показатель, учитывающий стоимость волокна, равный:

$$K_{ц} = Ц_i^p / Ц^б, \quad (8)$$

где $Ц_i^p, Ц^б$ – стоимость сырья проектируемого тканого полотна и сырья полотна, принятого за базовое, соответственно.

В табл. 1 приведен расчет K^* по зависимостям (7), (8).

Таблица 1

№	Наименование волокна	$Ц_i^p$, руб.	$K_{ц}$	K^*
1	Хлопковое	44,0	0,083	5630,72
2	Льняное	70,0	0,132	472,73
3	Шерстяное	530,0	1,0	7,01
4	Полиэфирное	53,0	0,1	218000

Также примем дополнительный показатель K^{**} , учитывающий стоимость сырья тканого полотна, имеющего в своем составе i компонентов волокон с долевым содержанием каждого α_i соответственно:

$$K^{**} = \alpha_1 K_1^* + \alpha_2 K_2^* + \dots + \alpha_i K_i^*, \quad (9)$$

где K_i^* – комплексный показатель, определяемый по зависимости (7). Полагаем, что тканое полотно состоит из смеси, в которой по 50% хлопкового и полиэфирного волокон. Для этого случая имеем:

$$K^{**} = 0,5 \cdot 5630,72 + 0,5 \cdot 218000 = 111815,36.$$

На основании вышеприведенного следует, что для производства вкладных стелек целесообразно спроектировать пакет тканых полотен, состоящий из смесовых материалов.

С целью выявления лучшего качества пакета материалов, состоящего из смесовых тканых полотен артикулов 1-02 и 8-06, выпускаемых ЗАО "Дон-Текс", г. Шахты, проведен расчет, представленный в табл. 2, 3.

Таблица 2

Артикул ткани (вид отделки)	C^p , руб.	$Ш^p$, см	K^c	$K^ш$	K_{opt}
1-02 (крашенная кань)	32,34	154,0	0,48	1,0	2,82
8-06 (отбеленная ткань)	15,48	154,0	1,0	1,0	1,3

Таблица 3

Показатель	Пакет тканых полотен из артикулов		
	1-02 и 1-02	8-06 и 8-06	1-02 и 8-06
$K_{комп}$	1,82	1,69	1,76

Из анализа табл. 3 следует, что по комплексному показателю для изготовления вкладных стелек лучше использовать пакет тканых полотен, состоящий только из артикула 1-02.

ВЫВОДЫ

1. С целью рационального проектирования пакета тканых полотен предложено ввести безразмерный комплексный показатель для одновременной оценки группы свойств каждой ткани, входящей в пакет материалов.

2. Предложен метод проектирования качества пакета тканых полотен.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Морозовская И.С.* Способы повышения качества тканей. – М.: Легкая индустрия, 1981.
2. *Ролдугина А.Е., Ушакова Н.Л.* Разработка методики расчета динамической нагрузки на стопу при проектировании вкладной стельки // Изв. вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2007, №1. С.108...111.

Рекомендована кафедрой текстильного производства. Поступила 01.02.08.

УДК 624.01

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ХЛОПКА-СЫРЦА ВНУТРИ ДВУХБАРАБАННОГО ПИТАТЕЛЯ

Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Д.М. МУХАММАДИЕВ, Ш.У. РАХМАТКАРИЕВ

(Костромской государственный технологический университет,
Институт механики и сейсмостойкости сооружений АН Республики Узбекистан)

Питающие системы в линейно-поточной технологии переработки хлопка-сырца служат основными машинами, обеспечивающими равномерный и непрерывный поток хлопка перед процессом его очистки и джинирования, и во многом определяют эффективность работы всего комплекса [1], [2]. В связи с этим возникает необходимость в разработке питателя повышенной производительности для одноджинной поточной линии, так как существующий питатель ПД снижает такие показатели, как:

- разрыхленность хлопка за счет неравномерной подачи по времени и длине рабочей камеры пыльного джина;
- очистительный эффект питателя.

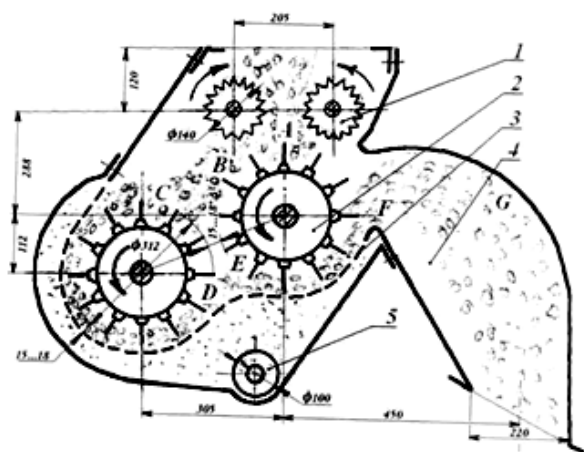


Рис. 1

Для устранения вышеуказанных недостатков питателя ПД разработан двухбарабанный питатель (рис.1): для увеличения разрыхления хлопка и очистительного

эффекта установлен дополнительный колковый барабан, а для уменьшения поврежденности хлопка снижена линейная скорость колкового барабана.

Однако для эффективной работы предложенного двухбарабанного питателя, обеспечивающего улучшение разрыхления, очистки и равномерной подачи хлопка в рабочую камеру в заданной производительности, необходимо изучить, используя математическое моделирование движения хлопка внутри двухбарабанного питателя, факторы, влияющие на его движение; установить диаметр и частоту вращения колковых барабанов, производительность питателя и угол падения хлопка на поверхность колкового барабана, при которых обеспечивается улучшенное разрыхление, очистка и равномерная подача хлопка в рабочую камеру.

На рис.1 изображена схема двухбарабанного питателя. Хлопок-сырец распределительным шнеком направляется в шахту, а из нее в двухбарабанный питатель. Питающие валики 1, получая вращение один навстречу другому от питающего механизма, захватывают хлопок из шахты и подают его равномерным слоем к первому колковому барабану 2. Последний, в свою очередь, набрасывает хлопок на второй колковый барабан. Далее хлопок протаскивается по сетчатой поверхности и набрасывается на первый колковый барабан. Хлопок с первого колкового барабана набрасывается в лоток 5 и направляется в рабочую камеру джина. Сорные примеси выделяются через отверстия сетчатой по-

верхности 3 и сорным шнеком 4 отводятся из машины. Скорость вращения питающих

валиков в зависимости от положения рукоятки указана в табл. 1.

Таблица 1

Положение рукоятки питателя	Время за один оборот, с	Число оборотов в минуту	Производительность по хлопку:	
			кг/ч	кг/с
3,0	11,8	5,1	1234,9	0,343
2,5	8,9	6,7	1350,0	0,375
2,0	7,2	8,3	1475,0	0,410
1,5	5,9	10,2	1600,0	0,444
1,0	5,0	12,0	1723,5	0,479

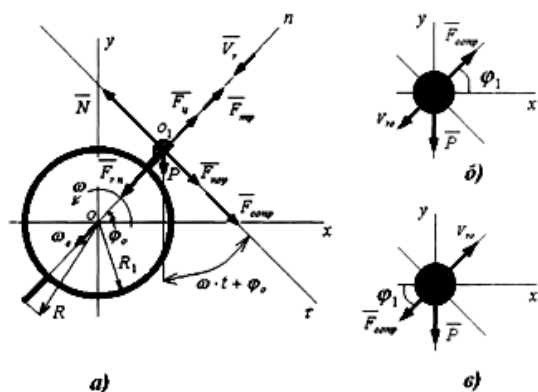


Рис. 2

Расчетная схема движения хлопко-сырца внутри двухбарабанного питателя (рис. 2) состоит из шести частей (рис. 1). Из них первая (AB), третья (CB) и пятая (EF) совершаются на поверхности соответственно первого, второго и первого колкового барабанов. А вторая (BC), четвертая (DE) и шестая (FG) совершаются с отрывом от колковых барабанов.

Расчетная схема движения хлопка на поверхности колкового барабана (рис.2-а) состоит из массы m , находящейся на поверхности вращающегося с постоянной угловой скоростью колкового барабана, который имеет радиус R и начальный угол ϕ_0 , и совершающей относительно него перемещение S за время t .

Обозначим угол захвата хлопка колковым барабаном через ϕ_0 , а угол сброса – ϕ_1 . Предположим, что хлопок в процессе передвижения меняется незначительно, и тогда величиной сора и сорных примесей, ушедших с воздухом, из-за их малости можно пренебречь (при этом засоренность хлопко-сырца на I-III сортах составляет 3...5%).

Выберем неподвижную систему коор-

динат с началом в неподвижной точке O и обозначим ее XOY . Подвижную и относительную систему координат выбираем с началом в точке O_1 на барабане. Ось $O_1\tau$ направлена по касательной к диаметру. За положительное направление примем вращение по часовой стрелке, ось O_1n – перпендикулярной оси $O_1\tau$, систему координат $\tau O_1 n$ – жестко связанной с барабаном и, следовательно, вращаемой вместе с ним с постоянной угловой скоростью ω (рис. 2-а).

Масса хлопка, лежащего на колковом барабане, рассматривалась в виде цельного прямоугольника со сторонами $S_{пр}=0,0525 \cdot 0,0525 \text{ м}^2$. При этом предполагалось, что она сосредоточена в центре прямоугольника, и в зависимости от производительности меняется толщина слоя хлопка, которая выбиралась для $\Pi = 1587 \text{ кг/ч}$, $\Delta_{ср} = 0,0525 \text{ м}$ (она зависит от плотности хлопко-сырца и габаритных размеров питателя).

На массу хлопка действуют следующие силы: $P=mg$ – вес хлопка, Н; $F_{сопр}=K^*V^2$ – сила сопротивления воздушного потока, Н; $F_{ц}=mR\omega^2$ – центробежная сила, Н; $F_{тр} = K_{тр}N$ – сила трения хлопка о поверхность колка, Н; N – нормальная сила реакции, Н, где $V=\omega R$ – абсолютная скорость воздушного потока, м/с; $\omega=\pi n/30$ – угловая скорость колкового барабана, рад/с; $n=30\omega/\pi=490 \text{ мин}^{-1}$ – частота вращения колкового барабана; K^* – коэффициент пропорциональности; $K_{тр}=0,3$ – коэффициент трения между хлопком и колковыми барабанами [3]; $V_s=0,6 V_{воз}$ – скорость витания, м/с [4]; $V_{то}$ – относительная скорость колкового барабана и хлопка до падения на колос колкового барабана, м/с.

Составим уравнение динамики материальной точки:

$$m\overline{W} = \overline{F}_{тр} + \overline{P} + \overline{F}_{ц} + \overline{F}_{сопр} + \overline{N}. \quad (1)$$

где $\overline{W}_{кор} = 2\omega\dot{s}$; $\dot{s} = ds/dt$ – скорость относительного движения хлопка, м/с; $\overline{W}_m = \dot{s}^2/R$; $\overline{W}_{ет}$ – тангенциальное ускорение в переносном движении равно нулю, так как $\dot{\omega} = 0$.

Проектируя уравнение (2) на ось "τ"

$$\ddot{s} = \frac{d^2s}{dt^2} = K_{тр} \left[\frac{K^*(\omega R)^2}{m} + 2\omega\dot{s} + g \sin(\omega t + \varphi_0) \right] - \frac{\dot{s}^2}{R} - g \cos(\omega t + \varphi_0) \quad (4)$$

– для верхнего отрыва от колкового барабана.

Расчетная схема для движения хлопка с отрывом от колковых барабанов (рис. 2-б – для верхнего отрыва от колкового барабана, рис.2-в – для нижнего отрыва от колкового барабана) состоит из массы m , брошенной с поверхности колкового барабана со скоростью $V_{го}$ под углом сброса $\varphi_1(\omega t + \varphi_0)$ к горизонтальной оси, совершающей перемещение S за время t .

Выберем неподвижную систему координат с началом в неподвижной точке O и обозначим ее XOY . На хлопок действуют две силы: сила тяжести \overline{P} , направленная по вертикали вниз, и сила сопротивления воздушного потока $\overline{F}_{сопр}$, направление которой противоположно направлению скорости $V_{го}$. Равнодействующая сила:

$$m\overline{W} = \overline{P} + \overline{F}_{сопр}.$$

Для проекций равнодействующей силы $m\overline{W}$ на оси координат, считая, что в выбранном положении точки и положительных значениях \overline{V}_x и \overline{V}_y , имеем:

$$\text{Так как } \overline{W} = \overline{W}_m + \overline{W}_{тр} + \overline{W}_{ен} + \overline{W}_{ет} + \overline{W}_{кор},$$

то для относительного движения получим:

$$m\overline{W}_{тр} = -m\overline{W}_m - m\overline{W}_{ен} - m\overline{W}_{кор} + \overline{F}_{тр} + \overline{P} + \overline{F}_{ц} + \overline{F}_{сопр} + \overline{N}, \quad (2)$$

(рис. 2), находим нормальную реакцию:

$$N = K^*(\omega R)^2 + 2m\omega\dot{s} + mg \sin(\omega t + \varphi_0). \quad (3)$$

Проектируя (2) на ось "n" (рис. 2) и сокращая массы волокна, получим уравнение движения хлопка по поверхности колкового барабана:

$$F_x = -(K^*V_y^2) \sin(\varphi_1), \quad (5)$$

$$F_y = -(K^*V_y^2) \cos(\varphi_1) - mg.$$

Дифференциальные уравнения движения хлопка имеют следующий вид:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{(K^*V_x^2) \sin(\varphi_1)}{m}, \quad (6)$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{(K^*V_y^2) \cos(\varphi_1)}{m} - g.$$

Уравнения движения хлопка с отрывом от второго колкового барабана имеют следующий вид:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{(K^*V_x^2) \sin(2\pi - \varphi_1)}{m}, \quad (7)$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{(K^*V_y^2) \cos(2\pi - \varphi_1)}{m} - g.$$

При решении уравнения (4) для первой, третьей и пятой части соблюдались сле-

дующие условия, которые приведены в табл.2, где $\Delta_a=0,018$ м – расстояния между колковым барабаном и сетчатой поверхностью; $\Delta_x=0,305$ м – расстояния между барабанами по оси X; $\Delta_y=0,112$ м – расстояния между барабанами по оси Y; R' – уравнения движения хлопка, совершающе-

гося на поверхности колкового барабана в функции угла вращения; R – радиус колкового барабана, включающий вершины колка; R_1 – радиус колкового барабана без вершин колков.

Таблица 2

Условия	Движение хлопка по колковым барабанам	
	для первой части	для третьей и пятой части
Движение хлопка по поверхности первого колкового барабана определялось по уравнению	$R' = R' + \dot{s}$ при различных углах $(\omega t + \varphi_0)$	
Движение хлопка по поверхности первого колкового барабана в координатах определяется по уравнениям	$x = R' \cos(\omega t + \varphi_0)$ $y = R' \sin(\omega t + \varphi_0)$	$x = R' \cos(\omega t + \varphi_0) - \Delta_x$ $y = R' \sin(\omega t + \varphi_0) - \Delta_y$
Решение уравнения (4) прекращалось, так как это соответствовало отрыву хлопка с поверхности колкового барабана	$R < R'$	$(\omega t + \varphi_0) > 315^\circ$
При $(R + \dot{s}) < R_1$	-	$K_{тр}=0,3$ и $R' = R_1 + \dot{s}$
При $(R + \dot{s}) \geq (R + \Delta_a)$	-	$K_{тр}=0,7$ и $R' = R + \Delta_a - \dot{s}$
При $(R + \dot{s}) > R_1$ и $(R + \dot{s}) < R$	-	$K_{тр}=0,3$

При решении уравнения для второй (7), четвертой и шестой частей (6) соблюдались следующие условия, которые приведены в табл. 3.

Для решения уравнений (4), (6) и (7) использовался численный метод Рунге-Кутты для дифференциального уравнения второго порядка вида $\ddot{s} = d^2s/dt^2 = F(t, s, \dot{s})$ [5]. Перед началом вычислений задавался шаг Δt и начальные

значения $t_0, s(t_0)=s_0$ и $\dot{s}(t_0) = \dot{s}_0$.

Нами использованы следующие данные: $\omega_B=1,256$ с⁻¹; $R_B=0,07$ м; $\omega=47,12$ с⁻¹; $\ell_{раб}=0,55$ м; $R=0,156$ м; $R_1=0,101$ м; $\varphi_0=90^\circ$; $\rho_B=50$ кг/м³; $S_{пр}=\ell_{раб} \cdot 0,0525=0,00275625$ м²; $\Pi = 1587$ кг/ч; $q = 0,1639$ кг/м²; $m = qS_{пр}=0,004818736$ кг; $\Delta_{ср}=0,0525$ м; $\Delta_x = 0,305$ м; $\Delta_y=0,112$ м; $\Delta_a=0,018$ м; $K^* = \Delta_{ср} \cdot \ell_{раб} \omega R = 0,0016882$ кг/м; $V_{го} = \omega_B R_B = 0,088$ м/с.

Таблица 3

Условия	Движение хлопка по колковым барабанам	
	для второй части	для четвертой и шестой части
Движение хлопка с отрывом от первого колкового барабана в координатах определяется по уравнениям	$x = x + \dot{s}$ и $y = y + \dot{s}$	
Угол попадания хлопка на второй колковый барабан и длина прямой	$\varphi_0 = \arctg \left[\frac{y + \Delta_y}{x + \Delta_x} \right]$ $L_d = \sqrt{(x + \Delta_x)^2 + (y + \Delta_y)^2}$	$\varphi_0 = \arctg \left[\frac{y}{x} \right]$ $L_d = \sqrt{x^2 + y^2}$
Решение уравнений (5), (6) прекращалось при	$L_d \leq R$	$L_d \leq R$

На основе реализации математической модели двухбарабанного питателя на ЭВМ построены графики изменения движения хлопка-сырца внутри питателя в зависимости от угла падения и скорости падения $V_{го}$ на поверхность колкового барабана (частоты

вращения питающих валиков и производительности питателя) (рис.3); от диаметра и частоты вращения колковых барабанов (рис. 4), где 1 – первый колковый барабан; 2 – второй колковый барабан.

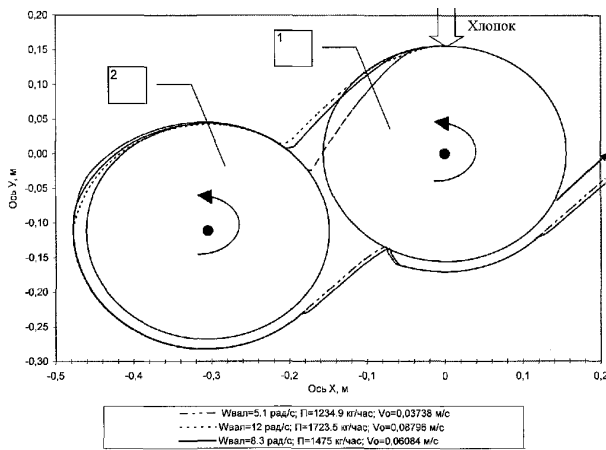


Рис. 3

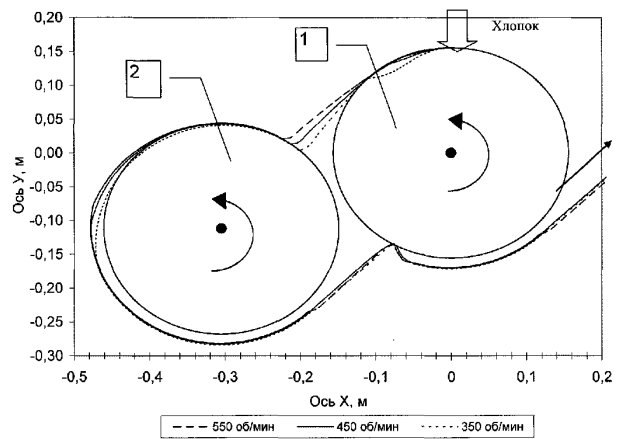


Рис. 4

Установлено, что с увеличением диаметров колковых барабанов и угла падения φ_0 увеличивается путь прохождения хлопка по сетчатой поверхности питателя и время пребывания хлопка внутри питателя.

Изменение траектории хлопка в зависимости от частоты вращения питающих валов (производительности питателя) (рис. 3) показало, что с увеличением частоты вращения питающих валов соответственно увеличивается производительность питателя, путь прохождения хлопка по сетчатой поверхности, а также попадание хлопка в межбарабанный зазор.

Изменение траектории хлопка в зависимости от частоты вращения колкового барабана (рис.4) показало, что с увеличением ω увеличивается путь прохождения хлопка по сетчатой поверхности питателя и уменьшается время пребывания хлопка внутри питателя.

Нахождение рациональных параметров двухбарабанного питателя велось методом Гаусса-Зайделя [6] по критерию пути прохождения хлопка по сетчатой поверхности. Для этого варьировались следующие параметры: $\varphi_0=60\div 120^\circ$; $V_{го} = 0,037\div 0,088$ м/с; $\omega = 36,65\div 57,59$ с⁻¹; $R = 0,136\div 0,176$ м; $R_1 = 0,081\div 0,121$ м.

В результате исследования движения хлопка-сырца внутри двухбарабанного питателя определены диаметр (312 мм) и частота вращения колковых барабанов (51,31 с⁻¹), производительность питателя (1587 кг/ч) и угол падения хлопка на поверхность колкового барабана ($\varphi_0=90^\circ$) – при которых обеспечивается улучшение разрыхления, очистки и равномерной подачи хлопка в рабочую камеру.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мирошниченко Г.И. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. – М.: Машиностроение, 1972. С. 212...273, 252...256.
2. Паспорт. Джин пильный марки 5ДП-130. – Т.: Узбекхлопкомаш, 1988.
3. Справочник по первичной обработке хлопка/ Под ред. Родичева С.Д. – М.: Гизлегпром, 1959.
4. Любич А.М. Исследование скорости витания сыпучих материалов в пневмотранспортных установках легкой промышленности: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 1969.
5. Дьяконов В.П. Справочник по алгоритмам и программам на языке БЕЙСИК для персональных ЭВМ. – М.: Наука, 1987.
6. Аугамбаев М., Иванов А.З., Терехов Ю.Т. Основы планирования научно-исследовательского эксперимента. – Т.: Укитувчи, 1993.

Поступила 01.02.08.

УДК 677.022:539.3

**НАТЯЖЕНИЕ И ПРОЧНОСТЬ ПРЯЖИ НА ПРЯДИЛЬНЫХ
МАШИНАХ В ПОЛУГРЕБЕННОЙ СИСТЕМЕ ПРЯДЕНИЯ ШЕРСТИ**

Н.С. СКУЛАНОВА, Е.В. МАМОНТОВА

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

На кольцевых и пневмомеханических прядельных машинах, крутильных машинах всех видов, включая прядельно-крутильные, в процессах сматывания и наматывания нить вращается вокруг оси и одновременно движется вдоль некоторой неизменяемой линии. В традиционном кольцевом прядении частота вращения нити достигает 20000 мин^{-1} , прядельные камеры современных пневмомеханических машин вращаются со скоростью до 1500000 мин^{-1} . При таких огромных угловых скоростях нить образует видимую поверхность вращения, называемую в текстильной промышленности "баллоном".

Задача определения формы нити при вращении вокруг оси с учетом кориолисовой силы инерции и сил сопротивления воздуха была поставлена и решена А. П. Минаковым. Эта теория довольно сложна, и многие механики упрощают задачу о "баллонировании" нити, вводя те или иные ограничения. Можно считать, что вращающаяся нить находится в равновесии относительно системы координатных осей. Тогда, применив принцип Даламбера, уравнения контурного движения вращающейся нити в декартовой системе координат можно получить из уравнений равновесия:

$$\frac{d}{ds} \left(T \frac{dx}{ds} \right) = 0, \quad \frac{d}{ds} \left(T \frac{dy}{ds} \right) = -\mu \omega^2 y, \quad (1)$$

где T – натяжение нити; μ – линейная плотность нити; ω – угловая скорость вращения.

Решение можно получить в аналитической форме, если считать нить достаточно пологой [1]. Примем, что длина нити ℓ мало отличается от расстояния h между точками закрепления нити. Тогда угол α между касательной к нити и осью вращения x является малым и производная $y' = \text{tg} \alpha \ll 1$. Прикладные задачи, описывающие процессы с баллонизирующими нитями на прядельных машинах, сводятся к получению дифференциальных уравнений движения баллонизирующей нити и формулировке краевых условий той или иной конкретной задачи. Для баллона наматывания нити действительна система дифференциальных уравнений и общее решение задачи для пологой вращающейся нити в виде:

$$y = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{C_1 C_2}{\mu}} \sin \left(\sqrt{\frac{\mu}{C_1}} \omega x \right).$$

Для частного решения имеем граничные условия: в точке, связанной с бегунком, $y=R$ и длина нити в баллоне ℓ :

$$\ell = \int_0^h \left(1 + \frac{1}{2} y'^2\right) dx = \int_0^h \left\{1 + \frac{1}{2} \left[\sqrt{C_2} \cos \left(\sqrt{\frac{\mu}{C_1}} \omega x \right) \right]^2 \right\} dx. \quad (2)$$

Постоянные интегрирования определяются из уравнений

$$R = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{C_1 C_2}{\mu}} \sin \left(\sqrt{\frac{\mu}{C_1}} \omega h \right)$$

и

$$\ell = \left(1 + \frac{C_2}{4}\right) h + \frac{C_2}{8\omega} \sqrt{\frac{C_1}{\mu}} \sin \left(2 \sqrt{\frac{\mu}{C_1}} \omega h \right), \quad (3)$$

где R – радиус кольца; h – высота баллона.

Последнее из уравнений (3) получено интегрированием (2). Для решения данных уравнений необходимо знать длину нити в баллоне. Стандартными методами это сделать очень трудно, поэтому воспользуемся особенностями баллона на кольцевой прядильной машине, а именно: касательная в точке входа нити в бегунок параллельна оси вращения. Тогда $y' = 0$, и после дифференцирования (1) получим:

$$\sqrt{C_2} \cos \left(\sqrt{\frac{\mu}{C_1}} \omega h \right) = 0,$$

откуда

$$C_1 = \frac{4\mu\omega^2 h^2}{\pi^2}.$$

Из первого уравнения системы (3) легко вычисляется произвольная постоянная C_2 :

$$C_2 = \frac{\pi^2 R^2}{4h^2}.$$

Теперь без затруднений определяется натяжение нити [1]:

$$T = C_1 \left(1 + \frac{1}{2} y'^2\right), \quad (4)$$

или

$$T = \frac{4\mu\omega^2 h^2}{\pi^2} \left\{1 + \frac{1}{2} \left[\frac{\pi^2 R^2}{4h^2} \cos^2 \left(\frac{\pi}{2h} x \right) \right] \right\}. \quad (5)$$

Натяжение в точке входа нити в бегунок при $x=h$ равно:

$$T_6 = \frac{4\mu\omega^2 h^2}{\pi^2}. \quad (6)$$

Приведем численные расчеты натяжения пряжи линейной плотности 200 текс, вырабатываемой на кольцевой прядильной машине CF-32D фирмы Шлюмберже (Франция). При частоте вращения веретена $n=950$ мин⁻¹, радиусе кольца $R=42,5$ мм, максимальной высоте баллона $h=520$ мм получаем:

$$T_6 = 214,2 \text{ сН}.$$

В пряже, огибающей бегунок, возникает дополнительное натяжение, обусловленное трением между бегунком и пряжей. Воспользуемся формулой Эйлера для определения максимального натяжения нити между бегунком и початком [2]:

$$T_{\max} = T_6 e^{k\varphi}, \quad (7)$$

где k – коэффициент трения нити о бегунок, φ – угол охвата нитью бегунка. Принимая $k=0,25$ и $\varphi = \frac{\pi}{2}$, окончательно получим $T_{\max} = 317,2$ сН.

Вычисленное значение натяжения пряжи при формировании на прядильной машине не должно превышать ее прочности. На практике под механической прочностью понимается наибольшая нагрузка, которая предшествует разрушению пряжи. Кроме того, надо иметь в виду, что для расчета на прочность основной интерес представляет возможность надежной экстраполяции кривых в сторону низких значений прочности с очень малой вероятностью появления. С учетом этого и должно проводиться проектирование пряжи.

Для создания новых актуальных ассортиментов и создания внешних эффектов тканей с использованием нетрадиционных волокон (ангорская шерсть) была разработана полугребенная пряжа линейной плотности 200 текс с круткой 95 кр/м. Пряжа получена на полугребенной цепочке фирмы Шлюмберже, которая включает следующие переходы.

1. Поточная линия подготовки компонентов к кардочесанию, фирма Темафа, модель СА-6.

2. Чесальная машина, фирма Тибо.

3. Ленточная машина I переход, фирма Шлюмберже.

4. Ленточная машина II переход, фирма Шлюмберже.

5. Ленточная машина III переход, фирма Шлюмберже.

6. Ровничная рогульчатая машина, фирма Шлюмберже, мод. ВМ-14.

7. Кольцепрядильная машина, мод. CF32D.

Для обоснования технологических параметров получения полугребенной пряжи линейной плотности 200 текс с круткой 95 кр/м проведены теоретические расчеты прочности многокомпонентной пряжи с вложением нетрадиционных волокон (ангорская шерсть).

В табл.1 приведен состав смеси и свойства волокон компонентов смеси для проведения прочностных расчетов многокомпонентной полугребенной пряжи.

Т а б л и ц а 1

Компоненты смеси	Долевое содержание компонента по массе	Линейная плотность волокна, текс	Прочность волокна, сН	Удлинение волокна, %	Средняя длина волокон компонента, мм
1. Шерсть кроссбредная 58 ^к /56 ^к	0,4	0,76	21,8	27,5	75,8
2. Шерсть ангорская 48 ^к	0,4	1,1	17,9	20,5	110,4
3. Капроновое волокно	0,2	0,48	12,6	29,3	65

Прочность и удлинение одиночного волокна определялись на испытательной машине FM-27. Средняя длина волокон компонентов определялась на приборе Альметр. Прочностные геометрические свойства компонентов пряжи существенно различны. Методика проведения расчета была изложена ранее в [3].

Принимаем равенство деформаций всех компонентов при деформировании пряжи и проводим расчеты по определению доли каждого компонента по числу волокон, жесткости каждого компонента и определяем отношение жесткости каждого компонента к наиболее жесткому компоненту (табл.2) [3].

Т а б л и ц а 2

Компоненты смеси	Доля компонента по числу волокон	Жесткость компонента, сН	Отношение жесткости компонента к наиболее жесткому компоненту
1. Шерсть кроссбредная 58 ^к /56 ^к	0,436	6502,6	1
2. Шерсть ангорская 48 ^к	0,162	2628	0,404
3. Капроновое волокно	0,402	3268	0,502

Для расчета прочности наиболее жесткого первого компонента (шерсть кроссбредная 58^к/56^к), который разрушится первым, необходимо определить коэффициент реализации средней прочности во-

локон (k) с учетом параметров распределения Вейбулла прочности волокон.

Параметры α и R_* распределения Вейбулла находятся из системы уравнений,

выражающих среднюю прочность волокон \bar{P}_B и дисперсию их прочности D :

$$\bar{P}_B = P_* \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right), \quad (8)$$

$$D = P_*^2 \left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{\alpha}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) \right], \quad (9)$$

где $\Gamma(x)$ – гамма-функция Эйлера.

Для волокон первого компонента (кроссбредная шерсть 58^к/56^к)

$$P_* = 23,597 \text{ сН}; \quad \alpha = 5,567.$$

Коэффициент реализации средней прочности волокон составил $k=0,664$.

Для определения прочности волокон наиболее жесткого компонента (шерсть кроссбредная 58^к/56^к) необходимо определить длину волокон в пряже с учетом длины скольжения ℓ_c и коэффициента скольжения волокон k_c .

Для $\ell \geq \ell_s$ система волокон является самоуплотняющейся, то есть чем сильнее натяжение, тем сильнее поперечное сжатие. Если же $\ell < 2\ell_s$, то защемление волокон отсутствует и волокна скользят одно относительно другого. Длина волокон в ровнице для выработки пряжи линейной плотностью 200 текс составила 69 мм, квадратическая неровнота по длине составила 49%. Длина участка скольжения определяется из соотношения:

$$\ell_c = \sqrt{\frac{d_b Q}{2\mu(1 - \cos^2 \beta)}} = 11,43 \text{ мм}, \quad (10)$$

где d_b – диаметр волокна; Q – длина волны миграции; μ – коэффициент трения между волокнами; β – угол кручения пряжи.

Прочность волокон кроссбредной шерсти 58^к/56^к пересчитанная на длину без учета длины скольжения волокон составила:

$$\bar{P}_B(\ell) = P_* \left(\frac{\ell_0}{\ell}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) = 15,86 \text{ сН}. \quad (11)$$

Проскальзывание волокон уменьшает прочность пряжи, и для данной пряжи коэффициент скольжения составил $k_c = 0,89$.

Прочность многокомпонентной полугребенной пряжи линейной плотности 200 текс с вложением нетрадиционных волокон (шерсть ангорская 48^к) составила:

$$P_* = \bar{P}_B(\ell) m_1 (1 + \ell_2 + \ell_3) k k_c \langle \cos \theta \rangle = 967 \text{ сН}. \quad (12)$$

Реальная прочность исследуемой пряжи составила 908,8 сН, относительная ошибка прочности, предсказанная теоретически, составила 6,1%.

ВЫВОДЫ

С использованием теоретического метода проектирования пряжи проведены расчеты прочности многокомпонентной полугребенной пряжи линейной плотности 200 текс с использованием нетрадиционных волокон – ангорской шерсти. Вычисленные значения прочности даже в области малых вероятностей превышают максимальное натяжение пряжи при ее формировании на кольцепрядильной машине.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы механики нити / Якубовский Ю. В., Живов В. С., Коритынский Я. И., Мигушов И. И. – М.: Легкая индустрия, 1973.
2. Механическая технология текстильных материалов / Севостьянов А.Г., Осьмин Н. А., Щербаков В. П. – М.: Легпромбытиздат, 1989.
3. Щербаков В. П., Скуланова Н. С. Аналитические методы проектирования нити и пряжи. – М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2007.

Рекомендована кафедрой технологии шерсти.
Поступила 01.02.08.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ СЖАТИЯ И ЧИСЛА КОНТАКТОВ ВОЛОКОН ЛЕНТЫ ИЗ КОЗЬЕГО ПУХА С ПЛОСКОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Д. ЭНХТУЯА, А.Ф. КАПИТАНОВ

(Монгольский государственный университет науки и технологий,
Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

Напряжение поперечного сжатия, приходящееся на единицу длины одного волокна, и число контактов волокон полуфабриката с поверхностью рабочего органа являются важными характеристиками фрикционных процессов в прядении и представлены аргументами в аналитических зависимостях для расчета сил, действующих на волокна в активных рабочих зонах машин [1]. В качестве объекта исследования использовалась лента с четвертого перехода ленточных машин, выработанная из неокрашенных волокон козьего пуха с поперечником 16,0 мкм по технологии фирмы Гоби (г. Улаан-Баатар, Монголия). Для расчета этих параметров использовался метод, изложенный в работе [2], который предусматривает сжатие образцов ленты в U-образном пазе с прозрачными стенками. В нем образец сжимался сверху с помощью грузов различной величины. Величина сжимающей нагрузки снизу паза – со стороны подвижного подпружиненного основания – определялась по деформации пружин.

Экспериментально исследовалось также влияние на указанные выше параметры поверхностной плотности образца, так как продукт (например, мычка в вытяжных приборах) характеризуется изменчивостью этого параметра вдоль активной рабочей зоны машины. Все расчеты предусматривали удаление выскакивающих результатов и оценку относительных статистических ошибок средних, величины которых не превышали 4,2 % при доверительной вероятности 0,95. Контакты волокон ленты при сжатии последней фиксировались на поверхности дактилоскопической пленки, следы контактов на которой подвергались увеличению в 50 раз с последующим расчетом их числа на 1 квадратный милли-

метр. Методом, изложенным в [1], любые две поверхности, например, цилиндрические, могут быть аппроксимированы параллельными элементарными площадками. Этот прием позволяет моделировать сжатие ленты между криволинейными поверхностями рабочих органов сжатием ее между плоскими поверхностями при различной степени этой деформации. Экспериментальные результаты приведены в табл. 1, в которой предусмотрены следующие обозначения: P, Q – сила, сжимающая образец соответственно сверху, снизу паза; поверхностная плотность образца – m_0 ; объемная плотность образца – γ ; напряжение сжатия образца ленты – σ_1 ; напряжение сжатия волокон образца ленты нижней плоской поверхностью – σ_2 ; число контактов волокон ленты на 1 мм² поверхности – N ; напряжение сжатия на 1 мм длины волокна – σ_3 .

Эти данные позволили получить ряд зависимостей.

Зависимости напряжения сжатия образца ленты получены при допущении, что объемная плотность образцов и напряжения в нем равномерно распределены по объему, при этом сжимающая образец сила определялась как средняя $(P + Q) / 2$. Зависимости, полученные при поверхностных плотностях образцов лент 1,1; 2,1; 3,1; 4,1; 5,0 мг/мм², одинаковы по форме и близки по величинам эмпирических коэффициентов, что дало основание рассчитать усредненную формулу

$$\sigma_1 = 0,0002\gamma^{3,5698}, \quad (1)$$

которая справедлива в пределах варьируемых значений объемной плотности. Эта зависимость совпадает по форме с анало-

гичными зависимостями для ленты из овечьей шерсти, однако для одних и тех же значений объемной плотности напряжение сжатия ленты из козьего пуха существенно выше. Это объясняется большей распрямленностью волокон и большей компактностью ленты из козьего пуха. Полученная на модели зависимость позволяет определить напряжение сжатия ленты по объем-

ной плотности участка продукта в любой активной рабочей зоне машины (например, в поле вытягивания вытяжного прибора). Такой опосредствованный метод определения напряжения сжатия важен, так как в настоящее время отсутствуют измерительные средства для непосредственной оценки этого параметра.

Т а б л и ц а 1

P, мН	m_0 , мг/мм ²	Q, мН	γ , г/мм ³ ·10 ⁻⁵	σ_1 , мН/мм ²	σ_2 , мН/мм ²	N, на 1 мм ²	$\sigma_3 \cdot 10^{-2}$, мН/мм
5260	1,1	4610	13,8	1,41	1,32	3,2	0,340
	2,1	3600	13,8	1,27	1,03	3,6	0,160
	3,1	3110	12,8	1,20	0,89	3,0	0,100
	4,1	2600	12,7	1,12	0,74	2,8	0,070
	5,0	2610	12,8	1,12	0,75	3,5	0,060
10590	1,1	9540	18,3	2,89	2,73	5,4	0,690
	2,1	8540	17,3	2,73	2,44	4,6	0,349
	3,1	8020	16,2	2,66	2,29	4,0	0,229
	4,1	7560	16,3	2,59	2,16	4,3	0,169
	5,0	7060	16,1	2,52	2,02	4,8	0,134
15430	1,1	14840	22,0	4,32	4,24	6,1	1,041
	2,1	14840	18,8	4,32	4,24	6,3	0,553
	3,1	14290	18,1	4,25	4,08	5,6	0,367
	4,1	13780	18,5	4,17	3,94	6,2	0,271
	5,0	12970	17,8	4,06	3,71	6,3	0,216
20330	1,1	18820	22,0	5,59	5,38	8,3	1,347
	2,1	18320	18,8	5,52	5,23	6,7	0,706
	3,1	16940	20,5	5,32	4,84	6,9	0,459
	4,1	15890	20,4	5,17	4,84	6,3	0,337
	5,0	15400	20,8	5,10	4,40	7,3	0,271
25440	1,1	25190	22,0	7,23	7,20	8,5	1,742
	2,1	24940	20,7	7,20	7,13	8,0	0,921
	3,1	22540	20,5	6,85	6,43	8,3	0,591
	4,1	21930	21,4	6,77	6,27	8,5	0,441
	5,0	20900	20,8	6,62	5,97	9,3	0,352

Зависимости числа контактов на 1 мм волокна от напряжения сжатия в плоскости контактирования с ней образца ленты, определенные для пяти указанных выше значений ее поверхностной плотности, статистически близки. Усредненная зависимость описывается формулой

$$N = 0,947\sigma_2 + 2,3813 \quad (2)$$

– контактов на 1 мм волокна.

Отличия от аналогичной зависимости для ленты из овечьей шерсти состоят в следующем [2]: число контактов на 1 мм² волокон ленты из пуха примерно в 2 раза

больше числа контактов волокон ленты из овечьей шерсти; на ленте из овечьей шерсти сильнее проявляется влияние поверхностной плотности; для ленты из овечьей шерсти зависимости представлены экспонентами. Рассмотренные особенности полученных зависимостей являются результатом различий в строении и свойствах волокон шерсти этих двух видов.

Влияние напряжения сжатия образца ленты на напряжение сжатия на 1 мм волокна описываются различными для образцов ленты с разной поверхностной плотностью формулами:

поверхностная плотность
образца ленты мг/мм²

1,1
2,1
3,1
4,1
5,0

уравнение

$$\sigma_3 = (0,0002 \sigma_2 - 0,0017) \cdot 10^{-2};$$

$$\sigma_3 = (0,0001 \sigma_2 - 0,0019) \cdot 10^{-2};$$

$$\sigma_3 = (9 \cdot 10^{-5} \sigma_2 - 0,003) \cdot 10^{-2};$$

$$\sigma_3 = (7 \cdot 10^{-5} \sigma_2 - 0,0084) \cdot 10^{-2};$$

$$\sigma_3 = (5 \cdot 10^{-5} \sigma_2 + 0,0004) \cdot 10^{-2}.$$

Полученные зависимости представлены на рис. 1.

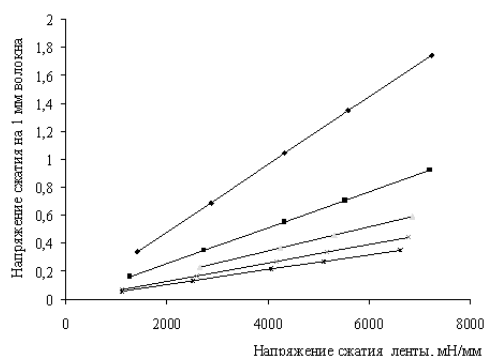


Рис. 1

Эти результаты показывают, что с увеличением напряжения сжатия образца ленты возрастает напряжение на 1 мм длины волокна в ней, при этом поверхностная плотность влияет весьма существенно, а именно – с увеличением последней напряжение на 1 мм длины волокна оно уменьшается. Это объясняется увеличением числа волокон, которые сопротивляются по-

перечному сжатию площадкой в 1 мм². Следовательно, влиянием этого фактора при расчетах напряжения на 1 мм волокна пренебрегать нельзя.

ВЫВОДЫ

Полученные результаты и метод могут быть использованы при создании базы данных для расчета сил, действующих на волокна козьего пуха в активных рабочих зонах машин в прядении.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Капитанов А.Ф.* Фрикционные процессы в прядении. – Ч. 1 и 2. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2005-2006.
2. *Люсова Н.Е.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, № 4. С.31...34.

Рекомендована кафедрой технологии шерсти МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 01.02.08.

УДК 677.021.16

РАСЧЕТ ЧИСЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВРЕМЕНИ ПРЕБЫВАНИЯ ВОЛОКОН В СЛОЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ ПРЯДИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

А. В. ГРАЧЕВ, Л.Ю. ГОРИНОВ

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

Время пребывания волокон в технологических объектах прядильного производства является случайной величиной. Наиболее известно определение числовых характеристик времени пребывания волокон (среднего времени и дисперсии времени пребывания) для чесальной машины. Для

расчета принимается гипотеза об экспоненциальном законе времени пребывания волокон в чесальной машине [1].

Ниже предлагается использовать иные подходы для расчета числовых характеристик времени пребывания волокон в технологическом объекте, которые позволяют

учесть конкретное модельное описание как всей технологической цепи, так и ее локальных зон.

Первый метод – метод моментов может использоваться, если известно модельное описание сложной технологической цепи в виде передаточной функции. Данный метод с точностью до знака эквивалентен использованию характеристических функций для расчета числовых характеристик случайной величины [2]. Метод моментов позволяет более просто находить числовые характеристики случайных величин за счет замены трудно реализуемой процедуры символьного интегрирования в действительной области на процедуру дифференцирования и предельного перехода в комплексной области.

Пусть известна передаточная функция $W(p)$ (p – оператор Лапласа) по изменению концентрации волокнистого материала, удовлетворяющая условию нормировки ($W(p=0)=1$). При входящем возмущении концентрации в виде дельта-функции изображение по Лапласу для концентрации волокнистого потока на выходе совпадает с самой передаточной функцией. Тогда начальные моменты r -го порядка могут быть определены из выражения

$$M_r = (-1)^r \lim_{p \rightarrow 0} \frac{\partial W(p)}{\partial p}. \quad (1)$$

Основные числовые характеристики среднее время пребывания (СВП) \bar{t} и дисперсия времени пребывания (ДВП) D_t могут быть найдены на основе известных выражений:

$$\bar{t} = M_1, \quad D_t = M_2 - (M_1)^2. \quad (2)$$

Заметим, что в современных условиях эти вычисления могут быть реализованы с использованием символьного процессора, что позволяет автоматизировать процесс вывода символьных выражений в компьютерной среде.

Рассмотрим сначала применение метода моментов для расчета СВП и ДВП для типовой технологической схемы типа "ре-

цикл", где часть потока, определяемая коэффициентом возврата β , через время u_0 возвращается назад, а часть потока $1-\beta$ выходит из технологической зоны. За счет частичного возврата, определяемого коэффициентом возврата β , волокна, прежде чем выйти из такой зоны, могут циркулировать в контуре случайное число раз.

Эта технологическая цепь относится к числу базовых и может использоваться для описания движения волокон на некоторых типах разрыхлительных машин, на чесальной машине, в рабочей паре валиков.

Рассмотрим сначала случай детерминированного транспортирования в прямой и обратной ветвях рецикла. Передаточная функция для этого случая имеет вид:

$$W(p) = \frac{(1-\beta)e^{-pu}}{1-\beta e^{-p(u+u_0)}}, \quad (3)$$

где β – коэффициент возврата потока; u , u_0 – соответственно время транспортирования волокон в прямом и обратном участках рецикла.

Для рабочей пары валиков на чесальной машине u – время транспортирования волокон главным барабаном на участке от сечения главный барабан–съемный валик и до сечения главный барабан–рабочий валик; u_0 – время транспортирования по дугам рабочего и съемного валиков на обратном участке контура. Поэтому, выводя формулы для определения числовых характеристик для технологической цепи типа рецикл, мы одновременно находим и соответствующие формулы для рабочей пары валиков.

Тогда на основе (1)...(3) получаем выражение для расчета СВП волокон в рецикле при детерминированном транспортировании:

$$\bar{t} = \frac{1}{1-\beta}u + \frac{1}{1-\beta}u_0 = \bar{k}u + \bar{k}_0u_0. \quad (4)$$

Для волокон определенной длины коэффициенты \bar{k}_u , \bar{k}_{u_0} характеризуют среднюю кратность попадания волокон соответственно в прямой и обратный участки

технологической цепи типа рецикл. Для расчета СВП для волокон разной длины необходимо учесть фактическое распределение волокон по длине.

С учетом (1)...(4) находим ДВП волокон:

$$D_t = \frac{\beta}{(1-\beta)^2} (u + u_0)^2 = \overline{kk}_0 (u + u_0)^2. \quad (5)$$

Тогда коэффициент вариации для времени пребывания волокон в технологической цепи типа рецикл равен:

$$C_t = \frac{\sqrt{\beta}(u + u_0)}{\beta u_0 + u}. \quad (6)$$

При пренебрежении $u(u=0)$:

$$C_t = \frac{1}{\sqrt{\beta}}.$$

Отсюда видно, что коэффициент вариации времени пребывания волокон в технологической цепи типа рецикл при пренебрежении временем пребывания в прямом участке цепи обратно пропорционален корню квадратному из коэффициента распределения в рабочей паре. Для сравнения заметим, что при аппроксимации рабочей пары моделью с экспоненциальным законом распределения времени пребывания волокон в рабочей паре коэффициент вариации времени пребывания волокон в рабочей паре (на основе свойств экспоненциального распределения) окажется равным единице. Поэтому используемый подход позволяет более точно оценить числовые характеристики времени пребывания волокон в технологической цепи типа рецикл для случая, когда транспортирование в прямом и обратном участках технологической цепи является детерминированным. Аппроксимация рабочей пары валиков моделью с экспоненциальным распределением времени пребывания волокон в рабочей паре возможна при β близком к единице, но это значение β не соответствует практическому режиму работы рабочей пары валиков.

Рассмотрим общий случай, для которого в обратном и прямом участках рецикла располагаются технологические зоны, движение волокон в которых описывается последовательно стохастическим линейным и детерминированным транспортированием:

$$G(p) = \frac{1 + a_1 p + a_2 p^2}{1 + b_1 p + b_2 p^2} e^{-pu}, \quad (7)$$

$$R(p) = \frac{1 + d_1 p + d_2 p^2}{1 + c_1 p + c_2 p^2} e^{-pu_0},$$

где $G(p)$, $R(p)$ – соответственно передаточные функции в прямом и обратном участках рецикла.

Используя для вычислений символьный процессор, можно показать, что в этом случае СВП и ДВП в этих зонах определяются из выражений

$$\begin{aligned} \bar{t}_G &= -a_1 + b_1 + u, \\ \bar{t}_R &= -d_1 + c_1 + u_0, \end{aligned} \quad (8)$$

$$D_G = 2a_2 + b_1^2 - 2b_2 - a_1^2,$$

$$D_R = 2d_2 + c_1^2 - 2c_2 - d_1^2.$$

Заметим, что усложнение математических моделей (7) за счет использования полиномов более высокого порядка не оказывает влияния на формулы (8).

Расчет числовых характеристик СВП, а особенно ДВП на основе общей передаточной функции для случая сложной технологической цепи, даже при использовании символьного процессора приводит к громоздким выражениям. Этого можно избежать, если преобразовать технологической граф к типовым: последовательному, параллельному и рециклу. Расчет СВП и ДВП в последовательном и параллельном графе технологической цепи очевиден. Поэтому получим общие формулы для расчета СВП и ДВП для рецикла в случае, если прямой и обратный контуры рецикла описываются моделями (7).

Для определения СВП и ДВП для этого случая с использованием символьного процессора были получены следующие соотношения:

$$\bar{t} = \bar{t}_G \frac{1}{1-\beta} + \bar{t}_R \frac{\beta}{1-\beta} = \bar{t}_G \bar{k}_G + \bar{t}_R \bar{k}_R, \quad (9)$$

$$D_t = (\bar{t}_G + \bar{t}_R)^2 \bar{k}_G \bar{k}_R + D_G \bar{k}_G + D_R \bar{k}_R.$$

Как видно, ДВП в рецикле зависит не только от ДВП волокон в прямой и обратной ветвях, но и от среднего времени пребывания волокон в каждой из этих ветвей и учитывает среднюю кратность попадания волокон в эти ветви. Полученные выражения (9) позволяют сформулировать структурно-визуальный метод расчета СВП и ДВП, основанный на предварительном преобразовании технологического графа к типовым технологическим цепям с последующим выписыванием символьных выражений для расчета СВП и ДВП сложной технологической цепи.

Воспользуемся этим подходом для расчета СВП и ДВП для чесальных машин. Обозначая α – коэффициент съема, $1-\alpha$ – коэффициент возврата, с учетом формул (9) получаем выражение для расчета среднего времени пребывания волокон и дисперсии времени пребывания волокон на чесальной машине:

$$\begin{aligned} \bar{t}_{\text{чм}} &= \frac{1}{\alpha} \bar{t}_{\text{пр}} + \frac{1-\alpha}{\alpha} \bar{t}_{\text{обр}} = \\ &= \frac{1}{\alpha} (\tau_1 + \bar{\tau}_{\text{чес}} + \tau_2 + (1-\alpha)\tau_3), \end{aligned} \quad (10)$$

$$D_{t_{\text{чм}}} = \frac{1-\alpha}{\alpha^2} (\tau_1 + \bar{\tau}_{\text{чес}} + \tau_2 + \tau_3)^2 \frac{1}{\alpha} D_{\text{чес}},$$

где $\bar{t}_{\text{пр}}$, $\bar{t}_{\text{обр}}$ – соответственно СВП волокон в прямом и обратном участках чесаль-

ной машины, рассматриваемой как рецикл; $\tau_1 + \tau_2 + \tau_3$ – суммарное время транспортирования волокон главным барабаном за исключением участка зоны основного чесания; $\bar{\tau}_{\text{чес}}$, $D_{\text{чес}}$ – СВП и ДВП волокон в зоне основного чесания.

Для валичной чесальной машины, вследствие последовательного расположения n рабочих пар валиков, имеем:

$$\bar{\tau}_{\text{чес}} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{1-\beta_i} u_i + \frac{\beta_i}{1-\beta_i} u_{0_i} \right).$$

ВЫВОДЫ

Предложены методы символьного расчета числовых характеристик времени пребывания волокон в сложных технологических цепях и показана применимость методов для символьного расчета среднего времени пребывания и дисперсии времени пребывания волокон в чесальных машинах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ашнин 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.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 01.02.08.

О НЕДОСТАТКАХ НАМАТЫВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЯДИЛЬНЫХ МАШИН ППМ*

А.В. ПОЛИКАРПОВ

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

Наматывающий механизм пневмопрядильных машин относится к механизмам фрикционного типа. Формируемые цилиндрические бобины получают вращение за счет трения их о мотальный вал диаметром d_b .

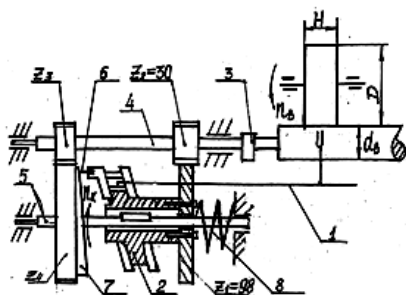


Рис. 1

Из рис.1 видно, что на пневмомеханических прядильных машинах ППМ тяга нитеводителей 1 получает возвратно-поступательное перемещение от пазового кулачка 2, приводимого во вращательное движение через зубчатую муфту 3, вал 4 и зубчатые колеса Z_2 и Z_1 .

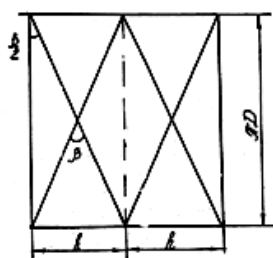


Рис. 2

На рис.2 приведена развертка намотки бобины при некотором диаметре D . Из него также следует, что шаг витка намотки:

$$h = \pi D t g \frac{\beta}{2}, \quad (1)$$

где β – угол скрещения витков,

$$t g \frac{\beta}{2} = \frac{v_n}{v_o} = \frac{h_k n_k}{\pi D n_b} = \frac{h_k}{\pi D i_o}, \quad (2)$$

где V_n – скорость нитеводителя, мм/мин;

V_o – окружная скорость бобины, мм/мин;

$h_k = \frac{2H}{k}$ – шаг канавки пазового кулачка,

мм; $k = 1$ – число оборотов кулачка нитеводителя за цикл движения (один двойной ход нитеводителя); n_k – частота вращения кулачка нитеводителя, мин^{-1} ;

n_b – частота вращения бобины, мин^{-1} ;

$i_o = \frac{n_b}{n_k}$ – общее передаточное число от кулачка нитеводителя к бобине.

Из (1) и (2) следует:

$$h = \frac{\pi D h_k}{\pi D i_o} = \frac{h_k}{i_o} = \frac{2H}{k i_o}. \quad (3)$$

Число витков в слое намотки W (число витков, намотанных на бобину при ходе нитеводителя в одну сторону):

$$W = \frac{H}{h} = \frac{H k i_o}{2H} = \frac{k i_o}{2}. \quad (4)$$

Для машины ППМ имеем:

$$i_o = \frac{z_1 d_b \eta}{z_2 D} = \frac{98 \cdot 65 \eta}{30 D} = \frac{212,3 \eta}{D}, \quad (5)$$

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

где $d_b = 65$ мм – диаметр мотального вала;
 η – коэффициент, учитывающий проскальзывание бобины по поверхности мотального валика.

По данным авторов работы [1] величина $\eta = 0,984$. В этом случае

$$W = \frac{ki_0}{2} = \frac{1 \cdot 212,34 \cdot 0,984}{2D} = \frac{104,47}{D}.$$

Таким образом, при $D > 104,47$ мм число витков в слое $W < 1$.

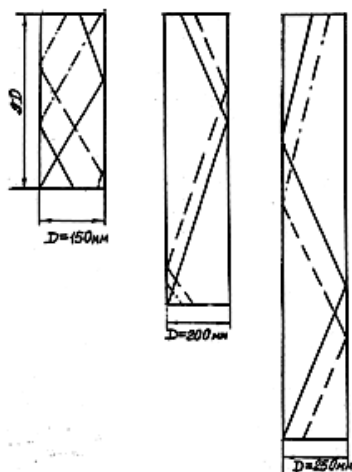


Рис. 3

На рис. 3 показаны развертки бобин, сформированных на машине ППМ, при $D=150, 200$ и 250 мм. Из рисунка видно, что витки плохо закреплены на поверхности бобины (мало перекрещивания витков за цикл движения нитеводителя) и могут быть легко смещены в осевом направлении паковки. На машине М-150-2 при намотке полной бобины контактный диаметр:

$$D_k = D_{cp} + 10 = \frac{230 + 190}{2} + 10 = 220 \text{ мм.}$$

В условиях $i = \frac{d_b}{D_k} = \frac{90}{220}$ и $k=5$ число

витков W равно:

$$W = \frac{ki}{2} = \frac{5 \cdot 90}{2 \cdot 220} = 1,023 > 1.$$

Следовательно, процесс формирования

и сматывания бобин при $W < 1$ является новым малоизученным процессом. Очевидно, конструкторы мотального механизма машины ППМ стремились сохранить постоянным угол скрещивания витков β при наматывании бобины и, по нашему мнению, выбрали в этом отношении не совсем удачное направление. Действительно:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} &= \frac{h_k}{\pi D i_0} = \frac{2 H z_2}{\pi d_b z_1 \eta} = \\ &= \frac{2 \cdot 90 \cdot 30}{\pi \cdot 65 \cdot 98 \cdot 0,984} = 0,274. \end{aligned}$$

Тогда $\beta = 30,6^\circ$. Угол сдвига между витками первой и $(p+1)$ -й пар слов намотки на машине ППМ

$$\begin{aligned} \Psi_{1,p+1} &= 360p(ki_0 - n_1) = \\ &= 360p \left(\frac{208,94}{D} - n_1 \right). \end{aligned} \quad (6)$$

В тех случаях, когда отношение $208,94/D$ равно целому числу, на бобине возникают жгутовые намотки. А в тех случаях, когда это отношение равно неправильной дроби со знаменателем – 2, 3, 4, 5, 6, 7 – образуются замкнутые намотки с малой степенью замыкания p .

Для предупреждения образования таких намоток конструкторы предусмотрели осевое перемещение кулачка нитеводителя 2 на валу 5. При вращении вместе с шестерней Z кулачок 2 нажимает роликом 6 на осевой кулачок 7 и смещается вправо, в результате чего штанга 1 и нитеводители также получают дополнительное перемещение вправо. Благодаря этому создается дополнительный угол сдвига между витками различных пар слоев намотки и происходит некоторое их рассеивание по поверхности паковки.

Однако, как показали авторы работы [1], образование жгутовых намоток и намоток с низкой степенью замыкания неизбежно, так как суммарный угол сдвига витков, обусловленный переменным пере-

даточным числом i_0 и осевым перемещением кулачка 2, может стать в определенный момент времени кратным 2π .

Для уменьшения вероятности указанного явления осевой кулачок 7 снабжен зубчатым венцом, который получает вращение от шестерни Z_3 . Однако в случае, если кулачок 7 подействует своим большим радиусом на ролик 6, а штанга 1 и нитеводители занимают крайнее правое положение, то происходит слет витка на правый торец бобины и образуется хорда.

Наоборот, если кулачок 7 подействует малым радиусом на ролик 6, когда нитеводители находятся в крайнем левом положении, то кулачок 2 пружиной 8 переместится влево и возникает хорда на левом торце бобины. Образование хорд облегчается тем, что витки слабо закреплены на поверхности паковки, о чем было сказано выше.

Для улучшения качества намотки бобин на предприятиях часто устраняют осевое перемещение кулачка. При этом на бобине начинают формироваться все виды намоток (замкнутые, сомкнутые, жгутовые, ленточные). Поскольку бобины на машине ППМ приводятся во вращение от

главного мотального валика, то формирование жгутовых намоток не носит здесь такого устойчивого характера, как на машине М-150-2, снабженной мотальным барабанчиком с канавками. Процесс сматывания таких бобин в сновании и ткачестве происходит нормально при малой обрывности до конца.

ВЫВОДЫ

Основными причинами образования хорд на бобинах, формируемых на машинах ППМ, являются недостаточная величина передаточного отношения между мотальным валом и кулачком нитеводителя. Это приводит к тому, что в одном слое намотки не образуется даже одного витка. Кроме того, мало осевое перемещение кулачка нитеводителя при наматывании бобины.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Фатдахов Р.М., Пашаева В.П.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1983, №6. С.118.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 01.02.08.

УДК 677.11.022.35.94/017.31

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ОДНОЗОННОГО ВЫТЯЖНОГО ПРИБОРА ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ ПМ-88-Л8 НА СТРУКТУРНУЮ НЕРОВНОТУ ЧИСТОЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ

А.Н. ИВАНОВ, Е.А. ПЕСТОВСКАЯ

(Костромской государственный технологический университет,
Научно-внедренческий центр «Блеск» (г. Кострома))

Чистольняная пряжа, вырабатываемая на прядильной машине ПМ-88-Л5, имеет более высокое качество – меньшую неровноту и более высокую удельную разрывную нагрузку, чем пряжа с машины ПМ-88-Л8 [1]. Это обусловлено большей степенью дробления волокон и лучшим

контролем за их движением в процессе вытягивания в вытяжном приборе.

Целью данной работы явилось изучение возможности получения высококачественной чистольняной пряжи средней и малой линейной плотности в

однозонном вытяжном приборе прядильной машины ПМ-88-Л8. В экспериментальном цехе ОАО "Костроматекстильмаш" был изготовлен прядильный стенд на базе кинематики прядильной машины ПМ-88-Л8 с однозонным вытяжным прибором и меняющейся разводкой между цилиндрами от 50 до 140 мм.

Для характеристики работы однозонного вытяжного прибора прежде всего был исследован процесс утонения химически обработанной чистольняной ровницы линейной плотности 909 текс (№1,1); 666 текс (№1,5) и 500 текс (№2,0). Химическая обработка ровницы проводилась по двухстадийному перекисно-сульфитному спо-

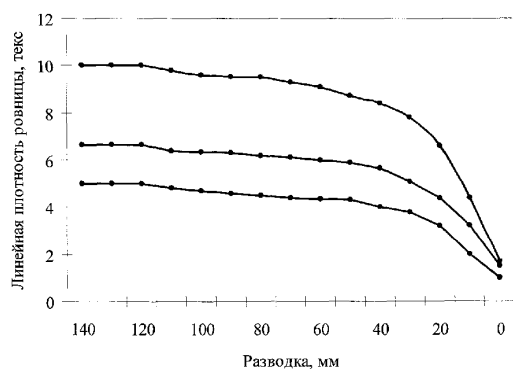


Рис. 1

На рис. 2 представлены кривые распределения штапельной длины технических комплексов волокон в мычке ровницы в зоне вытягивания. Как видно из рис.1, утонение продукта в вытяжном приборе начинается на границе, отстоящей от линии вытяжной пары на расстоянии 70...60 мм для ровницы линейной плотности 909 текс и на расстоянии 50 мм – для ровницы 666 текс и 500 текс.

В однозонном вытяжном приборе наряду с продольным дроблением технических комплексов волокон происходит их поперечное дробление, то есть разрыв. Как следует из штапельной диаграммы (рис.2), число коротких волокон (от 0 до 5 мм) в мычке, которые являются основной причиной повышения неровноты пряжи, составляет более 1/3 всего состава волокон. Для увеличения интенсивности продольного дробления волокон в однозонном вы-

сосу по режиму Яковлевского льнокомбината [2].

Вырабатывалась пряжа линейной плотности 46 текс. Разводка вытяжного прибора составляла 140 мм. Экспериментальные кривые утонения строились по массе усредненных 10 мм отрезков по всей длине утоняемого продукта. Для получения достоверных кривых утонения отбирали 50 мычек с 5 веретен по каждому варианту. Методом двойного дифференцирования кривых утонения определяли штапельную длину волокон в мычке.

На рис. 1 приведены экспериментальные кривые утонения для каждого вида льняной ровницы.

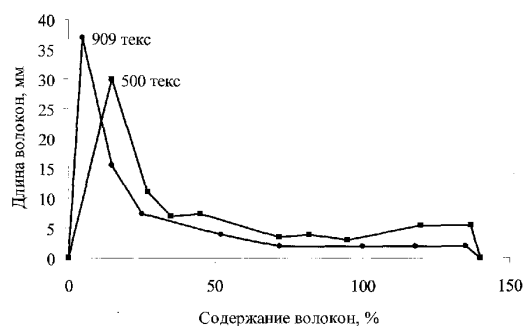


Рис. 2

тяжном приборе и снижения неровноты пряжи необходимо усиливать контроль за движением волокон [3]. Это достигается путем уменьшения разводки между цилиндрами в вытяжном приборе и увеличения сил трения между волокнами в процессе вытягивания.

Суровая льняная ровница подвергается перед прядением интенсивной химической обработке. В связи с этим у основной массы технических комплексов волокон в мычке их длина не превышает 40 мм. Поэтому разводку вытяжного прибора можно снизить до 50 мм. В табл. 1 приведены данные, полученные на лабораторном прядильном стенде, по влиянию величины разводки однозонного вытяжного прибора на структурные параметры технических комплексов льняных волокон в пряже линейной плотности 33 текс и ее неровноту. Пряжу 33 текс вырабатывали из ровницы

625 текс (№1,6), которую предварительно обрабатывали по интенсивному режиму двухстадийного перекисно-сульфитного способа.

Структурные параметры технических комплексов волокон в пряже (\bar{T} – средняя линейная плотность, мтекс; $\bar{\ell}$ – средняя

длина, мм; Q – коэффициент вариации по длине,%) и параметр неровноты пряжи в зоне действия вытяжного прибора C_v [12...400 мм] определяли спектральным методом с использованием автоматизированного комплекса КЛИА-2 [4], [5].

Т а б л и ц а 1

Параметры структурной неровноты	Разводка цилиндров, мм			
	50	60	80	100
1. Параметр неровноты пряжи в зоне вытяжного прибора C_v^2 [12...400 мм]	916	1146	1431	1447
2. Параметры структуры технических комплексов волокон в пряже: \bar{T} , мтекс $\bar{\ell}$, мм C_1 , %	2600 17,2 50	2700 17,2 50	3200 17,2 60	3400 18,0 60
3. Число волокон в поперечном сечении пряжи	12,6	12,2	10,3	9,7

Как следует из табл. 1, с уменьшением разводки между цилиндрами в вытяжном приборе ниже 80 мм значительно усиливается продольное дробление технических комплексов льняных волокон и снижается неровнота пряжи.

На процесс дробления волокон в вытяжном приборе и качество пряжи сильное

влияние наряду с разводкой оказывает величина вытяжки ровницы. Экспериментальные данные по влиянию величины вытяжки на структуру и неровноту пряжи представлены в табл. 2 (ровница №1,6; химическая обработка одинакова для всех вариантов; разводка 50 мм).

Т а б л и ц а 2

Параметры качества пряжи	Вытяжка				
	9	11,8	16,1	19,2	21,9
Линейная плотность пряжи, текс	80	52,9	41,0	35,7	33,3
Параметр неровноты пряжи C_v^2 [12...400 мм]	1290	862,4	890,5	925,9	1100
Толщина волокон \bar{T} , мтекс	7020	3100	2600	2300	2500
Длина волокон $\bar{\ell}$, мм	18	18	17	17	17
Коэффициент вариации по длине волокон C_1 , %	50	50	50	50	50
Число волокон в поперечном сечении пряжи n ($n = \bar{T}_{\text{пряжи}} / \bar{T}_{\text{волокна}}$)	11,4	16,2	15,8	15,5	13,3

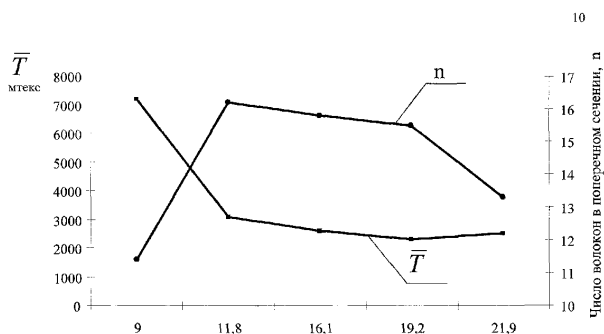


Рис. 3

Важнейшим показателем структуры пряжи, определяющим ее неровноту и прочность на разрыв, является число волокон в поперечном сечении $n = \bar{T}_{\text{пряжи}} / \bar{T}_{\text{волокна}}$. Зависимость степени дробления волокон в вытяжном приборе и числа волокон в поперечном сечении пряжи от вытяжки представлена на рис.3 (ровница 625 текс, разводка 50 мм). Максимальное число волокон в поперечном сечении пряжи $n=16,2$ достигается при линейной плотности 53 текс и вытяжке 11,8. При этом данная пряжа имеет самое низкое значение параметра неровноты в зоне вытяжного прибора C_v^2 [12...400 мм], равное 862. При дальнейшем увеличении вытяжки, несмотря на то, что дробимость волокон усиливается, число волокон в поперечном сечении пряжи снижается и растет ее неровнота.

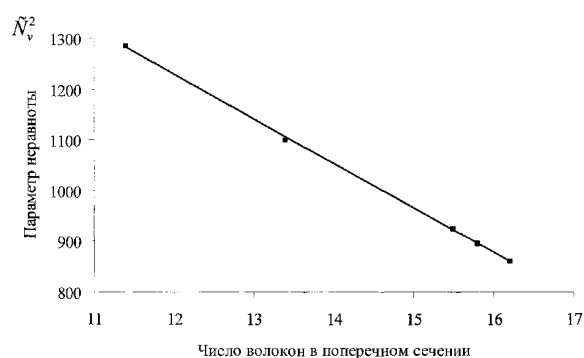


Рис. 4

На основании данных табл. 2 на рис.4 показано существование четкой линейной корреляции числа волокон в поперечном сечении пряжи с параметром неровноты в зоне вытяжного прибора C_v [12...400 мм].

Полученные данные указывают на то, что, подбирая оптимальную вытяжку и разводку для данного номера пряжи, можно значительно увеличить степень дробления волокон в однозонном вытяжном приборе, снизить неровноту пряжи и повысить ее прочность.

В табл. 3 приведены физико-механические показатели качества пряжи линейной плотности 33 текс, полученной из ровницы №1,6 с использованием однозонного вытяжного прибора машины ПМ-88-Л8 с разводкой 50 мм и прядильной машины ПМ-88-Л5.

Таблица 3

Показатели пряжи	ПМ-88-Л8 разводка 50 мм	ПМ-88-Л5
Текс, номинал	33,3	33,3
Текс, фактический	33,0	33,2
Текс, кондиционный	34,4	34,6
Отклонение по линейной плотности, %	3,1	3,9
Коэффициент вариации по линейной плотности, %	1,40	1,44
Средняя разрывная нагрузка, сН	739,2	720,4
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	22,4	21,7
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	18,10	18,33
Сорт	1,00	1,00
Группа	СЛ	СЛ
C_v^2 [12...400 мм]	862	890
\bar{T} , мтекс	3100	3150
$\bar{\ell}$, мм	18	18
C_1 , %	50	50

Данные табл. 3 свидетельствуют о том, что, используя однозонный вытяжной прибор с короткой разводкой, можно на машине ПМ-88-Л8 вырабатывать пряжу 33 текс с качеством на уровне машины ПМ-88-Л5.

ВЫВОДЫ

1. Исследовано влияние величины вытяжки и разводки цилиндров однозонного вытяжного прибора прядильной машины ПМ-88-Л8 на процесс дробления технических комплексов льняных волокон и параметр неровноты C_v^2 чистольняной пряжи в зоне вытягивания C_v^2 [12...400 мм].

2. Показано, что при использовании короткой разводки 50 мм и величине вытяжки, равной 12, чистольняная пряжа имеет наибольшее число технических комплексов волокон в поперечном сечении и самую низкую структурную неровноту. На короткой разводке 50 мм в однозонном вытяжном приборе прядильной машины

можно вырабатывать чистольняную пряжу 33 текс с показателями качества на уровне прядильной машины ПМ-88-Л5.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология переработки льна с применением интенсивной химической обработки ровницы и прядильных машин ПМ-88-Л5 / Живетин В.В., Карякин Л.Б., Королева Н.Д., Белялетдинова Р.Д. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1982.

2. *Е.А. Пестовская, А.Н. Иванов* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №3. С.12...11.

3. *Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А.* Моделирование технологических процессов. – М.: Легкая промышленность, 1984.

4. *Севостьянов А.Г.* Методы и средства исследований механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1980.

5. *Пестовская Е.А., Иванов А.Н.* Оптимальные параметры структурной неровноты чистольняной пряжи // Вестник КГТУ. – 2007, №15. С.8...13.

Рекомендована кафедрой прядения натуральных и химических волокон КГТУ. Поступила 01.02.08.

УДК 677.024

ВЛИЯНИЕ ВИДА ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ СТРОЕНИЯ ТКАНЕЙ

С.Д.НИКОЛАЕВ, Н.А.МИХЕЕВА, О.В.ПАРФЕНОВ

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

Область применения ткани определяет ее переплетение. Переплетение ткани в значительной степени влияет на ее строение, качество и свойства. Кроме того, переплетение во многом определяет уработки нитей основы и утка в ткани, что влияет на расход сырья и себестоимость продукции.

Данная работа посвящена анализу параметров строения тканей различного переплетения. В основе расчета параметров строения лежит нелинейная теория упругих стержней, хорошо описанная во многих работах [1], [2]. В силу этого данная методика в статье не описывается. Расчет проводился на современных ЭВМ, что позволило

получить значительный материал. Для проверки правильности расчетов образцы тканей выработывались на станках СТБ.

В табл. 1 (влияние вида переплетения на строение тканей) представлены данные расчета параметров строения тканей: порядка фазы строения ткани ПФС, уработки ткани по основе и утку a_o , a_y , высоты волны изгиба нити основы и утка в ткани h_o , h_y . Расчет проводился для хлопчатобумажной ткани: плотность ткани по основе $P_o = 200$ нит/дм, плотности ткани по утку $P_y = 130$ нит/дм, линейная плотность нитей основы $T_o = 25 \times 2$ текс, линейная плотность утка $T_y = 18,5 \times 2$ текс, модуль упругости нитей основы и утка $E_o = E_y = 120$ кг/мм².

Т а б л и ц а 1

Вид переплетения	$h_o, мм$	$h_y, мм$	$a_o, \%$	$a_y, \%$	ПФС
Полотняное	0,29	0,23	5,04	5,97	5,5
Репс основной 5/5	0,55	0,12	1,73	1,79	7,6
Репс уточный 5/5	0,21	0,49	2,60	3,43	3,4
Полурепис основной 4/1	0,39	0,18	2,48	2,57	6,5
Полурепис уточный 4/1	0,27	0,31	4,89	3,26	4,7
Просвечивающее на базе полотняного и репса основного 3/3	0,50	0,35	5,49	6,94	5,7
Саржа 1/4	0,43	0,30	2,91	3,36	5,8
Саржа 2/3	0,34	0,22	2,07	2,20	5,9
Саржа 3/2	0,34	0,22	2,07	2,20	5,9
Обратносдвинутая саржа 1/4	0,44	0,26	3,68	2,47	6,0
Квадраты на базе саржа 1/4	0,41	0,28	3,67	4,09	5,7
Вафельное на базе саржа 1/5	0,38	0,27	4,13	4,05	5,7
Атлас 5/3	0,43	0,30	3,32	3,78	5,8
Сатин 5/3	0,43	0,30	3,32	3,78	5,8
Полосы атлас (R=6) и сатин (R=4)	0,41	0,15	2,93	4,29	6,8
Полосы сатин (R=6) и атлас (R=6)	0,41	0,15	2,93	4,29	6,8
Квадраты на базе сатин 5/3	0,41	0,28	4,41	4,79	5,7
Креп методом добавления перекрытий на базе полотняного	0,32	0,24	5,62	6,40	5,6
Креп негативным способом на базе саржа 3/2	0,40	0,27	3,21	3,58	5,8
Креп методом вращения на базе саржа 2/3	0,36	0,22	1,29	1,26	5,9

В работе вырабатывались ткани следующих переплетений:

– первая группа – полотняное переплетение и производные полотняного переплетения (репс основной 5/5; репс уточный 5/5; полурепс основной 4/1; полурепс уточный 4/1; просвечивающее на базе полотно + репс 3/3 и др.);

– вторая группа – саржевое и производные саржевого переплетения (саржа 1/4; саржа 2/3; саржа 3/2; квадраты на базе саржа 1/4; вафельное на базе саржа 1/4; обратно сдвинутая саржа на базе саржа 1/4 и др.);

– третья группа – сатины, атласы и их производные (сатин 5/3; атлас 5/3; полосы сатин 6/1+атлас 4/1; полосы атлас 6/1+сатин 4/1; квадраты на базе сатина 5/3 и др.);

– четвертая группа – креповые переплетения.

Анализ полученных результатов позволил выявить следующие закономерности.

При рассмотрении полотняной группы переплетений можно заметить, что наибольшую высоту волны изгиба нитей утка имеют ткани переплетения репс и полурепс уточный, а наибольшую высоту – волны изгиба нитей основы – репс и полурепс основной. Наибольшие уработки нитей имеет ткань полотняного переплетения, наименьшие – репс основной 5/5, полурепсы занимают промежуточные значения уработки нитей в ткани.

При рассмотрении саржевой группы переплетений можно заметить, что саржа 1/4 имеет наибольшую высоту волны изгиба нитей основы и утка, причем построенные на ее базе обратносдвинутая саржа 1/4 и квадраты имеют несколько меньшие величины. При этом саржа 2/3 и саржа 3/2 имеют меньшие значения высоты волны изгиба, чем саржа 1/4, а вафельное переплетение на базе саржа 1/5 имеет большее значение, чем производные на базе саржа 1/4. Наибольшую величину уработки нитей в ткани имеет ткань вафельного переплетения на базе саржа 1/5, далее идет саржа 1/4 и ее производные, наименьшую величину уработки среди рассматриваемых саржевых переплетений имеют саржа 3/2 и саржа 2/3.

При рассмотрении сатиново-атласной

группы переплетений можно заметить, что сатин 5/3 и атлас 5/3, а также квадраты на базе сатин 5/3 имеют сравнительно близкие значения высот волны изгиба нитей основы и утка, а производные переплетения полосы сатин R=6 + атлас R=4 и атлас R=6 + сатин R=4 несколько более низкие значения. Величина уработки тканей этой группы различается незначительно. Следует отметить, что уработка нитей в ткани производных переплетений все же выше, чем в их прототипах.

Экспериментальные исследования показали, что натяжение нитей основы и утка больше в тех тканях, где количество пересечений нитей основы и утка в раппорте переплетения относительно раппорта переплетения максимальны.

Переплетения главного класса переплетений и их производные являются основой всех комбинированных переплетений, поэтому полученные закономерности можно распространить и на них.

ВЫВОДЫ

1. Наибольшую высоту волны изгиба нитей имеют ткани с более длинными перекрытиями по направлению данной системы нитей.

2. Наибольшую величину уработки нитей имеют ткани с большим относительным количеством пересечений нитей основы и утка в раппорте переплетения ткани.

3. Наибольшую величину заправочного натяжения нитей основы на станке имеют ткани с большим относительным количеством пересечений нитей основы и утка в раппорте переплетения ткани.

ЛИТЕРАТУРА

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

2. Николаев С.Д., Ковалева О.В., Лукучева А.А., Николаева Н.А., Рыбаулina И.В. Проектирование технологии тканей заданного строения. Монография. – М.: МГТУ им.А.Н.Косыгина, 2007.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 01.02.08.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕМОТКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ МОТАЛЬНОЙ ПАКОВКИ ЗАМКНУТОЙ НАМОТКИ ДЛЯ ФИЛЬТРОВ

Е.С.ЕРШОВА, С.С.ЮХИН

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

Процесс формирования текстильных паковок складывается из последовательности элементарных операций над нитью. При этом основные законы формирования в целом известны, хотя отдельные аспекты требуют дополнительного изучения в рамках теории формирования паковок.

При формировании паковки бобинной структуры нить навивается на поверхность паковки по некоторой винтовой линии. Достигая торца намотки, винтовая линия изменяет направление на противоположное, образуя на поверхности тела намотки ячейки ромбовидной формы. Основными параметрами структуры таких паковок являются два связанных функциональной зависимостью параметра винтовой линии.

Применительно к паковке цилиндрической формы это – зависимость между углом подъема витков или шагом винтовой линии и радиусом тела намотки.

Угол подъема витков связан с шагом винтовой линии через уравнение радиуса тела намотки паковки [1]:

$$R \operatorname{tg} \beta = \frac{h}{2\pi}, \quad (1)$$

где h – шаг винтовой линии; β – угол подъема витков на поверхности тела намотки; R – радиус тела намотки паковки.

Выразим отсюда угол подъема витков:

$$\beta = \operatorname{arctg} \frac{h}{2\pi R}. \quad (2)$$

Варьируя параметрами шага намотки и числа замыканий, можно задавать размеры ячеек ромбической формы, а следовательно, задавать такие габариты сечения порового канала, адгезия (задержание) частиц в

котором будет наиболее эффективной. Иначе говоря, зная диапазон размеров частиц, содержащихся в фильтруемой жидкости, задержание 95% которых нас будет интересовать, и задавая путем варьирования шага и числа замыканий намотки, можно будет определить тот геометрический размер ячейки-поры, при которых тонкость (полнота) фильтрации (отсева) будет номинальной.

Отдельные источники, основываясь на экспериментальных результатах, утверждают, что зона эффективного задержания частиц в пористой перегородке ограничена значением:

$$\frac{x}{d_p} \geq 0,15, \quad (3)$$

где x – размер частиц; d_p – диаметр пор.

Однако для того, чтобы принять к использованию приведенную выше зависимость эффективности фильтрации от размера частиц и диаметра пор, она должна быть проверена на конкретном фильтре замкнутой намотки.

Приведенные в работе Бродского Г.С. [2] результаты соотношения размеров частиц загрязнений и пор фильтроматериалов указывают на тот факт, что значительная часть частиц загрязнений по размеру меньше отверстий поровых каналов и может проникать в глубину фильтроматериала – и это с учетом специфики сопоставления максимального размера частицы с минимальным размером поры. Так как загрязнения имеют неправильную форму, причем чем больше размер частицы, тем дальше эта форма от сферической. Косвенные данные наблюдений [2] показали, что самая длинная ось частицы ориентиро-

вана по направлению потока жидкости и это еще более способствует проникновению загрязнений в глубину пористой перегородки. Сравнение размеров частиц и пор с учетом этого обстоятельства подтверждает, что проникновение частиц в глубину фильтроматериала должно превалировать.

Таким образом, можно утверждать, что геометрические размеры порового канала (его поперечное сечение и длина) являются условием для реализации как фильтрации с образованием осадка, так и фильтрации с постепенным закупориванием пор, причем влияние последнего вида на изменение гидравлического сопротивления фильтрующей перегородки должно быть определяющим.

Фильтрация с образованием осадка будет наблюдаться в тех намотках, где при прочих равных условиях формирования паковки отношение большей диагонали ячейки-ромба к меньшей ее диагонали будет превалировать. Это утверждение обусловлено капиллярным подъемом в пористой структуре, где большая и маленькая диагонали ячейки-ромба рассчитываются по формулам, приведенным в работе Панина И.Н. [3]:

$$b = \frac{\pi D}{p}, \quad (4)$$

$$f = \frac{2H}{n_1 p}, \quad (5)$$

где b – большая диагональ ячейки-ромба; f – маленькая диагональ ячейки-ромба; D – текущий диаметр намотки; H – длина намотки; p – число замыканий; n_1 – целая часть числа передаточного отношения от нитеводителя к веретену.

Анализ структуры порового канала при продольном разрезе показывает, что большое влияние оказывают такие параметры намотки, как натяжение нитей при перематывании и толщина намотки паковки. С ростом натяжения нити при перематывании увеличивается давление верхних слоев намотки на нижние, в результате чего происходит смятие нитей нижних слоев.

Плотность намотки на паковке возрастает, а вместе с тем снижается пористость и проницаемость фильтра. В результате этого частицы загрязнений будут оседать на внешней стороне фильтра, а гидравлическое сопротивление фильтрующей перегородки возрастет.

Коэффициент проницаемости, характеризующий физико-геометрические свойства поровых каналов, в общем виде описан уравнением Козени-Кармана:

$$K = K_o S_o^2 \frac{(1 - \varepsilon_f)^2}{\varepsilon_f^3}, \quad (6)$$

где K_o – коэффициент Козени;

$$K_o = k_o \left(\frac{\delta_e}{\delta} \right)^2, \quad (7)$$

где k_o – параметр, зависящий от формы и размеров сечения поровых каналов (для круглых капилляров $k_o=2$, для многоугольных и эллиптических $2 \leq k_o \leq 2,5$ [2]); δ_e/δ – фактор извилистости, для большинства пористых структур находится в интервале $\{2 \dots 4\}$; S_o – удельная поверхность пор; ε_f – пористость, то есть отношение объема пор к объему фильтрующего материала.

Анализ волокнистого материала, используемого для фильтрации, показал, что с уменьшением диаметра нитей (волокон) пропускная способность пористой перегородки возрастает при тех же пористости и толщине.

Толщина намотки, как характеристика поровой структуры паковки, является параметром, регулирующим эффективность отфильтровывания мелких частиц и препятствующая их "проталкиванию" через поровую структуру паковки. Толщину намотки, образованную n -м количеством слоев нитей, уложенных на перфорированный патрон в определенной последовательности, определим экспериментально. В результате по экспериментальным данным попытаемся вывести эмпирическую зависимость толщины намотки от размеров частиц в фильтруемой жидкости и размеров пор.

Поскольку основное требование к паковкам для фильтрации – это равномерное распределение плотности намотки как в осевом, так и в радиальном направлениях, остановимся на оценке технологического процесса напряженности и его изменения во времени.

С точки зрения изучения движения звеньев механизмов наибольший интерес представляет изменение скоростей и ускорений ведомых звеньев и их точек в зависимости от параметра времени или перемещения ведущего звена. В качестве параметра перемещения ведущего звена необходимо выбрать угол поворота (мотально-го барабанчика главного вала станка и т.д.). Этот параметр связан определенной зависимостью с параметром времени:

$$t = \frac{\alpha}{6n}, \text{ с}, \quad (8)$$

где t – время, с; α – угол поворота, град; n – частота вращения, мин.

В результате выполненных исследований был построен график перемещения нити относительно угла поворота за цикл раскладки нити на паковке $S = S(\alpha)$. Под циклом раскладки нити на паковку понимался период, после которого нить приходит в исходную точку наматывания. Далее, используя метод графического дифференцирования, были построены график скорости переносного движения нити при перематывании $V = V(\alpha)$ и график ускорения $a = a(\alpha)$.

Для определения абсолютных величин скорости и ускорения использовались масштабные коэффициенты, которые были определены по формулам:

– масштабный коэффициент пути:

$$K_S = 0,001M = 0,001 \cdot \frac{1}{4} = 0,00025, \text{ (м/мм)}, \quad (9)$$

где M – выбранный масштаб построения графика пути:

– масштабный коэффициент скорости:

$$K_V = \frac{K_S}{K_t H} = \frac{0,00025}{0,0016 \cdot 10} = 0,0156, \text{ [(м/с)/мм]}, \quad (10)$$

где K_t – масштабный коэффициент времени.

$$K_t = \frac{\alpha}{6n\ell_t} = \frac{2160^\circ}{6 \cdot 570 \cdot 2 \cdot 200} = 0,0016, \text{ [(с)/мм]}, \quad (11)$$

где ℓ_t – длина отрезка, соответствующая циклу движения механизма при построении графика пути, мм; H – расстояние

до полюса при построении графика $V = V(t)$, мм.

– масштабный коэффициент ускорения:

$$K_a = \frac{K_S}{K_t H_1} = \frac{0,0156}{0,0016 \cdot 10} = 0,9766, \text{ [(м/с}^2\text{)/мм]}, \quad (12)$$

где H_1 – расстояние до полюса при построении графика $a = a(t)$, мм.

$$V_i = L_{V_i} K_V, \text{ (м/с)}, \quad (13)$$

Затем, зная величины скорости и ускорения в миллиметрах, были определены их абсолютные значения:

$$a_i = L_{a_i} K_a, \text{ (м/с}^2\text{)}. \quad (14)$$

В результате эксперимента было установлено, что изменение скорости переносного движения нити (а следовательно, и угла подъема винтовой линии) приводит к изменению плотности наматывания нити на паковку (перфорированный патрон), что в свою очередь оказывает влияние на строение паковки. В частности, величина плотности намотки у торцов в 1,5...2 раза превышает плотность намотки в межторцевой части паковки. Это объясняется тем, что при подходе к точкам изменения направления раскладки в торцах паковки скорость переносного движения нити уменьшается до нуля, при этом уменьшается также угол подъема винтовой линии. В результате вместо крестовой намотки в торцевых участках паковки возникает намотка, близкая к рядовой.

Таким образом, в ходе выполненного исследования установлена зависимость угла подъема винтовой линии на паковке от скорости переносного движения нити. С увеличением скорости переносного движения нитей происходит увеличение угла β , с уменьшением линейной скорости – уменьшение.

ВЫВОДЫ

Пористость паковки является одним из основных параметров, характеризующих структуру намотки и влияющих на ее проницаемость. Определены параметры, оказывающие влияние на показатель пористости, значение которого можно достичь путем варьирования описанными параметрами.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Старун Н.В.* Изучение послойной структуры паковки крестовой намотки методом имитационного моделирования: Дис... канд. техн. наук. – Херсон, 2001.
2. *Бродский Г.С.* Фильтры и системы фильтраций для мобильных машин // Горная промышленность. – М.: Издатель НПК "Гемос Лтд.", 2004.
3. *Панин И.Н.* Разработка и исследование структуры текстильных паковок специального назначения: Дис... докт. техн. наук. – М., 1996.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 01.02.08.

УДК 677.024

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ТКАНИ*

В.Ю.РОМАНОВ

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

Для исследования взята хлопчатобумажная ткань, которая имеет следующие заправочные параметры: линейная плотность основы 29х2 текс, линейная плотность утка 29 текс, плотность ткани по

основе 240 нит/дм, плотность ткани по утку 210 нит/дм, ширина суровой ткани 93 ± 1 см. Ткань вырабатывалась на ткацком станке АТПР-100-5, частота вращения главного вала ткацкого станка 360 об/мин.

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

Для большинства хлопчатобумажных тканей важными свойствами являются полцикловые характеристики. Вследствие этого при определении оптимальных технологических параметров критериями оптимизации были выбраны разрывная нагрузка и разрывное удлинение полосок ткани по направлению основы и утка. При этом оптимальные технологические параметры должны обеспечить следующие полцикловые характеристики:

разрывная нагрузка полоски ткани по основе $Y_1 > 800$ сН;

разрывная нагрузка полоски ткани по утку $Y_2 > 325$ сН;

разрывное удлинение полоски ткани по основе $Y_3 > 11,2\%$;

разрывное удлинение полоски ткани по утку $Y_4 > 10,5\%$.

Известно, что на формирование ткани на станке АТПР большое влияние оказывают величины заступа, величина задней части зева, заправочное натяжение нитей основы.

Для определения оптимальных техно-

логических параметров заправки ткацкого станка использован один из наиболее распространенных и эффективных планов – план Бокса -3 [1]. В качестве варьируемых факторов выбраны:

X_1 – величины заступа, мм;

X_2 – величина задней части зева, м;

X_3 – заправочное натяжение, сН.

Данные факторы независимы друг от друга и обладают свойством совместимости, что является необходимым условием использования методов планирования и анализа эксперимента. Уровни варьирования параметров в натуральных и кодированных величинах приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Факторы	Уровни варьирования			Интервал варьирования
	-1	0	1	
X_1	28	34	40	6
X_2	20	30	40	10
X_3	300	350	400	50

В табл. 2 представлены экспериментальные данные.

Т а б л и ц а 2

№п/п	Факторы			Разрывная нагрузка полосок ткани, Н		Разрывное удлинение полоски ткани, %	
	X_1	X_2	X_3	по основе	по утку	по основе	по утку
1	+	+	+	816,0	321,5	12,83	10,00
2	-	+	+	817,0	319,0	11,83	10,13
3	+	-	+	820,7	336,5	11,50	10,88
4	-	-	+	832,0	312,5	12,33	10,13
5	+	+	-	689,3	311,5	12,00	10,88
6	-	+	-	817,3	326,5	11,83	9,25
7	+	-	-	788,7	326,5	10,83	10,50
8	-	-	-	839,3	315,5	12,50	9,75
9	+	0	0	812,0	308,0	12,00	9,63
10	-	0	0	820,7	323,0	12,17	10,25
11	0	+	0	787,3	327,0	11,33	10,38
12	0	-	0	810,0	334,5	11,33	10,50
13	0	0	+	772,7	326,5	10,50	10,75
14	0	0	-	822,7	318,5	11,50	10,88

Обработка результатов экспериментальных исследований проводилась по стандартным программам кафедры ткаче-

ства МГТУ им.А.Н.Косыгина. Получены следующие регрессионные уравнения:

разрывная нагрузка полоски ткани по

основе, Н:

$$Y = 805,08 + x_1 - 2,8x_2 + 0,93x_3 - 6x_1x_2 + 0,83x_1x_3 + 3x_2x_3 + 5,25x_1^2 + 6,92x_2^2 - 6,42x_3^2;$$

разрывная нагрузка полоски ткани по утку, Н:

$$Y = 365,81 + 3x_1 + 6,6x_2 + 4,35x_3 - 0,63x_1x_2 - 1,75x_1x_3 + 4,25x_2x_3 - 9,31x_1^2 - 4,31x_2^2 + 4,94x_3^2;$$

разрывное удлинение полоски ткани по основе, %:

$$Y = 13,54 - 0,08x_1 + 0,27x_2 - 0,13x_3 + 0,04x_1x_2 - 0,04x_2x_3 + 0,21x_1^2 - 0,21x_2^2 + 0,29x_3^2;$$

разрывное удлинение полоски ткани по утку, %:

$$Y = 10,52 - 0,11x_1 + 0,04x_2 + 0,14x_3 - 0,06x_1x_2 - 0,13x_1x_3 + 0,03x_2x_3 - 0,08x_1^2 + 0,05x_2^2 + 0,05x_3^2.$$

Решение компромиссной задачи производилось при использовании стандартной программы “Эврика” численными методами. Результаты расчетов приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Параметры	Кодированное значение	Абсолютное значение
X ₁ , сН	0,64	37,8
X ₂ , мм	0,95	39,5
X ₃ , мм	0,89	394,5

Установка оптимальных технологических параметров изготовления ткани приводит к снижению обрывности в ткачестве на 50%, увеличению производительности ткацкого станка на 0,75%.

ВЫВОДЫ

1. Решение компромиссной задачи позволило определить оптимальные технологические параметры изготовления хлопча-

тобумажной ткани при использовании плана Бокса-3.

2. Установка оптимальных технологических параметров изготовления исследуемой ткани приводит к уменьшению обрывности основных нитей на ткацком станке на 0,75%, увеличению производительности ткацкого станка на 0,75%

ЛИТЕРАТУРА

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

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 01.02.08.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЕЛИЧИНЫ УРАБОТКИ КРОМОЧНЫХ НИТЕЙ В ТКАНЯХ, СНЯТЫХ СО СТАНКА*

И.В. СИНИЦЫНА

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

Для прогнозирования величины уработки кромочных нитей в ткани применяется традиционный геометрический метод определения параметров строения ткани, который позволяет прогнозировать расход нитей в ткачестве. Эта проблема особенно актуальна для бесчелночных ткацких станков, где расход пряжи повышен по сравнению с челночным ткачеством.

Рассмотрим элемент строения ткани с ортогональным расположением в ней нитей основы и утка и не ортогональным строением кромки (рис. 1).

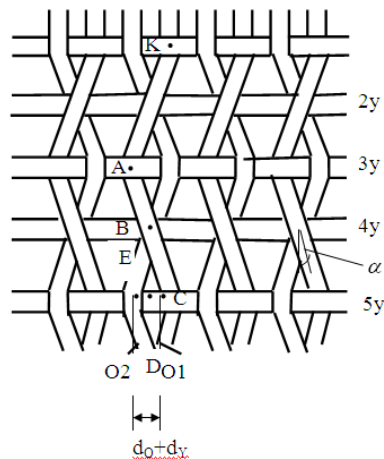


Рис. 1

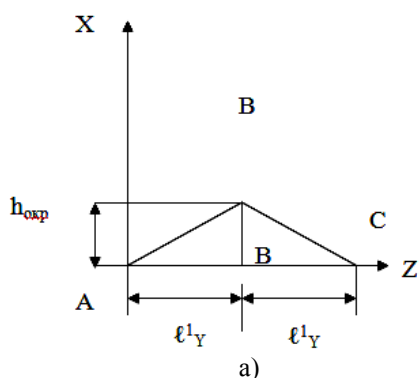
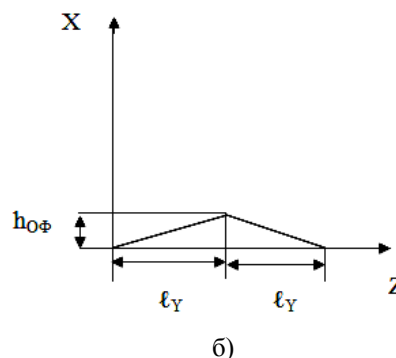


Рис. 2



Согласно рис. 1 и 2 (на рис. 2-а и б представлена геометрия строения кромочной и фоновой нитей основы):

$$a = \frac{BC - BD}{BC} \cdot 100\%, \quad BD = \frac{100}{P_Y},$$

$$BC = \sqrt{(\ell_Y^1)^2 + h_{окр}^2}, \quad \ell_Y^1 = \sqrt{\ell_Y^2 + DC^2}.$$

Вследствие особенностей формирования, за счет натяжения, нити основы O_1 и

O_2 стремятся сблизиться друг с другом и располагаются таким образом на первой уточной нити, что между ними находится только нить утка. Расстояние EC (рис. 1) будет равно:

$$EC = d_0 + d_Y,$$

следовательно:

$$DC = \frac{d_0 + d_Y}{2}.$$

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

Тогда

$$BC = \sqrt{\ell_Y^2 + \left(\frac{d_o + d_Y}{2}\right)^2} + h_{\text{окр}}^2.$$

С учетом последнего выражения уравнение для уработки кромочных нитей примет следующий вид:

$$a_{\text{окр}} = \left(1 - \frac{100}{P_Y \sqrt{h_{\text{окр}}^2 + \left(\frac{100}{P_Y}\right)^2 + \left(\frac{d_o + d_Y}{2}\right)^2}} \right) \cdot 100. \quad (1)$$

Согласно рис. 1 и 2 уработка фоновых нитей

$$a_{\text{оф}} = \frac{GH - G_1H}{GH} \cdot 100\%,$$

где $G_1H = BD = \frac{100}{P_Y}$; $GH = \sqrt{\ell_Y^2 + h_{\text{оф}}^2} =$
 $= \sqrt{h_{\text{оф}}^2 + \left(\frac{100}{P_Y}\right)^2}.$

Тогда уравнение для уработки фоновых нитей

$$a_{\text{оф}} = \left(1 - \frac{100}{P_Y \sqrt{h_{\text{оф}}^2 + \left(\frac{100}{P_Y}\right)^2}} \right) \cdot 100. \quad (2)$$

Согласно основному уравнению Новикова [1] для ортогональной однослойной ткани выражения:

$$h_Y + 2h_{\text{окр}} = 2(d_o + d_Y),$$

$$h_{\text{окр}} = \sqrt{\left(\frac{100}{P_Y(1-0,01a_{\text{окр}})}\right)^2 - \left(\frac{100}{P_Y}\right)^2 - \left(\frac{d_o + d_Y}{2}\right)^2}, \quad (6)$$

$$h_Y + 2h_{\text{оф}} = d_o + d_Y,$$

$$h_Y = 2(d_o + d_Y - h_{\text{окр}}), \quad (3)$$

$$h_Y = d_o + d_Y - h_{\text{оф}}. \quad (4)$$

Принимаем в первом приближении, что высоты волн изгиба нити утка в части фона и кромки равны. Приравняем выражения (3) и (4):

$$2(d_o + d_Y + h_{\text{окр}}) = d_o + d_Y - h_{\text{оф}}.$$

Тогда

$$h_{\text{окр}} = \frac{d_o + d_Y - h_{\text{оф}}}{2}. \quad (5)$$

Выразим из уравнений (1) и (2) высоты волн изгиба фоновых и кромочных нитей основы:

$$(1 - 0,01a_{\text{окр}}) = \frac{100}{P_Y \sqrt{h_{\text{окр}}^2 + \left(\frac{100}{P_Y}\right)^2 + \left(\frac{d_o + d_Y}{2}\right)^2}},$$

$$(1 - 0,01a_{\text{оф}}) = \frac{100}{P_Y \sqrt{h_{\text{оф}}^2 + \left(\frac{100}{P_Y}\right)^2}},$$

$$h_{\text{окр}}^2 = \left(\frac{100}{P_Y(1-0,01a_{\text{окр}})}\right)^2 - \left(\frac{100}{P_Y}\right)^2 - \left(\frac{d_o + d_Y}{2}\right)^2,$$

$$h_{\text{оф}}^2 = \left(\frac{100}{P_Y(1-0,01a_{\text{оф}})}\right)^2 - \left(\frac{100}{P_Y}\right)^2,$$

$$h_{\text{оф}} = \sqrt{\left(\frac{100}{P_Y(1-0,01a_{\text{оф}})}\right)^2 - \left(\frac{100}{P_Y}\right)^2}. \quad (7)$$

Введем обозначения: пусть

$$A^2 = \left(\frac{100}{P_Y}\right)^2, \text{ а } B^2 = \left(\frac{d_o + d_Y}{2}\right)^2.$$

Подставим (6) и (7) в (5), тогда:

$$\begin{aligned} \sqrt{\frac{A^2}{(1-0,01a_{\text{окр}})^2} - A^2 - B^2} &= \sqrt{B} + \frac{A}{2} \sqrt{\frac{1}{(1-0,01a_{\text{оф}})^2} - 1}, \\ \frac{A^2}{(1-0,01a_{\text{окр}})^2} - A^2 - B^2 &= \left(\sqrt{B} + \frac{A}{2} \sqrt{\frac{1}{(1-0,01a_{\text{оф}})^2} - 1}\right)^2, \\ (1-0,01a_{\text{окр}})^2 &= \frac{A^2}{\left(\sqrt{B} + \frac{A}{2} \sqrt{\frac{1}{(1-0,01a_{\text{оф}})^2} - 1}\right)^2 + A^2 + B^2}, \\ 0,01^2 a_{\text{окр}}^2 - 2 \cdot 0,01 a_{\text{окр}} + 1 &= \frac{A^2}{\left(\sqrt{B} + \frac{A}{2} \sqrt{\frac{1}{(1-0,01a_{\text{оф}})^2} - 1}\right)^2 + A^2 + B^2}. \end{aligned} \quad (8)$$

Решение квадратного уравнения (8):

$$\begin{aligned} a_{\text{окр}} &= \frac{2 \cdot 0,01 - \sqrt{4 \cdot 0,01^2 A^2 - \left(\sqrt{B} + \frac{A}{2} \sqrt{\frac{1}{(1-0,01a_{\text{оф}})^2} - 1}\right)^2 + A^2 + B^2}}{2 \cdot 0,01^2}, \\ a_{\text{окр}} &= 100 - \frac{2 \cdot 0,01 \cdot 100}{2 \cdot 0,01^2 P_Y} \sqrt{\left(\frac{d_o + d_Y}{2} + \frac{100}{2P_Y} \frac{1}{(1-0,01a_{\text{оф}})^2} - 1\right)^2 + \left(\frac{100}{P_Y}\right)^2 + \left(\frac{d_o + d_Y}{2}\right)^2}, \\ a_{\text{окр}} &= 100 - \frac{10000}{P_Y} \sqrt{\left(\frac{d_o + d_Y}{2} + \frac{100}{2P_Y} \frac{1}{(1-0,01a_{\text{оф}})^2} - 1\right)^2 + \left(\frac{100}{P_Y}\right)^2 + \left(\frac{d_o + d_Y}{2}\right)^2}. \end{aligned} \quad (9)$$

Определим возможную уработку кромочных нитей основы, если хлопчатобумажная ткань вырабатывается с

$a_{\text{оф}} = 10,18\%$; $P_o = 210$ нит/10 см; $d_o = d_y = 0,198$ мм; $\tau_o = 0,95$; $\tau_y = 0,98$:

$$a_{\text{окр}} = 100 - \frac{10000}{210} \sqrt{\left(\frac{0,198 + 0,198}{2} + \frac{100}{2 \cdot 210} \frac{1}{(1 - 0,01 \cdot 10,18)^2} - 1 \right)^2 + \left(\frac{100}{210} \right)^2 + \left(\frac{0,198 + 0,198}{2} \right)^2} = 19,16(\%)$$

Поскольку уработка кромочных нитей примерно в 2 раза превышает уработку фоновых, то для формирования кромки потребуется как минимум по 2 нити с каждой стороны ткани. Полученное выражение (9) позволяет прогнозировать величину уработки кромочных нитей с учетом уработки нитей фона.

ВЫВОДЫ

1. Получены формулы для расчета уработок кромочных нитей в тканях, позво-

УДК 677.024

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОСТИ ЗАПРАВКИ ТКАНЕЙ ИЗ АРАМИДНОЙ ПРЯЖИ НА ТКАЦКОМ СТАНКЕ*

А.И. СЛУГИН

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

Проблема переработки углеродных пряжи и нитей на ткацком станке всегда была актуальна. Это связано с тем, что нити из арамида обладают большим модулем упругости, значительной разрывной нагрузкой и небольшим разрывным удлинением. Ткани из арамидной пряжи в основном используются для технических целей.

К этим тканям предъявляются определенные требования. Она должна обеспечивать максимальный уровень защиты в экстремальных условиях, следовательно, должна обладать: высокой прочностью на разрыв; высокой стойкостью к раздвигаемости нитей; равномерным расположением нитей в ткани; безусадочностью; малой теплопроводностью; стойкостью к воздействию температуры и устойчивостью к действию открытого пламени.

ляющие прогнозировать расход сырья в ткачестве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мартынова А.А., Слостина Г.Л., Власова Н.А. Строение и проектирование тканей // М.: РИО МГТА, 1999.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 01.02.08.

Ткань должна быть малодеформируемой, биостойкой, устойчивой к длительным пребываниям в воде, способной долго храниться без изменения свойств и, конечно, быть максимально прочной при минимальной поверхностной плотности.

Ткань из арамидной пряжи очень дорогая. В связи с этим необходимо научиться прогнозировать напряженно-деформированное состояние нитей основы и утка на ткацком станке без проведения экспериментальных исследований. Такой метод прогнозирования разработан на кафедре ткачества Московского государственного текстильного университета, подробно описан во многих работах [1], [2], поэтому в данной статье не приводится.

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

Для исследования выбрана ткань из арамидной пряжи, которая имеет следующие параметры заправки: линейная плотность основы и утка 60 текс, плотность ткани по основе 240 нит/дм, плотность ткани по утку 140 нит/дм. При исследовании использованы следующие переплетения: полотняное, саржа 1/3, саржа 1/5, саржа 2/10, рогожка 3/3, неправильный сатин с раппортом 6.

Для определения натяжения основы и утка в процессе формирования ткани использован метод, описанный в работах [1], [2]. В основе этого метода – нелинейная теория изгиба стержней. При этом учитывалась вязкоупругая природа пряжи. Вязкоупругие параметры арамидной пряжи взяты из работы [3].

В табл. 1 представлены расчетные значения натяжения основы и утка в процессе формирования элемента ткани.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Переплетение	Натяжение нитей, сН	
		основы	утка
1	Полотняное	589	432
2	Саржа 1/3	570	410
3	Саржа 1/5	554	400
4	Саржа 2/10	510	395
5	Рогожка 3/3	560	420
6	Неправильный сатин	560	415

Для оценки напряженности заправки использован критерий длительной прочности В.В.Москвитина. Метод расчета повреждаемости с использованием данного критерия изложен в работах [1], [2].

Коэффициент повреждаемости нити основы рассчитывается по формуле

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

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

$$t = B\sigma^{-b}. \quad (2)$$

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 не ясен, они просто являются эмпирическими коэффициентами.

С учетом степенной зависимости критерий Москвитина принимает следующий вид:

$$\eta = \frac{1 + m}{B^{1+m}} \int_0^t (t - \tau) \sigma^{(1+m)b}(\tau) d\tau, \quad (3)$$

где σ – напряжение нити; t – время; b , B , m – эмпирические коэффициенты.

Коэффициент повреждаемости может быть рассчитан по следующим формулам:

– при постоянном напряжении

$$\eta = \frac{t^{m+1} \sigma^{(1+m)b}}{B^{1+m}}, \quad (4)$$

– при постоянной скорости нагружения

$$\eta = \frac{1+m}{B^{1+m}} t^{m+1} \sigma^{(1+m)b} \frac{\Gamma(1+m)\Gamma[1+b(m+1)]}{\Gamma[1+(1+b)(1+m)]}, \quad (5)$$

где Γ – гамма-функция.

Параметры B и b определяются из опытов на разрушение на длительную прочность, а параметр m – на разрывной машине с постоянной скоростью нагружения.

Проведенные исследования на кафедре качества показали, что при использовании критерия длительной прочности Москвитина коэффициент запаса прочности необходимо брать 1,5.

Результаты расчета повреждаемости нитей основы при изготовлении арамидных тканей различного переплетения представлены в табл. 2.

Таблица 2

№ п/п	Переплетение	Коэффициент повреждаемости основы
1	Плотняное	0,87
2	Саржа 1/3	0,83
3	Саржа 1/5	0,80
4	Саржа 2/10	0,71
5	Рогожка 3/3	0,83
6	Неправильный сатин	0,82

Анализ табл. 2 свидетельствует о том, что наилучшие условия переработки арамидной пряжи на ткацком станке будут

при изготовлении тканей с длинными уточными перекрытиями, самые напряженные – при изготовлении ткани полотняного переплетения.

На ткацком станке были выработаны образцы данных тканей. Экспериментальные исследования подтвердили выводы, сделанные нами при прогнозировании напряженности заправки. Свойства выработанных тканей приведены в табл. 3.

Таблица 3

Показатели	Переплетение					
	Плотняное	Саржа 1/3	Саржа 1/5	Саржа 2/10	Рогожка 3/3	Сатин с $R_0 = 6$
Поверхностная плотность M_s , г/м ²	231,49	218,25	222,13	216,64	206,89	207,90
Толщина b , мм	1,16	1,16	1,32	1,70	1,37	1,24
Воздухопроницаемость Q , дм ³ /(м ² ·с)	340	412	382	652	356	608
Разрывная нагрузка полосы ткани в направлении основы P_{po} , Н	2254,45	2132,31	2162,46	2084,10	2091,63	2158,41
Разрывная нагрузка полосы ткани в направлении утка P_{py} , Н	950,92	916,37	689,87	957,72	773,52	784,06
Разрывное удлинение полосы ткани в направлении основы ϵ_{po} , %	11,99	10,91	8,36	6,63	6,87	7,51
Разрывное удлинение полосы ткани в направлении утка ϵ_{py} , %	5,41	4,49	3,94	4,40	4,10	4,73
Уработка основных нитей в ткани a_o , %	9,40	8,54	4,24	3,30	2,94	3,02
Уработка уточных нитей в ткани a_y , %	1,06	1,04	0,96	1,34	1,44	1,22

ВЫВОДЫ

1. Теоретически доказана возможность переработки углеродной пряжи на ткацком станке на основе расчета критерия длительной прочности В.Москвитина.

2. Проанализирована напряженность заправки арамидных тканей различного переплетения на ткацком станке; установлено, что наиболее напряжена заправка при изготовлении тканей полотняного переплетения, при использовании более длинных перекрытий нитей в раппорте переплетения напряженность заправки снижается.

3. Определены свойства арамидных тканей различного переплетения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев С.Д., Мартынова А.А., Юхин С.С., Власова Н.А. Методы и средства исследования технологических процессов в ткачестве. Монография. – М.: МГТУ им.А.Н.Косыгина, 2003.
2. Николаев С.Д., Ковалева О.В., Ликучева А.А., Николаева Н.А., Рыбаулина И.В. Проектирование технологии тканей заданного строения. Монография. – М.: МГТУ им.А.Н.Косыгина, 2007.
3. Николаев С.Д., Слугин А.И. // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №3.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 01.02.08.

ИССЛЕДОВАНИЕ СМАТЫВАНИЯ НИТИ ОСНОВЫ С ТКАЦКОГО НАВОЯ ПРИ ВЫРАБОТКЕ ТКАНЕЙ ИЗ НАТУРАЛЬНОГО ШЕЛКА

О.А. АХУНБАБАЕВ

(Узбекский научно-исследовательский институт натуральных волокон)

В период рыночной экономики основной задачей является повышение эффективности выработки тканей из натурального шелка на бесчелночных ткацких станках.

Ткани из натурального шелка в основном вырабатываются на механических ткацких станках Дидерикс и ТМ-61.

Достоинством бесчелночного ткацкого станка, по сравнению с челночным, является улучшение условий формирования ткани, способствующее снижению обрывности основных и уточных нитей, так как уменьшается ход берда, что приводит к сокращению количества истирающих воздействий берда на нить, и уменьшается высота зева, которая обеспечивает снижение величины абсолютной деформации основных нитей в момент зевобразования.

Однако с переводом выработки тканей из натурального шелка на станки типа СТБ обрывность основных нитей не уменьшается, что оказывает отрицательное влияние на качество ткани и технико-экономические показатели станка [1].

В настоящей работе рассматривается положение ткацкого навоя по глубине станка, который является одним из определяющих факторов эффективности ткацкого станка и оказывает влияние на конструктивно-заправочную линию станка, упругую систему заправки и работу механизма отпуска и натяжения основы.

На рис.1 приведена схема положения ткацкого навоя по глубине механического ткацкого станка. Как видно из рисунка, оси вращения ткацкого навоя и скало находятся на одной вертикальной оси, что способствует обеспечению положительного угла θ по мере срабатывания ткацкого навоя при условии $d_{cm} > r$.

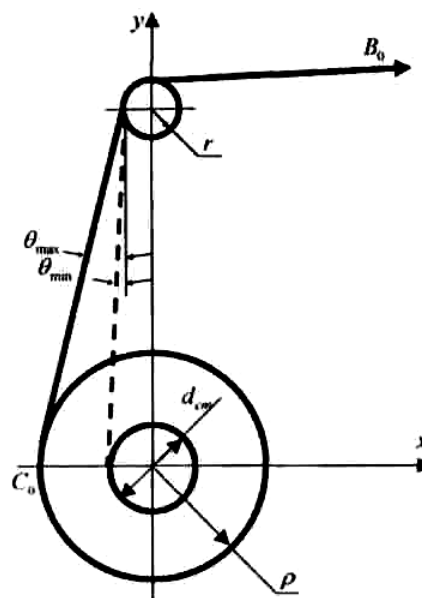


Рис. 1

При проектировании ткацкого станка типа СТБ для выработки ткани высокой линейной плотности, с целью увеличения емкости ткацкого навоя, диаметр фланца навоя предусмотрен 600, 700 и 800 мм.

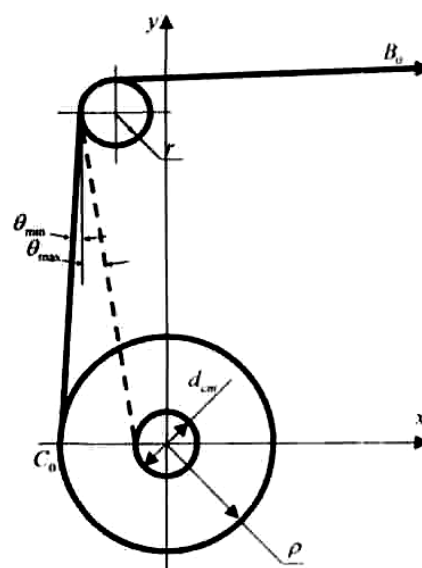


Рис. 2

Для того, чтобы не увеличивать габаритные размеры станка, ткацкий навой смещен во внутрь станка (рис. 2).

Рассмотрим методику аналитического определения равнодействующих сил натяжения нити основы на скало.

Выбираем прямоугольную систему координат xOy , в которой начало координат O совпадает с точкой O_H , соответствующей оси вращения ткацкого навоя.

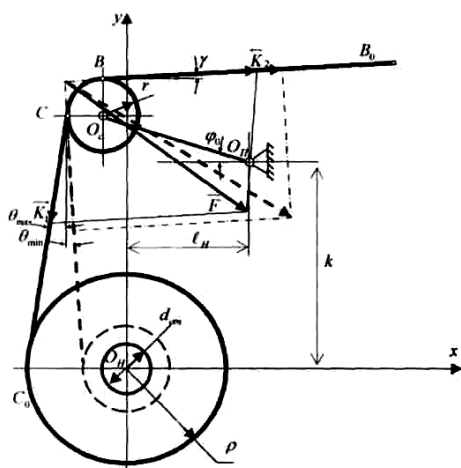


Рис. 3

Введем обозначения параметров (рис.3): l_n – расстояние по горизонтали между осями O_{II} и O_H подскарины и навоя; k – расстояние по вертикали между осями O_{II} и O_H подскарины и навоя; B_0 – точка, определяющая положение ценовых прутков; $\gamma = \angle B_0 B_x$ – угол наклона нити

$$\bar{F} = \bar{K}_1 + \bar{K}_2 = \{K_2 \cos \gamma - K_1 \sin \theta; -(K_2 \sin \gamma + K_1 \cos \theta)\}$$

и далее, используя известную теорему:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(K_2 \cos \gamma - K_1 \sin \theta)^2 + (K_2 \sin \gamma + K_1 \cos \theta)^2} = \\ = \sqrt{K_2^2 \cos^2 \gamma - 2K_2 K_1 \cos \gamma \sin \theta + K_1^2 \sin^2 \theta + K_2^2 \sin^2 \gamma + 2K_2 K_1 \sin \gamma \cos \theta + K_1^2 \cos^2 \theta}$$

с учетом $\cos^2 \gamma + \sin^2 \gamma = 1$:

$$F = \sqrt{K_2^2 + K_1^2 - 2K_1 K_2 (\sin \theta \cos \gamma - \cos \theta \sin \gamma)}.$$

основы к оси O_x , определяющий положение ценовых прутков по вертикали; r – радиус скала; $R = O_{II} O_C$ – расстояние между осями O_{II} подскарины и O_C скала; ρ – радиус намотки основы на навое; φ_0 – начальное значение угла между прямой $O_{II} O_C$ и осью O_x , определяющее положение кронштейнов скала по вертикали; $\theta = \angle C_0 C(-y)$ – центральный угол – угол между вертикалью и нитями основы в зоне навой – скало; $d_{ст}$ – диаметр ствола ткацкого навоя; \bar{K}_1 и \bar{K}_2 – статические составляющие натяжения нити основы в зоне навой – скало и скало – ценовые прутки; \bar{F} – равнодействующая сила.

Для определения равнодействующей силы \bar{F} спроектируем статические составляющие на оси координат:

$$\begin{aligned} \bar{K}_1 &= K_1 \{-\sin \theta; -\cos \theta\}, \\ \bar{K}_2 &= K_2 \{\cos \gamma; -\sin \gamma\}. \end{aligned} \quad (1)$$

Запишем эти уравнения в виде

$$\begin{aligned} \bar{K}_1 &= \{-K_1 \sin \theta; K_1 \cos \theta\}, \\ \bar{K}_2 &= \{K_2 \cos \gamma; -K_2 \sin \gamma\}. \end{aligned}$$

Сложив уравнения по членно, получим:

Отсюда

$$F = \sqrt{K_1^2 + K_2^2 - 2K_1K_2\sin(\theta - \gamma)}. \quad (2)$$

Рассмотрим некоторые частные случаи.

1. $\theta = \gamma = 0$, тогда:

$$\sin 0 = 0,$$

значит:

$$F = \sqrt{K_1^2 + K_2^2}. \quad (3)$$

2. $\gamma = 0$; $\theta \neq 0$.

Здесь могут быть два варианта:

I. $\theta < 0$ с учетом $\sin(-\theta) = -\sin\theta$

$$F = \sqrt{K_1^2 + K_2^2 + 2K_1K_2\sin|\theta|}. \quad (4)$$

II. $\theta > 0$

$$F = \sqrt{K_1^2 + K_2^2 - 2K_1K_2\sin\theta}. \quad (5)$$

III. $\gamma \neq 0$; $\theta = 0$

$$F = \sqrt{K_1^2 + K_2^2 + 2K_1K_2\sin\gamma}. \quad (6)$$

Анализируем полученные уравнения.

Уравнение (3) получается в том случае, когда уровень ценовых прутков по горизонтали находится на одном уровне со скалом, что зависит от установки запорочных параметров ткацкого станка.

Угол $\theta = 0$, когда точки S_0 и S совпадают на одном уровне по вертикали. Такой случай может наблюдаться при срабатывании нитей основы на навое. При дальнейшем его срабатывании знак угла θ переходит в отрицательный. Это приведет к увеличению силы \bar{F} .

Благоприятное условие для сматывания нити основы за цикл тканеформирования и по мере срабатывания основы создается, когда $\gamma = 0$, $\theta > 0$ (уравнение (5)).

Методом тензометрии и последующего расчета получили числовые значения равнодействующей силы \bar{F} :

– для станка СТБ, так как $\theta < 0$:

$$F = \sqrt{K_1 + K_2 + 2K_1K_2\sin|\theta|} = 31 \text{ сН},$$

– для станка ТМ-61, $\theta > 0$:

$$F = \sqrt{K_1 + K_2 - 2K_1K_2\sin|\theta|} = 27 \text{ сН}.$$

Отсюда следует, что положение ткацкого навоя должно обеспечивать условие $\theta > 0$.

Анализ показывает, что положение навоя по глубине ткацкого станка СТБ не создает нормальных условий формирования ткани из натурального шелка, особенно креповых тканей. Из-за небольшого диаметра намотки нити основы на навое центральный угол θ получается отрицательным. Это приводит к увеличению действующей на кронштейны скала равнодействующей силы \bar{F} (рис.3). Диаметр ствола навоя (150 мм) не обеспечивает положительного значения центрального угла θ , что также приводит к увеличению равнодействующей силы.

ВЫВОДЫ

1. Проведен анализ положения навоя по глубине ткацкого станка при выработке тканей из натурального шелка.

2. На станке ТМ-61 оси вращения ткацкого навоя и скало по глубине станка находятся на одной вертикальной оси, что способствует обеспечению положительного значения центрального угла θ по мере срабатывания ткацкого навоя.

3. На станках типа СТБ оси вращения ткацкого навоя и скало не находятся на одном уровне по глубине станка.

4. При выработке тканей из натурального шелка на станках СТБ, из-за небольшого диаметра намотки нити основы на навое, центральный угол θ получается отрицательным, что приводит к увеличению действующей на кронштейны скала равно-

действующей силы.

5. При выработке тканей из натурального шелка на станках СТБ диаметр ствола навоя (150 мм) не обеспечивает положительного значения центрального угла θ , что также приводит к увеличению действующей на кронштейны скала равнодействующей силы.

6. По сравнению со станком ТМ-61 на станке СТБ значение равнодействующей силы больше, что создает более жесткие условия работы скала и неблагоприятные условия тканеформирования.

7. Для обеспечения стабильных условий работы станка необходимо разработать такие технические решения, которые обеспечивали бы положительный цен-

тральный угол θ и постоянство его значения, то есть $\theta > 0$ и $|\theta| = \text{const}$.

8. Полученные результаты работы могут быть применены при разработке новых типов ткацких станков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алимбаев Э.Ш., Ахунбабаев О.А., Рахимходжаев Г.А., Лукманов Х.Н., Абдурахимова О.М. Расширение ассортимента и пути улучшения качества тканей из натурального шелка. –М.: ЦНИИ-ТЭИлегпром, 1990.

Рекомендована Ученым советом Узбекского научно-исследовательского института натуральных волокон. Поступила 01.02.08.

УДК 547.979.733

**СИНТЕЗ НОВЫХ БЕНЗОЗАМЕЩЕННЫХ КРАСИТЕЛЕЙ
ТЕТРАБЕНЗОПОРФИРИНОВОГО РЯДА**

Д.Э. ЧУМАКОВ, А.В. ХОРОШУТИН, К.И. КОБРАКОВ, А.В. АНИСИМОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А. Н. Косыгина,
Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова)

Благодаря своим уникальным оптическим и электрохимическим свойствам порфирины, фталоцианины и соединения на их основе имеют очень широкий спектр применения и являются объектами интенсивного изучения в течение многих лет. Порфирины интересны как элементы ионных и молекулярных сенсоров, систем, обладающих нелинейно-оптическими свойствами, лекарств для фотодинамической терапии рака [1]. Фталоцианиновые красители и пигменты обладают комплексом свойств (высокая устойчивость к действию света и другим физико-химическим воздействиям, чистые цвета широкой световой гаммы и др.), определяющих их востребованность рядом отраслей промышленности: текстильная и легкая, полиграфическая, лакокрасочная, промышленность резин и пластических масс и т.д. [2].

Тетрабензопорфирины, порфирины с расширенной ароматической системой, совмещающие в себе структурные особенности порфиринов и фталоцианинов, являются малоисследованными объектами с интересными оптическими свойствами и поэтому представляют собой перспективные объекты для изучения.

В настоящей статье представлен метод региоселективного бромирования тетрафенилтетрабензопорфирината палладия (далее PdPh₄TBP или порфирин, 1) и пока-

зана возможность его дальнейшего модифицирования в реакциях палладий-катализируемого кросс-сочетания.

Ранее нами была показана возможность использования системы тетраметиламмоний бромид/бром в качестве бромирующего агента для проведения селективного бромирования тетрафенилтетрабензопорфирината палладия и получения октабром-замещенного производного (1, R₁-R₈ = Br) [3].

На рис. 1 представлены производные PdPh₄TBP, полученные в ходе работы¹.

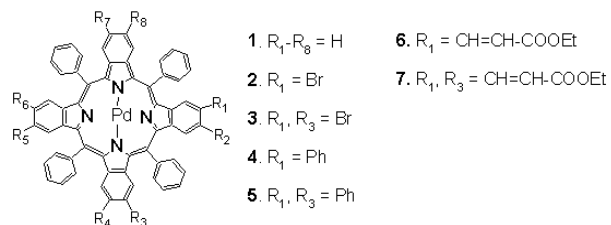


Рис. 1

Введение бромид-заместителя происходило исключительно в бензотолуола, аннелированные к основному порфириновому ядру. Образование октазамещенного производного достигалось введением в реакцию большого избытка брома. Целью данной работы явилось исследование взаимодействия порфирина с чистым тетраметиламмоний трибромидом.

¹ Здесь и далее под дизамещенными соединениями 3, 5 и 7 следует понимать смеси всех возможных дизамещенных изомеров с соответствующим заместителем. В каждом случае на рисунке изображен только один из возможных пяти изомеров.

Бромирование проводили при кипячении исходного вещества в выбранном растворителе, варьируя количество бромирующего агента, время реакции и способ прибавления растворителя.

По данным масс-спектрометрии с лазерной десорбционной ионизацией (ЛДИ), во всех опытах образовывалась смесь исходного порфирина и его моно- и дизамещенных производных (соединения 2 и смесь соединений 3 соответственно), что вытекает как из пиков в масс-спектре, так и из их изотопного распределения, полностью совпадающего с расчетным.

Предполагая, что в условиях измерения испарение и ионизация бромидов, обладающих близкими электронными спектрами поглощения и молекулярными массами, одинаковы, мы измеряли количества веществ в смеси исходя из площадей соответствующих пиков в масс-спектре.

Полученные результаты показали, что, в отличие от системы тетрабутиламмоний бромид – бром [3], реакция протекает в основном как монобромирование. Наибольшее содержание монобромпроизводного достигается при использовании избытка бромирующего агента, в 2...4 раза превышающего количество порфирина, а также при его постепенном прибавлении. При использовании хлористого метилена вместо хлороформа происходило резкое снижение скорости реакции.

Высокие выходы данной реакции позволяют считать предложенный метод бромирования перспективным для получения монобромированных тетрабензопорфиринов как синтетических блоков при получении более сложных тетрабензопорфирин-содержащих систем или модифицированных тетрабензопорфиринов, так как последовательность бромирования/палладий-катализируемое кросс-сочетание является одной из наиболее часто используемых при получении новых молекул и молекулярных систем, содержащих порфириновые фрагменты [4], [5].

В настоящем исследовании в реакции кросс-сочетания Сузуки и Хека вводили

неразделенную смесь исходного монобромированного и дибромированного порфиринов, содержащую 67% монобромзамещенного PdPh₄TBP. Это позволяло избежать проведения колоночной хроматографии после стадии бромирования, а также выделить в результате продукты замещения дибромированного порфирина.

Для проведения реакции Сузуки использовали методику, представленную в [6]. В результате реакции бромированного PdPh₄TBP с фенилбороновой кислотой была получена смесь, не содержащая бромированных порфиринов согласно ТСХ. Масс-спектрометрия ЛДИ показала наличие трех молекулярных пиков, соответствующих небромированному порфирину, изначально присутствовавшему в смеси, а также моно- и дифенилзамещенным порфиринам (соединения 4 и 5 соответственно). Изотопное распределение пиков соответствует экспериментально рассчитанному.

В реакцию Хека с бромированным PdPh₄TBP вводили этилакрилат по методике [7], ранее использовавшейся в аналогичной реакции со смесью полибромированных тетрабензопорфиринов [8]. ТСХ и масс-спектрометрия ЛДИ реакционной смеси показали, что в смеси продуктов реакции присутствуют в основном моно- и диакрилзамещенные порфирины (соединения 6 и 7 соответственно).

Изучение спектров электронного поглощения в УФ- и видимой областях PdPh₄TBP(1) и его замещенных производных (2...7) (табл. 1) показывает, что введение электронакцепторных заместителей в бензо-кольца порфирина сдвигает максимумы поглощения в сторону больших длин волн и изменяет соотношения интенсивностей полос Sor_ε/Q.

Таким образом, в данном исследовании показана возможность направленного влияния на оптические свойства тетрабензопорфиринов введением различных заместителей в аннелированные бензольные кольца.

№ соединения	Соединение	λ_{\max}^* (Сорэ, Q)	Отношение интенсивностей λ_{\max} Сорэ/Q
1	PdPh ₄ TBP	441, 627	2,66
2	PdPh ₄ TBP-Br	442, 628	2,94
3	PdPh ₄ TBP-(Br) ₂	443, 628	2,98
4	PdPh ₄ TBP-Ph	444, 631	2,71
5	PdPh ₄ TBP-(Ph) ₂	446, 634	2,42
6	PdPh ₄ TBP-CH=CHCOOEt	449, 639	2,94
7	PdPh ₄ TBP-(CH=CHCOOEt) ₂	455, 644	2,82

Примечание. * – растворитель CH₂Cl₂

В работе использовали растворители Acros Organics, очищенные при помощи литературных методик [9]. Реагенты были получены в фирмах Sigma-Aldrich, Acros Organics и Реахим, PdPh₄TBP был получен по методике, приведенной в работе [10]. Спектры ЯМР снимали на приборе Bruker Avance-400, спектры поглощения в УФ- и видимой области – на спектрофотометре Agilent 8453, масс-спектры ЛДИ – на приборе Bruker Autoflex II, оснащенный азотным лазером и времяпролетным анализатором.

Синтез 2²-бром-5,10,15,20-тетрафенилтетрабензопорфирината палладия (2), 2²,7²-дибром-5,10,15,20-тетрафенилтетрабензопорфирината палладия¹ (3).

В трехгорлой круглодонной колбе, снабженной обратным холодильником, растворили 0,053 г (5,7·10⁻⁵ моль) PdPh₄TBP. После начала кипячения добавили 0,045 г (1,4·10⁻⁴ моль, 2,5 экв) Me₄NBr₃ порциями по 3...5 мг каждые 20...40 минут в течение 8 ч. После прибавления последней порции кипятили еще час. После этого промыли реакционную смесь водой и насыщенным водным раствором NaCl и высушили над Na₂SO₄. Получили 0,05 мг смеси, содержащей 67% монобромированного образца. Для получения спектральных данных при помощи колоночной хроматографии (силикагель, CCl₄/гексан : 4/1) были выделены фракции, содержащие моно- и дифе-

нилпорфирины массой 0,005 г и 0,002 г соответственно. МЛДИ, m/z вычислено для 2 998,10, найдено 997,98, m/z вычислено для 3 1076,01, найдено 1075,89. Спектры электронного поглощения приведены в табл. 1, соединения 2, 3.

Синтез 2²-фенил-5,10,15,20-тетра-енилтетрабензопорфирината палладия (4) и 2²,7²-дифенил-5,10,15,20-тетрафенилтетрабензопорфирината палладия (5)

В 5-мл колбе смешали 0,05 г (5·10⁻⁵ моль) PdPh₄TBP-Br, 0,03 г (2,5·10⁻⁵ моль) Pd(PPh₃)₄, 0,07 г (5·10⁻⁴ моль) K₂CO₃, 0,122 г (0,001 моль) фенилбороновой кислоты. Продули колбу азотом, добавили 5 мл толуола. Перемешивали при 90°C в течение 48 ч. После этого добавили 10 мл хлороформа, промыли водой и насыщенным водным раствором NaCl, высушили над Na₂SO₄. Получили 0,048 г смеси, содержащей 70% монофенил- и 3%-дифенилзамещенных порфиринов. Для получения спектральных данных при помощи колоночной хроматографии (силикагель, CCl₄/гексан : 4/1) были выделены фракции, содержащие моно- и дифенилпорфирины массой 0,007 г и 0,006 г соответственно. МЛДИ, m/z вычислено для 4 994,22, найдено 994,15, m/z вычислено для 5 1070,25, найдено 1070,41. Спектры электронного поглощения представлены в табл. 1, соединения 4, 5.

¹Здесь и в следующем синтезе отображены названия только одного из пяти возможных изомеров дизамещенного PdPh₄TBP, вероятно, присутствующих в смеси продуктов реакции.

Синтез 2²-(3-этокси-3-оксо-проп-2-ен-1-ил)-5, 10, 15, 20-тетрафенилтетрабензопорфирина палладия (6), 2²,7²-ди(3-этокси-3-оксо-проп-2-ен-1-ил)-5,10,15,20-тетрафенилтетрабензопорфирина палладия (7)

В 5-мл колбе смешали 0,023 г ($2,3 \cdot 10^{-5}$ моль) PdPh₄TBP-Br, 0,001 г ($4,6 \cdot 10^{-5}$ моль) Pd(OAc)₂, 0,170 г ($5,3 \cdot 10^{-4}$ моль) NBU₄Br, 0,168 г ($1,2 \cdot 10^{-3}$ моль) K₂CO₃. Продули колбу азотом, добавили 4 мл ДМФ, перемешивали при продувании азотом 10 минут. Затем добавили 0,122 г ($1,2 \cdot 10^{-3}$ моль) этилакрилата и поместили в предварительно разогретую до 85°C баню. Подняли температуру до 105°C, перемешивали при данной температуре 72 ч. После окончания реакции добавили 10 мл хлороформа, промыли водой и насыщенным водным раствором NaCl, высушили над Na₂SO₄. Получили 0,18 г смеси, содержащей 74% моноакрилзамещенного и 13% диакрилзамещенного порфиринов. При помощи колоночной хроматографии (силикагель, CCl₄/гексан : 4/1) были выделены фракции, содержащие моноакрилпорфирин массой 0,013 г и диакрилпорфирин массой 0,005 г. МЛДИ, m/z вычислено для 6 1016,23, найдено 1016,14, вычислено для 7 1114,26 найдено 1114,07. Спектры электронного поглощения представлены в табл. 1, соединения 6, 7.

ВЫВОДЫ

Разработан метод получения монобромованного PdPh₄TBP и показана возможность синтеза на его основе новых производных реакциями палладий-катализируемого кросс-сочетания с высоким выходом. Установлено, что замещение

атома брома на органические радикалы в синтезированных производных приводит к смещению максимумов в электронных спектрах поглощения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Kadish K.M., K.M. Smith and Guillard R.* The Porphyrin Handbook. Volume 6 / Applications: Past, Present and Future. – 2000, San Diego: Academic Press.
2. *Стенанов Б.И.* Введение в химию и технологию органических красителей. – М.: Химия, 1971.
3. *Хорошутин А.В. и др.* Региоселективное бромирование тетрафенилтетрабензопорфирина палладия. Синтез нового октабромида ряда тетрафенилтетрабензопорфирина // Журнал общей химии. – 2007, №77. С.1909...1914.
4. *Setsune J.-i.* Palladium chemistry in recent porphyrin research // Journal of Porphyrins and Phthalocyanines. – 8, 2004. P.93...102.
5. *Sharman W.M. and J.E. Van Lier.* Use of palladium catalysis in the synthesis of novel porphyrins and phthalocyanines // Journal of Porphyrins and Phthalocyanines. – 4, 2000. P.441...453.
6. *Chan K.S. et al.* Synthesis of Beta-Aryl Substituted Porphyrins by Palladium Catalyzed Suzuki Cross-coupling Reaction. Tetrahedron. – 51(11), 1995. P. 3129...3136.
7. *Jeffrey T.* Highly stereospecific palladium-catalysed vinylation of vinylic halides under solid-liquid phase transfer conditions. Tetrahedron Letters. – 26(22), 1985. P. 2667.
8. *Khoroshutin A.V., S.A. Vinogradov and D.F. Wilson.* ACS National Meeting. – 1998: Dallas, US. P.49.
9. *Armarego W.L.F. and K.L.L. Chai.* Purification of Laboratory Chemicals. – 2003, Bodmin, Cornwall: MPG Books Ltd.
10. *Finikova O.S. et al.* An expedient synthesis of substituted tetraaryltetrazobenzoporphyrins // Chemical Communications. – 3, 2001. P. 261.

Рекомендована кафедрой органической химии и химии красителей. Поступила 01.02.08.

АНТИСТАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОПОЛИМЕРОВ N, N-ДИМЕТИЛ-N,N-ДИАЛЛИЛАММОНИЙ ХЛОРИДА *

*И.Н. СТАРОВЕРОВА, Н.Н. ГЛАГОЛЕВ, О.Ю. ОСЬКИНА, М.А. КОРДОНСКАЯ,
А.В. КОРШИКОВА, В.И. МАКСИМОВ, С.Ю. ЗАЙЦЕВ, И.В. КУЛЕШОВ*

**(Институт химической физики РАН им. Н.Н.Семенова;
Московская государственная академия ветеринарной медицины
и биотехнологии им. К.И.Скрябина)**

Полимеры N, N-диметил-N,N-диаллил-аммоний хлорида получили широкое применение в текстильной промышленности при производстве антибактериального акрилового волокна в качестве фиксирующего агента при окраске волокна [1], [2]. Производство химических, синтетических и новых видов волокон на основе комплексных нитей выдвигает ряд важных требований к физико-химическим свойствам и к тканям на их основе. Современные материалы, производимые текстильной промышленностью, должны обладать функциональными свойствами, такими как механической прочностью, достаточно высокой химической стабильностью, антистатическими и антибактериальными свойствами. Антибактериальную и антистатическую обработку, как правило, проводят на заключительных отделочных этапах. Однако длительная эксплуатация, стирка, температурная обработка текстильных материалов приводят к потере этих свойств, имеющих важное гигиеническое значение, поэтому получение новых полимерных материалов, с помощью которых текстильные материалы могли бы длительно сохранять антистатические и антибактериальные свойства, представляет большой интерес.

Цель настоящей работы заключалась в получении сополимеров N,N-диметил-N,N-диаллил-аммоний хлорида, обладающих антистатическими свойствами, и изучении физико-механических свойств тка-

ней после обработки этими препаратами.

Сополимеры N, N-диметил-N,N-диаллил-аммоний хлорида и метилметакрилата получали радикальной полимеризацией, используя мономеры N, N-диметил-N,N-диаллил-аммоний хлорида (ДМДААХ), метиловый эфир метакриловой кислоты (ММА) и инициатор – персульфат аммония. Реакцию проводили в запаянной ампуле в среде аргона, в качестве растворителя был взят диметилсульфоксид. Были приготовлены сополимеры с разными соотношениями сомономеров ДМДААХ и ММА (ДМДААХ: ММА).

В качестве объектов для исследования были взяты костюмная тонкосуконная чистошерстяная ткань (ч/ш), имеющая поверхностную плотность 270 г/м², с содержанием шерстяного волокна 95% (артикул 3235-4) и полушерстяная ткань (образец 22-401-03 №202 ЦНИИШерсти), состоящая из 45% шерсти и 55% полиэфирного волокна с поверхностной плотностью 161 г/м², ковровое покрытие (100 % полиамид, производство Германии, с поверхностной плотностью полиамидного волокна 720 г/м²).

Были исследованы разрывная нагрузка и удлинение при разрыве на разрывной машине РТ-250 М по ГОСТу 3813–72, стойкость к истиранию – на приборе ТИ-1 М по ГОСТу 9913–90, изменение линейных размеров по ГОСТу 30157.1–95 у исходных образцов и образцов тканей, обработанных полученными антистатическими средствами.

* Авторы благодарны ст. преподавателю Н.П.Подлесных и дипломнику Ю. Нарушевич (кафедра товароведения и технологии сырья животного происхождения МГАВМ и Б им. К.И.Скрябина) за помощь в определении физико-механических свойств шерстяных тканей.

Для пропитки тканей растворами полученных сополимеров ткань размером 250 x 250 мм помещали в ванночку с плотной крышкой и держали в течение 30 минут в 0,5 %-ном растворе сополимера ММА и ДМДААХ. Ковровое покрытие пропитывали 1 % раствором. Масса сополимера составляла 0,5 % от массы образца для тканей и 1 % – для коврового покрытия. После того как образец ткани (коврового покрытия) полностью вбирал в себя раствор, его высушивали при комнатной температуре до постоянного веса.

Образцы тканей и коврового покрытия до и после пропитки растворами сополимеров исследовали на электризуемость. Для этого их заряжали по методике [3] зарядами статического электричества при

напряжении 18,2 кВ на металлическом электроде, имеющем одинаковый размер с образцами тканей, и проводили исследование кинетики разряда. Величину напряженности электростатического поля определяли прибором ИЭЗ-П.

В табл. 1 приведены физико-механические свойства чистошерстяной (арт. 3235-4, вариант 1) и полушерстяной (образец 22-401-03 №202 ЦНИИШерсти, вариант 2) ткани. За окончательный результат принимали среднее арифметическое значение результатов испытания. Относительная погрешность не превышала 2,5...3,9% при определении разрывных характеристик; 7,9...10,0% – при определении устойчивости к истиранию.

Т а б л и ц а 1

Показатели, размеры образцов		варианты тканей	
		1	2
Плотность:	по основе	268	142
	по утку	256	117
Разрывная нагрузка (50x100 мм), Н:	по основе	206,3	470,6
	по утку	197,8	310,2
Разрывное удлинение (50x100 мм), %:	по основе	23,0	27,2
	по утку	24,5	32,1
Устойчивость к истиранию (80 мм):	циклы тыс.	2,5	4,6
Усадка после замачивания (250 x250 мм), %:	по основе	3,8	2,5
	по утку	4,5	3,6

Разрывные характеристики исследуемых тканей после пропитки определяли только в направлении основы.

В табл. 2 приведены физико-механические показатели чистошерстяной

(артикул 3235-4, вариант 1) и полушерстяной (образец 22-401-03 №202 ЦНИИШерсти, вариант 2) ткани после пропитки растворами сополимеров ММА и ДМДААХ.

Т а б л и ц а 2

№	Показатели	Соотношение ММА:ДМДААХ, (варианты)				
		1:0,5 (1)	1:1 (2)	1:1,5 (3)	1:2 (4)	1:3 (5)
1	Разрывная нагрузка, Н	200,5	229,5	210,3	231,7	245,0
	Разрывное удлинение, %	25,5	25,0	26,5	25,5	27,5
	Устойчивость к истиранию, циклы тыс.	2,7	3,0	3,1	3,3	3,2
	Усадка после замачивания, %:					
	по основе	2,7	1,8	1,5	1,5	2,3
	по утку	3,3	2,3	2,1	2,0	2,6
2	Разрывная нагрузка, Н	503,7	559,3	547,5	534,6	587,7
	Разрывное удлинение,	28,5	29,1	30,0	28,3	27,5
	Устойчивость к истиранию, циклы тыс.	5,0	5,3	5,5	5,5	5,8
	Усадка после замачивания, %:					
	по основе	2,3	2,3	2,0	2,2	2,1
	по утку	3,3	3,0	3,0	3,1	3,0

Табл. 1 и 2 показывают, что при пропитке ч/ш и п/ш тканей растворами сополимеров ДМДААХ и ММА значительно увеличиваются прочностные свойства тканей: разрывная нагрузка, а также устойчивость к истиранию.

Сравнение антистатических свойств полученных сополимеров проводили по результатам кинетики разряда. Величина напряженности электростатического

поля уменьшается со временем согласно уравнению:

$$E = E_0 \cdot e^{-t/\tau}, \text{ или } \lg(E_t/E_0) = -0,434 t/\tau,$$

где E – напряженность электростатического поля на поверхности ткани или коврового покрытия в данный момент времени; E_0 – напряженность электростатического поля при $t = 0$; τ – постоянная утечки заряда.

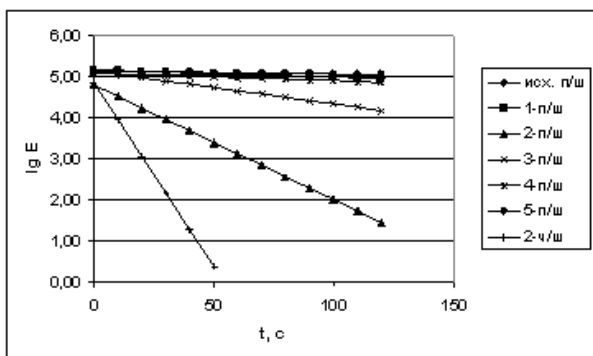


Рис. 1

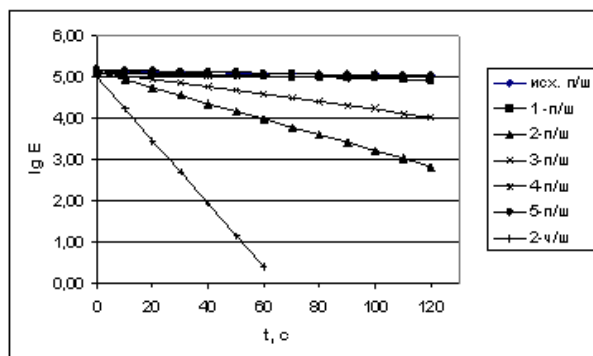


Рис. 2

Из рис. 1 (вид линейных уравнений кинетики разряда (отрицательный заряд) для тканей с пропиткой продуктами сополимеризации ДМДААХ и ММА (1) – 1:0,5; (2) – 1:1; (3) – 1:1,5; (4) – 1:2; (5) – 1:3 и без пропитки) и 2 (вид линейных уравнений кинетики разряда (положительный заряд) для тканей с пропиткой продуктами со-

лимеризации ДМДААХ и ММА (1) – 1:0,5; (2) – 1:1; (3) – 1:1,5; (4) – 1:2; (5) – 1:3 и без пропитки) видно, что продукты сополимеризации обладают разными антистатическими эффектами в зависимости от соотношения взятых сомономеров ММА и ДМДААХ.

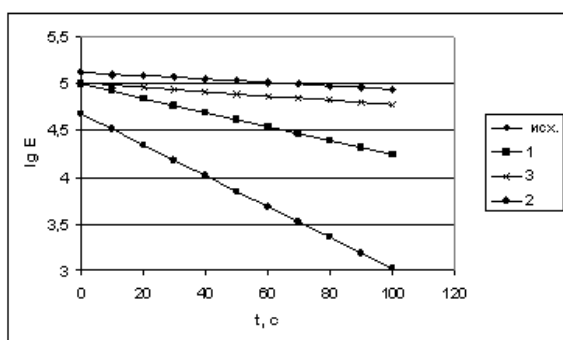


Рис. 3

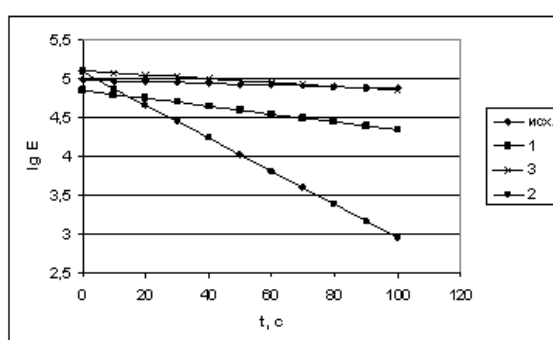


Рис. 4

Наилучшими антистатическими свойствами обладает раствор сополимера с соотношением ММА и ДМДААХ, равным 1:1. Аналогичные результаты получаются при обработке коврового покрытия (100 %

полиамид) растворами сополимеров (рис.3 – вид линейных уравнений кинетики разряда (отрицательный заряд) для коврового покрытия после пропитки продуктами сополимеризации ДМДААХ и ММА (1) –

1:0,5; (2) – 1:1; (3) – 1:1,5 и без пропитки и рис.4 – вид линейных уравнений кинетики разряда (отрицательный заряд) для коврового покрытия после пропитки продуктами сополимеризации ДМДААХ и ММА (1) – 1:0,5; (2) – 1:1; (3) – 1:1,5 и без пропитки).

При пропитке растворами сополимеров с другими соотношениями ММА: ДМДААХ антистатические свойства становятся значительно хуже, однако прочностные характеристики тканей увеличиваются. Способность тканей к усадке после замачивания является отрицательным фактором, ухудшающим качество тканей в швейном производстве. Полимеры на основе ДМДААХ обладают противоусадочными свойствами при обработке шерсти [4], что подтверждается результатами таблиц 1 и 2. При пропитке растворами сополимеров ММА и ДМДААХ усадка ч/ш ткани значительно уменьшается за счет взаимодействия сополимера с кератином шерстяного волокна [4].

ВЫВОДЫ

Растворы сополимеров ДМДААХ и ММА увеличивают прочностные характеристики шерстяных тканей и обладают противоусадочными и антистатическими свойствами. В качестве антистатических средств их можно использовать для снятия статического электричества для полиамидных ковров и ковровых покрытий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бояркина Н.М. и др. // Пластические массы. – 1987, №8. С.17...19.
2. Яп. пат. 78-70178, 1978, 81-128382, 1981.
3. Лычников Д.С., Староверова И.Н., Дмитриева Т.А. // Вестник СПГУТД. – 2006, №12. С.36...40.
4. *Freeland G.N., Guis G.B.* // J. Text. Inst. – V.184, №2, 1984. P. 135.

Рекомендована кафедрой органической и биологической химии МГАВМиБ им. К.И. Скрябина.
Поступила 01.02.08.

УДК [677.026.4:687.076]:629.113

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИГЛОПРОКАЛЫВАНИЯ
ВОЛОКНИСТОГО ХОЛСТА,
СОДЕРЖАЩЕГО РЕГЕНЕРИРОВАННЫЕ ВОЛОКНА И НИТИ**

В.Е. МУРАШОВА, Т.Е. ВОЛОЩИК

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

В производстве нетканых иглопробивных материалов [1], особенно из дорогостоящих видов сырья, для снижения издержек производства целесообразно использовать регенерированные волокна и нити. Однако вложение менее качественного сырья в материал сопряжено с факторами, влияющими на свойства готовых материалов (в первую очередь – прочностные характеристики).

Целью данной работы являлось изучение факторов, влияющих на прочность иглопробивных нетканых материалов, содержащих регенерированные волокна и нити. Это влияние в той или иной степени сказывается на свойствах и структуре нетканого иглопробивного материала.

Известно, что наибольшее влияние на свойства иглопробивного материала оказывает плотность прокалывания. Для вывода зависимости прочности материала, содержащего регенерированные волокна и нити, от плотности прокалывания рассмотрим силы, возникающие в сечении макроэлемента структуры материала под действием сил растяжения (рис. 1 – сечение макроэлемента структуры иглопробивного материала).

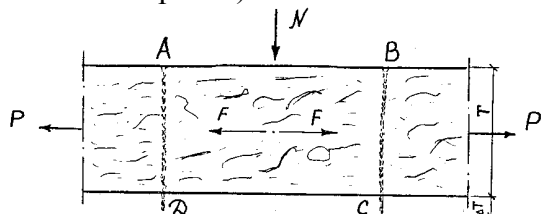


Рис. 1

Под действием силы тяги $F_{\text{тяги}}$ в макроэлементе структуры материала возникает

сила нормального давления N , вследствие сжатия макроэлемента. Сила нормального давления N вызывает силу сопротивления $F_{\text{сопр}}$, которая характеризуется возникающими силами трения между отдельными волокнами.

В векторном виде:

$$\vec{F}_{\text{тяги}} + \vec{F}_{\text{сопр}} + \vec{mg} + \vec{m}'g + \vec{F}_N = 0. \quad (1)$$

I закон Ньютона в скалярном виде:

$$F_{\text{тяги}} = F_{\text{сопр}}, \quad (2)$$

$$mg + m'g = F_N, \quad (3)$$

где m, m' – масса материала соответственно без вложения и с вложением регенерированных волокон и нитей, g – коэффициент свободного падения, m/c^2 ; F_N – сила реакции опоры, N .

По аналогии с силой трения $F_{\text{тр}}$ сила сопротивления $F_{\text{сопр}}$ прямо пропорциональна силе нормального давления N холста на движущийся транспортер:

$$F_{\text{сопр}} = \mu N, \quad (4)$$

где μ – коэффициент трения.

Согласно III закону Ньютона сила нормального давления N холста на движущийся транспортер численно равна силе, с которой транспортер "давит" на холст, то есть силе реакции опоры F_N :

$$N = F_N, \quad (5)$$

$$F_{\text{сопр}} = \mu F_N, \quad (6)$$

$$F_{\text{тяги}} = \mu F_N = \mu (m + m')g. \quad (7)$$

Силу реакции опоры можно выразить так:

$$F_N = f(\gamma(\text{const}), g(\Pi), \Pi), \quad (8)$$

где γ – постоянная величина, характеризующая влияние на силу фиксированных на каком-либо уровне факторов.

Так как выражение (8) представляет собой неявную зависимость, то необходимо перейти к дифференциальному уравнению:

$$dF_{\text{тяги}} = \mu dF_N, \quad (9)$$

которое следует из уравнения (6).

Дифференциал dF_N , учитывая функциональную зависимость (8), имеет вид:

$$dF_N = \frac{\partial F_N}{\partial \gamma} d\gamma + \frac{\partial F_N}{\partial m} \frac{\partial m}{\partial \Pi} d\Pi + \frac{\partial F_N}{\partial m'} \frac{\partial m'}{\partial \Pi} d\Pi + \frac{\partial F_N}{\partial \Pi} d\Pi. \quad (10)$$

Так как $\gamma = \text{const}$, то $d\gamma = 0$. Следовательно:

$$dF_N = \left[\frac{\partial F_N}{\partial m} \frac{\partial m}{\partial \Pi} + \frac{\partial F_N}{\partial m'} \frac{\partial m'}{\partial \Pi} + \frac{\partial F_N}{\partial \Pi} \right] d\Pi. \quad (11)$$

Из экспериментальных исследований влияния плотности прокалывания на прочность иглопробивного материала известно, что эта зависимость имеет вид:

$$m = m(\Pi) = a + b\Pi - c\Pi^2, \quad (12)$$

$$m' = m'(\Pi) = d + f\Pi - \chi\Pi^2, \quad (13)$$

где a, b, c, d, f, χ – положительные коэффициенты.

Следовательно:

$$\frac{\partial m}{\partial \Pi} = b - 2c\Pi, \quad (14)$$

$$\frac{\partial m'}{\partial \Pi} = f - 2\chi\Pi. \quad (15)$$

Подставляя эти выражения в уравнение (11), имеем:

$$dF_N = \left[b \frac{\partial F_N}{\partial m} + \frac{\partial F_N}{\partial \Pi} \right] d\Pi - 2c \frac{\partial F_N}{\partial m} \Pi d\Pi + \left[f \frac{\partial F_N}{\partial m'} + \frac{\partial F_N}{\partial \Pi} \right] d\Pi - 2\chi \frac{\partial F_N}{\partial m'} \Pi d\Pi. \quad (16)$$

Учитывая уравнение (9), при

$$\beta_1 = \mu \left[b \frac{\partial F_N}{\partial m} + \frac{\partial F_N}{\partial \Pi} \right], \quad (17)$$

$$\beta_2 = -\mu c \frac{\partial F_N}{\partial m}, \quad (18)$$

$$\beta_1' = \mu \left[f \frac{\partial F_N}{\partial m'} + \frac{\partial F_N}{\partial \Pi} \right], \quad (19)$$

$$\beta_2' = -\mu \chi \frac{\partial F_N}{\partial m'}. \quad (20)$$

получим

$$dF_N = \beta_1 d\Pi + 2\beta_2 \Pi d\Pi + \beta_1' d\Pi + 2\beta_2' \Pi d\Pi. \quad (21)$$

После интегрирования уравнения (21):

$$F_N = \beta_1 \Pi + \beta_2 \Pi^2 + \beta_1' \Pi + \beta_2' \Pi^2 + \ell. \quad (22)$$

Постоянная интегрирования ℓ находится из условия $\Pi=0, F_N=F_{N_0}$, то есть

$$\ell = F_{N_0},$$

где F_{N_0} – прочность прочесанного волокнистого холста.

Окончательно получим:

$$F_N = F_{N_0} + \beta_1 \Pi + \beta_2 \Pi^2 + \beta_1' \Pi + \beta_2' \Pi^2. \quad (23)$$

Коэффициенты β_1 и β_1' характеризуют прочность иглопробивного материала соответственно без вложения регенерированных волокон и нитей и с учетом вложения регенерированных волокон и нитей при отсутствии вытяжки прочесанного волокнистого холста. Коэффициенты β_2 и β_2' характеризуют потерю прочности иглопробивного материала соответственно без вложения регенерированных волокон и нитей и с учетом вложений регенерированных волокон и нитей за счет уменьшения его массы с увеличением плотности прокалывания.

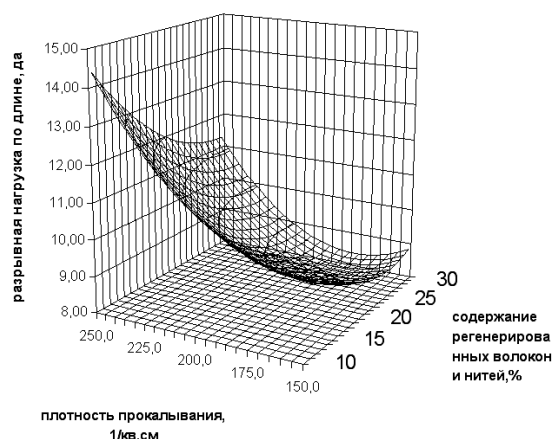


Рис. 2

Как видно из уравнения (23), график зависимости F_N от Π , показанный на рис. 2, должен представлять собой параболу. При увеличении плотности прокалывания от 0 до $\Pi_{кр}$ прочность иглопробивного материала должна увеличиваться, а при дальнейшем увеличении плотности прокалывания – уменьшаться.

Значение $\Pi_{кр}$ можно получить из уравнения (23), для чего следует взять первую производную по прочности и приравнять ее к нулю. В таком случае мы получим выражение:

$$\Pi_{кр} = -(\beta_1 + \beta_1')/2(\beta_2 + \beta_2'). \quad (24)$$

Так как ранее показано, что $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$, $\beta_1' > 0$, $\beta_2' < 0$, то $\Pi_{кр} > 0$.

Подставляя в уравнение (23) выражение $\Pi_{кр}$ из формулы (24), получим максимальное значение прочности материала с учетом вложений регенерированных волокон и нитей:

$$F_{N \max} = F_{N0} - [(\beta_1 + \beta_1')^2]/[4(\beta_2 + \beta_2')]. \quad (25)$$

Из [1] известно: $P_{\max} = P_0 - \beta_1^2/(4\beta_2)$, если холст состоит только из первичных волокон. Сравним $F_{N \max}$ и P_{\max} :

$$(\beta_1 + \beta_1')^2/4(\beta_2 + \beta_2') > \beta_1^2/(4\beta_2).$$

Следовательно:

$$F_{N \max} < P_{\max}.$$

Проведенное теоретическое исследование показало, что вложение регенерированного сырья снижает максимальную прочность иглопробивного материала, поэтому важно определить оптимальный процент вложения регенерированных волокон и нитей в материал с целью не только снижения затрат на сырье, но и сохранения качества готового материала.

Для этого в данной работе по плану Коно-2 был проведен эксперимент, в ходе которого осуществлялось исследование влияния плотности прокалывания и содержания регенерированных волокон и нитей на прочностные характеристики иг-

лопробивного нетканого материала из метаарамидных волокон. В результате были получены уравнения регрессии и построены графические зависимости разрывных нагрузок иглопробивного материала от плотности прокалывания и содержания регенерированных волокон и нитей. (рис. 3). Анализ полученных зависимостей (рис. 2 и 3) показал, что процент вложения в смеску регенерированных волокон и нитей не должен превышать 20%.

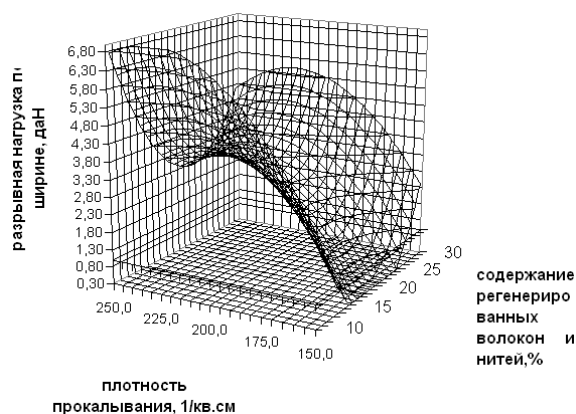


Рис. 3

ВЫВОДЫ

1. Проведен анализ процесса иглопробивания волокнистого холста, содержащего регенерированные волокна и нити, который показал, что их вложение снижает максимальную прочность иглопробивного материала, поэтому важно определить оптимальный процент их вложения в материал.

2. Проведены экспериментальные исследования влияния плотности прокалывания и содержания регенерированного сырья на разрывные характеристики иглопробивного нетканого материала из метаарамидных волокон. Показано, что процент вложения в смеску регенерированного сырья не должен превышать 20%.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Барabanов Г.Л.* Иглопробивной способ производства иглопробивных нетканых материалов // Конспект лекций. – М., РИО МТИ, 1978.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов. Поступила 01.02.08.

ТЕХНОЛОГИЯ РЕГЕНЕРАЦИИ РАВНОМЕРНО ДВИЖУЩЕГОСЯ ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ПОМОЩИ ЛОПАСТНОГО ВАЛА

В.Д. ФРОЛОВ, Н.Г. ЖАРОВА, И.В. ФРОЛОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

Узел разрыхления состоит из пустотелого лопастного вала, на котором закреплены по винтовой линии лопасти, а через внутренний канал вала поступает пар от парогенератора. Технологический процесс предусматривает движение от лопасти к лопасти текстильной смеси вместе с газом. В трубе, заполненной смесью, при $t = 0$ смесь неподвижна. При $t > 0$ при вращении вала и лопастей действует источник колебаний, занимающий лишь малый промежуток длины 2ε и движущийся со скоростью v .

Колебание смеси в трубе, внутри которой расположен коаксиально к ней лопастной вал, описывается уравнением:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = f(x, t),$$

где функция u является решением задачи распространения начальной деформации и скорости при начальных условиях:

$$u|_{t=0} = \frac{\partial u}{\partial t}|_{t=0} = 0.$$

Началом координат выбираем положение центра источника движения:

– при $t = 0$, $f(x, t) = 0$ вне полосы между прямыми (рис.1):

$$x + \varepsilon = vt,$$

$$x - \varepsilon = vt;$$

– для точек x, t между лопастями из этой полосы [1]:

$$f(x, t) = F(t),$$

где $F(t)$ – заданная функция, характеризующая источник поступления смеси в различные моменты времени.

В случае волнового уравнения без дисперсии, то есть, когда $C = 0$, формула при отыскании функции Римана имеет вид:

$$z = \sqrt{(t-r)^2 - \frac{(x-\xi)^2}{a^2}} \quad (1)$$

и равна нулю вдоль обеих характеристик, проходящих через точку $P(\xi, r)$, и вещественна в треугольнике (Δ) . Будем искать v в виде функции z :

$$v = \Phi(z). \quad (2)$$

При этом накладывается условие $v = 1$ на характеристиках через точку $P(\xi, r)$, которое дает

$$\Phi(0) = 1. \quad (3)$$

При условии $\square v = 0$ ограничимся случаем:

$$\square u \equiv \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - cu = f(x, t), \quad (4)$$

где a и c – постоянные.

Таким образом, функция v зависит от координат (ξ, r) точки P как от параметров. Функцию $v(x, t, \xi, r)$ при любых (ξ, r) , удовлетворяющую вышеприведенным условиям, называют функцией Римана дифференциального оператора $\square u$.

При условии $\square v = 0$ найдем производные функции v по t и x при (3):

$$\frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = \Phi'' \left(\frac{\partial z}{\partial t} \right)^2 + \Phi' \frac{\partial^2 z}{\partial t^2} = \Phi'' \frac{(t-r)^2}{z^2} - \Phi' \frac{(x-\xi)^2}{a^2 z^3},$$

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} = \Phi'' \left(\frac{\partial z}{\partial x} \right)^2 + \Phi' \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = \Phi'' \frac{(x-\xi)^2}{a^4 z^2} - \Phi' \frac{(t-z)^2}{a^2 z^3}$$

и

$$\square v = \Phi'' \frac{(t-z)^2 - \frac{(x-\xi)^2}{a^2}}{z^2} + \Phi' \frac{(t-r)^2 - \frac{(x-\xi)^2}{a^2}}{z^2} - c\Phi = \Phi'' + \frac{1}{z}\Phi' - c\Phi.$$

Вследствие этого условие $\square v = 0$, которому должна удовлетворять функция Римана, приводит к обыкновенному дифференциальному уравнению для функции Φ :

$$\Phi'' + \frac{1}{z}\Phi' - c\Phi = 0. \quad (5)$$

Это уравнение цилиндрических функ-

ций нулевого порядка, решение которого, удовлетворяющее начальному условию (3), будет:

$$\Phi(z) = J_0(z\sqrt{-c}) = J(z\sqrt{c}).$$

В силу этого функция Римана рассматриваемого оператора имеет вид:

$$v = J_0 \left(\sqrt{c \left[\frac{(x-\xi)^2}{a^2} - (t-r)^2 \right]} \right) = J_0 \left(\sqrt{c \left[(t-r)^2 - \frac{(x-\xi)^2}{a^2} \right]} \right). \quad (6)$$

В случае волнового уравнения без дисперсии, то есть когда $C = 0$ при $J_0(0) = J_0(0) = 1$:

$$v \equiv 1. \quad (7)$$

Решение задачи Коши будет иметь вид:

$$u(\xi; r) = \frac{u_{Q_1} + u_{Q_2}}{2} + \frac{1}{2a} \int_{Q_1}^{Q_2} \left[\frac{\partial u}{\partial t} dx + a^2 \frac{\partial u}{\partial x} dt \right] + \frac{1}{2a} \iint_{(\Delta)} f(ds), \quad (8)$$

а если начальные условия заданы при $t=0$, то

$$u(\xi; r) = \frac{\varphi(\xi - ar) + \varphi(\xi + ar)}{2} + \frac{1}{2a} \int_{\xi-ar}^{\xi+ar} \psi(x) dx + \frac{1}{2a} \iint_{(\Delta)} f ds. \quad (9)$$

В соответствии с (9) получим:

$$u(\xi; r) = \frac{1}{2a} \iint_D F(t) ds, \quad (10)$$

где (D) – часть полосы, заключенной внутри треугольника (Δ) . В связи с малой шириной 2ε полосы (D) можно приближенно вычислить интеграл по (D) :

где r_1 и r_2 – координаты t точек пересечения прямой $x = vt$ с границами треугольника (Δ) (рис.1).

Если $\xi < -ar$, то прямая не пересечет треугольник: в точке наблюдается отсутствие смеси или нет ее передвижения. Для того, чтобы найти r_1 и r_2 для других положений точки $P(\xi, r)$, необходимо рассмотреть случаи:

$v < a$ – источник движения с медленной скоростью смеси,

$v > a$ – со значительной скоростью смеси.

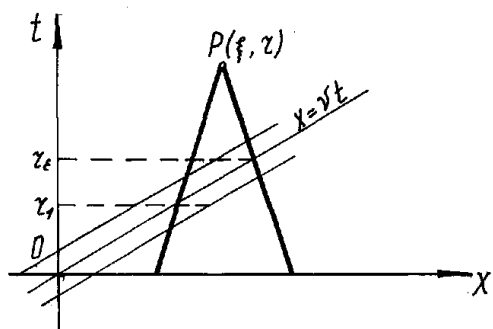


Рис. 1

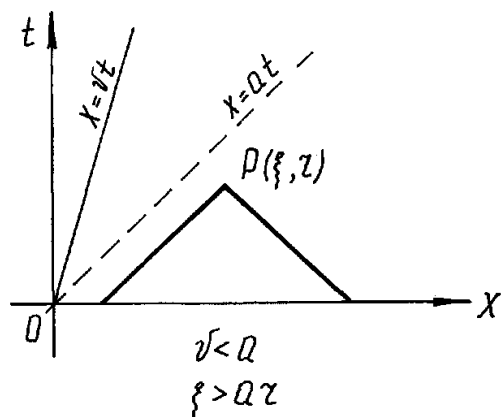


Рис. 2

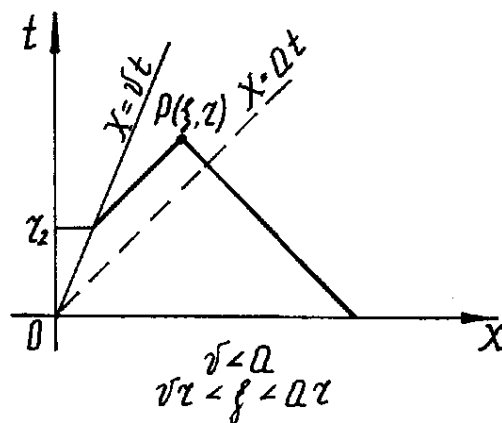


Рис. 3

В первом случае (рис.2) при $\xi > ar$ прямая не пересекает треугольник $x=0$ (смесь не достигла еще точки ξ).

При

$$vr < \xi < ar$$

точка ξ находится впереди источника (рис. 3), но смесь уже ее достигла $r_1 = 0$, а r_2 есть ордината точки пересечения прямой

$$x = vt \quad (11)$$

с характеристикой

$$x - \xi = a(t - r) \quad (12)$$

Из уравнений (11) и (12) находим:

$$r_2 = \frac{ar - \xi}{a - v} \quad (13)$$

При

$$-ar \leq \xi < vt \quad (14)$$

смесь прошла мимо точки ξ и находится впереди ее (рис.4), $r_1 = 0$, а r_2 есть ордината точки пересечения прямой $x = vt$ с характеристикой

$$x - \xi = -a(t - r) \quad (15)$$

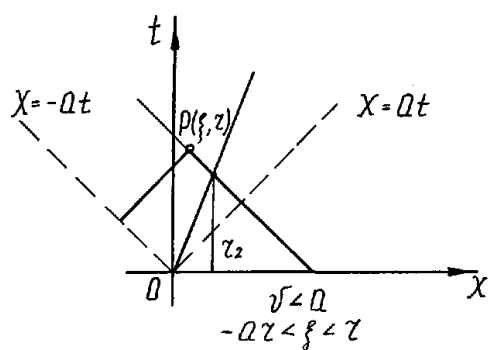


Рис. 4

Решение уравнений прямой и (15) определяется:

$$r_2 = \frac{ar + \xi}{a + v}.$$

Таким образом, при малых скоростях решение имеет вид:

$$u(\xi; r) = \begin{cases} 0 & (\xi < -ar), \\ \frac{\varepsilon}{a} \int_0^{\frac{ar+\xi}{a+v}} F(t) dt & (-ar < \xi < vr), \\ \frac{\varepsilon}{a} \int_0^{\frac{ar-\xi}{a-v}} F(t) dt & (vr < \xi < ar), \\ 0 & (ar < \xi). \end{cases}$$

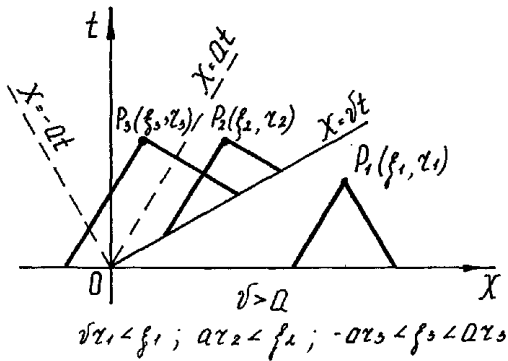


Рис. 5

При высоких скоростях $u = 0$ (рис.5), когда

$$\xi > vr$$

с ординатой $ar < \xi < vr_1$ – ордината точек пересечения прямых

$$x = vt$$

и

$$x - \xi = a(t - r),$$

а r_2 прямых:

$$x = vt$$

и

$$x - \xi = a(t - r).$$

В этом случае:

$$r_1 = \frac{ar - \xi}{a - v}, \quad r_2 = \frac{ar - \xi}{a - v}.$$

При

$$-ar < \xi < ar, \quad r_1 = 0$$

и

$$r_2 = \frac{ar + \xi}{a + v}.$$

Тогда

$$u(\xi; r) = \begin{cases} 0 & (\xi < -ar), \\ \frac{\varepsilon}{a} \int_0^{\frac{ar+\xi}{a+v}} F(t) dt & (-ar < \xi < vr), \\ \frac{\varepsilon}{a} \int_0^{\frac{ar-\xi}{a-v}} F(t) dt & (vr < \xi < ar), \\ 0 & (ar < \xi). \end{cases}$$

При гармоническом колебании с частотой ω :

$$F(t) = A \cos \omega t. \quad (16)$$

Тогда при малых скоростях обрабатываемой смеси имеем:

$$u(\xi; r) = \begin{cases} 0 & (\xi < -ar), \\ \frac{A\varepsilon}{a\omega} \sin \omega \frac{ar + \xi}{a + v} & (-ar < \xi < vr), \\ \frac{A\varepsilon}{a\omega} \sin \omega \frac{ar - \xi}{a - v} & (vr < \xi < ar), \\ 0 & (ar < \xi). \end{cases}$$

Таким образом, при $\xi > 0$ начинает появляться обрабатываемая смесь, с момента $\frac{\xi}{v}$ с частотой $\omega \frac{a}{a - v}$.

С момента $\frac{\xi}{v}$, когда смесь удаляется от лопатки, имеет частоту $\omega \frac{a}{a + v}$.

При больших скоростях перемещения

смеси отходов и газа в виде пара, а также на выходе потока приближение к очередной лопатке осуществляется при $\left(u = 0, \quad r < \frac{\xi}{v} \right)$. После прохождения через очередную лопатку она воспринимает наложение двух разных частот:

$$u = \frac{A\varepsilon}{a\omega} \left[\sin \omega \frac{ar + \xi}{a + v} - \sin \omega \frac{ar - \xi}{a - v} \right].$$

Таким образом, определено физико-математическое состояние смеси из текстильных отходов и газа при движении от лопатки к лопатке, вращающихся с различными скоростями, и модели колеба-

тельной системы с разными частотами, воздействующих на смесь с начальной и конечной деформацией и скоростью в этом промежутке, что, в конечном случае, определяет эффект регенерации отходов от вида продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Младов А.Т. Системы дифференциальных уравнений и устойчивость движения по Ляпунову. – М.: Высшая школа, 1966.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 01.02.08.

УДК 677.025.3/6

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ДВОЙНЫХ ЖАККАРДОВЫХ И ПРЕСС-ЖАККАРДОВЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ
С МНОГОЦВЕТНЫМИ УЗОРНЫМИ ЭФФЕКТАМИ,
В ТОМ ЧИСЛЕ С ОБЛЕГЧЕННЫМИ СТРУКТУРАМИ***Л.А. КУДРЯВИН, А.Г. БЕРЕЗКИН, Ю.М. БОВА***(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)**

Трикотаж жаккардовых двойных переплетений широко распространен в мире для производства трикотажных изделий различного назначения. Известно, что такой трикотаж, вырабатываемый в настоящее время, является нерегулярным, вследствие чего петли трикотажа, образуемые в рисунок, отличаются неравномерностью, и в результате число цветов существующего трикотажа не превышает 4.

Ставилась задача найти технологию и метод проектирования двойного жаккардового трикотажа с неограниченным числом цветов в патроне рисунка и отвечающего условиям регулярности (равномерности по размеру петель, образующих рисунок) при использовании многоцикловых способов образования трикотажа, реализуемых на современных плосковязальных машинах с электронным управлением и электронным узоромобразованием. Такой трикотаж разрабатывался на основе двойного регулярного накладного трикотажа [1].

В работе исследовались методы автоматизированного кодирования структуры двойного регулярного накладного жаккардового переплетения, позволяющие использовать неограниченное количество цветов в одном ряде патрона-матрицы рисунка, в том числе и с облегченными структурами [2], [3].

Установлено, что использование многоцикловых способов вязания жаккардового трикотажа с многоцветными узорными эффектами приводит к проблеме не захва-

та нити иглой при достаточно длинной протяжке на существующих конструкциях современных плосковязальных машин (ПВМ). Была установлена зависимость максимальной величины протяжки от количества используемых цветов, выраженной в количестве пропущенных игл:

$$r_{(Rb)max} = Z_{0max} - 1, \quad (1)$$

где $r_{(Rb)max}$ – максимальная протяжка, выраженная в количестве пропущенных игл одной фантуры; Z_{0max} – количество цветов, используемых в вязании.

С помощью анализа условий выполнения операции прокладывания на современных ПВМ [4], [5] установлена максимальная величина пропускаемых игл, она равна 5. При пропуске большего числа игл возникают дефекты при выработке полотен. Следовательно, максимальное количество цветов для вязания одного ряда равняется 6.

На основе предложенного метода были созданы алгоритмы кодирования двойного регулярного накладного трикотажа с односторонними рисунками, позволяющие создать аппарат автоматизированного кодирования нового вида переплетений.

Исследования позволили создать способы получения двойного регулярного жаккардового трикотажа с неограниченным количеством цветов в одном ряде па-

трона-матрицы рисунка при помощи применения пресс-жаккардового переплетения, в том числе с облегченными структурами. Следует учитывать, что разработанный способ увеличения многоцветности трикотажа рекомендуется использовать на ПВМ, имеющих платины, хотя бы на одной игольнице, например, ПВМ фирмы Stoll, поскольку на таких машинах улучшаются условия образования получения набросков при многоцикловых способах петлеобразования.

Установлено, что при вязании двойного накладного трикотажа жаккардовых переплетений выключение игл на изнаночной стороне, не имеющей рисунок в определенной последовательности, не ведет к изменению структуры трикотажа лицевой стороны, а следовательно, и искажению образуемого рисунка. Найденный способ облегчения структур путем выключения игл на изнаночной стороне трикотажа позволяет соблюдать технологические условия выработки трикотажа. Вводится понятие раппорта выставления игл изнаночной стороны:

$$R_{\text{выст}} = R_{\text{раб}} + R_{\text{нераб}},$$

где $R_{\text{раб}}$ – количество игл в работе; $R_{\text{нераб}}$ – количество игл, выключенных из работы.

А также получена зависимость получения максимальной величины протяжки при вязании облегченного жаккардового трикотажа с многоцветными узорными эффектами, выраженная в количестве пропущенных игл:

$$r_{(Rb)\max} = \left(\frac{Z_{0\max}}{R_{\text{раб}}} R_{\text{нераб}} \right) + (Z_{0\max} - 1),$$

где $Z_{0\max}$ – число цветов в узоре; $\frac{Z}{R_{\text{раб}}} = K$ – коэффициент;

Если K – не целое число, то оно всегда округляется до следующего целого числа (наибольшего числа).

Было установлено, что для создания облегченных структур трикотажа с неог-

раниченным числом цветов в рисунке необходимо использовать элементы трикотажа пресс-жаккардовых переплетений. Ограничивающим условием при создании таких полотен будет являться количество выключаемых игл, которое не рекомендуется увеличивать больше 4. При выключении большего количества игл при выработке изнаночной стороны образуются незакрепленные длинные протяжки, что будет снижать эксплуатационные характеристики трикотажа.

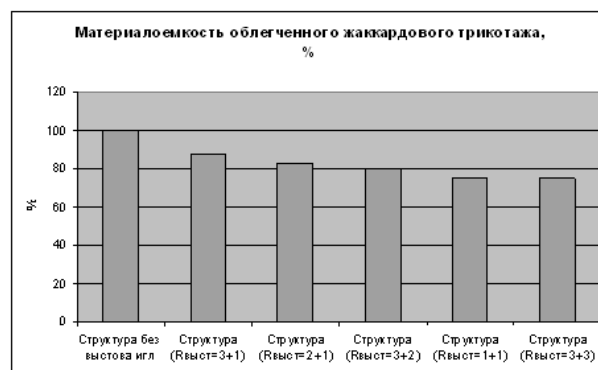


Рис. 1

На рис. 1 представлена гистограмма величин материалоемкости облегченных структур в процентном соотношении, например для 3-цветного двойного накладного неполного трикотажа, где за 100% взята материалоемкость двойного накладного полного регулярного жаккардового переплетения (без выставления игл).

Аналогичные зависимости построены и для трикотажа с числом цветов в рисунке > 3 с использованием двойного регулярного трикотажа пресс-жаккардовых переплетений.

На основе предложенных алгоритмов кодирования трикотажа двойных накладных регулярных жаккардовых и пресс-жаккардовых переплетений, в том числе облегченных структур, создана прогностическая система автоматизированного проектирования данных видов трикотажа [6]. Прогностическая система позволяет в интерактивном режиме моделировать трикотаж и дает возможность принимать решение о выработке того или иного рисунка, не прибегая к его вязанию. Данный факт очень важен при разработке нового ассор-

тимента, так как значительно сокращается время на проектирование, уменьшаются затраты на выработку образцов.

ВЫВОДЫ

1. Разработаны методы автоматизированного кодирования структуры и условия технологии получения двойного накладного регулярного жаккардового и пресс-жаккардового трикотажа, позволяющие использовать неограниченное количество цветов в одном ряде патрона-матрицы рисунка, в том числе и с облегченными структурами.

2. Установлены зависимости максимально возможных величин протяжки от количества используемых цветов при проектировании облегченных регулярных жаккардовых и пресс-жаккардовых полотен, обеспечивающие выработку на современных вязальных машинах.

3. Разработана прогностическая система автоматизированного проектирования двойного регулярного накладного жаккардового и пресс-жаккардового трикотажа с многоцветными узорными эффектами, которая позволяет в интерактивном режиме принимать решение о выработке того или

иного рисунка, не прибегая к его вязанию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудрявин Л. А., Шалов И.И. Основы технологии трикотажного производства. – М.: Легпромбытиздат, 1991.

2. Березкин А.Г., Кудрявин Л.А. Исследование технологических условий выработки трикотажа жаккардовых (кулирных) переплетений с многоцветными узорными эффектами // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №6С.

3. Кудрявин Л.А., Березкин А.Г. Методы проектирования трикотажа жаккардовых переплетений с многоцветными узорными эффектами с целью расширения их ассортимента // Сб. научн. тр. по текстильному материаловедению. – М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2007.

4. Каталоги современных плосковязальных машин Stoll CMS 302TC-311 TC-C.

5. Каталог современной плосковязальной машины Steiger Vesta 130 E.

6. Кудрявин Л.А., Березкин А.Г., Бова Ю.М. Проектирование многоцветного жаккардового трикотажа Many colors. Свидетельство об отраслевой регистрации разработки №7571 от 23 января 2007 года.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 01.02.08.

УДК 677.025.48

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЦЕССА ПЕТЛЕОБРАЗОВАНИЯ

Б.С. БАБУШКИН, Е.Н. КОЛЕСНИКОВА

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

Одной из наиболее важных задач, стоящих перед каждым трикотажным предприятием, является повышение эффективности производства. Возможными решениями этой проблемы являются увеличение производительности оборудования, повышение качества выпускаемых изделий, снижение числа отходов и т.д. С технологической точки зрения повышение эффективности производства обеспечивается путем уменьшения времени простоев

оборудования, которое, в свою очередь, достигается за счет снижения числа обрывов нити и уменьшения числа поломок петлеобразующих органов.

Целью проводимых нами исследований является комплексный анализ условий процесса петлеобразования и подбор оптимальных условий выполнения процесса. При этом критериями оптимизации являются нагрузки, действующие на крючок и на пятку иглы, и относительная нагрузка

нити на всех «участках» процесса петлеобразования. Таким образом, решение поставленной задачи позволит снизить число обрывов нити и уменьшить число поломов петлеобразующих органов.

В качестве объекта исследований была выбрана двухфонтурная плосковязальная машина фирмы Shima-Seiki, модель SES 122 CS, оснащенная пазовыми иглами 5-го класса; пряжа – хлопчатобумажная (25 текс).

Для расчета нагрузок, действующих на нить и иглу в процессе петлеобразования, и выполнения оптимизационного анализа использовалась программа инженерного анализа ANSYS, основным математическим аппаратом которой является метод конечных элементов. В программе ANSYS доступны два метода оптимизации: метод аппроксимации (subproblem approximation method) и метод первого порядка (first order method). В рамках данных исследований для подбора оптимальных параметров процесса петлеобразования использовался метод первого порядка, как более точный, по сравнению с методом аппроксимации.

Для проведения расчетов с использованием специализированных программ (AutoCAD, Autodesk Inventor) в масштабе 1:1 были созданы трехмерные модели пазовых

игл 5-го класса с замыкателями, модели вязальных систем, а также созданы «модели операций», отображающие характерное для операции взаимное расположение петлеобразующих органов с проложенными на них нитями.

Для решения поставленной задачи проводился пооперационный анализ условий процесса петлеобразования с целью выявления параметров, оказывающих наибольшее влияние не только на выполнение конкретной операции, но и на весь процесс. В качестве параметров оптимизации нами рассматривались размеры и профили головки и стержня иглы, размеры и профили замыкателя, угол кулирования, натяжение нити и глубина кулирования. Для каждого параметра были установлены пределы допустимых значений исходя из анализа надежности выполнения процесса петлеобразования.

В результате моделирования процесса петлеобразования и выполнения оптимизационного анализа, проведенных с помощью программы ANSYS по разработанным моделям, были получены кривые, отображающие зависимости нагрузок, действующих на нить и петлеобразующие органы, от описанных выше параметров оптимизации.

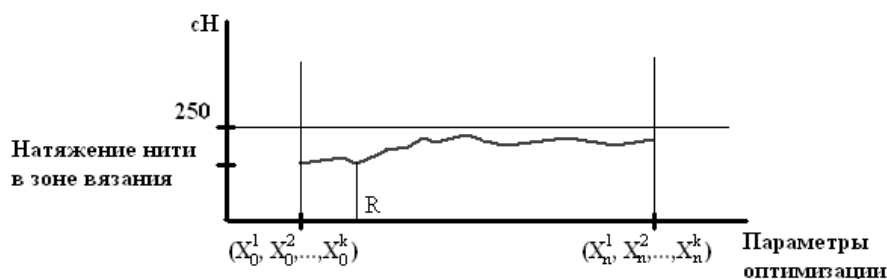


Рис. 1

На рис. 1 приведена зависимость натяжения в зоне вязания от параметров оптимизации. Каждая точка на этой кривой характеризуется конкретным набором значений параметров оптимизации (X_i^1, X_i^2, \dots

X_i^k), где X_i^m – параметр оптимизации (например, натяжение нити). Аналогично представлены зависимости нагрузок, действующих на крючок и на стержень иглы (рис.2, 3).

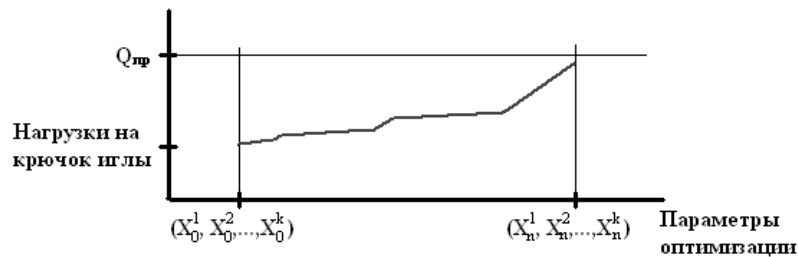


Рис. 2

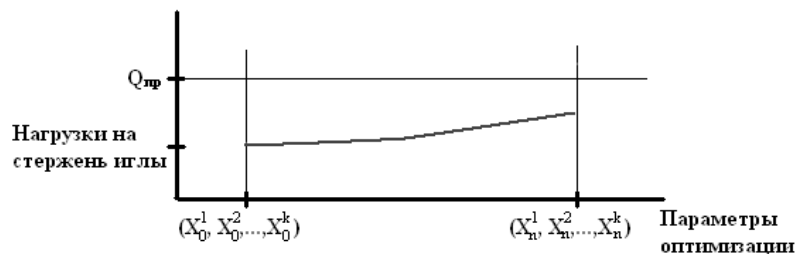


Рис. 3

Как видно из представленных зависимостей, минимальное натяжение нити в зоне вязания будет достигнуто при совокупности параметров R (рис. 1); минимальные нагрузки на крючок и стержень иглы обеспечиваются в начальных точках (рис. 2, 3).

В результате анализа совокупности параметров $(X_R^1, X_R^2, \dots, X_R^k)$ и сравнения их с существующими значениями было установлено, что для улучшения условий выполнения процесса петлеобразования целесообразно внести в конструкцию иглы и замыкателя изменения и уменьшить угол схода нити из-под крючка "а" (рис. 4-а) с 16° до 14° ; угол нанесения "б" (рис. 4-б) с 10° до 9° . При этом прогнозируемое снижение числа обрывов нити составит $\sim 18\%$.

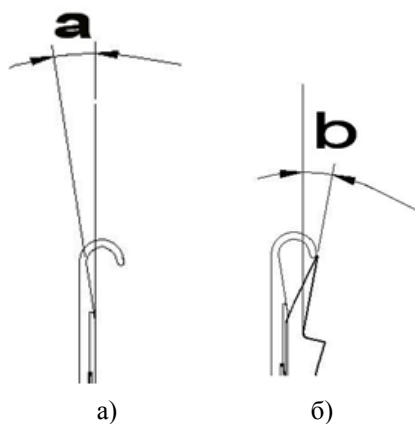


Рис. 4

В настоящее время нами проводится аналогичный анализ на пазовых иглах других классов, а также на пазовых иглах, имеющих отличия в конструкции крючка, и анализ процесса петлеобразования при использовании других видов пряжи с целью подтверждения полученных результатов и выявления общих зависимостей.

В Ы В О Д Ы

На основе проведенного анализа условий выполнения процесса петлеобразования установлено, что для улучшения условий выполнения процесса и, как следствие, для снижения числа обрывов нити и поломок петлеобразующих органов необходимо внести изменения в конструкцию применяемых пазовых игл и замыкателей, изменив угол схода нити из-под крючка и угол нанесения.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 01.02.08.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТРИКОТАЖА

О.И. СВЕЖАКОВА

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

Качество конструирования и моделирования одежды из трикотажа – один из наиболее важных факторов быстрой реализации и высокого спроса на продукцию трикотажного предприятия. Автоматизация конструирования одежды позволяет ускорить разработку новых моделей, сократить число рутинных операций, повысить качество посадки, соответствие размерным признакам и является необходимым элементом современного швейного предприятия.

Система "САПИТ" – система автоматического проектирования изделий из трикотажа модельера-конструктора, в которой предлагается целостный проработанный теоретически и реализованный практически подход к конструированию одежды из трикотажа с использованием компьютера.

В основу системы конструирования "САПИТ" заложен новый подход к решению задачи автоматизации работ модельера-конструктора – максимально автоматизировать типовые действия конструктора при построении лекала, дать конструктору принципиально новые возможности построения лекал, предоставить возможность накопления и повторного использования опыта конструктора. Для решения этих задач в основу системы было заложено использование формализованного текстового представления методики (алгоритма, программы) построения лекала, записываемое на специализированном языке описания геометрических построений (языке программирования).

Накопление опыта, его передача и использование являются одним из важнейших технологических требований при промышленном производстве любых изделий, и швейная промышленность не является исключением. Существовавшие методы накопления опыта в конструировании и

моделировании одежды позволяли эффективное накопление только индивидуально-го опыта, который обобщался и передавался в основном в виде методик, статей и книг. Более активной формой накопления опыта является материал, записанный в виде программы, позволяющий просмотреть порядок построения, а также построить и модифицировать лекало. Словесное описание допускает неоднозначность и неточность выражения, что можно увидеть во многих методиках; программа – это только однозначное толкование, причем для оценки правильности работы программы достаточно нескольких секунд.

Обучение на основе программы позволяет не только просмотреть последовательность конструирования, но и самостоятельно внести изменения в порядок построения и сразу увидеть, к каким изменениям формы лекала это приводит.

Построение лекала на основе алгоритма позволяет значительно проще решить задачу градации лекал, а именно – просто строить лекала на любой требуемый размер/рост. При этом не нужно задавать направления изменения положения точек при изменении размера/роста (градиент), так как эти изменения формируются системой самостоятельно и определяются алгоритмом построения и размерными признаками.

При помощи "САПИТ" можно рассчитывать и строить лекало на базовый размер-рост и формировать точную матрицу правил размножения основных конструктивных точек, полученную по заданным приращениям по размеру и росту.

Использование записи алгоритма в виде программы позволяет параметризовать построение комплекта лекал модели, то есть не жестко задавать размеры деталей и положения линий членения, а вести по-

строение, считая, что эти размеры могут меняться в определенных пределах, и затем в зависимости от требуемых характеристик модели задавать эти параметры. Параметризация построения лекал позволяет разрабатывать не одно, а одновременно целую серию изделий, отличающихся величинами прибавок, коэффициентами посадки, высотой и шириной деталей, сохраняя количество и взаимное расположение деталей неизменным.

Работая с системой "САПИТ", конструктор перераспределяет трудозатраты, закладывает сопряжение углов и согласованность длин на этапе конструирования и затем может не проверять соотношения – система сама при любых размерных признаках и прибавках обеспечит согласованность участков. Разработав основные членения лекал, конструктор начинает выбирать прибавки (распечатывая, вычерчивая все или отдельные лекала), положение линий членения для получения требуемого внешнего вида лекал. Размножение по размеро-ростам полностью автоматическое.

"САПИТ" предоставляет конструктору новые возможности, позволяющие реализовывать его замыслы. Можно использовать ее традиционным образом, повторяя построения, выполняемые вручную. Но более значительный эффект дает использование новых возможностей системы, изменение "ручных" методов построения лекал по следующим основным направлениям: упрощение построения за счет уменьшения количества промежуточных построений, объединения нескольких действий в одно и замены их на более общие преобразования; повышение точности построения за счет использования полных формул расчета и использования точной таблицы размерных признаков, исключения ошибок инструмента; использование новых возможностей построения; разработка конструкции в пропорциях, использование базы данных размерных признаков и как следствие – автоматическая градация лекал на любой размеро-рост и полнотную группу; создание простых и легко модифицируемых методик, возможность учета

каждого фактора, влияющего на построение, параметризация разрабатываемых моделей, создание базы данных методов построения и моделей; учет технологии изготовления изделия и технических свойств используемых полотен на уровне конструкции.

При работе в системе "САПИТ" происходит смещение акцентов и изменение содержания основных понятий. Основное в системе "САПИТ" – методика построения, задавая для которой различные припуски (модельные, на свободу облегания, на технологическую обработку), варьируя параметры, заложенные в построение, можно получить различные варианты лекалоосновы, с которой затем будет проводиться техническое моделирование.

Конструирование – это искусство, но, в отличие от рисования, в нем существуют более четкие и определенные правила, несоблюдение которых не позволяет получить конечный результат. Практически по любым отдельным конструктивным узлам можно получить конкретные соотношения (длин, углов и в целом формы), которые должны всегда выполняться независимо от желания конструктора. В основном это тригонометрические соотношения, которые на практике воспринимаются как соответствие длин, пропорции, "гладкость" линий. Все эти соотношения (закономерности) присутствуют во всех расчетных методах построения лекал, но не всегда в явной форме, а иногда – как скрытые методом построения и заранее рассчитанными коэффициентами.

Конструирование в системе "САПИТ" практически не требует применения и знания конкретной числовой информации. Конструктор использует обозначения размерных признаков, выбираемых из базы данных, и может не знать их значения для конкретной фигуры с выбранным размероростом. В расчетных формулах используются величины размерных признаков, получающиеся длины отрезков и криволинейных участков лекал, конкретные значения которых конструктор также может не знать.

ВЫВОДЫ

Достоинство системы "САПИТ" в том, что в ней предлагается не только техническая система, способная решать конструкторские задачи, но и технология работы,

новые принципы работы, ориентированные на возможности системы.

Рекомендована кафедрой художественного проектирования костюма. Поступила 01.02.08.

УДК 677.025.4

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ СОЗДАНИЯ ЛИНИЙ ПЕРЕГИБА В ПОЛОТНЕ КУЛИРНАЯ ГЛАДЬ ПО ЛИЦЕВОЙ СТОРОНЕ

Е.Н. КОЛЕСНИКОВА, Т.Е. ЕРМОХИНА

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

При выработке трикотажных изделий с различными декоративными элементами, в частности, со складками, часто требуется создать линию перегиба для обеспечения требуемой формы детали.

Наиболее технологически сложным является образование линии сгиба по лицевой стороне одинарного кулирного трикотажа, то есть когда сближаются изнаночные поверхности трикотажа.

При соединении двух соседних или, например, расположенных через один, петельных столбиков должен произойти разворот палочек соединяемых петель в плоскости полотна и создание линии перегиба по соединяемым петельным столбикам.

Экспериментально было установлено, что получить достаточно устойчивую и удовлетворительную внешне линию сгиба по лицевой стороне при выработке полотна на базе полной глади можно за счет выработки по линии петельного столбика интарзийного переплетения на базе набросков.

Рассмотрим более подробно структуру линии сгиба, полученную за счет соединения петельных столбиков полотна на базе глади с помощью интарзийного переплетения.

На рис. 1 представлена петельная структура такого переплетения. Для образования одного петельного ряда такого переплетения необходимы две системы нитей А и В. Соединение производится по линии петельных столбиков 2 и 3, при

этом каждая нить А и В делает набросок на соседнюю петлю по отношению к петле, образованной из этой же нити и являющейся крайней в зоне вязания данной нити. Таким образом, две нити А и В образуют наброски поочередно в каждом петельном ряду.

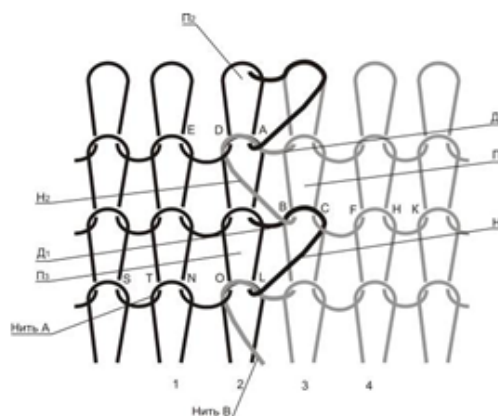


Рис. 1

Рассмотрим положение наброска H_1 , образованного из нити В, в данном переплетении (рис. 1). Этот набросок является элементом петельной структуры, образованным при обратном ходе нитевода, но расположенным в том же петельном, что и соединенная с ним петля, образованная по ходу нитевода. В свободном состоянии нить такого наброска будет стремиться прийти в исходное положение, то есть распрямиться, что приведет к развороту наброска H_1 в плоскости, перпендикулярной плоскости полотна. Однако от полного

разворота нить наброска сдерживают платинная дуга CF провязанной через него петли П₁.

Анализ образцов, выработанных с получением линии сгиба с помощью переплетения интарзия, показывает, что имеется следующий механизм взаимодействия петель и набросков в структуре. Наброски Н₁ и Н₂, характерные для переплетения интарзия в одинарных полотнах (рис. 1), набрасываются на игольные дуги BC и AD соответственно петель петельного столбика, образованного из другой нити. Вследствие этого, стремясь прийти в наименее напряженное состояние, они разворачиваются, стремясь расположиться в плоскости, перпендикулярной плоскости полотна, тем самым воздействуя на платинные дуги CF и DE петель П₁ и П₂ соответственно, провязанных через петли с набросками Н₁

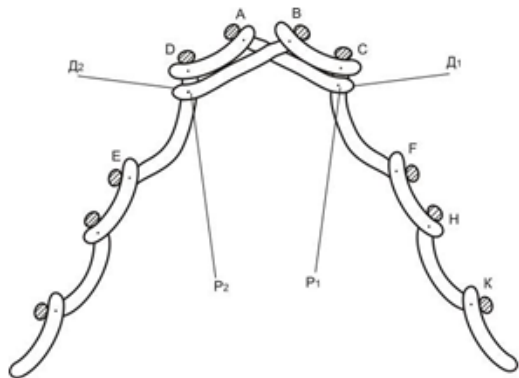


Рис. 2

Рассмотрим более подробно взаимодействие дуг Д₁ и Д₂ набросков Н₁ и Н₂ с соответствующими платинными дугами CF и DE переплетения кулирная гладь (рис. 3). Здесь Р₁ обозначает точку контакта платинной дуги CF и дуги Д₁ наброска Н₁. Условием равновесия петельной структуры здесь является равенство изгибающих моментов в точках Р₁ и F. При этом дуга Д₁ будет стремиться развернуться и занять положение в плоскости, перпендикулярной плоскости петли AD, до тех пор пока значения изгибающих моментов М в точках Р₁ и F не станут равными. В результате разворота петель, содержащих интарзийные наброски, обеспечивается

и Н₂. В результате разворота набросков Н₁ и Н₂ облегчается перераспределение нити из них в петли П₃ и П₁ соответственно. Вследствие этого петли П₃ и П₁ увеличивают свою длину, а в результате воздействия разворачиваемых набросков Н₁ и Н₂ на платинные дуги CF и DE в них переходит излишек перераспределенной нити.

Таким образом, длина платинной дуги CF становится больше длины дуги НК, а длина дуги NO больше длины дуги TS. В результате чего после снятия с машины, в процессе уравнивания изгибающих моментов, все платинные дуги приобретают одинаковый радиус кривизны, и вследствие различной их длины петельная структура приобретает изгиб на полотне, разрез которого показан на рис. 2 (изгиб полотна по линии интарзийного переплетения).

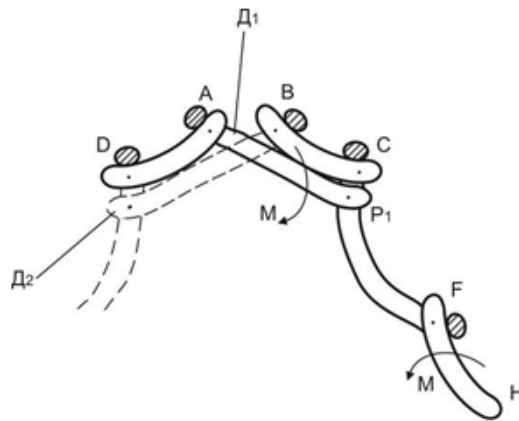


Рис. 3

линия сгиба полотна на лицевую сторону.

Следовательно, для получения линии сгиба по лицевой стороне глади необходимо иметь в структуре полотна по линии сгиба наличие структурного элемента, имеющего набросок, соединяющий петли соседних петельных столбиков, расположенных в соседних рядах.

Однако выработка переплетения интарзия по линии сгиба складки в случае наличия нескольких складок в изделии сопряжена с некоторыми трудностями, так как для получения одной складки интарзийным переплетением необходимо наличие двух нитеводов для выработки интарзийного соединения. Количество же нитеводов

дов на машине ограничено, а количество складок зависит от художественного замысла изделия. В связи с этим целесообразно разработать технологию получения необходимого элемента для формирования линии сгиба, получаемого с помощью одного нитевода. Это можно осуществить, применяя по линии сгиба структурный элемент с наброском, используя технологию частичного вязания. При этом набросок достаточно образовывать в каждом третьем ряду по линии соединения. Как показали эксперименты, этого достаточно для обеспечения контура линии сгиба. Надо отметить, что при образовании неполных петельных рядов увеличивается время выработки детали, что повышает себестоимость изделия. Однако линии сгиба, полученные с помощью образования структурного элемента с наброском, обеспечивают лучшую формоустойчивость и, как следствие, комфортность и удобство в эксплуатации изделия потребителем.

Таким образом, на основании проведенного анализа определены две технологии образования линии сгиба по лицевой стороне на одинарных полотнах: за счет применения интарзийного переплетения – когда соединение получается за счет применения двух систем нитей, и с помощью применения структурного элемента с наброском на петлю этого же ряда, но проложенным на обратном ходу каретки, выработываемого с применением одной системы нити за счет использования технологии вязания неполных петельных рядов.

Выбор того или иного способа зависит от конкретной модели изделия, замысла художника и технологических возможностей оборудования.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 01.02.08.

УДК 687.016

**ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ
В ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭТНИЧЕСКИХ МОТИВОВ
СОВРЕМЕННОЙ МОДОЙ***Р.Ф. САМАРХАНОВА, Т.В. КОЗЛОВА***(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина)**

В исследовании сделаны попытки выявления закономерности обращения мировой моды к различным этническим мотивам. Для этого были проанализированы модные тенденции XX века, собран эмпирический материал за период с 1905 по 2005 гг., на основе которого была выявлена частота обращения мировой моды к этническим мотивам (построены отдельные графики по всем встречаемым этническим мотивам). Для подтверждения значимости графиков рассматривались нормированные данные, характеризующие степень влияния этноса по каждому году. В результате были выделены значимые, наиболее значимые и наименее значимые этносы по %-ному соотношению их влияния.

Оказалось, что процесс влияния отдельных этносов имеет волновую (циклическую) составляющую, которая описывает подъемы и спады.

Колебания кривых обнаруживают закономерность чередования 50-летних циклов – то есть полный виток спирали, происходящий приблизительно в этот интервал. После каждых 20-25 лет активного влияния этноса наступает примерно такой же по длительности период пассивного влияния.

Разумеется, между циклами влияния России, Японии, Африки есть определенные различия, которые сводятся к величи-

не шага спирали и степени интенсивности.

Но если существует волнообразное историческое развитие отдельных государств и цивилизаций, то должно существовать и волнообразное развитие системы государств, взаимодействующих друг с другом. На основе этой гипотезы была сделана попытка выявления корреляционной зависимости влияния значимых этносов на мировую моду.

Существующие в науке концепции, дающие представления о цикличности жизненных процессов, позволяют представить общую динамику исторического процесса, принципы его поступательного развития. Были проанализированы существующие циклы экономической конъюнктуры, социально-психологического климата, а также волны глобализации и дезинтеграции. Все эти циклы и волны существуют в тесной взаимосвязи друг с другом, выражающейся в явной синхронизации исторического развития, происходящей в самых различных странах, включая и самые отдаленные друг от друга точки планеты. Так, чередование волн в социально-психологическом "климате" общества соответствует динамике волн экономической конъюнктуры и волнам глобализации – дезинтеграции (повышательная волна коррелирует с аналитическим периодом и периодом глобализации, понижательная – с

синтетическим периодом и периодом дезинтеграции).

Аналитическому периоду свойственны открытость общества внешним воздействиям, преобладание добровольно-договорных начал в обществе, строгое следование схематизации "общих" процессов и творческой парадигме, синтетический период отличает замкнутость, обращенность в прошлое – к архаическим пластам общественного сознания, к политическому проявлению в авторитарном типе государственного устройства и т.п.

Соответственно повышательная волна – это период длительного преобладания высокой хозяйственной конъюнктуры в мировой экономике, а понижательная волна – это период длительного преобладания низкой хозяйственной конъюнктуры, когда доминируют депрессия и вялая деловая активность.

Период доминирования процессов дезинтеграции характеризуется ростом культурного, социально-экономического и политического разнообразия, а период доминирования процессов глобализации – усилением взаимодействия и взаимовлияния культур, определенной унификации в сфере экономики, права и политики. В периоды, соответствующие волнам глобализации, мир в политическом, экономическом и культурном отношениях становится более связным, более единым.

Периоды доминирования аналитического стиля соответствуют периодам усиления глобализации и взаимозависимости, для которых характерными становятся радикальные политические и социальные изменения во всех центрах мирового рынка. На эти периоды приходятся промышленно-технологические революции (конец XX в. ознаменовался появлением производства персональных компьютеров, бурным развитием микроэлектроники, информационной техники, телекоммуникаций и т.п.).

Взаимодействие различных культур в эти периоды есть не что иное, как реакция на информационную революцию и глобализационные процессы, сблизившие пространство взаимодействия локальных

культур: происходит интегрирование локальных культур сквозь границы национально-государственных пространств.

Периоды доминирования синтетического стиля характеризуются неустойчивым экономическим развитием большинства стран мира, исчерпанием возможностей для развития доминировавших прежде отраслей; в это время обостряются социальные конфликты, нарастает международная напряженность: проявляются периоды так называемых "великих депрессий" – период 1930-х годов; произошел распад Советского Союза и Югославии, сопровождавшийся многочисленными межнациональными и иными конфликтами.

Проецирование кривых, отражающих частоту влияния этносов на мировую моду, на вышеуказанные циклы, позволяет выявить определенную корреляцию. Важно отметить наличие географического аспекта корреляции. Анализ материала показывает, что активное влияние российского, японского, арабского, персидского, индийского, африканского этносов на мировую моду накладывается на периоды с начала 1900-х до конца 1920-х гг., с начала 1950-х гг. до начала 1970-х гг., с начала 1990-х гг. до начала 2000-х гг. (преобладание аналитического стиля), а испанского, шотландского, античного этносов – на периоды с конца 1920-х до начала 1950-х гг. и с начала 1970-х гг. до начала 1990-х гг. (преобладание синтетического стиля).

Периоды преобладания аналитического стиля можно охарактеризовать как периоды "экстраверсии", то есть "ориентацией вовне", когда мировая мода обращается к внешним воздействиям, а периоды преобладания синтетического стиля – как периоды "интроверсии", то есть "ориентацией внутрь", когда западная мода сосредоточена на внутренних влияниях. То есть при анализе полученных корреляционных циклов выявлена важная тенденция – чередование Востока и Запада при переходе от одного цикла к другому.

ВЫВОДЫ

1. Выявлена цикличность влияния этнических мотивов на мировую моду и определенная закономерность чередования этих циклов.

2. Получена корреляционная зависимость влияния значимых этнических мотивов на западную моду.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Маслов С.Ю.* Асимметрия познавательных механизмов. В кн.: Семиотика и информатика. – Вып. 20. – М.: Наука, 1983.

2. *Петров В.М., Бояджиева Л.Г.* Перспективы развития искусства: Методы прогнозирования. – М., 1996.

3. *Пантин В.И.* Волны и циклы социального развития. – М.: Наука, 2004.

4. *Пантин В.И.* Циклы и ритмы истории. – Рязань: "Аракс", 1996.

Рекомендована кафедрой художественного проектирования костюма. Поступила 01.02.08.

УДК 677.053.34

**ПРЕЦИЗИОННОЕ НАМАТЫВАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО
С БЕЗЫНЕРЦИОННЫМ МЕХАНИЗМОМ РАСКЛАДКИ**

А.В. КОНОВАЛОВ

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

Прецизионное наматывающее устройство (рис. 1) отличается от обычного [1] наличием жесткой кинематической связи между валом 17 бобинодержателя (тела намотки) 14 и ступицей 2 нитеводительной тарелки 8.

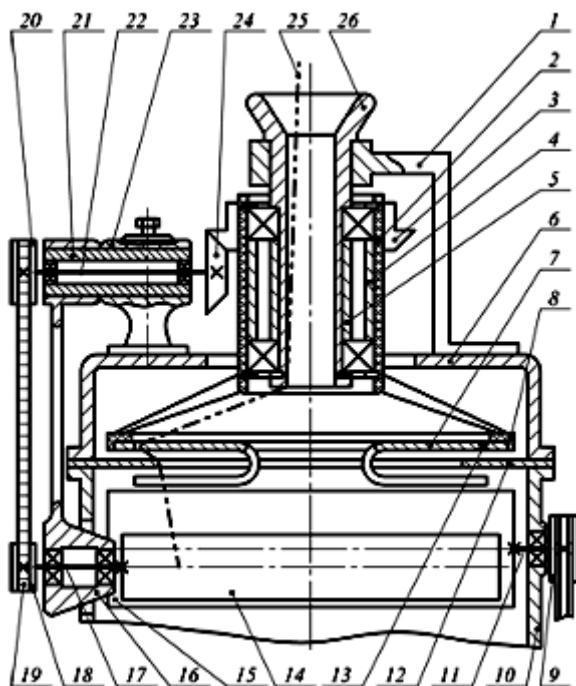


Рис. 1

Наматываемая нить 25 навивается на тело намотки 14, приводимое во вращение с помощью фрикционного цилиндра 15. Раскладка нити на поверхности тела намотки или фрикционного цилиндра осуществляется с помощью нитеводителя 13, жестко закрепленного на нитеводительной пластине 7, которая в свою очередь жестко прикреплена к ободку тарелки 8, равно-

мерно вращающейся с частотой n_8 . Заданный угол раскладки β_0 навиваемой нити обеспечивается неподвижным корректирующим кулачком раскладки 12.

В разработанном прецизионном наматывающем устройстве (рис. 1) безынерционный механизм раскладки с круговым движением нитеводителя (тарелка 23) состоит из двух стоек 1 и 23, жестко закрепленных на массивной крышке 6 корпусной коробки 10, направляющей для нити воронки 26, нитеводительной тарелки 8, двух крючкообразных пластин 7, неподвижного корректирующего кулачка раскладки 12, ступицы 2, четырех подшипников качения, распорных втулок 4 и 5, трубы 21, конических шестерен 3 и 24 зубчатого ремня 19, шкивов 18 и 20, кронштейна 16 и вала 22.

Фрикционный цилиндр 15 приводится во вращение с помощью универсального электродвигателя, вала 11 и шкива 9 (на рис. 1 электродвигатель не показан). Электродвигатель установлен вне или внутри корпусной коробки 10.

Жесткая кинематическая связь между валом 17 и ступицей 2 позволяет формировать паковку заданной структуры.

При применении механизма раскладки с круговым движением нитеводительной тарелки точка наматывания должна всегда находиться на поверхности фрикционного цилиндра [2].

В этом случае частота вращения этого цилиндра

$$n_{\phi} = \frac{v \cos \beta_0}{\pi d_{\phi}},$$

а частота вращения вала тела намотки (бобинодержатель) 14:

$$n_{14} \approx n_{\phi} \frac{d_{\phi}}{d} = \frac{v \cos \beta_0}{\pi d},$$

где d – диаметр тела намотки; $d_0 \leq d \leq d_{\pi}$; d_0 и d_{π} – диаметр нитеносителя и паковки; v – скорость наматывания; β_0 – технологический угол раскладки нити.

Частота вращения нитеводительной тарелки:

$$n_8 = n_{14} \frac{z_{18} z_{24}}{z_{20} z_3},$$

где z_3, z_{24} – числа зубьев шестерен 3 и 24; z_{20} и z_{18} – число зубьев шкивов 20 и 18.

В прецизионном наматывающем устройстве передаточное число между валами тела намотки и нитеводительной тарелки:

$$i = \frac{n_{14}}{n_8} = \frac{z_3 z_{20}}{z_{24} z_{18}} = \text{const}. \quad (1)$$

Значение i – численно равно числу навитых на тело намотки витков из нити за один оборот нитеводительной тарелки.

Поскольку число зубьев шестерен и звездочек является целым, то в числителе и знаменателе дроби (1) будут значиться целые числа, а частное от деления этих чисел может быть целым или нецелым числом.

Представим число i в виде двух слагаемых:

$$i = A + \frac{B}{C},$$

где A – целое число навитых витков за время одного оборота нитеводительной тарелки; B/C – нецелая часть витка, навитая за то же время; B – целая часть от целого числа C ; $1 \leq B \leq (C - 1)$; C – минимальное значение целого числа оборотов нитеводительной тарелки, в течение которого на тело намотки навивается целая часть витков, равное

$$i_C = Ci = AC + B,$$

образующих в теле намотки один ячеистый слой, состоящий из $K_{\text{я}}$ ромбовидных ячеек с диагоналями a_1 и a_2 , причем:

$$\begin{aligned} K_{\text{я}} &= iC^2; \\ a_1 &= \frac{\pi d}{C}; \\ a_2 &= \frac{\pi d_0 \text{tg} \beta_0}{C} = \text{const}. \end{aligned}$$

Допустим $z_3=50, z_{24}=30, z_{20}=35$ и $z_{18}=17$ зубьев.

Тогда

$$i = \frac{55}{17} = 3 + \frac{4}{17} = A + \frac{B}{C};$$

$A = 3; B = 4; C = 17; B/C = 4/17; i_C = 55$ витков; $K_{\text{я}} = 935$ ячеек.

Тангенс угла раскладки β при увеличении диаметра d тела намотки уменьшается по закону:

$$\text{tg} \beta = \frac{d_0}{d} \text{tg} \beta_0.$$

Следовательно, при применении прецизионного наматывающего устройства формируются паковки ячеистой структуры, состоящей из нескольких слоев. Каждый слой состоит из iC витков, $2C$ прослоек и $K_{\text{я}}$ ячеек. Последняя прослойка каждого слоя завершает процесс его формирования.

За каждый оборот нитеводительной тарелки на торце тела намотки образуется одна точка поворота у крайнего витка. Следовательно, за время формирования любого слоя намотки на каждом торце тела намотки образуется C точек поворота.

Угловое расстояние между соседними точками поворота в слое:

$$\varepsilon_1 = \frac{360^\circ}{C} = \frac{2\pi}{C} = \text{const},$$

а длина отрезка окружности диаметра d , соответствующая центральному углу ε_1 :

$$s_1 = a_1 = \varepsilon_1 \frac{d}{2} = \frac{\pi d}{C}.$$

Угловое расстояние между последующей и предыдущей точками поворота на любом торце тела намотки:

$$\Psi_{1-0} = \Psi_{7-6} = \frac{360 B}{C} = \frac{2\pi B}{C} = \text{const}.$$

Стендовые испытания безынерционного механизма раскладки с круговым движением нитеводителя и корректирующим кулачком раскладки полностью подтвердили его положительные характеристики: незначительный расход энергии, высокую надежность и работоспособность, отсутствие ударных нагрузок, низкий уровень шума, низкую себестоимость и незначительные эксплуатационные расходы.

ВЫВОДЫ

1. Разработанное прецизионное наматывающее устройство с безынерционным механизмом раскладки может быть использовано на машинах и агрегатах, осуществляющих формирование цилиндрических паковок с плоскими торцами при высокой скорости наматывания (более 20 м/с).

2. Если сформированная из нити паковка в дальнейшем будет подвергаться жидкостной обработке, то она должна состоять из целого числа слоев.

ЛИТЕРАТУРА

1. SU, авт. свид. № 6744963, В65Н, 54/28. Устройство для раскладки нити на паковке / А.Ф. Прошков, О.А. Прошкова, А.П. Яскин. – 1979.

2. Прошков А.Ф. // Механизмы раскладки нити. – М.: Легпромбытиздат, 1968.

Рекомендована кафедрой проектирования машин для производства химических волокон и красильно-отделочного оборудования. Поступила 01.02.08.

УДК 677.052-185

**АНАЛИЗ ДИНАМИКИ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА
ПРИЕМНОГО ВАЛА РОВНИЧНОЙ МАШИНЫ**

И.Н.СЕРЯКОВ, А.В.ШИЛОВ, П.В.МАТВЕЕВ, К.А.ПОЛЯКОВ, А.Е. ПОЛЯКОВ

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

Асинхронный двигатель (АД) представляет собой нелинейный объект, описываемый системой нелинейных дифференциальных уравнений. При тиристорном управлении эти трудности усугубляются тем, что двигатель питается несинусоидальным прерывистым напряжением, также связанным нелинейной зависимостью с углом открытия тиристорov (α). Указанные факторы существенно усложняют аналитические исследования АД в замкнутых системах управления.

Эта задача может быть решена при изучении динамических качеств систем с АД в области малых отклонений координат от равновесного, установившегося состояния, что позволяет линеаризовать уравнения, характеризующие положение системы. При исследованиях в "малом" можно считать, что механическая характеристика двигателя описывается упрощенной формулой Клосса, при этом учитывается только изменение первой гармоники питающего напряжения и не принимаются

в расчет электромагнитные переходные процессы в АД. При всех указанных допущениях и упрощениях изучение динамических свойств замкнутых систем управления в "малом" является характерным для замкнутых систем, поддерживающих или стабилизирующих какой-либо параметр, в частности, частоту вращения двигателя при изменении возмущающих воздействий (ΔM_{ст}), или отрабатывающих небольшие приращения управляющих параметров (ΔU_{ср}).

Упрощенные передаточные функции системы автоматического регулирования частоты вращения АД в зонах малых отклонений при приращениях управляющего сигнала ΔU_{ср} и момента статистической нагрузки ΔM_{ст} приведены в работе [1].

Согласно формуле Клосса момент двигателя представлен следующим выражением:

$$M = f(n_2, v_1) = [2M_K n_1 s_K (n_1 - n_2) v_1^2] / [(n_1 - n_2)^2 + n_1^2 s_K^2], \quad (1)$$

где M_K – момент критический; s_K – скольжение критическое; n₂ – частота вращения ротора; n₁ – синхронная частота вращения; v₁ – относительное значение первой гармоники питающего напряжения.

Линеаризуем (1) путем разложения в ряд Тейлора в окрестности установившегося значения момента M₀:

$$M = M_0 + \left(\frac{\partial M}{\partial n_2} \right)_{n_2 = n_0} v_1 = v_{10} \Delta n_2 + \left(\frac{\partial M}{\partial n_2} \right)_{n_2 = n_0} v_1 = v_{10} \Delta v_2,$$

где $k_\beta = \partial M / \partial n_2$ – коэффициент жесткости механических характеристик двигателя или коэффициент самовыравнивания; $k_\gamma = \partial M / \partial v_1$ – коэффициент чувствительности по моменту к изменению первой гармоники напряжения; M_0 – момент, образуемый первой гармоникой питающего напряжения; M_0 – момент, образуемый первой гармоникой питающего напряжения.

Согласно (1):

$$k_\beta = \frac{v_1^2 \left\{ 2M_k n_1 s_k [n_1 - n_2]^2 - (n_1 - n_k)^2 \right\}}{(n_1 - n_2)^2 + n_1^2 s_k^2},$$

где n_k – частота вращения двигателя, соответствующая критическому скольжению;

$$K_\gamma = \frac{v_1 [4M_k n_1 s_k (n_1 - n_2)]}{(n_1 - n_2)^2 + n_1^2 s_k^2}.$$

Уравнение движения электропривода приобретает следующий вид:

$$M_0 + k_\beta \Delta n + k_\gamma \Delta v_1 - M_{ст} = (GD^2/375)(\Delta n_2 / \Delta t). \quad (2)$$

В установившемся режиме момент двигателя должен быть равен моменту статической нагрузки и, если рассматривать отклонение от положения равновесия не за счет изменения статического момента, то есть принять, что $\Delta M_{ст} = 0$, то можно воспользоваться уравнением статики:

$$M_0 - M_{ст0} = 0,$$

где $M_{ст0}$ – начальный момент статического сопротивления.

Тогда (2) можно записать в следующей форме:

$$k_\beta \Delta n + k_\gamma \Delta v_1 - M_{ст} = (GD^2/375)(\Delta n_2 / \Delta t),$$

откуда можно получить передаточную функцию АД при изменениях v_1 :

$$W(p) = \Delta n_2 / \Delta v_1 = k_d / (T_1 p \pm 1), \quad (3)$$

где $k_d = k_\gamma / |k_\beta|$; $T_1 = GD^2 / (375 |k_\beta|)$; $p = d/dt$ – оператор дифференцирования. Знак "+" в знаменателе (3) относится к случаю, когда $k_\beta < 0$; если $k_\beta > 0$, необходимо ставить знак "-".

Из (3) видно, что АД представляет собой апериодическое звено, динамические качества которого зависят от $\text{sign } k_\beta$; при $n_2 < n_k$, $k_\beta > 0$ двигатель имеет положительный коэффициент жесткости и представляет собой апериодическое неустойчивое звено первого порядка. Вывод этот указывает на то, что при $M_{ст} = \text{const}$ нельзя обеспечить устойчивой работы АД в разомкнутых системах при скольжениях, больших s_k . Если $n_2 > n_k$, $k_\beta < 0$, в этом случае двигатель является устойчивым апериодическим звеном.

Полученная передаточная функция АД позволяет рассмотреть его свойства в замкнутых системах, то есть при плавном регулировании частоты вращения. Структурная схема такой системы представлена на рис.1. Положительному приращению $\Delta U_{ср}$ соответствует положительное приращение рассогласования $\Delta \varepsilon = \Delta U_{ср} - \Delta U_{дч}$, где $\Delta U_{дч}$ – приращение напряжения датчика частоты вращения. Знак минус перед коэффициентами усиления k_γ и k_2 означает разные знаки приращений входных и выходных параметров.

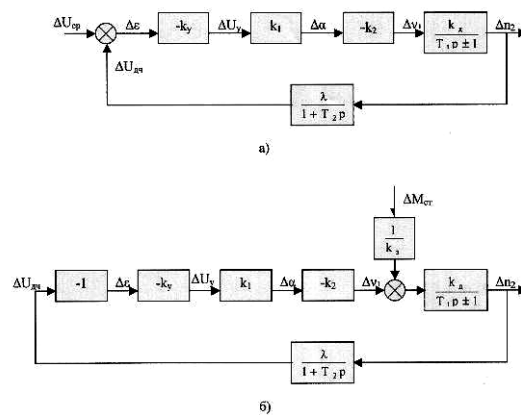


Рис. 1

На структурных схемах рис.1 (структурная схема асинхронного электропривода в замкнутой системе: а – при изменении управляющего воздействия U_{cp} ; б – при изменении возмущающего воздействия $M_{ст}$) показано, что обратная связь по частоте вращения вводится в систему при использовании апериодического, а не усилительного звена, что имеет место в реальных электроприводах, где кривая выходного напряжения датчика частоты вращения сглаживается и фильтруется.

Запишем в приращениях уравнения, характеризующие взаимосвязь отдельных звеньев, входящих в замкнутую систему

$$W(p) = \Delta n / \Delta U_{cp} = [k_1 k_2 k_y k_d (1 + T_2 p)] / [T_1 T_2 p^2 + (T_1 \pm T_2) p + (k_1 k_2 k_y k_d \lambda \pm 1)]. \quad (5)$$

Коэффициенты $k_1, k_y, k_\beta, k_\alpha, \lambda$, входящие в уравнение (5), определены из [3]. Величину k_2 рекомендуется определять при использовании семейства кривых $v_1 = f(\alpha, \varphi)$:

$$k_2 = \left(\frac{\partial v_1}{\partial \alpha} \right)_{\varphi = \varphi_0} \alpha = \alpha_0.$$

При небольших изменениях частоты вращения можно считать фазовый угол нагрузки неизменным ($\varphi = \text{const}$) и определить k_2 по кривой $v_1 = f(\alpha)$ путем графического дифференцирования в окрестности точки $\alpha = \alpha_0$.

Если обратная связь по частоте вращения вводится с помощью пропорционального звена, то $T_2 = 0$ и передаточная функция (5) приобретает следующий вид:

$$W(p) = \Delta n_2 / \Delta U_{cp} = [k_1 k_2 k_y k_d] / [T_1 p + (k_1 k_2 k_y k_d \lambda \pm 1)],$$

то есть двигатель в этом случае представляет собой устойчивое апериодическое звено, если $k_1 k_2 k_y k_d > 1$, это условие практически всегда выполняется.

Для изучения переходных процессов, вызванных изменением $\Delta M_{ст}$, необходимо

регулировать частоты вращения при изменении управляющего воздействия на величину ΔU_{cp} [2]:

$$\left. \begin{aligned} \Delta \varepsilon &= \Delta U_{cp} - \Delta U_{дч}; \\ \Delta U_y &= -k_y \Delta \varepsilon; \\ \Delta \alpha &= k_1 \Delta U_y; \\ \Delta v_1 &= -k_2 \Delta \alpha; \\ k_d \Delta v_1 &= (T_1 p \pm 1) \Delta n_2; \\ \Delta U_{дч} &= \lambda \Delta n_2 / (1 + T_2 p). \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Используя систему уравнений (4), получим передаточную функцию АД в динамических режимах:

записать передаточную функцию системы по возмущающему воздействию, когда происходит приращение момента на $\Delta M_{ст}$ при неизменном U_{cp} , то есть при $\Delta U_{cp} = 0$. Система уравнений, записанная в приращениях координат для структурной схемы, показанной на рис.1, приобретает следующий вид [4]:

$$\left. \begin{aligned} \Delta \varepsilon &= \Delta U_{дч}; \\ \Delta U_y &= -k_y \Delta \varepsilon; \\ \Delta \alpha &= k_1 \Delta U_y; \\ \Delta v_1 &= -k_2 \Delta \alpha; \\ k_d \Delta v_1 - \Delta M_{ст} / k_\beta &= (T_1 p \pm 1) \Delta n_2; \\ \Delta U_{дч} &= \lambda \Delta n_2 / (1 + T_2 p). \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Из уравнений системы (6) может быть получена передаточная функция системы

$$W(p) = \Delta n / \Delta M_{ст} = [-k_d (1 + T_2 p)] / \{k_\beta [T_1 T_2 p^2 + (T_1 \pm T_2) p + (k_1 k_2 k_y k_d \lambda \pm 1)].\}$$

Ряд коэффициентов k_β, k_α, k_2 , входящих в передаточную функцию, не являются постоянными величинами, а изменяются в зависимости от выбранной точки равновесного состояния системы, что требует их вычисления для каждого отдельного случая.

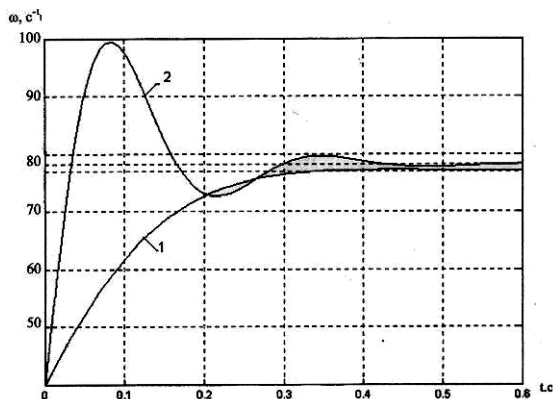


Рис. 2

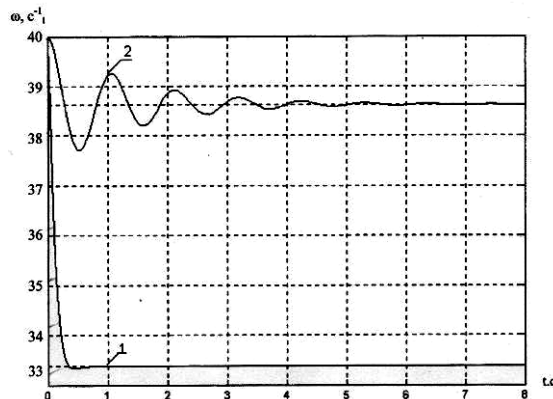


Рис. 3

Для иллюстрации на рис.2 приведены кривые изменения частоты вращения в функции времени при изменении управляющего воздействия $U_{cp}=var$; ($\Delta U_{cp}=0,3$ В); 1 – $k_y = 6$, $T_2 = 0,05$; 2 – $k_y = 30$, $T_2 = 0,05$. На рис.3 – при изменении возмущающего воздействия $M_{ст}=var$ для разных значений k_y и T_2 ($\Delta U_{cp}=0,05$ кгс·м). 1 – $k_y = 6$, $T_2 = 0,05$; 2 – $k_y = 30$, $T_2 = 0,05$. Кривые отражают процесс регулирования частоты вращения двигателя, обмотки статора которого соединены в звезду без нулевого провода. Точка равновесного состояния соответствует частоте вращения $\omega_2=31,4$ с⁻¹, работа АД при этом характеризуется следующими параметрами: $M_{ст}=1,12$ кгс·м; $U_{cp} = 7,9$ В; $k_1=12,7$ эл.град/В; $k_2=0,003$ 1/эл.град; $\lambda=0,013$ В/мин⁻¹; $T_1=3,65$ с; $k_3=4,88$ кгс·м; $k_\beta=0,0006$ Кгс/мин⁻¹. Выбранные коэффициенты усиления системы и постоянные времени имеют следующие значения: $k_y=6\div 30$; $T_2=0,01с, 0,05$ с.

ВЫВОДЫ

Рассматриваемая статическая система автоматического регулирования обеспечивает при соответствующем выборе k_y , T_2 удовлетворительное качество процесса регулирования, в частности, необходимый

запас устойчивости, желаемый динамический провал частоты вращения при набросе момента и минимальное время регулирования.

Специальные режимы АД, реализуемые в замкнутой системе с обратной связью по частоте вращения, обусловлены ступенчатыми и значительными по величине изменениями ΔU_{cp} , $\Delta M_{ст}$. Указанные режимы соответствуют пуску и естественному торможению привода приемного вала равнинной машины при различных диаметрах наматывания волокнистого материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веников В.А. Электромеханические переходные процессы в электрических системах. – М.: Энергия, 1984.
2. Чистов В.П. Оптимальное управление электрическими приводами. – М.: Энергия, 1977.
3. Загорский А.Е. Повышение эффективности эксплуатации асинхронных двигателей // Тез. докл. научн. сем.: Проблемы энергосбережения в проектировании новых видов приводов. – М., 1986.
4. Радина Е.В. Алгоритмы регулирования напряжения асинхронных двигателей // Электротехника. – 1993, №5. С.32...35.

Рекомендована кафедрой электротехники. Поступила 01.02.08.

УДК 66.011

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ
ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ВИХРЕВЫХ КАМЕРАХ***Б.С.САЖИН, Л.М.КОЧЕТОВ, Е.В.ОТРУБЯННИКОВ***(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)**

Сушка тонкодисперсных материалов, в том числе полимерных, во взвешенном состоянии является весьма эффективным процессом и может быть реализована, в зависимости от характеристики пористой структуры материала, в аппаратах различных конструкций, в частности, пневмотрубах, сушилках с псевдооживленным или фонтанирующим слоем, в циклонных или вихревых камерах. Вихревые камеры, имеющие форму плоского диска с вертикальной или горизонтальной осью, наилучшим образом подходят для сушки тонкодисперсных (с размером пор до 5 нм) материалов, поскольку позволяют обеспечить высокую эффективность процессов теплопереноса и достаточно длительное время пребывания материала в зоне сушки. По сравнению с пневмотрубами традиционного исполнения продолжительность пребывания материала в вихревых камерах больше в несколько раз. При этом процесс сушки протекает значительно более интенсивно за счет многократно повторяющихся циклов прохождения материала, циркулирующего в вихревой камере, через струю нагретого газа, на входе в камеру.

Кроме того, в вихревых и циклонных сушилках, при определенных конструктивных модификациях, возможно сочетание в одном аппарате процессов сушки и отделения высушенного материала от газообразного теплоносителя, что позволяет отказаться или значительно упростить систему пылеулавливания, которой, как пра-

вило, комплектуются все сушильные установки со взвешенным слоем.

Тепловой потенциал конвективной сушильной установки определяется разницей температур газа на входе в сушилку и на выходе из нее, поэтому целесообразно максимально увеличивать начальную температуру теплоносителя. Однако ограничивающим фактором при сушке термолабильных материалов, в частности, полимеров, используемых для производства текстильных волокон, таких как поливинилхлорид, полиамиды, полипропилен, является температура термического размягчения материала. При превышении этой температуры происходит налипание материала на стенки аппарата и, как результат, потеря его работоспособности. Тем не менее, в вихревых сушильных камерах и других пневматических сушилках возможно поддерживать начальную температуру газа, на несколько десятков градусов выше максимально допустимой температуры нагрева материала, поскольку высокая интенсивность теплообмена обеспечивает резкое падение температуры газа непосредственно во входном створе сушильного аппарата.

Температуру газообразного теплоносителя, выходящего из сушилки, напротив, целесообразно поддерживать на максимально низком уровне. Как показывают экспериментальные исследования, в пневматических сушилках, в частности, вихревых и циклонных камерах, существует однозначная зависимость между температурой и остаточным влагосодержанием дис-

персного материала. Поскольку температура материала, выходящего из пневматической сушилки с активным гидродинамическим режимом, близка к температуре отходящего газообразного теплоносителя и отличается от нее всего на несколько градусов, может быть установлена корреляция между температурой отходящего газа и остаточным влагосодержанием высушиваемого материала. При этом изменения других параметров, таких как начальная температура газа, начальная влажность материала, расход газа, при поддержании температуры материала на постоянном уровне, мало влияют на остаточное содержание влаги в материале. Исключением является только продолжительность обработки материала, если ее варьировать в достаточно широком диапазоне. В сушил-

ках с псевдоожиженным или фонтанирующим слоем, в вихревых камерах и других сушилках, характеризующихся интенсивным перемешиванием материала и накоплением в объеме аппарата значительного количества материала, регулирование продолжительности сушки возможно путем изменения параметров соотношения: $\tau_{\text{ср}} = q/G$, где G – расход твердого материала; q – количество материала в аппарате (для вихревой камеры – удерживающая способность).

Зависимость остаточной влажности материала от температуры отходящего газа имеет обычно простой характер и может быть представлена в виде линейной или экспоненциальной функции.

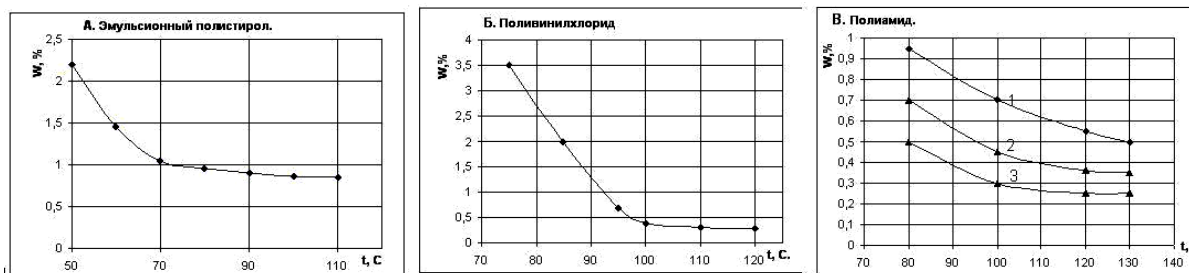


Рис. 1

Некоторые из этих зависимостей, полученных при сушке дисперсных полимерных материалов в вихревой камере диаметром 240 мм, представлены на рис. 1 (А – эмульсионный полистирол; Б – поливинилхлорид; В – полиамид: среднее время пребывания материала в камере ($\tau_{\text{ср}}$) соответственно 1 – 15; 2 – 30 и 3 – 60 с). При этом, как отмечалось выше и как показывают результаты непосредственных измерений, температура высушенного материала лишь немного ниже температуры отходящего газа. Несложно показать с помощью расчетов, что внутри мелкой частицы (менее 1 мм), имеющей достаточно высокую теплопроводность, характерную для полимеров, радиальный градиент температуры практически отсутствует, то есть температуры на поверхности и внутри частицы практически одинаковы. Это дает возможность оценить количество тепла, затраченное на нагревание твердого мате-

риала, на основании простых уравнений теплового баланса.

Таким образом, по температуре отходящего газа можно приблизительно контролировать остаточное влагосодержание материала. При этом результаты экспериментов, проведенных в лабораторных условиях, могут быть легко масштабированы на промышленные условия.

Расчет кинетики процесса сушки дисперсных материалов в аппаратах с интенсивным перемешиванием твердой фазы может быть выполнен на основании методики, приведенной ниже.

За малый промежуток времени dt к частице твердого материала, имеющей массу m , подводится количество тепла:

$$dQ = \alpha \sigma m (t - \Theta) dt, \quad (1)$$

где σ – удельная поверхность твердого материала; α – коэффициент теплоотдачи

от газового потока к материалу; t и θ – соответственно текущие температуры газа и материала.

Тепло, подводимое к твердой частице, расходуется на нагревание материала и на испарение влаги из него:

$$dQ = dQ_{\theta} + dQ_w,$$

или

$$dQ = -mr \left(1 + \frac{\mu}{r} - \frac{C}{r} \frac{\partial \theta}{\partial W} \right) \frac{\partial W}{\partial \tau} d\tau, \quad (2)$$

где W – текущее влагосодержание материала; r – теплота испарения влаги из материала; μ – удельная энергия связи влаги с материалом; $C = C_M + C_{ж} W$ – приведенная теплоемкость твердого материала; C_M – теплоемкость сухого материала; $C_{ж}$ – теплоемкость испаряемой жидкости.

Из уравнений (1) и (2) можно получить выражение для скорости сушки материала:

$$\frac{\partial W}{\partial \tau} = - \frac{\alpha \sigma (t - \theta)}{r \left(1 + \frac{\mu}{r} - \frac{C}{r} \frac{\partial \theta}{\partial W} \right)} = -K_c \alpha \sigma (t - \theta). \quad (3)$$

Величина $K_c = \frac{1}{r \left(1 + \frac{\mu}{r} - \frac{C}{r} \frac{\partial \theta}{\partial W} \right)} = \frac{1}{(r + \mu + Rb)}$, названная коэффициентом

сушки, характеризует свойства влажного материала. Таким образом, скорость сушки равна произведению K_c на интенсивность подвода тепла к единице массы материала.

Величина $Rb = -\frac{C \partial \theta}{r \partial W}$, называемая критерием

Рейбиндера и определяемая отношением количеств тепла соответственно на нагревание материала и на испарение влаги из него, мало зависит от технологических параметров процесса сушки (температуры и относительной влажности газа, коэффициентов тепло- и массоотдачи). Можно принять, что для дисперсных материалов величина Rb является однозначной функцией влагосодержания материала в достаточно

широком диапазоне изменения параметров процесса сушки [1], [2], [6].

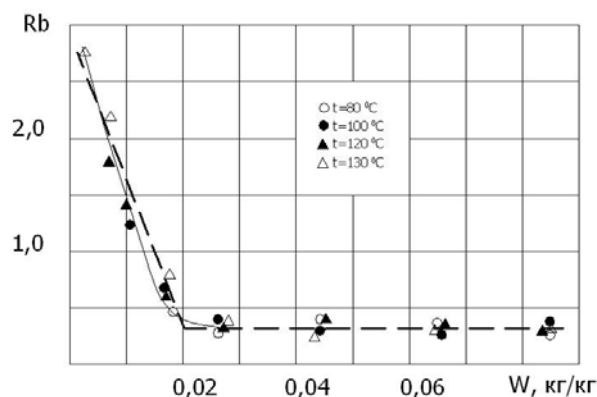


Рис. 2.

На рис. 2 представлена зависимость $Rb=f(W)$, полученная для сополимера стирола при различных температурах газа на входе в камеру. Из рис. 2 видно, что для различных режимов сушки экспериментальные точки удовлетворительно описываются общей зависимостью. Таким образом, зависимость $Rb=f(W)$, определенная при одних условиях сушки, в том числе при периодическом режиме в лабораторных условиях, может быть трансформирована на другие условия непрерывного процесса.

Энергия связи влаги с материалом зависит от форм этой связи и может быть приближенно представлена соотношением вида: $\mu = N \exp(-pW)$, где N и p – постоянные величины, зависящие от свойств материала и жидкости. Эта величина достигает заметных значений лишь при малых влагосодержаниях, когда происходит удаление влаги мономолекулярной адсорбции. В процессах скоростной конвективной сушки этот вид влаги обычно не удаляется [2], [6], поэтому для большинства материалов при расчете кинетических закономерностей их сушки от воды энергию связи можно не учитывать. При сушке от низкокипящих органических растворителей при влагосодержаниях, близких к равновесному, энергия связи достигает заметных величин, соизмеримых с теплотой испарения жидкости.

Как видно из рис.2, в начальный период сушки при удалении поверхностной и большей части капиллярной влаги величина критерия Rb остается практически постоянной. Однако при удалении жидкости из микрокапилляров, а также влаги полимолекулярной адсорбции величина критерия Rb резко увеличивается. Динамика изменения температуры дисперсного материала в процессе сушки, при известной зависимости $Rb=f(W)$, может быть охарактеризована уравнением:

$$\Theta = \Theta_H - \int_{W_H}^W \frac{r}{C} Rb_{(w)} dW = \Theta_H + \int_W^{W_H} \frac{r}{C_M + C_{ж} W} Rb_{(w)} dW. \quad (4)$$

Используя соотношение (4), можно преобразовать уравнение скорости сушки (3):

$$\frac{\partial W}{\partial \tau} = - \frac{\alpha \sigma}{(1 + \mu + Rb_{(w)})} (t - \Theta_H - \int_W^{W_H} \frac{r}{C_M + C_{ж} W} Rb_{(w)} dW). \quad (5)$$

Входящая в уравнение (5) температура газа t может быть заменена на среднее значение t_{CP} – между температурами газа на входе и выходе в камеру и на выходе из нее: $t_{CP} = 0,5(t_1 + t_2)$. При непрерывном процессе сушки ее можно считать постоянной.

Коэффициент теплоотдачи в уравнении (5) можно определить на основании данных специальных исследований [3], [4] или оценить по формуле:

$$\alpha = \frac{LC_{\Gamma}(t_1 - t_2) - Q_{п}}{q\sigma\Delta T}, \quad (6)$$

где L – массовый расход газа; C_{Γ} – средняя теплоемкость газа; $Q_{п}$ – потери тепла в аппарате; $\Delta T = (t_1 - t_2) / \lg \frac{t_1 - \Theta_{сл}}{t_2 - \Theta_{сл}}$ – средний температурный напор; $\Theta_{сл}$ – средняя температура слоя материала, которая может

быть принята на $5...10^{\circ}C$ ниже t_2 . Величину удерживающей способности q можно оценить на основании ранее полученных расчетных соотношений [3], [5].

Зависимости $Rb=f(W)$ обычно имеют сложный характер, что исключает решение уравнения (5) в общем виде. Однако оно может быть решено, если кривую $Rb=f(W)$ представить в виде нескольких прямолинейных отрезков, как это сделано на рис. 2. Тогда для каждого участка, характеризующегося диапазоном изменения влагосодержаний материала от W_i до W_{i+1} , можно написать выражение: $Rb=AW+B$, после подстановки которого в уравнение (5) можно определить продолжительность τ_i сушки материала в указанном диапазоне влагосодержаний для реальных условий процесса. Величина приведенной теплоемкости C может быть принята постоянной, рассчитанной по среднему значению влагосодержаний на рассматриваемом участке.

Общая продолжительность сушки определяется как сумма соответствующих значений для каждого из участков:

$$\tau = \sum_{i=1}^{i=n} \tau_i.$$

ВЫВОДЫ

1. Установлена однозначная зависимость остаточного влагосодержания дисперсных материалов от его температуры при возможном варьировании других параметров процесса. На основании экспериментальных зависимостей $Rb=f(W)$ предложен метод расчета кинетики сушки дисперсных материалов в вихревой камере с горизонтальной осью.

2. Приведены результаты сушки некоторых порошкообразных полимеров, используемых в текстильной промышленности. Показана возможность регулирования остаточной влажности материала за счет варьирования средней продолжительности процесса сушки и температурных параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лыков А.В.* Теория сушки. – М.: Энергия, 1966.
2. *Сажин Б.С., Сажин В.Б.* Научные основы техники сушки. – М.: Наука, 1997.
3. *Кочетов Л.М., Сажин Б.С.* Гидродинамика и теплообмен в сушильной вихревой камере // Химическое и нефтяное машиностроение. – 1969, № 9.
4. *Сажин Б.С., Кочетов Л.М., Осинский В.П.* Интенсификация и расчет процессов сушки дисперсных материалов / В кн.: IV Всесоюзная конференция по тепло- и массообмену. Материалы дискуссии –М., т. X; ч. II, Минск, 1972.

5. *Сажин Б.С., Кочетов Л.М., Белоусов А.С.* Удерживающая способность и структура потоков в вихревых аппаратах // Теоретические основы химической технологии. – 2008, № 2.

6. *Sazhin B.S., Sazhin V.B.* Scientific Principles of Drying Technology. –New York /Connecticut/: Begelle house, inc., 2007. P. 497.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности. Поступила 01.02.08.

УДК 677.022:519.8:62.50.72

АЛГОРИТМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИБОЯ УТОЧНЫХ НИТЕЙ К ОПУШКЕ ТКАНИ КАК ВОЛНОВОГО ПРОЦЕССА В СПЛОШНОЙ СРЕДЕ С КУЛОНОВСКИМ ТРЕНИЕМ

А.В. РАДОВ, П.А. СЕВОСТЬЯНОВ

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

При формировании ткани в процессе приборного ударного воздействия батана распространяется на достаточно большую глубину (15...20 нитей приборной полоски). Один из способов описания процесса приборного воздействия заключается в том, что поведение кромки в области формирования нового элемента ткани имитируется сплошной средой, которой приписываются определенные механические свойства. Такое моделирование приборного воздействия дает возможность изучить волновые процессы в зоне формирования ткани. Для того, чтобы это было возможным, необходимо построить дифференциальное уравнение, описывающее поведение этой сплошной среды. Такого рода уравнения являются частным случаем общеизвестных уравнений волновых процессов в сплошных средах [1].

Поскольку ткань представляет собой плоский материал, и движение нитей в процессе приборного воздействия осуществляется в плоскости ткани, причем процесс не зависит от

координаты по ширине ткани, то волновые процессы, возникающие при приборном воздействии, являются одномерными [2] и [3]. Из этого следует, что в линейном приближении движение такой сплошной среды описывается линейным дифференциальным гиперболическим уравнением в частных производных второго порядка, в котором один аргумент – линейная координата x , направленная по направлению движения ткани, и второй аргумент – координата времени.

Особенность моделирования заключается в учете свойств самой среды, то есть свойств волокнистого материала [4]. Поскольку движение каждой прибориваемой нити происходит в условиях сухого трения о нить основы, то для более точного отображения поведения нитей в зоне формирования ткани необходимо включить в волновое уравнение диссипативные члены, отвечающие за рассеяние энергии, которые учитывают сухое трение, в виде

$$m \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial t^2} = k \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial x^2} - b \frac{\partial u(x, t)}{\partial t} - c \operatorname{sign} \left(\frac{\partial u(x, t)}{\partial t} \right). \quad (1)$$

Уравнение (1) решалось численно, что позволило в деталях изучить динамику процесса приборного воздействия. Для решения уравнения была использована явная разностная схема, которая для данного варианта уравнения является одной из самых простых и в то же время вполне достаточной для получения устойчивого и надежного решения. При решении используется Эйлера система координат.

Решение осуществлялось с помощью

системы MatLab. Ниже описан алгоритм решения этого уравнения. Применим следующие обозначения для ранее введенных величин: m – масса; L – глубина (длина) участка ткани, на которой происходит моделирование; x – координата некоторой точки сплошной среды; T – интервал времени; N и K – количество точек дискретизации; k – коэффициент упругости материала; b – коэффициент вязкого трения; c – коэффициент сухого трения; u – смещение

точки x в момент t вдоль оси x ; $S1$ – начальное смещение опушки; $S2$ – начальная скорость; δ – шаг по времени; h – шаг по x ; A – квадрат частоты.

Алгоритм:

1. Ввод исходных данных: $N = 100$; $K=50$; $L=5$; $T=1$; $m=1$; $k=1$; $b=-0,1$; $c=100$; $S1 = 0$; $S2 = 0$;

2. Вычисление шага по x и по t : $h=L/N$, $\delta = T / K$.

3. Заполнение массива x , 1-го и 2-го столбцов матрицы решений U данными из начального условия задачи.

Для $i = 1$ до $N + 1$ повторить:

$x(i) = (i - 1) * h$; $u(i, 1) = S1$; $u(i, 2) = u(i, 1) + \delta * S2$; $u(1, 2) = 0$; $u(2, 2) = 1$

4. Формирование массива t , 1-й и последней строки U (матрицы решений) из граничных условий

Для $j = 1$ до $K + 1$ повторить: $t(j) = (j - 1) * \delta$

Для $j = 2$ до $K + 1$ повторить: $u(1, j) = 0$; $u(N + 1, j) = 0$

5. Формирование матрицы решений с помощью явной разностной схемы:

Для $j = 2$ до K повторить: Для $i = 2$ до N повторить:

$Ar = \text{normrnd}(A, 0.2 * A)$; $u(i, j + 1) = B1 * u(i - 1, j - 1) - (1 - B1) * u(i, j - 1) + Ar * u(i + 1, j) + 2 * C2 * u(i, j) + C1 * u(i - 1, j) - D * \text{sign}(u(i, j) - u(i, j - 1))$

Для иллюстрации работы алгоритма приведены результаты его реализации при исходных данных, приведенных в табл. 1. При расчетах использовались относительные единицы измерения для удобства анализа и получения качественной картины результатов.

Таблица 1

Параметр	N	K	L	T	S1	S2	m	k	B	c
Эксп. 1 (рис.1)	100	50	10	1	0	0	1	1	-0,1	100
Эксп. 2 (рис.2)	100	50	5	1	0	0	1	1	-0,1	200

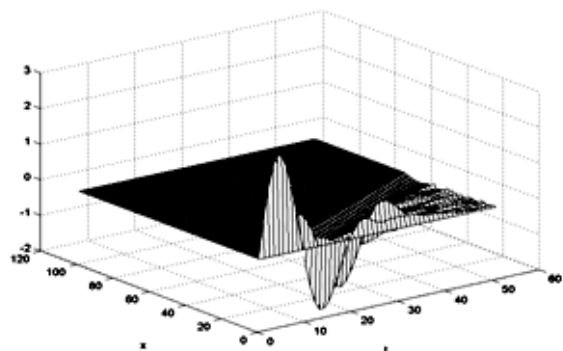


Рис. 1.

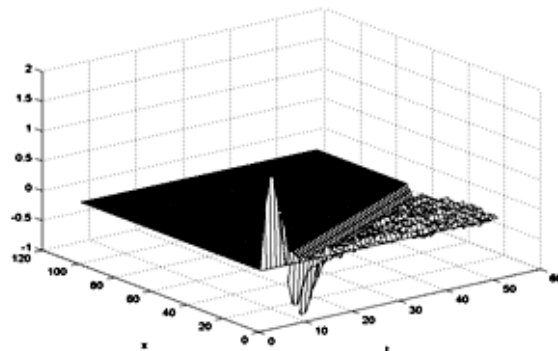


Рис. 2

Из рис. 1 и 2 видно, что с увеличением коэффициента c сухого трения происходит более быстрое затухание колебаний в прибойной полоске. Эти затухающие колебания носят более хаотический характер. Форма колебаний заметно отличается от затухающих гармонических колебаний (синусоид, косинусоид), которые описывают решения линейных волновых уравнений. Это говорит о существенном влиянии на процесс сухого трения и необходимости учета эффектов, связанных с сухим трением между уточными и основными нитями в прибойной полоске.

ВЫВОДЫ

Деформация кромки ткани в процессе прибое уточной нити описана волновым процессом в сплошной среде. Для моделирования процесса предложено нелинейное волновое уравнение с включением диссипативных членов, учитывающих сухое трение уточных нитей об основу при прибое. Предложен и реализован алгоритм решения уравнения и приведены примеры результатов решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тихонов А.А., Самарский А.Н. Уравнения математической физики. Учебник для вузов. – М.: Изд-во Московского государственного университета, 2004.

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

3. Васильченко В.Н. Прибой уточной нити. – М.: Легпромбытиздат, 1993.

4. Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. Моделирование технологических процессов (в текстильной промышленности). Учебник для вузов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и систем автоматического проектирования. Поступила 01.02.08.

УДК 004.032.26: 677.017.314.2

РАСПОЗНАВАНИЕ ДЕФЕКТОВ НЕТКАНОГО МАТЕРИАЛА ПО РЕАКЦИИ КЛЕТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

И.А. ГОРОДНОВ, М.Е. БЕСПАЛОВ

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

При создании автоматизированных систем контроля качества нетканых материалов требуется использовать методы и средства обработки изображений поверхности образцов в реальном масштабе времени. Для повышения вычислительной производительности такой обработки целесообразно использовать технологии распределенных вычислений, в частности, клеточные нейронные сети (КНС) [1]. Доказана [2] возможность использования КНС для обнаружения инородных частиц в потоке вещества. Такие сети используются также для моделирования автоволновых процессов в двумерных активных распределенных средах [3].

В настоящей работе исследовались реакции рецепторного поля КНС на присутствие структурных дефектов в полутоновом изображении поверхности нетканого материала. Вычислительный эксперимент проводился с помощью специально разработанной на языке C# компьютерной модели автоволновой КНС. Структура КНС моделировалась на основе подхода, предложенного в [4]. На вход модели подавалось фотоизображение образца нетканого

материала, а на выходе фиксировались признаки наличия примеси.

В нетканых материалах наиболее часто встречаются дефекты в виде задувов (blowout), подтеков полимера (polymer drips), комков волокон (fiber clump), разрывов (hole) [5].

Для исследования способности КНС к распознаванию дефектов в материале рассматривались два типа модельного воздействия на рецепторное поле сети в виде нарушений однородности полутонового изображения: 1) прямоугольное возмущение, имитирующее локальный структурный дефект; 2) диагональные полосы, расположенные в локальных областях поверхности образца. Положения этих воздействий на образцах задавались случайным образом. Выбор тестовых воздействий указанной формы позволил установить степень эффективности распознавания дефектов.

Анализ автоволновой активности КНС при первом типе внешнего воздействия показывает, что клеточная сеть, реагируя на заданное внешнее раздражение, повторяет его внешние контуры. Результаты моделирования случайного воздействия на

КНС внешнего возмущения квадратной формы представлено на рис.1. На нем изображен динамический отклик КНС на подобное воздействие. Существует возможность оценки относительной площади дефекта, обнаруженного КНС. Результаты тестирования модели показали, что с течением времени информация о произошедшем воздействии теряется сетью, благодаря чему сеть может переобучиться.

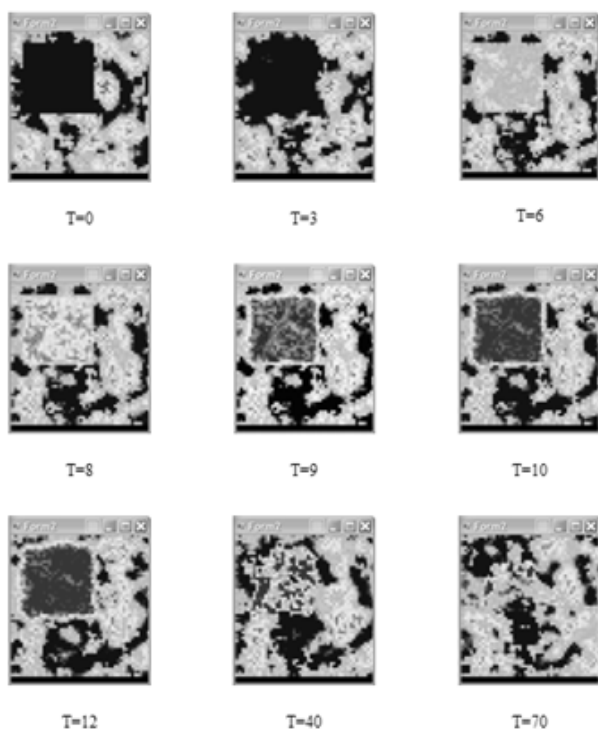


Рис. 1

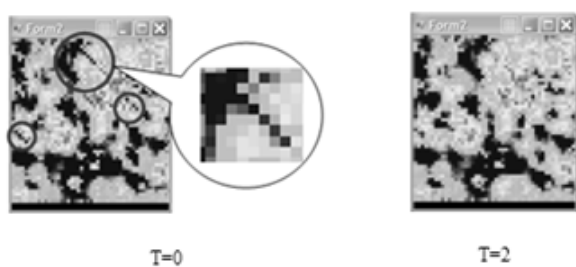


Рис. 2

Автоволновая картина КНС при внешнем воздействии в виде диагональных полос случайной длины представлена на рис.2. Из результатов моделирования следует, что интенсивность реакции сети на такое воздействие зависит от площади, занимаемой полосами на поверхности образца.

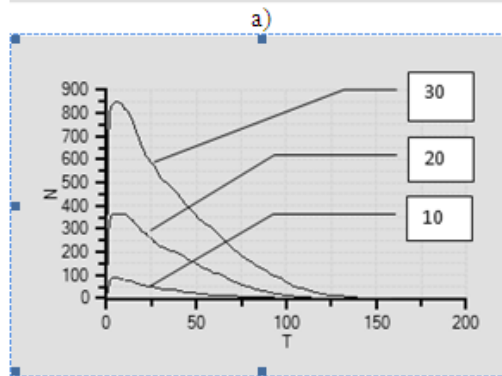
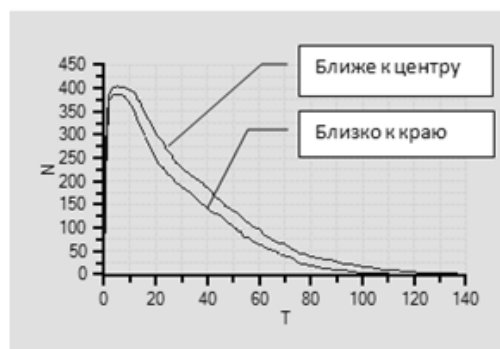


Рис. 3

Реакция КНС на тестовое воздействие оценивалась по временным зависимостям количества "разбуженных" нейронов (рис. 3-а). Два графика на этом рисунке иллюстрируют изменение количества таких нейронов при различном положении дефекта на поверхности образца. В ходе вычислительного эксперимента установлено, что нейросетевая активность рецепторного поля КНС возрастает при смещении положения дефекта в сторону центра площади образца при фиксированных: уровне внешнего воздействия F , силе связи нейронов ξ , уровне измеряемой яркости R , размерах дефекта. Это обусловлено влиянием краевых эффектов на границах КНС. В частности, мы можем определить, что дефект находится ближе к центру, исходя из уровня возмущения для текущего размера дефекта (таблица уровней возмущения может быть получена с помощью статистических экспериментов).

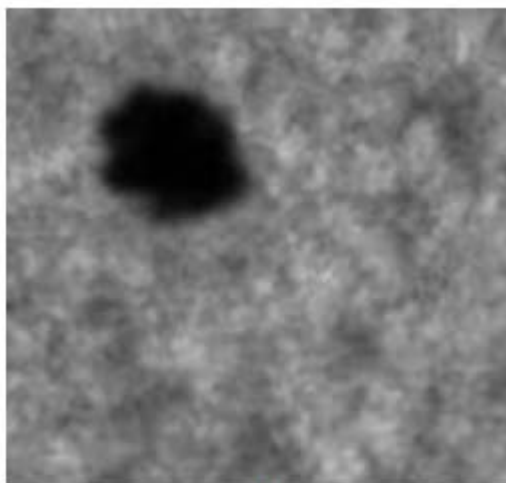
На рис. 3-б представлены графики временных зависимостей числа разбуженных нейронов КНС для трех значений размера дефекта модельного образца. При этом активность сети повышается пропорцио-

нально увеличению площади внешнего воздействия F (рис. 3-б).

Также было установлено, что понижение уровня F возмущения увеличивает разброс значений N .

Полученные результаты доказывают возможность использования КНС в виде датчика двумерного распределения физической величины, в частности, перепадов

градиций яркости полутоновых изображений для обнаружения и идентификации нарушений однородности нетканых полотен. Основным достоинством использования автоволновых режимов КНС по сравнению с другими методами и средствами анализа является высокое быстродействие врожденной способности к параллельной обработке сенсорной информации.



а)



б)

Рис. 4

Эффективность распознавания дефектов клеточной нейронной сетью оценивалась также по изображениям образцов реальных нетканых материалов. На рис. 4-б представлен пример распознавания сетью локального разрыва нетканого материала, представленного на рис. 4-а. Полученный результат свидетельствует о возможности адекватного реагирования КНС на дефект реальной конфигурации. При этом для оценки размера дефекта приходится принимать во внимание изменение масштаба исходного изображения, выполненное с целью эффективного использования всей площади рецепторного поля КНС.

ВЫВОДЫ

1. В ходе вычислительного эксперимента доказана способность клеточной нейронной сети запоминать форму модельного воздействия.

2. Установлена способность клеточной нейронной сети к переобучению ("забыва-

ние" информации об испытанном воздействии спустя определенный промежуток времени).

3. Осуществлен анализ чувствительности КНС к площади и положению области воздействия с целью оценки размеров дефекта и его относительного положения.

4. Разработанная компьютерная модель КНС может использоваться в экспериментальном стенде по изучению входных изображений нетканого материала со структурными дефектами.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Chua L.O., Yang L.* // Cellular neural networks: Theory and Applications, IEEE Transactions on Circuits and Systems. – V. 35, 1988. PP. 1257...1290.

2. *Szatmári I., Schultz A., Rekeczky C., Kozek T., Roska T. and Chua L. O.* // Morphology and Autowave Metric on CNN Applied to Bubble-Debris Classification, IEEE Transactions on Neural Networks. – V.11, №6, 2000. PP. 1385...1393, 2000.

3. *Бандман О.Л.* Клеточно-нейронные модели динамики физических сред и их параллельные реализации // Программирование. – 2000, №1. С.1...18

4. Морозов А.Д., Драгунов Т.Н. Визуализация и анализ инвариантных множеств динамических систем. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003.

5. SmartView Nonwovens Web Inspection Systems On-Line Detection, Identification and Visualization of Nonwoven Defects [Электронный ресурс] // Cognex Corporation: [web-сайт]. <<http://www.cognex.com/ProductsServices/urfaceInspection/SmartViewNonwovens.aspx?id=196>> (27.11.2007).

Рекомендована кафедрой информационных технологий и систем автоматизированного проектирования. Поступила 01.02.08.

УДК 677.022:519.8:62.50.72

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА НЕРОВНОТЫ ПО ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ ВОЛОКНИСТОГО ПОТОКА ПРИ ДЕЛЕНИИ

В.И. ВИРАБОВА

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

Рассматривается разделение волокнистого потока на несколько потоков меньшей линейной плотности. Такое разделение может быть осуществлено различными способами. Здесь рассматривается метод деления, при котором каждый элемент потока расщепляется на n частей, из которых формируются результирующие разделенные потоки. Такой вид деления математически может быть описан следующим образом. Пусть $G_i(t)$ – линейные плотности потоков, получаемых в результате деления, где $i = 1 \dots n$; n – число сформированных потоков. Тогда можно записать:

$$G(t) = g_1(t) + g_2(t) + \dots + g_n(t)$$

или

$$g_i(t) = \alpha_i(t)G(t), \quad (1)$$

где $\alpha_i(t)$ – доля линейной плотности входящего волокнистого потока, перешедшая в i результирующий поток.

Технологически желательно обеспечить процесс деления таким образом, чтобы коэффициенты $\alpha_i(t)$ были постоянными и равными заданной пропорции деления. Известно [1], что если это условие удастся соблюсти достаточно точно, то характери-

стики неровноты входящего линейного потока при делении не меняются. К ним можно отнести такие характеристики, как: коэффициент вариации, автокорреляционная функция (АКФ), спектральная плотность дисперсии (СПД), закон распределения.

В реальных условиях процесса деления коэффициенты $\alpha_i(t)$ подвержены случайным изменениям во времени. Поэтому представляет интерес изучить, каким образом эти случайные вариации отражаются на перечисленных выше характеристиках неровноты при делении потока.

Решение этой задачи было выполнено методом компьютерного моделирования. Значение линейной плотности $G(t)$ моделировалось вероятностным процессом скользящего среднего третьего порядка ($m=3$) по формуле [2]:

$$G(t) = b_0\alpha(t) + b_1\alpha(t-1) + b_2\alpha(t-2) + b_3\alpha(t-3), \quad (2)$$

где b_0, b_1, b_2, b_3 – коэффициенты скользящего среднего; $\alpha(t)$ – значения нормально-белого шума в момент t : $\alpha(t) \sim N(0; \sigma_\alpha)$, σ_α – среднеквадратическое отклонение

(СКО) нормального белого шума.

Такой выбор модели для входящего потока обусловлен удобством моделирования, возможностью аналитического определения статистических характеристик этого процесса через коэффициенты скользящего среднего, и, в частности, заведомо известной глубиной корреляции процесса, равной порядку m скользящего среднего.

Основные статистические характеристики: математическое ожидание линейной плотности MG , дисперсия линейной плотности DG – входящего потока в этом случае равны:

$$MG = 0; DG = \frac{\sigma_a^2}{b_0^2 + b_1^2 + b_2^2 + b_3^2}. \quad (3)$$

Нулевое значение среднего выбрано, чтобы исключить влияние среднего значения линейной плотности потока и переходных режимов при моделировании, поскольку основной интерес и цель моделирования представляют случайные вариации, которые оцениваются по центральным моментам 2-го порядка для удобства оценки центрированных статистических характеристик: дисперсий, СКО, коэффициентов вариации, АКФ и СПД.

Для анализа влияния случайных вариаций коэффициентов деления $a_i(t)$ их значения моделировались как независимые случайные величины. Поскольку при любых вариациях эти коэффициенты должны отвечать условию нормировки

$$a_1(t) + a_2(t) + \dots + a_n(t) = 1, \quad (4)$$

то алгоритм генерации их значений был следующий. Для каждого значения t генерировались n независимых значений нормально распределенной случайной величины

$$z_i \sim N(Ma_i; \sigma a_i); \quad i = 1, \dots, n,$$

где Ma_i и σa_i – соответственно средние значения и СКО коэффициентов деления. Затем вычислялись коэффициенты $a_i(t)$ по формуле:

$$a_i(t) = \frac{z_i}{z_1 + z_2 + \dots + z_n}. \quad (5)$$

Такой алгоритм генерации коэффициентов деления $a_i(t)$ позволяет соблюсти заданные средние доли линейной плотности в каждом из разделенных потоков и обеспечить выполнение условий материального баланса (условие нормировки (4)) при делении. Линейные плотности результирующих потоков вычислялись по формуле (1). Построенная модель деления позволяет исследовать влияние случайных вариаций при параллельном разделении потока на неровноту вновь формируемого потока волокнистого материала.

С построенной моделью процесса деления были проведены компьютерные эксперименты. Варьируемыми величинами являлись коэффициенты вариации CVa_i коэффициентов деления $a_i(t)$ при прочих неизменных условиях. Значения параметров модели приведены в табл.1.

Т а б л и ц а 1

Время моделирования	Коэффициенты скользящего среднего для входящего потока				Средние значения коэффициентов деления $a_i(t)$			
	b_0	b_1	b_2	b_3	Ma_1	Ma_2	Ma_3	Ma_4
1000	1	0,75	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25

На рис.1 ($CVa_i(t)=30\%$) и рис.2 ($CVa_i(t)=1\%$) показаны графики автокорреляционных функций для моделируемой линейной

плотности входного волокнистого потока $R_x(\tau)$ и для одного из потоков, получаемых в результате деления $R_y(\tau)$.

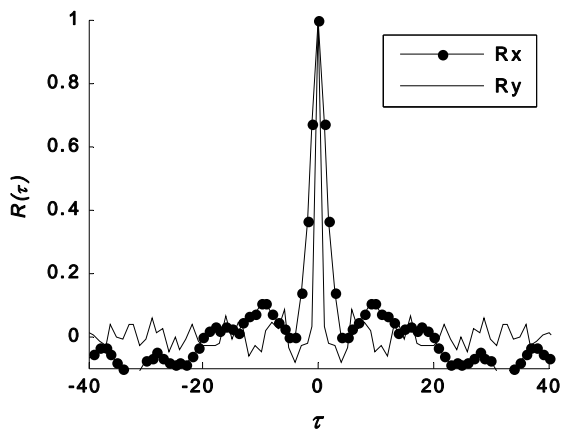


Рис. 1

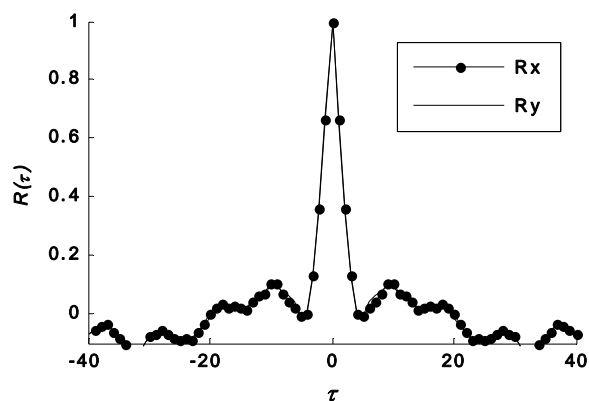


Рис. 2

Из графиков видно, что при больших значениях коэффициента вариации (30%) АКФ для входящего и результирующего потоков существенно различаются. При малых значениях (1%) – графики двух АКФ практически неразличимы, то есть с увеличением вариации коррелированность потока сокращается, что приводит к увеличению хаотичности деления.

С помощью построенной модели исследовалось также влияние вариаций средних долей, на которые разделялся исходный поток. Однако эксперименты показали, что эти вариации никак не сказываются на корреляционных свойствах раз-

деленных потоков волокнистого материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будников В.И. Процесс деления в механическом прядении. – М.: Легкая индустрия, 1965.
2. Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. Моделирование технологических процессов (в текстильной промышленности). – Учебник для вузов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и систем автоматизированного проектирования. Поступила 01.02.08.

УДК 687.016.1:7.045.2

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ "МОДА КАК ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ЗНАКОВЫХ СИСТЕМ В КОСТЮМЕ"

Т.Л. МАКАРОВА, С.Л. МАКАРОВ

(Международный институт рекламы,
Московский государственный институт электроники и математики)

В конце XX – начале XXI вв. мода более динамична, чем несколько десятилетий назад. Долгое время у специалистов не было метода исследования моды и дизайна, меняющихся с такой высокой скоростью. Авторы разработали новый метод анализа моды и дизайна костюма (аксессуаров, среды, рекламы). Предложен подход к решению проблемы промышленного проек-

тирования – задачи прогнозирования изменений моды.

Мода рассмотрена как процесс формирования информационно-знаковых систем в костюме (ИЗСК). Автор предложила метод исследования моды [1], в котором учитываются не только формы модного костюма, но и орнаменты, знаки, символы, цвета [2], [3]. Впервые учитываются все

элементы среды изображения костюма: формы, орнаменты, символы, цвета, то есть исследуется вся образная сторона, включая фактуру и пластику ткани. Теперь можно максимально точно анализировать и прогнозировать (с вероятностью 95...99%) моду, в том числе проводить исследования коротких периодов моды. Автор разработал программу, облегчающую навигацию сайтов, где представлены материалы по моде. Если на компьютере сохранено большое количество материалов для анализа моды, с ними очень трудно работать. Разработана программа, благодаря работе с которой время на обработку материалов, сохраненных с сайтов, уменьшилось в 3...5 раз.

Способов исследования и прогнозирования изменений в коротких периодах моды (за месяц, например) ранее не было.

Автор предложила использовать "Множество элементов информационно-знаковой системы костюм" (ИЗСК). Единицы = элементы ИЗСК (55 элементов): 1) символ (в значении "условный знак"), 2) цвет.

Множество элементов информационно-знаковой системы "костюм" (ИЗСК) характеризует всю моду конца XX – начала XXI вв.: сформирован символический язык костюма. Результатами исследования подтверждено существование языка информационно-знаковой системы "костюм" и его однозначное восприятие специалистами в области моды.

Кроме этого, получены следующие результаты работы.

Разработан метод анализа коллекций и расчета формального описания моды и стиля. Общие для коллекций всех Домов символы определяют моду, различные – стиль каждого Дома. Качества ИЗСК позволяют объяснить как стилевую, так и экономическую сторону коллекций. Определено понятие кода коллекции, который характеризует стиль и пластику моделей одежды.

На основе анализа коллекций "от кутюр" и "прет-а-порте" пяти ведущих Домов моды выявлены самые стабильные и

нестабильные ИЗСК коллекций (в форме, материале и цветовой гамме костюма).

Предложена структура ИЗСК, которая определяется подмножествами множества элементов информационно-знаковой системы "костюм": подмножествами символов в форме костюма, в материале костюма, в форме фона, в материале фона, гипотетических символов. Разработаны классификации символов ИЗСК (по структуре и степени сложности изображения; по смыслу символа; по восприятию смысла символа человеком; по значимости за исследуемый период; по местонахождению в подсистеме ИЗСК) и схемы движения этих символов внутри ИЗСК.

Мы выявили закономерности развития моды как процесса формирования информационно-знаковых систем в костюме, а также смысловые взаимосвязи между ведущими символами и доминирующими группами цветов в форме и материале костюма и фона.

В результате анализа динамики развития системы символов, характеризующей костюм и моду периода с 1981 по 2003 гг. [1] и с 2003 по 2007 гг. [3], выявлено асинхронное сжатие и расширение информационного потока в подсистемах ИЗСК. Отмечено совпадение информационно-знаковых систем костюма, полученных по разным источникам за один и тот же период, что подтверждает правильность выбора символов – элементов множества ИЗСК. Автор пришла к выводу, что развитие ИЗСК циклично, получено новое доказательство того, что современный костюм – открытая система, символы из среды переходят в костюм и обратно [1...3].

Найдена пятая подсистема ИЗСК: область гипотетических символов, по смыслу аналогичная ноосфере в трудах академика В. И. Вернадского. Впервые выявлено: сохранение множества символов в информационно-знаковой системе "костюм"; перемещение символов через 5 областей ИЗСК по устойчивой схеме; сохранение количества символов; период изменения ИЗСК в XXI веке равен 12...14 месяцам при временном шаге изменения, равном 1...2 месяцам.

Выделены подмножества множества элементов информационно-знаковой системы "костюм": символы в форме костюма, в материале костюма, в форме фона, в материале фона, гипотетические символы; позитивные (21 символ), амбивалентные (22 символа) и негативные символы (12). Разработан новый метод анализа системы "костюм", основанный на использовании информационно-знаковой системы "костюм". Сделан прогноз уровня позитивно-

сти ИЗСК до 2012 года: будут актуальны позитивные и амбивалентные символы роста и трансформации, начала и конца цикла.

Для удобства хранения и использования полученной в результате исследования информации разработана база данных "Мода как процесс формирования информационно-знаковых систем в костюме" [1], [2]. Интерфейс разработанной базы данных представлен на рис. 1...4.

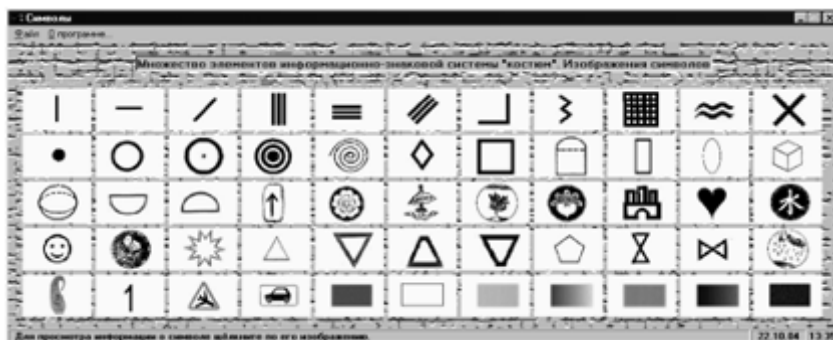


Рис. 1

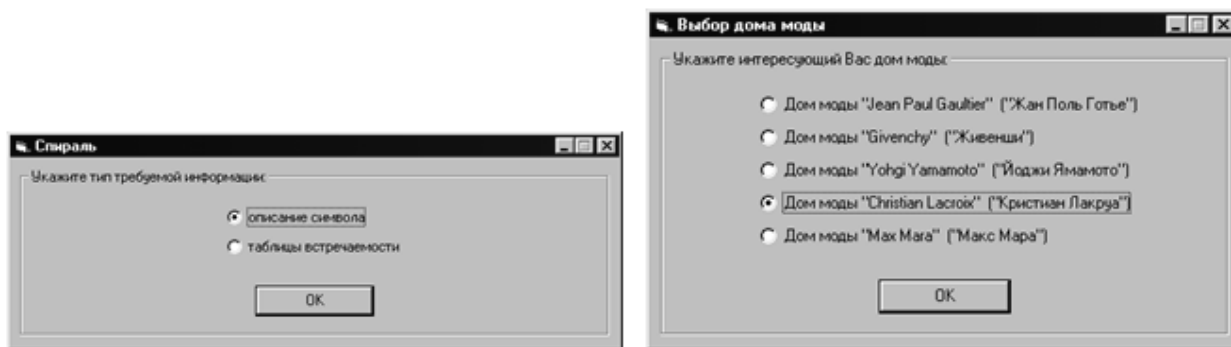


Рис. 2



Рис. 3

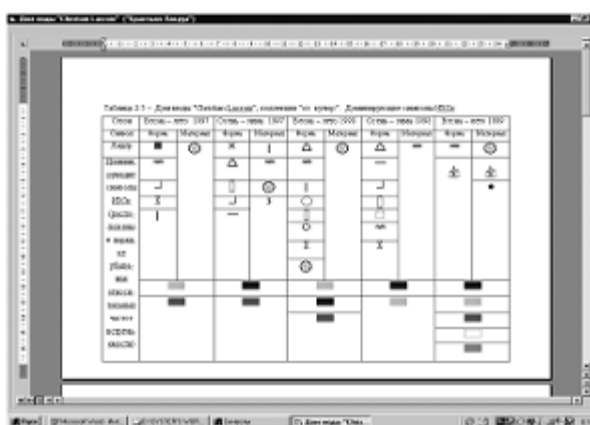


Рис. 4

На рис. 1 показано окно с таблицей "Множество элементов информационно-знаковой системы "костюм", созданной в базе данных Microsoft Access. На рис. 2 показаны два диалоговых окна программы: для выбора вида требуемой информации по символу (например, по символу "спираль") и для выбора требуемой информации по Дому моды. На рис. 3 показано окно с описанием символа "спираль". На рис. 4 показано окно с таблицами по Дому моды "Кристиан Лакруа", в которых содержится информация по ИЗСК коллекций "от кутюр" и "прет-а-порте" (с 1997 по 2001 гг.)

Результаты работы внедрены автором диссертации в учебном процессе в вузах (2002 – 2008 гг.). Авторы награждены дипломом в номинации "Лучший практический имидж-проект года" на Третьем интернациональном конкурсе "Имидж – директория" за "Книгу Любви" – 31 плакат против терроризма (май 2007 г., Москва, РГСУ, АИМ).

ВЫВОДЫ

1. Разработан новый метод исследования моды. Выявлены символы-лидеры современной моды (с 1981 по 2007 гг.) и закономерности их взаимодействия в костюме; сделан прогноз развития информа-

ционно-знаковых систем костюма до 2012 года.

2. Разработана база данных "Мода как процесс формирования информационно-знаковых систем в костюме". Результаты работы используются авторами в научных исследованиях и в художественном проектировании современных костюма, среды и рекламы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Макарова Т.Л.* Мода как процесс формирования информационно-знаковых систем в костюме: Дис...канд. техн. наук. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2004.

2. *Макарова Т.Л., Макаров С.Л.* Применение информационных технологий в исследовании информационно-знаковой системы "Костюм" // Тез. докл. Всероссийск. научн. конф.: Информационные технологии в образовательной, научной и управленческой деятельности (ИНФОТЕКСТИЛЬ-2004). – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2004.

3. *Макарова Т.Л., Макаров С.Л.* Мода и стиль в кодах коллекций женской одежды Дома моды "Yohji Yamamoto" ("прет-а-порте", 1997 – 2001 гг.) // Сб. мат. Междунар. научн.-техн. конф.: Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс-2007). Ч.1. – Иваново: ИГТА, 2007. С.215...216.

Рекомендована кафедрой рекламы и маркетинговых коммуникаций. Поступила 01.02.08.

УДК 677.11

**КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ
МЕХАНИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ВЯЗКОУПРУГИХ ВОЛОКОН И НИТЕЙ***

М.В. КИСЕЛЕВ, Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ

(Костромской государственный технологический университет)

Линейную вязкоупругость для одномерного объекта удобно трактовать при помощи механических моделей, которые наглядно демонстрируют поведение различных вязкоупругих материалов. Данному вопросу посвящено большое количество работ, где подробно описаны механические модели и соответствующие им уравнения для определения напряженно-деформированного состояния [1]. В широко известных моделях Максвелла, Фойгта, Кельвина и других сделано допущение о постоянстве физико-механических характеристик волокон или нитей на всей протяженности их длины. Такое допущение приводит к существенным погрешностям при решении реальных задач. По данным [2] механические свойства химических волокон при одних и тех же условиях испытаний отличаются до 2,5 раз, для натуральных волокон до – 10 и более раз. Данный факт объясняется вероятностным характером расположения макромолекул в полимере, влиянием погодных условий на рост натуральных волокон, особенностей технологических процессов их переработки и др. Данное обстоятельство привело исследователей к выводу о рассмотрении волокон и нитей как совокупности отдельных ее участков, обладаю-

щих различными физико-механическими характеристиками [3].

В данной работе рассмотрен конечно-элементный подход для описания поведения волокон и нитей с произвольными вероятностными механическими характеристиками по длине. Изучение законов распределения механических и геометрических характеристик исследуемого объекта в данной работе не рассматривалось в связи с тем, что оно является самостоятельной задачей. Предложен алгоритм определения матриц жесткости конечных элементов – аналогов механическим моделям произвольной сложности. Задача в общем виде формулируется так: составить аналитическое выражение матрицы жесткости нити, имеющей длину L и N участков длиной l (рис. 1 – нить и ее конечно-элементное представление). Каждый из участков имеет свои физико-механические характеристики и поведение материала описывается различными механическими моделями.

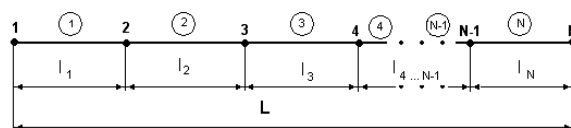
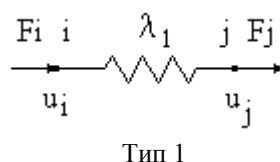


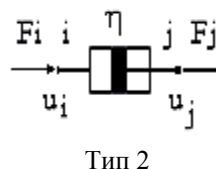
Рис. 1

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

Из рассмотрения механических моделей вязкоупругого материала видно, что для его описания при нагружении необходимо использовать два или более элементов, имитирующих упругие и вязкие свойства. Поэтому логично предположить описывать механические свойства подобных материалов с помощью комбинации



Тип 1



Тип 2

Рис. 2

Для элемента тип 1. Жесткость элемента характеризуется величиной λ_1 . Таким образом, зависимость силы от деформации запишется как:

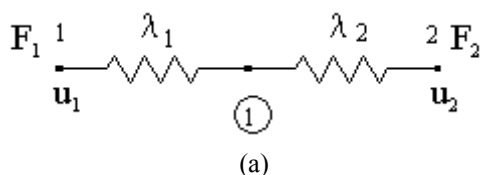
$$F_i = \lambda_1 \cdot \delta,$$

где $\delta = u_j - u_i$.

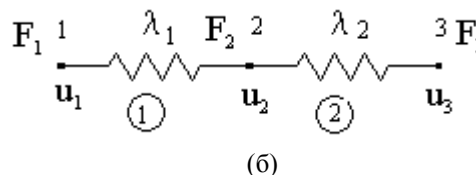
Рассмотрим силы, действующие в узлах данного элемента:

$$\text{В узле } i: F_i = \lambda_1 \cdot (u_i - u_j).$$

$$\text{В узле } j: F_j = \lambda_1 \cdot (u_j - u_i).$$



(а)



(б)

Рис. 3

Используя алгоритм прямого формирования глобальной матрицы жесткости [4], коэффициенты матрицы жесткости конечного элемента 1 на рис. 3-а имеют вид:

$$\begin{bmatrix} \lambda & (-\lambda) \\ (-\lambda) & \lambda \end{bmatrix} \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} F_1 \\ F_2 \end{pmatrix},$$

$$\text{где } \lambda = \frac{(\lambda_1 \cdot \lambda_2)}{\lambda_1 + \lambda_2}.$$

конечных элементов с аналогичными свойствами.

Построим конечно-элементное решение вышеприведенных моделей с выводом матрицы жесткости комбинированного конечного элемента, состоящего из конечных элементов двух типов (рис. 2):

Или в матричной форме для элемента тип 1 и тип 2 соответственно:

$$\begin{bmatrix} \lambda_1 & (-\lambda)_1 \\ (-\lambda)_1 & \lambda_1 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} u_i \\ u_j \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} F_i \\ F_j \end{pmatrix},$$

$$\begin{bmatrix} \eta & -\eta \\ -\eta & \eta \end{bmatrix} \begin{pmatrix} u_i \\ u_j \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} F_i \\ F_j \end{pmatrix}.$$

Выведем матрицу жесткости для конструкции с параллельным соединением двух упругих элементов (рис. 3 – конструкция из одного упругого элемента (а) и ее аналог из двух элементов (б), соединенных последовательно).

Аналогично выводится матрица жесткости для конструкции с параллельным соединением 2-х упругих элементов:

$$\begin{bmatrix} \lambda & (-\lambda) \\ (-\lambda) & \lambda \end{bmatrix} \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} F_1 \\ F_2 \end{pmatrix},$$

где $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$.

Полученные данные согласуются с физической аналогией – определение сум-

марной емкости конденсаторов при последовательном и параллельном их соединении.

Используя полученные соотношения, составим алгоритм получения сколь угодно сложной механической модели, описывающей свойства волокон и нитей (рис. 4 – блок-схема определения коэффициентов матрицы жесткости комбинированного конечного элемента для произвольной механической модели поведения материала волокон и нитей).

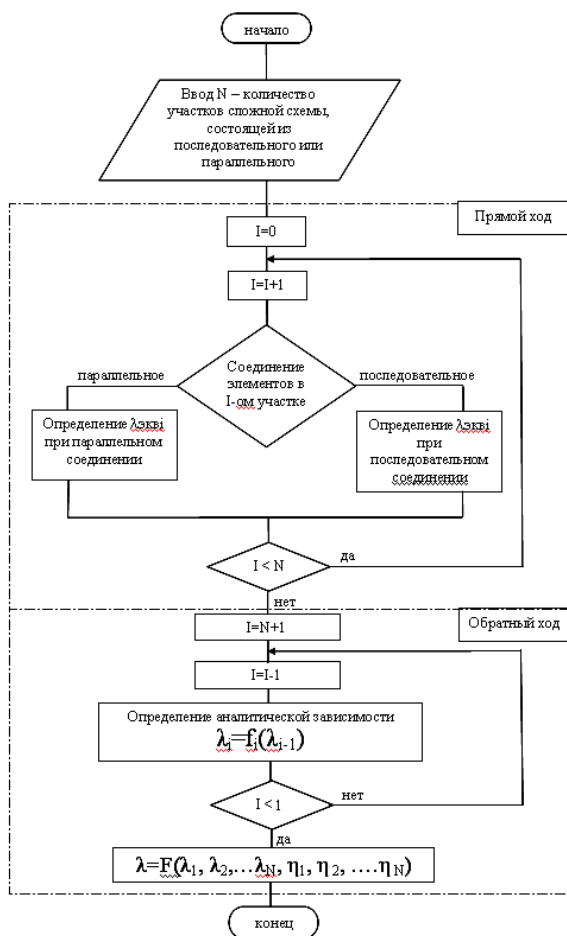


Рис. 4

Используя алгоритм прямого формирования глобальной матрицы жесткости, составляется основное разрешающее уравнение метода конечных элементов для нити, представленной на рис. 1.

ВЫВОДЫ

1. Для практических расчетов волокон и нитей с учетом их различных физико-механических характеристик по длине эффективен метод конечных элементов.

2. Предложенный в работе алгоритм позволяет вычислить матрицу жесткости комбинированного конечного элемента, эквивалентного по своим свойствам произвольной механической модели поведения материала при одноосной нагрузке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мигушов И.И. Механика текстильной нити и ткани. – М.: Легкая индустрия, 1980.
2. Перепелкин К.Е. Структура и свойства волокон. – М.: Химия, 1985.
3. Проталинский С.Е. Развитие теории и вопросы приложения механики нити к задачам текстильной технологии: Дис.... докт. техн. наук. – Кострома, 1999.
4. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. – М.: Мир, 1979.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 01.02.08.

МОДЕЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССА РЕЛАКСАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ И ПОСЛЕДУЮЩЕГО УПРУГОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

В.Г. ТИРАНОВ, Р.Р. АЛЕШИН

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

В литературе, начиная с Максвелла, предложено множество моделей для иллюстрации и описания процесса релаксации напряжений [1]. Безусловно, наилучшей моделью следует считать модель Каргина-Слонимского и предлагаемая модель по существу является ее упрощенным вариантом. Однако предлагаемая модель дает более наглядное представление о процессе релаксационного напряжения и последующем эластическом восстановлении, зависящем от длительности нахождения материала при постоянной деформации – процессе релаксации напряжений.

При этом введение понятия о неньютоновской жидкости – переменной вязкости, зависящей от напряжения и времени, позволяет использовать ее для количественного описания этих релаксационных процессов.

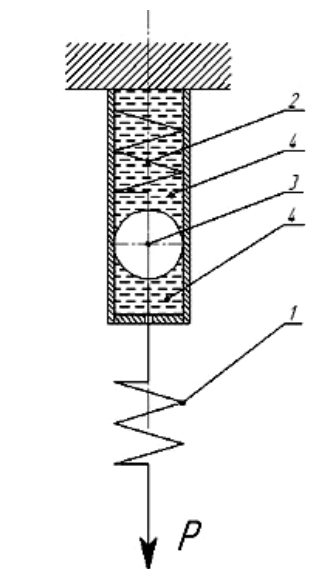


Рис. 1

На рис. 1 предлагается модель, в которой упругий элемент 1 – пружина, отражает упругую деформацию, обусловленную изменением межатомных расстояний и ва-

лентных углов макромолекул.

Элемент 2 – пружина, отражает конформационные перестройки макромолекул во времени при движении шара 3 в вязкой среде 4. Заторможенным движением шаропоршня в вязкой среде можно характеризовать силы трения между макромолекулами.

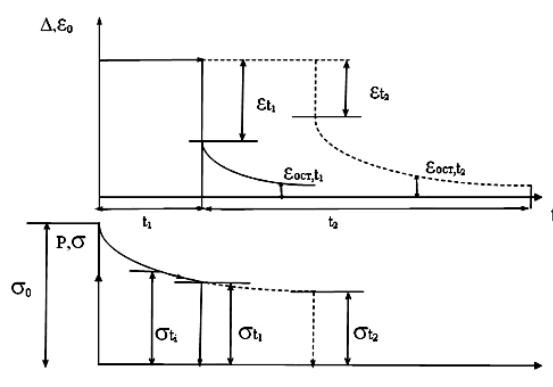


Рис. 2

На рис. 2 схематически представлен исследуемый режим релаксационного напряжения при $\Delta = \text{const}$ и последующее эластическое восстановление упругого последствия для двух временных интервалов.

При "мгновенном" задании деформации на величину Δ растягивается только элемент 1, в котором возникает усилие (напряжение) σ_0 , пропорциональное деформации – ε_0 .

После появления напряжения на границе шар – вязкая среда происходит перемещение шара в вязкой среде и уменьшение длины пружины (деформация), то есть уменьшение усилия напряжения в элементе 1 – σ_{ti} – релаксация напряжений. При этом происходит увеличение длины пружины 2 и напряжения в ней. Движение шара в вязкой среде, увеличение деформации элемента 2 и уменьшение деформации (и, следовательно, усилия) в элементе 1 носит затухающий характер и заканчивается при равенстве усилий в элементах 1 и 2.

Таким образом, можно предположить, что процесс релаксации напряжения обусловлен уменьшением упругой деформации – изменением межзатомных расстояний и валентных углов и распрямлением макромолекул на конформационном уровне, то есть происходит переход упругой деформации в конформационно - упругую.

После внешнего освобождения модели из деформированного состояния, то есть приведение ее в состояние, при котором внешнее напряжение равно нулю, происходит мгновенное сокращение длины пружины 1 на величину Δ_{t1} , соответствующую оставшемуся напряжению σ_{t1} . Далее, вследствие оставшихся напряжений, на границе шара – вязкая среда, шар-поршень начинает перемещаться вверх, что связано с уменьшением оставшейся деформации пружины 2, состоящей из перемещения поршня 3, что адекватно связано с изменением конформации цепи и перехода ее в более свернутое состояние.

С увеличением длительности процесса релаксации напряжений происходит дальнейшее уменьшение напряжений до σ_{t2} и перераспределение деформации упругого элемента 1 в деформацию элемента 2, то есть распрямление макромолекул на конформационном уровне.

После внешнего освобождения модели (образца) из деформированного состояния, то есть при $\sigma_t = 0$, происходит сокращение образца (элемента 1) на величину – Δ_{t2} , соответствующую оставшемуся напряжению σ_{t2} . Далее происходит уменьшение остаточной деформации во времени.

Из всего вышесказанного следует, что чем длительнее процесс релаксации, тем меньше величина мгновенно обратимой деформации и больше величина остаточной деформации, которая во времени стремится к нулю.

Время полного восстановления и кинетика обусловлены длительностью процесса релаксации напряжений. Качественное

рассмотрение процессов на основе модели позволяет составить дифференциальное уравнение для процесса релаксации напряжений. При этом, если допустить, что вязкость " η " или сопротивление движения шара зависит от напряжений на границе шар – вязкость, а следовательно, и от времени, то решение дифференциального уравнения приводит к аналитическому выражению для релаксации напряжений в виде:

$$\sigma_t = \sigma_0 - \sigma_{\text{рел}} \left[1 - e^{-\left(\frac{t}{\tau}\right)^K} \right],$$

где σ_0 – начальное напряжение; $\sigma_{\text{рел}}$ – релаксационная составляющая; t – текущее время; τ – внутреннее среднее статистическое время деформации; K – коэффициент, зависящий от вязкости и кинетики ($K= 0,25$ для большинства высокоориентированных нитей).

Аналогичным выражением ее изменений во времени в терминах остаточной деформации может быть представлен и процесс эластического восстановления – упругого последствия.

ВЫВОДЫ

1. Представлена модель процесса релаксации напряжений и последующего упругого воздействия.
2. Описан принцип действия модели, и дано аналитическое выражение для релаксации напряжений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аскадский А.А. Деформация полимеров. – М.: Химия, 1973.

Рекомендована кафедрой сопротивления материалов. Поступила 01.02.08.

УДК 677.05

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕРИАЛА КОЛОДОК ТОРМОЗНОГО УСТРОЙСТВА

А.А.СМИРНОВ, А.Н.СМИРНОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

С 1974 года фирмой Oerlikon Schlafhorst (Германия) разработан конструктивно-унифицированный ряд прядильных устройств типа SE (модели 7, 8, 9, 10, Sorobox 11 и 12), которые объединены единой концепцией проектирования элементов прядильной системы и используются на различных модификациях пневмомеханических прядильных машин Autocoro.



Рис. 1

При открывании прядильной камеры через рычажную систему тормозные колодки (рис.1, 2) с двух сторон подводятся к валику ротора (на рис.1 не показан) и останавливают его за короткий промежуток времени. При этом возникают значительные силы трения, приводящие к изнашиванию тормозных колодок и нагреванию

контактирующих конструктивных элементов. В связи с вышесказанным вызывает практический интерес определение состава неметаллического фрикционного материала тормозных колодок с целью поиска оптимальных композиций.



Рис. 2

Фрикционные материалы должны сохранять высокий коэффициент трения скольжения (0,2...0,6), прочность, устойчивость к температурным скачкам, воздействию абразива и агрессивных сред, иметь минимальный уровень износа (линейная интенсивность изнашивания $I = h/L = 10^{-7}$, где h – толщина истертого слоя; L – путь трения) в условиях большого диапазона скоростей скольжения и нагрузок. Они характеризуются низкой склонностью к схватыванию, задиру и заеданию, быстрой прирабатываемостью, высоким сопротивлением тепловой усталости и устойчивостью против теплового удара, возникающего в результате интенсивного выделе-

ния тепла при контакте торможения [1].

Материалы тормозных колодок должны обеспечивать плавное срабатывание системы без автофрикционных колебаний, проявляющихся скрипами при торможении, а также высокий срок службы.

Неметаллические фрикционные материалы изготавливают обычно с использованием базальтовых, углеродных, кевларовых, реже асбестовых, и иных высококомодульных измельченных волокон. В качестве связующих используют каучуки, смолы и их сочетания, а в качестве наполнителей – кремнезем, сурик, барит, медную, латунную, бронзовую проволоку или стружку, MoS_2 и другие материалы. Из-за применения такого типа связующего материала их часто называют полимерными. В последнее время чаще используются материалы без асбеста.

Композиционный состав тормозных колодок выбирается под конкретную задачу, но в общем случае можно ориентироваться на следующие пропорции в процентах: наполнители – 20...25, связующие клеи (смолы), связующие волокна (часто углеродные высококомодульные), металлы, эластомеры – по 12...15, смазывающие вещества и абразивы – по 7...10.

В нашем случае режим работы пары трения ремень привода–валик ротора следует признать весьма легким во время работы, так как температура на поверхности контакта по данным [2] ниже 100°C (до 75°C на валике ротора и до 60°C – на сборном желобе). Однако температура в объеме при торможении валика ротора при помощи колодок может превышать 150°C , следовательно, пара трения работает в средних условиях эксплуатации. Для таких условий рекомендованы материалы на комбинированном связующем или спеченные материалы на основе меди, позволяющие выдерживать температуру до 500°C .

Рентгенографический анализ компонентного состава материала колодок тормозного устройства прядильной камеры SE11 проведен в лаборатории рентгено- и термографии кафедры химических технологий тугоплавких неметаллических и си-

ликатных материалов Ивановского государственного химико-технологического университета. В качестве образцов использовались отработавшие ресурс тормозные колодки с предварительным шлифованием исследуемой поверхности (рис. 2), а в качестве измерительной аппаратуры – дифрактометр рентгеновский общего назначения ДРОН-2.0.

Исследования проведены при следующих характеристиках и параметрах:

- рентгеновская трубка с медным анодом,
- напряжение на рентгеновской трубке $U = 40 \text{ кВ}$,
- ток в рентгеновской трубке $I = 20 \text{ мА}$,
- скорость поворота счетчика (угловые отметки по оси абсцисс на рис. 3 – рентгенограмме) – 4 градуса в минуту,
- скорость поворота образца материала – 2 градуса в минуту.

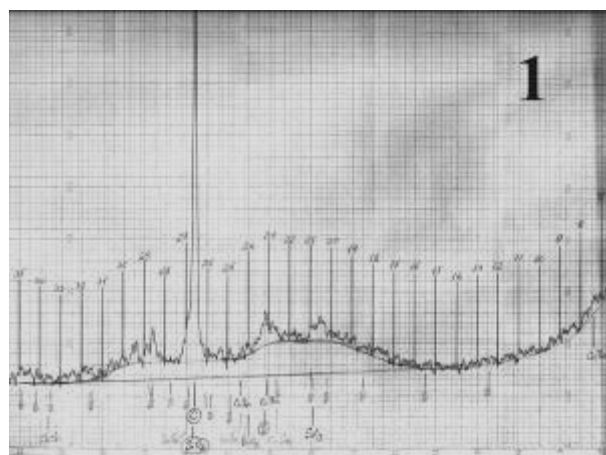


Рис. 3

В результате исследования была получена рентгенограмма, начальная часть которой представлена на рис. 3. Ее анализ показывает присутствие в материале следующих фаз:

- углерод в виде смеси различных модификаций, основная из которых – графит. Он используется для предотвращения схватывания материалов пары трения. Кроме того, велика вероятность использования измельченных углеродных высококомодульных волокон в качестве связующих;
- сплав меди с цинком CuZn (латунь) или с оловом CuSn (бронза) в качестве на-

полнителей для стабильности коэффициента трения и снижения нагрева. Точно определить состав сплава не представилось возможным из-за его малой доли в материале и суперпозиции рефлексов сплавов друг на друга и на рефлексы углерода. По этим же причинам не удалось определить количественное соотношение компонентов в сплаве;

– сера S, способствующая отсутствию схватывания материалов при трении. Судя по малой интенсивности рефлексов ее количество невелико. Это не позволяет определить в связанном состоянии (например, с медью) или в чистом виде представлен данный компонент;

– оксид кремния SiO₂ или смесь модификаций, основой для которых является кварц, в качестве абразивного материала для повышения сопротивления скольжению [3], [4];

– рентгено-аморфная (некристаллическая) фаза, вероятно, на базе термостойких смол или каучуков, о чем свидетельствует

подъем фазовой линии на рентгенограмме в интервале от 16 до 32 градусов (рис. 3).

Идентификация фаз произведена с помощью картотеки ASTM JCPDC (Joint Committee on Powder Diffraction Standards) Box 1. Неидентифицированные рефлексы на рентгенограмме принадлежат материалу основы, так как он является полимерным, а раздел 1 (Box1) картотеки ASTM содержит информацию только по неорганическим веществам.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.xumuk.ru>
2. www.broell.com
3. *Машиков, Ю.К. и др.* Полимерные композиционные материалы в триботехнике. – М.: Недра. 2004.
4. Специальные материалы в машиностроении: Учебник для вузов / Под ред. Ю.П. Солнцева. – С.-Петербург: Химиздат, 2004.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 01.02.08.

УДК 631.35:633.51: 677.21

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПРЯДИЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ХЛОПКОВОГО ВОЛОКНА

К.М. ИНОГАМОВ

(Институт механики и сейсмостойкости сооружений АН Республики Узбекистан)

Исследование прядельной способности хлопкового волокна, собранного различными рабочими органами, имеет важное значение. Работа выполнена на Ферганском текстильном комбинате в то время, когда на текстильных комбинатах работали старые модели технологических линий, о чем свидетельствует приведенный ниже технологический комплекс машин, участвующих в переработке волокна.

Цель производственных испытаний – сравнение прядельно-технологических свойств волокон, полученных из хлопка-сырца, собранного хлопкоуборочными машинами с составными, разработанными автором, и серийными нарезными шпинделя-

ми. В [1], [2] приведены результаты производственных испытаний хлопкового волокна, собранного хлопкоуборочными машинами, оснащенными предложенными составными и нарезными шпинделями. Для повышения достоверности результатов испытаний машин в различных агротехнических условиях эти опыты повторили. В Джизакской области (в условиях степи) работали две машины ХН-3,6 (4-рядная) и собранный хлопок-сырец был переработан в производственных условиях на Гулистанском хлопкоочистительном заводе, кроме того, партия сырца, скомплектованная в двух вариантах, обрабатывалась на Ферганском текстильном комбинате.

Программа работ предусматривала сбор хлопка-сырца хлопкоуборочными машинами типа ХН-3,6 с составными и с нарезными шпинделями в условиях сбора средневолокнистого сорта хлопка. Селекционный сорт хлопчатника 108-Ф, при первом сборе раскрытие коробочек 60,2%, урожайность 23,3 ц/га.

На текстильный комбинат с Гулистанского хлопкозавода поступило две марки волокна данного селекционного сорта, маркированные 004-№1 и 004-№2. Этот селекционный сорт хлопчатника более приспособлен к машинной уборке. Маркировка 004-№1 – нарезной шпиндель, 004-№2 – составной шпиндель.

Прядомые свойства волокна определялись в условиях прядильного производства при выработке основы толщиной 25 текс.

Зона обслуживания одной прядильницы составляла три машины по 384 веретена.

Волокна перерабатывались в чистом виде, без добавления оборотов и угаров, кроме брачных холстов.

Оба варианта перерабатывались последовательно на одном и том же оборудовании по 4 тонны каждый. Во время проведения работ ни одна единица оборудования не останавливалась, то есть не было технологических остановок.

Все оборудование заправлялось на оба варианта с подрывом полуфабрикатов. Перед запуском в работу волокно анализировалось по физико-механическим свойствам в двух повторностях по стандартной методике. Для определения выходов на разрыхлительно-трепальном агрегате пропусклось 4 кипы. Для определения выходов на чесальных машинах заправлялось 3

машины №135...137. Выходы определялись в двух повторностях и по три раза с каждого холста. Количество пороков в 1 грамме прочеса подсчитывалось на стекле 200×300, без разделения по видам. Качество полуфабрикатов определялось согласно инструкциям технического контроля в трех повторностях; качество пряжи – в 10 повторностях. Обрывность проверялась по 12 машиносъемам. Производительность и выход мычки определяли в течение четырех дней. Обрывность на мотальной, сновальной машинах проверялась по каждой партии два раза, на шлихтовальной – один раз, на ткацких станках марки 004-№1 за 452 станкочаса, марки 004-№2 – за 404 станкочаса.

Выход невидимых угаров в чесании и трепании почти одинаков у обеих марок хлопка. Количество пороков в 1 грамме прочеса марки 004-№1 больше на 1 единицу. Качество пряжи получилось практически одинаковым. Производительность прядильных машин при переработке волокна марки 004-№1 немного выше, а обрывность – на 4 обрыва на 1000 веретен в час ниже, чем при переработке марки 004-№2.

В ткачестве пряжа обеих марок волокна вела себя одинаково, то есть по всем технологическим операциям показатели были почти одинаковые. Доказано, что рабочие органы обеих хлопкоуборочных машин обеспечили качество собранного хлопка.

Полученные результаты исследований представлены в табл. 1...3: табл. 1 – выход продукта при трепании; табл. 2 – качество полуфабрикатов прядильного производства; табл. 3 – физико-механические свойства пряжи.

Таблица 1

Операции	Марка 004-№1		Марка 004-№2	
	кг	%	кг	%
Пропущено холст	823,52	100	846,6	100
Получено холст	790,14	96,0	816,96	96,45
Видимые угары:				
из-под питателя-смесителя	0,656	0,08	0,945	0,11
головного питателя	0,698	0,08	0,585	0,07
вертикального разрыхлителя	2,692	0,30	2,695	0,32
горизонтального разрыхлителя	2,760	0,33	2,770	0,33
ножевого барабана Т-16	3,800	0,42	3,600	0,42
планочного трепания	1,782	0,22	1,720	0,25
игольчатого трепания	0,918	0,12	0,925	0,12
Невидимых угаров	16,095	1,89	16,20	1,92
Влажность хлопка	4,5	4,4		4,0

Таблица 2

Операции	Марка 004-№1	Марка 004-№2
Холст трепальный		
Толщина	401	399
Коэффициент вариации	1,70	1,60
Лента чесальная		
Толщина	3,68	3,68
Коэффициент вариации	5,10	5,0
Лента ленточная		
М.отрезок, толщина	3,90	1,80
Коэффициент вариации	1,80	
Лента ленточная		
Толщина отрезков	6,30	
Коэффициент вариации		
Толщина ровницы	605	604
Коэффициент вариации для отрезков	1,90	1,91
Кор.отр.	13,7	13,7

Таблица 3

Наименование показателей	Из волокна марки 004-№1	Из волокна марки 004-№2
Толщина, тексы	26,0	26,1
Коэффициент вариации по толщине	3,30	3,30
Относительная прочность пасмы	9,2	9,3
Относительная прочность одиночной нити	11,6	11,5
Коэффициент вариации по к.о.н.	15,3	15,3
Показатель качества по к.о.н.	0,76	0,71
% удлинения	5,60	5,50
Величина крутки	824	825
Коэффициент крутки	41,8	41,7
Производительность оборудования	722	723
Обрывность на 1000 вер/ч	161	162
Выход мычки	10,3	10,4
Количество пороков на 1 г пряжи	233	232

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что выход невидимых угаров в чесании и трепании почти одинаков для обеих марок хлопка.

2. В ткачестве пряжа обеих марок вела себя одинаково. Волокна, полученные из хлопка-сырца, собранного предлагаемыми составными и нарезными шпинделями, имеют одинаковые прядомые свойства.

3. Составные шпиндели не повреждают волокно при сборе хлопка с кустов; производительность машины с составными шпинделями выше на 20...30%.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Иногамов К.М., Зыков Р.Ф.* Производственные испытания хлопкового волокна, собранного хлопкоуборочными машинами, оснащенными составными и нарезными шпинделями // Сб.: Теория и расчет механизмов машин хлопкоуборочного комплекса. – Ташкент: Изд. "ФАН", 1985.

2. *Иногамов К.М.* Исследование геометрии шпинделей хлопкоуборочных машин: Дис...канд. техн. наук. – Ташкент, 1969.

Поступила 01.02.08.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ ОБЕСПЫЛИВАНИЯ НА НАКЛОННОМ РЫХЛИТЕЛЕ-ЧИСТИТЕЛЕ

К.Ю. ПАВЛОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Обеспыливающий рыхлитель-чиститель для волокнистого материала, схема которого приведена на рис. 1, содержит остов 1, расположенную над ним закрытую кожухом рабочую зону 2, оснащенную входным 3 и выходным 4 каналами, расположенные в ней наклонно в два ряда в шахматном порядке пять ножевых барабанов, в том числе приемный 5, передающий 6 и выпускной 7, нижние ножевые барабаны и верхние ножевые барабаны 8 и 9.

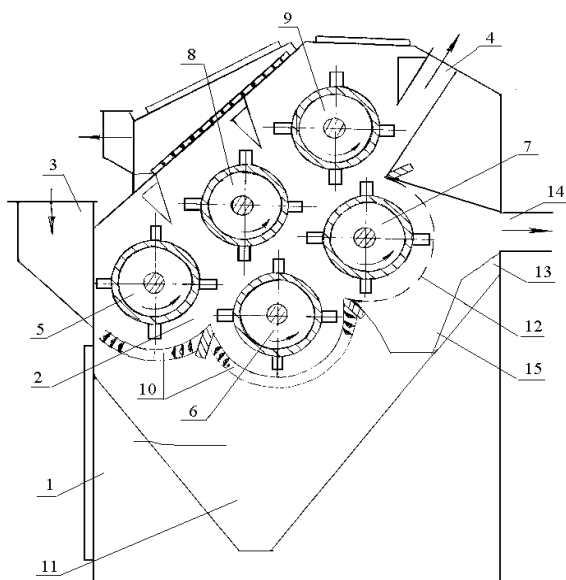


Рис. 1

Модернизация машины состоит в том, что колосниковая решетка 10, отделяющая рабочую зону 2 от угарной камеры 11, охватывает нижний сектор лишь пятого приемного и шестого передающего барабанов. Под нижним выпускным барабаном 7 концентрично ему размещен перфорированный лист 12, установленный на разводку 10...15 мм с образованием вакуумной камеры 13 с пневмоотсосом 14. Вакуумная камера 13 в нижней своей части имеет карман 15 для жестких сорных примесей.

Машина работает следующим образом. Волокнистый материал через входное отверстие 3 поступает в рабочую зону 2, где эффективно разрыхляется ножевыми барабанами.

Крупные сорные примеси через колосниковую решетку 10 под приемным и передающим ножевыми барабанами выделяются в угарную камеру 11.

Пух, пыль и мелкие сорные примеси посредством вакуума проникают через перфорированный лист 12, установленный под ножевым барабаном 7, выделяются в вакуумную камеру 13 и через пневмоотсос 14 уходят к фильтрам, при этом жесткие сорные примеси оседают в кармане 15.

Таким образом, предложенная машина обеспечивает эффективную очистку волокнистой массы как от крупных сорных примесей, удаляя их через колосниковую решетку в угарную камеру, так и от пыли, пуха и мелких сорных примесей, удаляя их через перфорированную поверхность.

Опыт показывает, что применение обеспыливающего чистителя-рыхлителя повышает эффективность очистки волокнистой массы, что приводит к снижению обрывности в прядении.

Исследование предлагаемой технологии осуществляли путем сравнения контрольного варианта до модернизации и опытного варианта после модернизации наклонного чистителя-рыхлителя.

Исследование проводили по стандартной методике. Количество выделенного сора определялось в течение 15 минут. Для определения количества мелкого сора, пыли и пуха через вакуумную камеру в пневмоотсосе 14 устанавливался фильтр. Сбор выделенных отходов определялся за 15 минут. Результаты испытаний сведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Показатели полуфабрикатов и пряжи	Контрольный вариант	Опытный вариант	Процент улучшения показателя
Разрыхлительный агрегат			
1. Вес клочка хлопка, г	0,53	0,51	-
2. Коэффициент вариации холста, %	1,34	1,32	-
3. Количество угаров, г	1020	1040	-
4. Количество отводимых пыли и пуха, г	-	5,43	-
Чесальная машина			
5. Коэффициент вариации на коротких отрезках, %	4,4	4,3	-
6. Качество прочеса, (пороков в г)	71	66	7,0
7. Засоренность ленты, %	0,37	0,34	8,6
Прядильная машина			
8. Линейная плотность пряжи, текс	18,5	18,5	-
9. Коэффициент вариации, %	11,3	11,2	-
10. Разрывная нагрузка, сН/текс	9,2	9,3	-
11. Количество отложений в камере, мг	47	42	10,6
12. Обрывность	118	105	11,0

Как видно из таблицы, результаты работы машины в опытном и контрольном вариантах близки, однако эффективность работы машины в опытном варианте имеет тенденцию к улучшению. В опытном варианте через пневмоотсос выделяется дополнительно большое количество мелкого сора и пыли, то есть тех отходов, которые не могут быть удалены через угарные камеры под машиной.

В результате модернизации засоренность чесальной ленты снизилась на 8,6%, качество прочеса улучшилось на 7,0%.

По методике ЦНИХБИ было проведено исследование количества отложений пыли и пуха в желобе прядильной камеры. Наблюдения проводились в течение 8 часов.

Как видно из табл. 1, уменьшение отложений в желобе прядильной камеры в опытном варианте составляет около 10,6%. Замеры обрывности на прядильной машине в опытном варианте показали снижение на 11%.

Таким образом, предложенная модернизация наклонного очистителя-рыхлителя целесообразна и может быть рекомендована текстильным предприятиям для внедрения.

В Ы В О Д Ы

Предложен модернизированный наклонный рыхлитель-очиститель, который может быть рекомендован текстильным предприятиям для внедрения.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Павлов Г.Г. Аэродинамика технологических процессов и оборудования текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1975.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 01.02.08.

ОБОСНОВАНИЕ МЕЖДУПИЛЬНОГО РАССТОЯНИЯ ПИЛЬНОГО ДЖИНА

К. САБИРОВ

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности)

Междупильное расстояние цилиндра пильных джинов влияет на технологию волокноотделения, в том числе на выделение оголенных семян, удельный расход электроэнергии на тонну вырабатываемой продукции, качество волокна и семян хлопка.

В настоящее время оптимальным считается междупильное расстояние 0,0173 м. Уменьшение междупильного расстояния приводит к укорачиванию волокон, увеличивается количество оголенных семян в сырцовом валике, а также уменьшается волокнистость, повышается количество битого семени и кожицы с волокном [1].

С целью получения качественного волокна и семени, а также увеличения выхода волокна нами была рекомендована технология поэтапного дженирования.

На первом этапе дженирования (джин ДПЗ-180) вырабатываются хлопковые волокна с равномерной длиной. При этом после первого этапа дженирования опущенность семян в среднем составляет 12,7% [2].

На втором этапе дженирования (ДР-119) с семян хлопка в основном снимаются короткоштапельные волокна (21,0 мм и более). Хлопковые волокна, полученные на обоих этапах дженирования, не смешиваются, а транспортируются отдельно [2]. Возникла необходимость обоснования междупильного расстояния цилиндра джина для второго этапа дженирования. Нами с этой целью разработана расчетная схема, которая представлена на рис. 1.

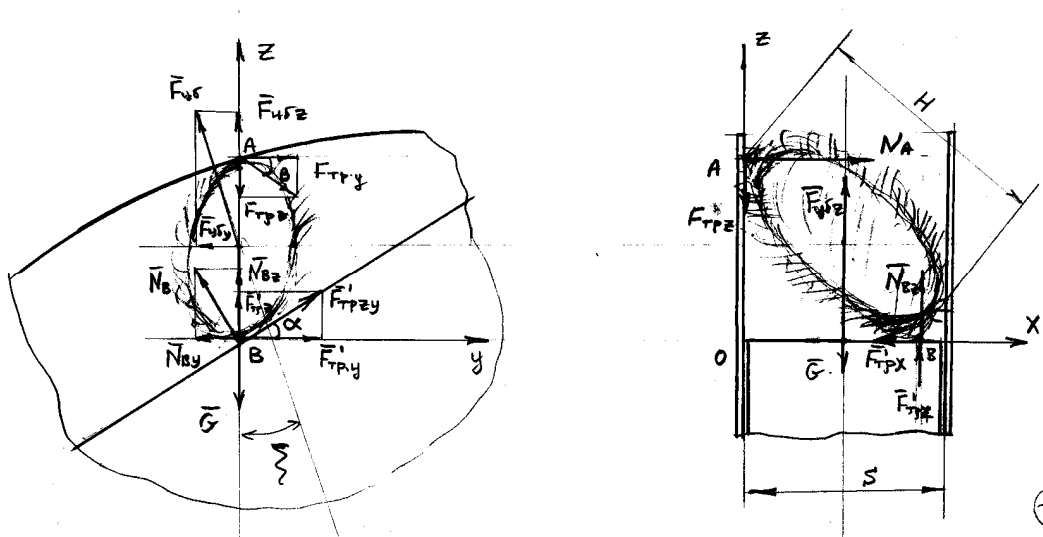


Рис. 1

Из рис. 1 видно, что на семя действуют следующие силы: G – сила веса; $\bar{F}_{цб}$ – центробежная сила; \bar{N}_B , \bar{N}_A – силы реакции; $\bar{F}_{тр}$, $\bar{F}'_{тр}$ – силы трения семени о поверх-

ности пилы и колосника. При этом, считая, что семя в данном положении находится в равновесии, получим формулу для определения междупильного расстояния цилиндра пильного джина:

$$S = \frac{2H \cos \theta (\cos \alpha \cos \gamma - \sin \alpha) \left[g + \omega^2 \left(R + \frac{H}{2} \sin \theta \right) (\cos \xi + \operatorname{tg} \xi \sin \xi) \right]}{\omega^2 \left(R + \frac{H}{2} \sin \theta \right) (\cos \alpha - f_1 B \sin \beta + f_2 \sin \alpha) \sin \xi},$$

где m – масса семени; ω – угловая скорость пильного цилиндра; R – расстояние от оси цилиндра до поверхности колосника; H – максимальный размер семени; S – междупильное расстояние; f_1, f_2 – коэффициенты трения семени о поверхность пилы и колосника; α – угол наклона колосника относительно плоскости XOY ; θ – угол наклона семени относительно поверхности колосника джина; ξ – угол между вектором центробежной силы и вертикальной осью OZ .

Для численного решения задачи по определению рекомендуемых значений междупильного расстояния барабана пильного волокноотделителя были приняты следующие расчетные значения параметров:

$H=0,024\text{ м}$; $g=9,8\text{ м/с}^2$; $\omega=70\text{ 1/с}$; $R=0,158\text{ м}$; $\xi=30^\circ$; $\beta=15^\circ$; $\nu=30^\circ$; $\alpha=35^\circ$; $f_1=f_2=f=0,3$.

Решением задачи были получены графические зависимости изменения $S=f(H)$ в функции максимального геометрического размера летучки при различных значениях опушенности и параметров системы.

Анализ полученных результатов исследований показывает, что основным показателем для выбора размера междупильного расстояния является опушенность семян, формирующая геометрические размеры семян хлопка.

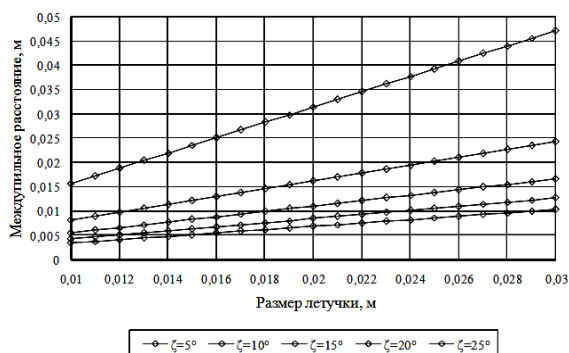


Рис. 2

На рис. 2 представлены графические зависимости изменения междупильного

расстояния в функции максимального размера (опушенность) семени H при различных значениях угла наклона вектора центробежной силы от вертикальной оси, то есть от положения колосника в зоне джигирования. Из графиков видно, что чем больше размер летучки (семени), тем больше и междупильное расстояние. С увеличением угла наклона центробежной силы от 5 до 25° увеличение междупильного расстояния становится незначительным. Это объясняется тем, что при меньших значениях угла ζ , влияние центробежной силы становится значительным. При этом уменьшается давление семени на колосник, уменьшается сила трения и тем самым увеличивается возможность перемещения летучки по поверхности колосника. Поэтому наиболее благоприятной зоной выделения и отвода оголенных семян можно считать при $\zeta = \pm 15^\circ$.

Следует отметить, что на значение центробежной силы значительно влияет угловая частота вращения пильного цилиндра. При обосновании значений междупильного расстояния следует учитывать влияние угловой скорости цилиндра.

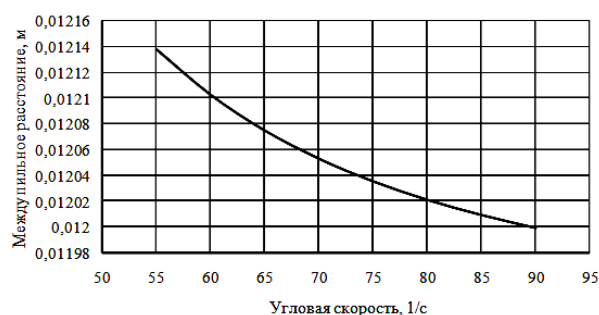


Рис. 3

На рис.3 представлен график зависимости $S=f(\omega)$ при расчетных значениях параметров. С увеличением угловой скорости цилиндра уменьшение междупильного расстояния имеет нелинейный характер.

Из графика видно, что при $\omega \geq 70$ 1/с уменьшение S становится незначительным. Поэтому рекомендуемые значения угловой скорости пыльного цилиндра $\omega = (70 \div 90)$ 1/с, при которых значения S будут в пределах $(0,0132 \div 0,0134)$ м.

Угол наклона колосника в рабочей зоне дженирования изменяется от 30 до 60° [3]. Чем больше угол наклона колосника, тем возникает более благоприятное условие отвода оголенных семян по колосникам.

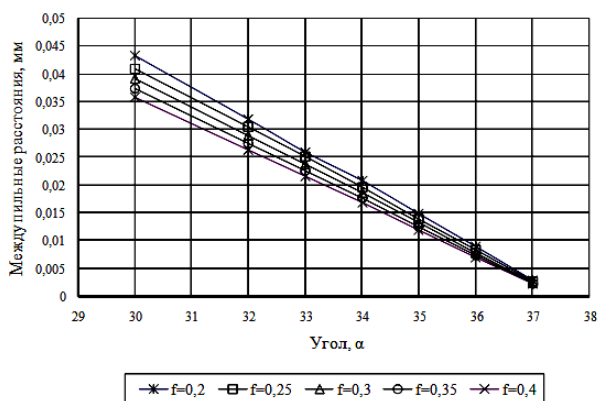


Рис. 4

На рис. 4 представлены графики изменения междупыльного расстояния от угла наклона колосника джина при вариации коэффициента трения семени о колосник и пыльные диски. Из графиков видно, что увеличение угла наклона колосника приводит к уменьшению междупыльного расстояния. Кроме того, влияние коэффициента трения при $\alpha > 35^\circ$ фактически стано-

вится незначительным. Поэтому наиболее благоприятным для второго этапа дженирования при $S = 0,013$ м рекомендуется выбирать $\alpha \geq 35^\circ$.

ВЫВОДЫ

Для разработанной технологии поэтапного дженирования выведена формула для определения междупыльного расстояния.

Получены графические зависимости изменения междупыльного расстояния в функции геометрических размеров семени при различных значениях опушенности семян, коэффициента трения и других параметров системы.

Рекомендованы наилучшие геометрические параметры системы для второго этапа дженирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Саидходжаев Т.С., Болдинский Г.И. Влияние междупыльного расстояния на процесс дженирования // Хлопковая промышленность. 1966, №3. С.27...28.
2. Сабиров К. Совершенствование технологии дженирования хлопка // Проблемы текстиля. – Ташкент. 2005, №4. С.5...8.
3. Мирошниченко Г.И. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. – М.: Машиностроение, 1972. С. 486.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и деталей машин. Поступила 01.02.08.