

Федеральное агентство по образованию

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

**ТЕХНОЛОГИЯ
ТЕКСТИЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

**№ 4 (292)
2006**

Издание Ивановской государственной текстильной академии
ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор *В.В. ЗРЮКИН*.

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

Члены редколлегии: *В.С. БЕЛГОРОДСКИЙ, В.Н. БЛИНИЧЕВ, В.В. ВЕСЕЛОВ, В.Ф. ГЛАЗУНОВ, В.М. ЗАРУБИН, Е.Н. КАЛИНИН, С.М. КИРЮХИН, А.М. КИСЕЛЕВ, А.Б. КОЗЛОВ, В.Н. КРОТОВ, Г.К. КУЗНЕЦОВ, Н.В. ЛУСТГАРТЕН, В.В. ЛЮБИМЦЕВ, Р.М. МАЛАФЕЕВ, Б.Н. МЕЛЬНИКОВ, 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, Н.А. СМИРНОВА, А.П. СОРКИН, Б.Б. СТРОГАНОВ, В.И. ТЕРЕНТЬЕВ, Н.И. ТРУЕВЦЕВ, В.А. УГЛОВ, В.Д. ФРОЛОВ, И.Г. ЦИТОВИЧ, Л.П. ШЕРШНЕВА, Ю.С. ШУСТОВ, В.П. ЩЕРБАКОВ, С.С. ЮХИН, Ф.Н. ЯСИНСКИЙ.*

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ*.

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

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

E-mail: ttp@igta.ru

<http://www.igta.ru>

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 01.08.2006. Подписано в печать 15.09.2006. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. 14,88 усл.-печ. л.; 15,13 усл. кр.-отт. Заказ 3205.

Тираж 450 экз.

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

УДК 65.01

**ОЦЕНКА ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ
В РАМКАХ СТАНОВЛЕНИЯ СЕТЕВОЙ ЭКОНОМИКИ***С. В. ДАНИЛОВА**(Ивановский государственный университет)*

Для принятия эффективных управленческих решений в условиях динамичного развития рыночной экономики предприятию требуется целесообразная система информационного обеспечения, объективно отражающая сложившуюся экономическую ситуацию.

Выбранная нами тема является наиболее актуальной на сегодняшний день, так как хорошее информационное обеспечение – это не только залог успеха и конкурентоспособности фирмы, но иногда – и средство выживания в условиях жесткой конкуренции.

Технологические возможности Интернета обуславливают быстрое развитие мирового информационного сообщества. А с его развитием меняются и подходы к управлению бизнесом и маркетингом – как одним из его составных частей [1...7].

Хозяйственная деятельность любого предприятия протекает в тесной взаимосвязи с другими субъектами и объектами экономической деятельности. Их объединяет многообразие связей: материальных, финансовых, правовых, организационных и информационных.

Субъекты и объекты экономической деятельности вместе с установленными между ними связями образуют среду функционирования предприятия.

В процессе своей жизнедеятельности предприятие воздействует на среду так же, как и среда воздействует на предприятие. Очевидно, что цели этого взаимодействия у различных сторон различны.

Цель предприятия как активного агента – обеспечить себе наилучшие условия существования в среде. Цель и задача среды

– заставить предприятие занять место, при котором его польза для среды наибольшая. Связь предприятия с внешней ИЭС осуществляется с помощью системы верхнего уровня, руководствуясь которой, предприятие определяет свои текущие цели и степень их достижения.

В условиях командно-административной экономики информационной системой верхнего уровня является вышестоящая организация. В условиях рынка эти функции выполняют ценовые сигналы. Однако если предприятие является частью более крупного объединения типа корпорации, в качестве информационной системы верхнего уровня выступает единая информационная сеть, которая предъявляет свои собственные требования к целям предприятия.

Хозяйственные риски, связанные с информационными технологиями, постоянно растут, однако руководители предприятий до сих пор не совсем четко оценивают этот важный стратегический ресурс. Правда, в последнее время высший менеджмент стал внимательнее относиться к информационным технологиям. Именно от него и должны исходить решающие инициативы по изменению ситуации в сфере управления.

Традиционно промышленные предприятия присутствуют на рынке информации в основном в качестве потребителей. Но по мере их вхождения в электронный рынок производители материальной продукции вынуждены становиться производителями и продукции информационной.

Развитие информационно-экономических связей требует, как минимум, создания в глобальной сети информационных

образов выпускаемой продукции и потребностей предприятия. И если специфика промышленного предприятия не позволяет проводить законченные торговозакупочные транзакции непосредственно в сети, то информационные модели материальных объектов являются полноправными участниками сетевой экономики.

Операции, совершенные над информационными моделями реальных объектов в сетевой среде, оказывают прямое воздействие на реальную экономику, изменяя состояние материальных объектов, в частности, ресурсное и финансовое обеспечение предприятия и его статус на конкурентном рынке.

С появлением единой информационной среды мировой экономики (Интернета) предприятия получают новые возможности выхода на мировой рынок: минимальные затраты на размещение коммерческих предложений (в ряде случаев такие объявления принимаются бесплатно); глобальная осведомленность о рыночной конъюнктуре; участие в электронном рынке. Традиционные формы организации постепенно эволюционируют в виртуальные.

Таким образом, важнейшей характеристикой виртуальной организации является гибкая, адаптивная, динамичная сетевая структура. Построение интернет-систем снабжения и поставок, сбыта и продаж, торговых интернет-площадок, корпоративных порталов и веб-представительств является необходимым условием создания виртуальных предприятий для организации внешнеэкономической деятельности.

В роли главного связующего звена в данной схеме выступает веб-представительство в глобальной сети Интернет. Предприятие-продавец выставляет информацию о продуктах и услугах на веб-сайт, а покупатели просматривают предложения и формируют заказ. Дальнейшие операции, в частности, оформление и оплата счета, также могут производиться электронным путем в виртуальном пространстве.

Корпоративные порталы предоставляют компаниям способ максимально приблизить свой бизнес к клиентам, партнерам и поставщикам, обеспечивая пользова-

телям персонализированную, бесшовную интеграцию информационной сущности бизнеса и коммерции и возможность устанавливать отношения внутри групп.

Решения на основе корпоративных порталов помогут IT-специалистам предоставлять персонализированные данные путем интеграции и организации существующих систем управления операциями. Это предполагает интеграцию данных (как структурированных, так и неструктурированных) тех приложений, которые уже работают в бизнесе компании, включая корпоративные информационные системы, унаследованные приложения, работающие как на мейнфреймах, так и в локальных сетях и управляющие отношениями и событиями на предприятии.

Таким образом, можно сделать вывод, что корпоративные порталы – это приложения, которые позволяют компаниям разблокировать внутренние источники данных, предоставив своим пользователям отдельный шлюз к индивидуализированной информации, которая нужна им для принятия и осуществления обоснованных решений в бизнесе, а также для поиска людей, решающих сходные проблемы, и установления контактов с ними.

В основе построения и функционирования компаний и их взаимодействия друг с другом будет лежать не узкая функциональная специализация, доказавшая на практике свои недостатки (увеличение числа уровней управления, большой объем усилий по координации и т.п.), а интеграционные процессы в управленческой деятельности. Даже традиционные иерархические (бюрократические) структуры управления дополняются многочисленными горизонтальными связями на различных уровнях иерархии.

Изменяется не только сами компании, став организациями “без внутренних перегородок”, компаниями-сетями, но и традиционные связи и взаимоотношения между компаниями, что повлечет возникновение компаний “без границ”, сетей компаний.

Новая корпоративная модель, расширение кооперационных связей между конкурентами, поставщиками и потребителями,

прогресс информатики, автоматизация производства и управления на основе широкого применения вычислительной техники и средств телекоммуникации изменили традиционные представления о границах компании, разрушили их замкнутость и сделали малоэффективными те из них, которые основывались на структурах, обеспечивающих это качество (иерархических, механистических, бюрократических).

Следовательно, происходит переход к новой научной модели управления, в основе которой лежат интеграционные процессы в компаниях, их объединение с помощью глобальных информационных систем в стратегические альянсы и другие союзы самых разных типов.

Глобализация бизнеса, формирование стратегических альянсов, сетей из компаний, информационные сети позволяют создавать “лучшую во всех отношениях” организацию, в которой любая функция и процесс реализуются на мировом уровне, что невозможно достичь в отдельно взятой компании. В результате достигается и более высокая эффективность производства, возникает обстановка взаимодоверия и взаимответственности. Партнерство здесь менее формально. Компании соединяются вместе для того, чтобы использовать специфические рыночные возможности, которые для отдельно взятых компаний не существуют.

Таким образом, можно сделать вывод, что основная задача предприятия в условиях сетевой экономики – расширение своего информационно-экономического пространства. Первым шагом на этом пути

является формирование корпоративных информационных систем предприятия, которые исторически являются предшественницами глобальной сетевой среды.

Удачное использование информационных технологий превращает организацию в сетевую структуру, что дает ей новое качество, статистически прямо не сопоставимое с ее предшествующей традиционной формой существования. Главный выигрыш от этого состоит в улучшении использования всех ресурсов организации, в повышении ее гибкости и адаптивности к внешним и внутренним проблемам, в повышении качества принимаемых решений, и как следствие – более высокая конкурентоспособность.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гулько Д.* В2В: корпоративные системы электронного снабжения. PC Week/RE. – 2002, № 13.
2. *Ковалев И.* Рынок В2В в России // <http://www.library.ibs.ru>
3. *Мейор Т.* Как оценить преимущества ИТ // Директор информационной службы. – 2001, январь.
4. *Михаил П.* Выбор решения для корпоративного портала // <http://www.ibusiness.ru>
5. *Паринов С.И.* Обзор социально-экономических приложений интернет-технологий, <http://rvles.ieie.nsc.ru/parinov/in-pril.htm>
6. *Старицкий А.* Программные продукты для управления предприятием // Компьютер-пресс. – 2000, № 12.
7. *Новичков В.Н.* Интернет в управлении предприятием // <http://www.big.spb.ru>

Рекомендована кафедрой ИТЭ и ОП. Поступила 29.05.06.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ И БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С.В. ГОРИНОВА, Н.В. АНДРИЯНОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

На современном этапе в практике управления бизнес-процессами на предприятиях текстильной промышленности можно выделить следующие основные недостатки:

- вычленение отдельных процессов из системы;
- отсутствие согласованности в процессе управления;
- игнорирование системного единства всех потоковых процессов.

Как известно, характерной чертой любой искусственной системы является наличие первичного (управляемого) и вторичного (управляющего) процессов. Обычно их рассматривают во взаимосвязи и взаимодействии.

Логистический процесс на предприятии следует рассматривать как первичный уровень. Он представляет собой некое универсальное отражение всей совокупности бизнес-процессов (включая производство).

Наиболее удобным вариантом представления бизнес-деятельности текстильного предприятия можно считать комплексное отражение логистического процесса в единстве с совокупностью управленческих воздействий. Такой подход позволяет представить организацию как управляемую систему, смоделировать бизнес-процессы, выявить "узкие" места и оптимизировать полученную модель по одному или нескольким значимым критериям.

Одной из наиболее важных целей подобного моделирования является устранение потерь времени на всем протяжении бизнес-цикла.

При проектировании бизнес-процессов каждая из составляющих хозяйственной системы должна быть представлена укрупненно – в виде схемы бизнес-процессов первого уровня. Например, для логистиче-

ской цепочки текстильного предприятия выделяются такие крупные процессы, как закупка ресурсов, производство, складирование и продажа. Затем процессы разбиваются на подпроцессы второго уровня. Так, например, для процесса продажи товара выделяют оптовую продажу крупным покупателям и розничную продажу через собственные торговые точки. Внутри каждого из подпроцессов подробно расписывается последовательность дальнейших операций, что может считаться третьим уровнем декомпозиции. Как правило, достаточно трех-четырёх уровней.

Каждому подпроцессу присваивается код по типу многоуровневого списка. Кодировка процессов позволяет добиться наглядности и точности их идентификации, а, кроме того, она необходима при последующем "аналитическом" объединении логистического и управленческого процессов.

В качестве главной цели моделирования примем оптимизацию временной составляющей процесса. Тогда всю совокупность логистических процессов и действий удобно представить в виде таблицы, в которой кроме уровней декомпозиции процессов и их кодов содержатся следующие данные:

- субъект подпроцесса (кем осуществляется действие),
- время действия (вид затрат рабочего времени и их оценка в минутах),
- потери времени (вид потерь РВ и их оценка в минутах).

В графе "Кем осуществляется действие" указываются не только должность исполнителя, но и подразделение, к которому он относится. В последующем будем рассматривать не только долю потерь РВ, приходящихся на каждую конкретную службу, но и общую "функциональную на-

грузку" (затраты РВ на бизнес-процессы, выполняемые данной службой или отделом).

Считаем необходимым ввести новый качественный показатель эффективности использования РВ, определяемый соотношением затрат РВ конкретного подразделения и общих затрат РВ на протяжении всего бизнес-цикла. Такое соотношение даст более точную оценку эффективности деятельности каждой службы. Назовем его коэффициентом участия.

Тогда, в соответствии с его значением, приняв другие показатели (по норме или среднему значению) за 100%, можно кватировать долю конкретного показателя или ресурса, которая должна присутствовать у данного отдела/службы. Таким образом, можно ввести квоты числа допустимых ошибочных решений, количества персонала и т.д. Однако данный показатель в этом случае будет отражать только распределение эффективности исходя из заданных условий (например, текущей численности производственного или управленческого персонала). Для более точной оценки необходимо учесть также сложность отдельных работ.

С помощью анализа полученных данных важно оценить долю потерь в затратах РВ на крупные бизнес-процессы, выявив "узкие" места, с точки зрения процессного подхода; увеличить сопряженность управленческих процессов.

При проектировании бизнес-процессов важно отметить не только вид потерь РВ, указывая их количественное значение (в минутах), но и подвергнуть их стоимостной оценке.

Аналогичным образом необходимо систематизировать и управленческие процессы текстильного предприятия. В этом случае таблица примет иной вид. Столбцы формируемой таблицы будут иметь следующие названия: код процесса, название процесса, код подпроцесса, название подпроцесса, время действия (вид затрат РВ и их оценка в минутах), потери РВ (вид потерь РВ и их оценка в минутах), исполнитель (должность и подразделение), получатель (должность и подразделение), ответ-

ственное лицо (должность и подразделение), входящая информация, исходящая информация.

Предлагаемый подход отражает многовариантность протекания управляемых процессов, а следовательно, и управленческих решений. Для каждого варианта протекания бизнес-процесса расписываются возможные сценарии управленческих решений и воздействий. На следующем этапе моделируются соответствующие управленческие процессы и подпроцессы, отражается их информационное наполнение.



Рис. 1

После подробного описания управленческого процесса и управленческих процедур происходит синтез двух моделей: логистической и управленческой (рис. 1).

Далее управляемые и управленческие процессы (подпроцессы), а также потери РВ из обеих таблиц переносятся в сводную таблицу, где с помощью стрелок показывается взаимосвязь между ними и последовательность протекания тех и других процессов во времени. В левой части таблицы расписываются все управляемые процессы, а в правой – управленческие.

Таким образом, рассматривая последовательность моделирования управленческого процесса промышленного предприятия, можно выделить несколько этапов.

1. Вычленение управляемых процессов и подпроцессов.
2. Характеристика особенностей их протекания.
3. Описание многовариантных исходов управляемых процессов.
4. Описание соответствующих управленческих решений (воздействий).
5. Моделирование управленческих подпроцессов и процессов (включая их информационное обеспечение).

6. Синтез моделей управленческих и управляемых процессов.

7. Представление процессно-ориентированной модели управления.

С помощью построенной таким образом модели можно выявить системные недостатки в протекании различных процессов и произвести реинжиниринг как управляемого, так и управленческого процессов.

Заложенная в модель многовариантность позволит в дальнейшем при задаваемых входных значениях параметров вычислить все возможные значения выход-

ных параметров системы до и после реинжиниринга.

Предложенный подход к проектированию и реинжинирингу бизнес-процессов текстильного предприятия позволит преодолеть недостатки управления ими, указанные вначале, за счет эффективного согласования управляемой и управляющей систем.

Рекомендована кафедрой организации производства и логистики. Поступила 11.05.06.

УДК 677.017

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ
ПОЛИЭФИРНЫХ НИТЕЙ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ КРУТКИ**

А.В. ДЕМИДОВ, А.Г. МАКАРОВ, А.М. СТАЛЕВИЧ, Л.Н. ПЕТРОВА, А.М. ЧЕЛЫШЕВ

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна,
ОАО "Советская Звезда")

При производстве швейных нитей крутка является одной из составляющих технологической цепочки, на которую уходит значительная часть времени. Целью крутки является получение нитей с определенными деформационными свойствами. Качество швейных нитей существенно зависит от механических свойств в зоне действия неразрушающих деформаций и нагрузки [1].

В ходе исследования была поставлена задача целенаправленного отбора образцов из нескольких вариантов швейных нитей, производимых прядильно-ниточным комбинатом ОАО "Советская Звез-

да", обладающих определенными деформационными свойствами, с учетом уменьшения временных затрат на их производство. Указанные варианты швейных нитей, отличающиеся между собой степенью крутки, представляют текстильные материалы сложного строения, так как, в свою очередь, изготовлены скручиванием в два сложения армированной полиэфирной пряжи также различной степени крутки (табл.1 – технические характеристики нитей – ОАО "Советская Звезда"). Пряжа состоит из сердечника – комплексной полиэфирной нити, занимающей 70...80% объема, и оплетки – скрученной ленты.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Линейная плотность, текс	Разрывная деформация, %	Разрывное напряжение, МПа	Крутка нитей S, кр/м	Крутка пряжи Z, кр/м	Суммарная крутка S+2Z, кр/м
ШН-1	44	22	627	576	909	2394
ШН-2	63	23	629	530	902	2334
ШН-3	75	24	638	546	920	2386
ШН-4	53	21	596	579	635	1849
ШН-5	70	22	617	575	625	1825
ШН-6	83	22	611	575	629	1833
ШН-7	49	20	585	558	734	2026
ШН-8	67	22	617	549	731	2011
ШН-9	78	23	636	545	725	1995

По степени крутки представленные образцы швейных нитей можно условно разделить на три группы. К первой группе отнесем образцы ШН-1, ШН-2, ШН-3, имеющие наибольшую суммарную крутку (сумма крутки нитей и удвоенной крутки пряжи) – от 2334 до 2394 кр/м. Ко второй группе отнесем образцы ШН-4, ШН-5,

ШН-6 с наименьшей суммарной круткой – от 1825 до 1849 кр/м. К третьей группе – оставшиеся образцы ШН-7, ШН-8, ШН-9 со средней суммарной степенью крутки от 1995 до 2026 кр/м.

Очевидно, что наименьшее время уходит на производство швейных нитей второй группы, так как они обладают наи-

меньшей степенью крутки. Однако перед тем как дать рекомендации на преимущественное производство той или иной группы нитей, необходимо детальное исследование их деформационных свойств.

Исследования деформационных свойств швейных нитей проводились по методике определения характеристик ре-

$$E_{\varepsilon t} = E_0 - (E_0 - E_\infty)\varphi_{\varepsilon t},$$

$$D_{\sigma t} = D_0 + (D_\infty - D_0)\varphi_{\sigma t},$$

где t – время; $\frac{1}{b_{\text{не}}}$ – параметр интенсивности процесса релаксации; $\frac{1}{b_{\text{нс}}}$ – параметр интенсивности процесса ползучести; τ_ε – время релаксации; τ_σ – время запаздывания; $E_{\varepsilon t} = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ – модуль релаксации; E_0 – модуль упругости; E_∞ – модуль вязкоупругости; $D_{\sigma t} = \frac{\varepsilon}{\sigma}$ – податливость; D_0 – начальная податливость; D_∞ – предельная равновесная податливость; ε – деформация; σ – напряжение.

лаксации и запаздывания текстильных материалов сложного строения [2] на основе математической модели с функцией релаксации и запаздывания в виде нормированного арктангенса логарифма приведенного времени, соответствующей логарифмическому распределению Коши:

$$\varphi_{\varepsilon t} = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg} \left(\frac{1}{b_{\text{не}}} \ln \frac{t}{\tau_\varepsilon} \right), \quad (1)$$

$$\varphi_{\sigma t} = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg} \left(\frac{1}{b_{\text{нс}}} \ln \frac{t}{\tau_\sigma} \right) \quad (2)$$

В результате получены основные характеристики релаксации и запаздывания (табл.2 – расчетные характеристики нитей (ОАО "Советская Звезда", $T = 20^\circ\text{C}$); рис.1 – среднестатистические времена релаксации τ_ε нитей ($T = 20^\circ\text{C}$), а – ШН-1, ШН-2, ШН-3, б – ШН-4, ШН-5, ШН-6, в – ШН-7, ШН-8, ШН-9; рис.2 – среднестатистические времена запаздывания τ_σ нитей ($T=20^\circ\text{C}$), а – ШН-1, ШН-2, ШН-3, б – ШН-4, ШН-5, ШН-6, в – ШН-7, ШН-8, ШН-9), позволяющие прогнозировать сложные деформационные процессы [3].

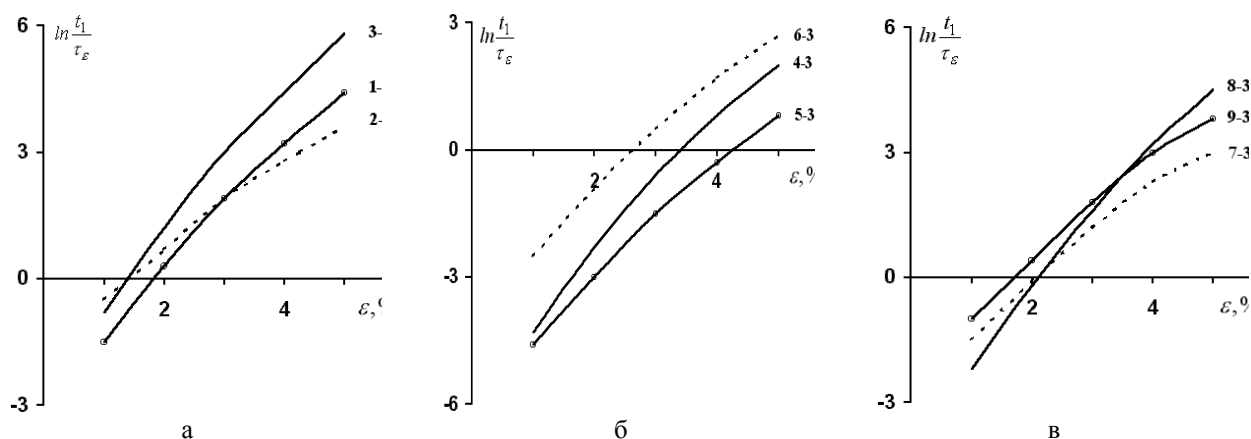


Рис. 1.

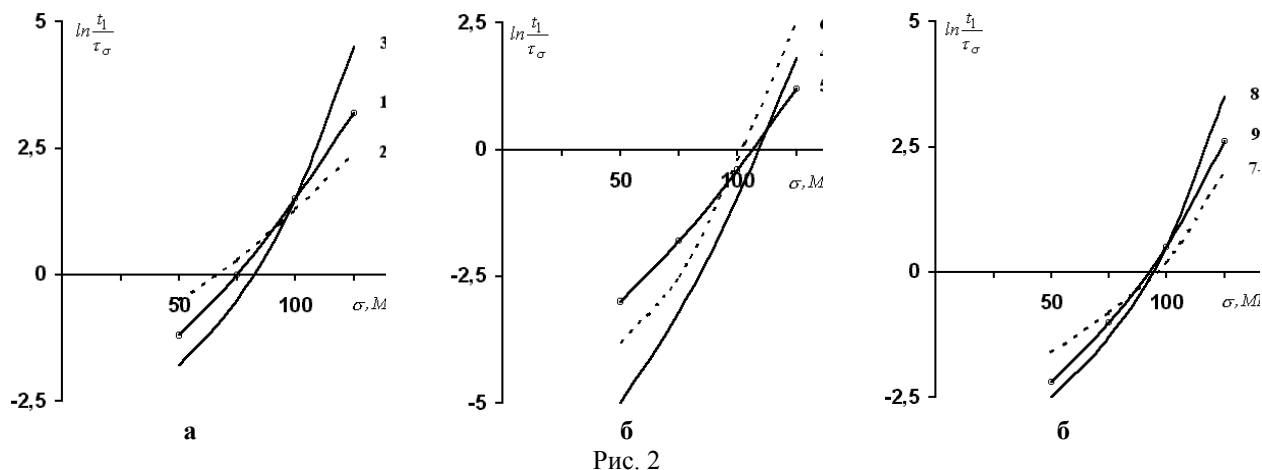


Рис. 2

Как видно из табл.2, с ростом суммарной крутки происходит уменьшение структурных параметров $b_{н\epsilon}$ и $b_{н\sigma}$ (рис.3 – зависимость структурных коэффициентов $b_{н\epsilon}$ (сплошная линия, * – расчет) и $b_{н\sigma}$ (пунктир, о – расчет)), характеризующих логарифм приведенного времени полуреаксации (половина процесса релаксации при деформации ϵ происходит в интервале времени $t \in [t', t'']$, где $\ln(t'/\tau_\epsilon) = -b_{н\epsilon}$, $\ln(t''/\tau_\epsilon) = b_{н\sigma}$) и полузапаздывания.

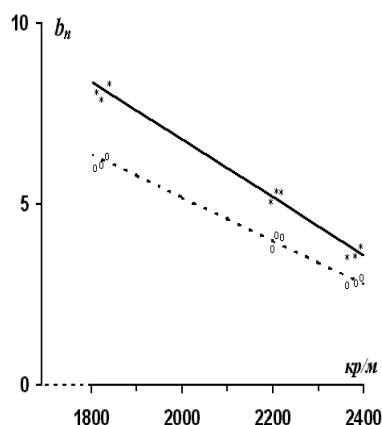


Рис. 3

Т а б л и ц а 2

№ п/п	$E_0, \text{ГПа}$	$E_\infty, \text{ГПа}$	ΔE	k_E	$1/b_{н\epsilon}$	$b_{н\epsilon}$	$D_0, \text{ГПа}^{-1}$	$D_\infty, \text{ГПа}^{-1}$	ΔD	k_D	$1/b_{н\sigma}$	$b_{н\sigma}$
ШН-1	5,15	1,45	3,70	0,72	0,259	3,86	0,194	0,688	0,494	0,72	0,335	2,99
ШН-2	6,14	0,86	5,28	0,86	0,287	3,48	0,163	1,163	1,000	0,86	0,390	2,56
ШН-3	4,07	0,83	3,24	0,80	0,276	3,62	0,246	1,204	0,958	0,80	0,347	2,88
ШН-4	5,74	0,74	5,00	0,87	0,117	8,55	0,174	1,352	1,178	0,87	0,158	6,33
ШН-5	6,71	0,93	5,78	0,86	0,124	8,06	0,149	1,071	0,922	0,86	0,166	6,02
ШН-6	6,52	1,10	5,42	0,83	0,134	7,46	0,153	0,908	0,755	0,83	0,161	6,21
ШН-7	4,25	1,11	3,14	0,74	0,174	5,75	0,235	0,903	0,668	0,74	0,221	4,52
ШН-8	5,94	0,87	5,07	0,85	0,170	5,88	0,169	1,155	0,986	0,85	0,216	4,63
ШН-9	3,04	0,94	2,10	0,69	0,195	5,13	0,329	1,065	0,736	0,69	0,284	3,52

Таким образом, с увеличением степени крутки происходит ускорение процессов релаксации и ползучести. Кроме того, наглядно видно (рис.1 и 2), что с ростом крутки функции среднестатистических времен релаксации и запаздывания сдвигаются в сторону малых деформаций и напряжений. Данное обстоятельство также говорит об ускорении указанных процессов.

С ростом суммарной крутки ширина диапазонов релаксации $\Delta E = E_0 - E_\infty$ и пол-

зучести $\Delta D = D_\infty - D_0$, а также значения коэффициента релаксации $k_E = \Delta E/E_0$, характеризующего способность материала релаксировать, и коэффициента ползучести $k_D = \Delta D/D_0$ (табл. 2) меняется незначительно.

Таким образом, видно, что по значениям релаксирующего модуля и податливости сделать вывод об ускорении или замедлении релаксационных процессов и процессов ползучести достаточно трудно. Решение поставленной задачи становится

возможным благодаря исследованию структурных коэффициентов $b_{не}$ и $b_{пс}$, а также функций среднестатистических времен релаксации и запаздывания.

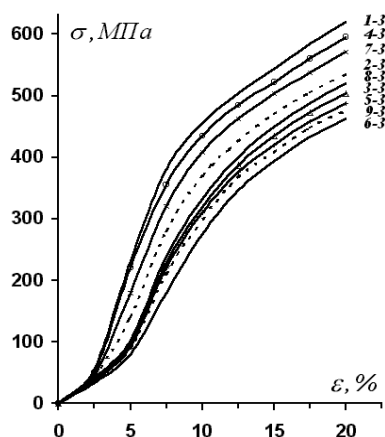


Рис. 4

Общепринятым и наиболее доступным средством измерения деформационных свойств текстильных материалов являются диаграммы растяжения (рис.4 – диаграмма растяжения швейных нитей, $T = 20^{\circ}\text{C}$; скорость деформирования $\dot{\epsilon} = 0,083 \text{ c}^{-1}$). Однако в исследуемом случае диаграммы, соответствующие разным образцам нитей, достаточно близки друг к другу и не дают ответ на вопрос о влиянии крутки на деформационные свойства нитей.

В силу сказанного, усиливается роль методик прогнозирования деформированных состояний текстильных материалов сложной структуры, основанных на при-

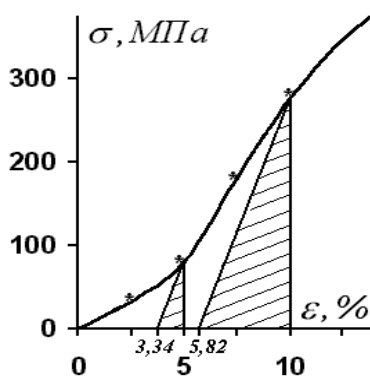


Рис. 5

На основе прогнозирования процесса растяжения швейных нитей по уравнению (3) разработаны методики разделения ме-

менения математической модели (1), (2).

Нити, используемые в швейном производстве, должны обладать достаточной степенью прочности и хорошей растяжимостью. Отсюда следует, что чем быстрее проходят процессы релаксации и ползучести, тем при шитье образуется меньше складок, а строчка будет менее заметной, что, несомненно, сказывается на внешнем виде готового изделия.

Таким образом, увеличивая степень крутки, мы улучшаем товарный вид швейного изделия. Однако в тех случаях, когда товарный вид изделия не играет большой роли, например, в швейных изделиях технического назначения, можно обойтись малой степенью крутки.

Прогнозирование деформационных процессов швейных нитей и пряжи ведется с учетом вязкоупругих характеристик, определенных выше, как численное решение интегрального уравнения Больцмана-Вольтерра [4]:

$$\sigma_t = E_0 \epsilon_t - (E_0 - E_\infty) \int_0^t \epsilon_\theta \varphi'_{\epsilon; t-\theta} d\theta \quad (3)$$

– для процесса нелинейно-наследственной релаксации и

$$\epsilon_t = D_0 \sigma_t + (D_\infty - D_0) \int_0^t \sigma_\theta \varphi'_{\sigma; t-\theta} d\theta \quad (4)$$

– для процесса нелинейно-наследственной ползучести. (4)

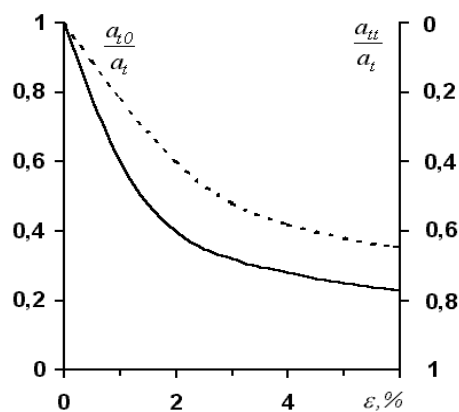


Рис. 6

ханической работы деформирования на упругую и поглощаемую компоненты, а также соответствующей ей деформации –

на упруго-обратимую и вязкоупруго-пластическую компоненты (рис. 5 – разложение полной деформации ε_t нити ШН-3, $T = 20^\circ\text{C}$, по процессу равномерного растяжения со скоростью $\dot{\varepsilon} = 0,083 \text{ c}^{-1}$ на упругую ε_{t0} и вязкоупруго-пластическую $\varepsilon_{tt} = \varepsilon_t - \varepsilon_{t0}$ компоненты (* – расчетные точки); рис.6 – относительные доли упругой a_{t0}/a_t и поглощаемой компоненты a_{tt}/a_t механической работы деформирования нитей, ШН-6 (сплошная линия) и ШН-1 (пунктир), $T = 20^\circ\text{C}$ для скорости деформирования $\dot{\varepsilon} = 0,083 \text{ c}^{-1}$) [5].

Выделение упругой компоненты механической работы деформирования важно при целенаправленном технологическом отборе образцов швейных нитей для получения швейного изделия, обладающего определенными эксплуатационными свойствами, например, способностью к упруго-эластическому восстановлению, защитной способностью гасить ударно-механические воздействия и т.д.

Как видно из рис. 6, для малых значений деформации ($\varepsilon < 1,5\%$ – для нити ШН-6 и $\varepsilon < 2,5\%$ – для нити ШН-1) преобладает относительная доля упругой компоненты механической работы, что означает наилучшую способность нити к восстановлению своей формы. У швейной нити варианта ШН-1, имеющей большую степень крутки, чем у нити ШН-6, диапазон преобладания упругой деформации над рассеивающейся деформацией более широкий, что также важно учитывать при целенаправленном отборе образцов швейных нитей.

ВЫВОДЫ

1. Методики решения задач нелинейно-наследственной вязкоупругости, разработанные для текстильных материалов сложного строения, применены к швейным нитям с целью определения характеристик релаксации и ползучести.

2. По полученным характеристикам релаксации и ползучести установлено, что нити вариантов ШН-3, ШН-4, ШН-5 – с

наименьшей суммарной круткой – наиболее экономичны с точки зрения затрат времени на их изготовление. Эти нити могут использоваться в изделиях технического назначения. Нити с наибольшей суммарной круткой (варианты ШН-1, ШН-2, ШН-3) обладают по сравнению с нитями других вариантов наилучшей способностью к релаксации и восстановлению – их можно рекомендовать для производства изделий, в которых товарный вид играет немаловажную роль.

3. Указанные методики позволяют решать технологические задачи целенаправленного отбора образцов швейных нитей по степени крутки, обладающих оптимальными деформационными свойствами.

4. Показана применимость методики выделения упругой компоненты механической работы деформирования расчетным прогнозированием процесса растяжения швейных нитей для решения технологической задачи по целенаправленному отбору образцов, обладающих заданными упруго-пластическими свойствами в области действия неразрушающих механических воздействий деформации и напряжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бузов Б.А., Модестова Т.А., Алыменкова Н.Д. Нити из химических волокон. Материаловедение швейного производства. – М.: Легпромбытиздат, 1986.
2. Сталевич А.М., Макаров А.Г. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 3. С.8...13.
3. Макаров А.Г. Разработка компьютерных технологий анализа свойств полимеров и прогнозирования деформационных процессов // Вестник СПГУТД. Вып.6. – СПб.: Изд-во СПГУТД, 2002. С.121...128.
4. Сталевич А.М. Уравнения нелинейной вязкоупругости высокоориентированных полимеров // Проблемы прочности. – 1981, № 12. С.95...98.
5. Сталевич А.М., Макаров А.Г., Саидов Е.Д. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, № 4-5. С.15...18.

Рекомендована кафедрой сопротивления материалов СПбГУТД. Поступила 03.02.06.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УПРУГОВЯЗКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШЕРСТЯНЫХ ТКАНЕЙ ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ НАГРУЖЕНИИ

Т.П. ТУЦКАЯ, Л. УДВАЛ

(Ивановская государственная текстильная академия,
Монгольский государственный университет науки и технологии)

Поведение текстильных материалов в условиях кратковременного нагружения, в частности, при взаимодействии с рабочими органами валкового устройства, характеризуется упругими и эластическими с малым временем релаксации деформациями. При этом в зависимости от их амплитуды изменяется соотношение компонентов полной деформации материала.

Численные значения коэффициентов упругости и вязкости текстильного материала используются для расчета динамики процесса взаимодействия рабочих органов технологического оборудования с обрабатываемым текстильным материалом, а также в качестве технологических параметров динамической модели текстильный

материал – машина, в частности, при взаимодействии с рабочими органами валкового устройства.

Для определения упруговязких характеристик текстильных материалов в условиях кратковременных нагружений применялся метод, связанный с изучением свободных колебаний грузов весом от 3,92, до 14,7 Н), подвешиваемых на испытываемых образцах тканей (Тамир арт. 221, Шeviот арт. 223, Орхон арт. 211, производство Монголии), длиной 400 мм и шириной 50 мм [1].

Полоски тканей выкраивались вдоль нитей основы. Характеристики строения данных тканей приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование ткани, вид переплетения	Толщина ткани, мм	Плотность ткани, шт		Линейное заполнение, %		Линейное наполнение, %		Поверхностное заполнение, %	Поверхностная пористость, %	Разрывная нагрузка, Н	
		Π_0	Π_0	E_0	E_y	H_0	H_y			$P_{p.o}$	$P_{p.y}$
Тамир арт.221 (саржевое, 2/2)	0,65	259	178	87,28	59,98	115,9	79,8	94,0	6,0	93,0	44,5
Шeviот арт. 223 (саржевое, 2/2)	0,75	194	181	75,59	70,53	96,7	91,6	92,4	7,6	77,0	73,5
Орхон арт.211 (полотняное)	0,42	157	167	38,3	44,0	79,6	84,7	65,4	34,6	57	52,4

Этот метод позволяет проводить испытания в условиях динамического нагружения ткани, близких к условиям ее нагружения при прохождении через валковые модули в отделочном производстве (на практике допустимое натяжение шерстяных тканей – от 15 до 90 Н на 100 мм ширины).

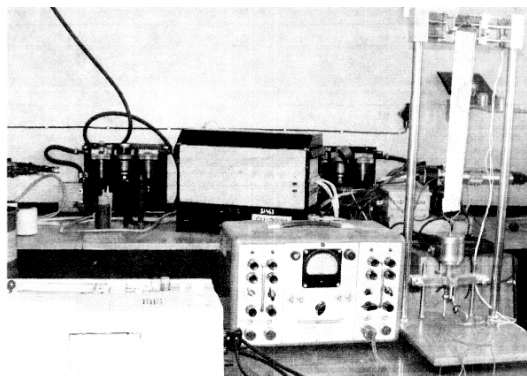
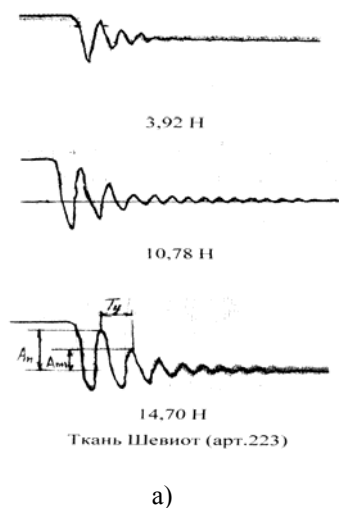


Рис. 1

Испытываемый образец ткани (рис. 1) подвешивался к упругой балочке, установленной на специальных стойках. Балочка являлась датчиком усилия в образце, для чего с обеих ее сторон были наклеены тензорезисторы, включаемые в смежные плечи измерительного моста.

Во время проведения измерений груз выводился из состояния равновесия и со-



вершал свободные затухающие колебания. Колебания усилия в образце вызывали соответствующее изменение сигнала разбаланса тензометрического усилителя. Усиленный сигнал подавался на самописец. Образцы полученных диаграмм приведены на рис. 2-а,б.

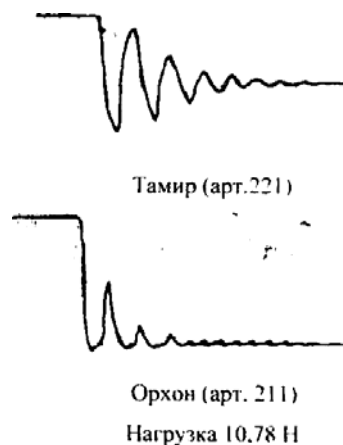


Рис. 2

Анализируя характер полученных колебаний, можно заключить следующее:

- по сравнению с синусоидальными колебаниями, характерными для материалов, подчиняющихся закону Гука, форма полученных колебаний имеет более острые вытянутые вершины и переменный период, что свидетельствует о нелинейности системы;

- упругие деформации наблюдаются при небольших нагрузках и выражаются в относительном постоянстве периода колебаний;

- с увеличением нагрузки в исследуемых тканях преобладают эластические деформации, при этом наблюдается увеличение периода колебаний и убывание амплитуды по экспоненциальному закону (рис. 2-а);

- более высокими упругими свойствами обладает ткань Шевииот арт.223 и в наименьшей степени упругие деформации проявляются у ткани Орхон арт.211 (рис. 2-б).

По полученным диаграммам рассчитывались упруговязкие характеристики исследуемых тканей.

Для колебательной системы образец – груз дифференциальное уравнение свободных колебаний имеет вид:

$$\left(\frac{d^2\lambda}{dt^2}\right) + 2\theta\left(\frac{d\lambda}{dt}\right) + \omega_0^2\lambda = 0, \quad (1)$$

где λ – абсолютная деформация; θ – коэффициент затухания,

$$\theta = \frac{\eta}{2M}, \quad (2)$$

где η – коэффициент вязкости; M – масса груза; ω_0 – угловая частота свободных затухающих колебаний,

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{h}{I}}, \quad (3)$$

где h – коэффициент жесткости.

Поскольку $\theta < \omega$, уравнение (1) примет вид:

$$\lambda = e^{-\theta t} A \sin(\omega t + \varphi), \quad (4)$$

где φ – начальный фазовый угол; A – const.

Дифференцируя уравнение (4) дважды и учитывая, что усилие в образце

$$K = -M \left(\frac{d^2 \lambda}{dt^2} \right), \text{ получаем:}$$

$$K = e^{-\theta t} A_1 [a_1 \cos(\omega t + \varphi) + b_1 \sin(\omega t + \varphi)], \quad (5)$$

где $A_1 = AM$; $a_1 = 2\theta M$; $b_1 = \omega^2 - \theta^2$.

Согласно [2] период свободных незатухающих колебаний, описываемых уравнениями (4) и (5):

$$T = T_y \left(1 + \frac{\theta^2}{\omega^2 + \theta^2} \right)^{-1}, \quad (6)$$

где T_y – условный период, определяемый по диаграммам; $\omega = \frac{2\pi}{T_y}$.

Учитывая, что $\theta = \left(\ln \frac{A_n}{A_{n+1}} \right) T_0^{-1}$, где

$\frac{A_n}{A_{n+1}}$ – отношение смежных амплитуд колебаний, вычисляемое на основании диаграмм, из (2) и (3) определяем соответственно коэффициенты вязкости η и жесткости h образца:

$$\eta = 2\theta M, \quad (7)$$

$$h = \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 M. \quad (8)$$

Результаты расчетов коэффициентов вязкости и жесткости образцов тканей при их нагружении от 3,92 до 14,7 Н приведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование ткани	Нагрузка P, Н	Упругое состояние	Упруговязкое состояние	
		коэффициент жесткости h_1 (Н/м)	коэффициент жесткости h_2 Н/м)	коэффициент вязкости η (Н·с/м)
Тамир арт. 221	3,92	1095	933	2,24
	10,78	1927	1695	8,62
	14,70	2030	1825	9,36
Шевигот арт.223	3,92	2465	1947	6,93
	10,78	3012	2566	12,71
	14,70	3017	2628	14,85
Орхон арт. 211	3,92	1577	1009	3,76
	10,78	1694	1612	15,99
	14,70	1826	1766	20,39

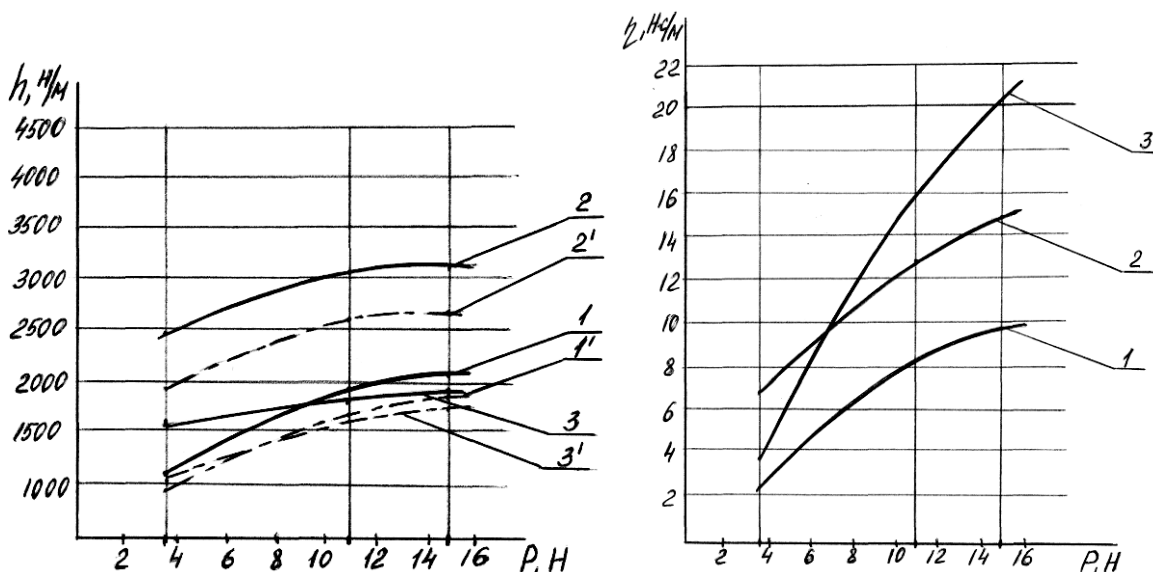


Рис. 3

На основании полученных результатов построены графики зависимости коэффициентов жесткости и вязкости от статической нагрузки (рис. 3-а,б).

На рис. 3-а: — — упругое состояние; — — — — упруговязкое состояние. Кривая 1 — Тамир (арт.221); 2 — Шевиот (арт.223); 3 — Орхон (арт.211). На рис. 3-б: кривая 1 — Тамир (арт.221); 2 — Шевиот (арт.223); 3 — Орхон (211).

Как показывают результаты исследований, коэффициенты жесткости текстильных материалов, определяемые при малых амплитудах деформации, обеспечивающих упругое состояние материала, выше коэффициентов жесткости, определяемых при его упруговязком состоянии, что соответствует поведению материала на основе двухкомпонентной модели Г.Н. Кукина и А.Н. Соловьева [3].

ВЫВОДЫ

1. Увеличение статической нагрузки на шерстяные ткани сопровождается изменением соотношения их упругой и эластической компонент деформации, повышением коэффициентов жесткости и вязкости, при этом зависимость имеет степенной характер.

2. Упруговязкие характеристики шерстяных тканей зависят: от вида шерсти

(грубая, полугрубая) и пряжи (гребенная, аппаратная), из которой они изготовлены; от типа переплетения (саржевое, полотняное) и плотности ткани.

3. Коэффициенты жесткости тканей (Тамир, арт.221; Шевиот, арт. 223; Орхон, арт. 211, производство Монголии) при малых амплитудах деформации (упругое состояние материала) выше коэффициентов жесткости, определяемых при его упруговязком состоянии.

4. Ткань Шевиот (саржевое переплетение, выработана из грубой шерсти) имеет наибольшее значение показателя упругих свойств — коэффициента жесткости. В наименьшей степени упругие свойства проявляются у ткани Орхон (полотняное переплетение, из аппаратной пряжи).

ЛИТЕРАТУРА

1. Налетов В.В. / Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1975, №4. С. 20...24.
2. Пановко Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара. — Л.: Политехника, 1990.
3. Кукин Г.Н. и др. Текстильное материаловедение. — М.: Легпромбытиздат, 1992.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильного отделочного оборудования ИГТА. Поступила 06.04.06.

УДК 677.064:62.004.12

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК СТРОЕНИЯ СОРОЧЕЧНЫХ ТКАНЕЙ

М.А. СТАШЕВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

В процессе производства продукции важное место занимает оценка качества. В настоящее время все большее распространение получает комплексная оценка качества [1], поскольку она обладает рядом преимуществ перед единичными оценками, и в том числе позволяет получить один общий показатель.

Однако следует отметить, что одной из важных проблем при применении комплексной оценки остается определение коэффициентов весомости единичных показателей качества. Чаще всего их находят экспертным путем, что приводит к значительной погрешности из-за субъективности оценки [2]. Снизить данную погрешность возможно за счет применения анали-

тических методов определения коэффициентов весомости единичных показателей качества [3].

Для объектов текстильного производства такие методы ранее не применялись по причине высокой трудоемкости. Развитие информационных технологий и широкое применение их во всех отраслях науки и производства позволило существенно упростить расчеты. Вследствие этого считаем разработку методики определения коэффициентов весомости единичных показателей качества аналитическим путем для тканых полотен актуальной.

Объектом исследования являлись сорочечные ткани из смешанной пряжи, а группу единичных показателей качества формировали из их структурных характеристик. Выбор структурных характеристик обоснован тем, что именно они оказывают существенное влияние на ряд механических, физико-химических и эстетических свойств тканей [4].

В итоге по результатам предварительных исследований независимыми факторами, отражающими структурные характеристики, явились: поверхностная плот-

ность M_s , коэффициент сквозной пористости R_s , коэффициент опорной поверхности $K_{оп}$, высота ворсинок h . Количество единичных показателей качества обуславливается стремлением не усложнять математическую модель.

Также путем определения коэффициентов парной корреляции было установлено отсутствие между выявленными показателями функциональной связи, что является непременным условием для включения данных факторов в математическую модель.

Комплексная оценка структурных характеристик Q определялась с помощью функции желательности Харрингтона [1]. При опросе потребителей было предложено несколько образцов сорочечной ткани одного цвета с различной комбинацией структурных характеристик с целью определения желательности их покупки. При этом опрос проводился в качественных категориях: очень плохо, плохо, удовлетворительно, хорошо, очень хорошо.

Усредненное мнение потребителей представлено в виде безразмерной оценки (от 0 до 1) в табл.1.

Таблица 1

$M_s, \text{г/м}^2$	$M_s/M_{ср}$	$R_s, \%$	R_s/R_{max}	$K_{оп}, \%$	$K_{оп}/K_{max}$	$h, \text{мм}$	h_{min}/h	Q
103,48	0,981	5,859	0,883	10,495	0,994	0,183	0,857	0,927
102,34	0,992	5,922	0,893	10,424	0,987	0,165	0,955	0,957
102,34	0,992	5,930	0,894	10,424	0,987	0,165	0,955	0,958
99,82	0,983	5,879	0,886	10,451	0,989	0,186	0,844	0,923
102,02	0,995	5,841	0,881	10,464	0,991	0,176	0,894	0,940
103,52	0,980	6,611	0,997	10,437	0,988	0,199	0,790	0,929
103,06	0,985	6,634	1,000	10,479	0,992	0,180	0,873	0,959
104,32	0,973	6,619	0,998	10,385	0,983	0,203	0,774	0,920
103,12	0,984	6,661	1,004	10,564	1,000	0,182	0,866	0,959
98,78	0,973	5,865	0,884	9,077	0,859	0,177	0,890	0,904
97,37	0,959	5,817	0,877	9,133	0,865	0,166	0,947	0,916
98,89	0,974	5,871	0,885	9,186	0,870	0,178	0,885	0,906
100,31	0,988	5,870	0,885	9,131	0,864	0,164	0,956	0,927
99,25	0,978	5,833	0,879	9,051	0,857	0,179	0,876	0,900
100,18	0,987	5,620	0,847	9,662	0,915	0,191	0,823	0,891
100,34	0,989	5,677	0,856	9,696	0,918	0,159	0,988	0,940
103,12	0,984	5,686	0,857	9,567	0,906	0,182	0,866	0,904
101,57	0,999	5,778	0,871	9,629	0,912	0,176	0,893	0,920
102,04	0,995	5,750	0,867	9,597	0,909	0,157	1,000	0,945
103,65	0,979	5,222	0,787	10,197	0,965	0,200	0,785	0,874
101,74	0,998	5,397	0,814	10,467	0,991	0,176	0,891	0,924
101,74	0,998	5,236	0,789	10,467	0,991	0,176	0,891	0,919

Далее был осуществлен отбор отчетно-статистических данных по факторам, ко-

торый представлен в табл. 1. Поскольку в уравнениях комплексного показателя

структурных характеристик тканей используются дифференциальные показатели, то и в построении математической модели будет использоваться отношение показателей с учетом того, является показатель позитивным или негативным.

Вычисление коэффициентов вариации подтверждает корректность применения

статистических методов. Зависимость комплексного показателя структурных характеристик ткани от приведенных факторов является линейной.

Коэффициенты парной корреляции между учитываемыми факторами представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Факторы	Коэффициенты парной корреляции				
	Q	M _s	R _s	K _{оп}	h
Q	*	0,377	0,511	0,467	0,498
M _s		*	-0,291	0,390	0,301
R _s			*	0,247	-0,246
K _{оп}				*	-0,327
h					*

Проверка значимости коэффициентов парной корреляции показывает наличие связи между зависимым и независимыми факторами. Критическое значение коэффициента корреляции между независимыми факторами и зависимым – 0,356, а критическое значение коэффициента корреляции между независимыми факторами – 0,8 [5]. Следовательно, возможно применение выбранных показателей строения в математической модели комплексного показателя.

Исходя из значений коэффициентов парной корреляции напишем систему уравнений:

$$\left. \begin{aligned} 0,377 &= \beta_1 - 0,291\beta_2 + 0,390\beta_3 + 0,301\beta_4, \\ 0,515 &= -0,291\beta_1 + \beta_2 + 0,247\beta_3 - 0,246\beta_4, \\ 0,467 &= 0,390\beta_1 + 0,247\beta_2 + \beta_3 - 0,327\beta_4, \\ 0,498 &= 0,301\beta_1 - 0,246\beta_2 - 0,327\beta_3 + \beta_4. \end{aligned} \right\} (1)$$

Решение (1) дает следующие значения: $\beta_1=0,111$; $\beta_2=0,610$; $\beta_3=0,531$ и $\beta_4=0,788$.

Далее рассчитаем значение коэффициента множественной корреляции R по формуле [5]:

$$R = \sqrt{r_{QX_1}\beta_1 + r_{QX_2}\beta_2 + r_{QX_3}\beta_3 + r_{QX_4}\beta_4} = 0,998. \quad (2)$$

Величина совокупного коэффициента корреляции, достаточно близкая к единице, свидетельствует о тесной корреляционной связи между исследуемыми характеристиками.

Определим значения коэффициентов уравнения множественной регрессии в на-

туральном масштабе: $b_1=0,26$; $b_2=0,23$; $b_3=0,22$; $b_4=0,29$; при этом свободный член уравнения $b_0=0$.

В итоге уравнение для расчета комплексного показателя строения будет иметь вид:

$$Q = 0,26 \| M_s \| / M_s + 0,23 R_s / \| R_s \| + 0,22 K_{оп} / \| K_{оп} \| + 0,29 \| h \| / h. \quad (3)$$

При оценке адекватности уравнения (3) получили, что значение критерия Фишера

составляет 234, что больше табличного значения, равного 2,0 [5].

В этом случае можно утверждать, что полученная математическая модель строения ткани адекватно описывает структуру ткани.

Далее проверили значимость коэффициентов уравнения по критерию Стьюдента [5]. Расчетные значения критерия (2,41; 2,11; 2,08; 2,71) больше или равны 2,08 (табличное значение), следовательно, коэффициенты значимы.

В итоге получили следующие результаты по весомости показателей структурных характеристик: поверхностной плотности – 0,26, коэффициента сквозной пористости – 0,23, опорной поверхности – 0,22, высоты ворса – 0,29.

Полученные коэффициенты весомости структурных характеристик тканых полотен практически могут быть использованы на текстильном предприятии на этапе проектирования новых образцов сорочечных тканей по комплексному показателю строения, что позволит выпускать продукцию в соответствии с требованиями потребителя к структуре ткани.

ВЫВОДЫ

УДК 675.6.031.2.023.6

ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОЖЕВОЙ ТКАНИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ФЕРМЕНТАТИВНЫХ ОБРАБОТОК

Л.Н. БОДРЯКОВА, Т.Ф. МИРОНОВА, А.Г. БУРМИСТРОВ, В.И. СТЕЛЬМАШЕНКО

**(Омский государственный институт сервиса,
Московский государственный университет дизайна и технологий,
Московский государственный университет сервиса)**

Исследования направлены на изучение возможности применения ферментных препаратов с целью повышения пластичности кожаной ткани шкур морского котика. Нами изучалось действие следующих ферментных препаратов: нейтральной протеазы Прок, щелочной протеазы протосубтилина Г 20Х и ферментного препарата комплексного действия – ТВО, который обладает коллагеназной, эластазной и кератиназной активностями [1].

Предложена комплексная оценка строения сорочечных тканей на основе аналитического метода определения коэффициентов весомости их показателей качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соловьев А.Н., Кириухин С.М. Оценка качества и стандартизация текстильных материалов. – М.: Легкая индустрия, 1974.
2. Азгальдов Г.Г. Определение значений коэффициентов важности // Стандарты и качество. – 2000, №2. С.28...33.
3. Генкин С.И. Применение корреляционного анализа для определения комплексного показателя технологичности конструкции изделия // Стандарты и качество. – 1973, №7. С.17...20.
4. Складчиков В.П. Строение и качество тканей: монография. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
5. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности: Учебник для вузов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения. Поступила 03.02.06.

Вариант	Процесс						
	обводнение	ферментативная обработка в присутствии			додубливание	жирование	сушка
		Прок	щелочной протеазы	ТВО			
1	+	+	–	–	–	+	+
2	+	+	–	–	+	+	+
3	+	–	+	–	–	+	+
4	+	–	+	–	+	+	+
5	+	–	–	+	–	+	+
6	+	–	–	+	+	+	+

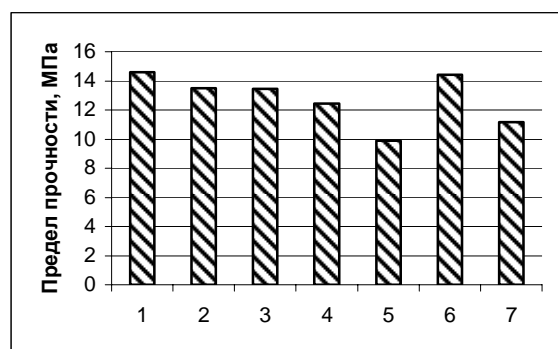


Рис. 1

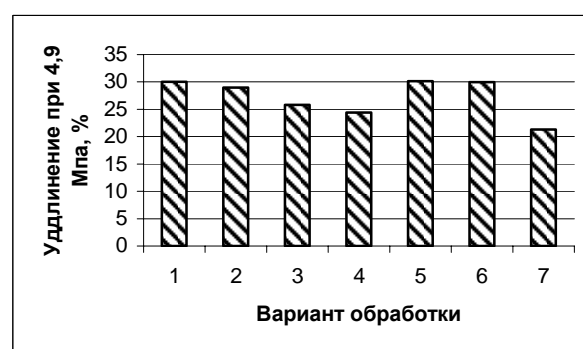


Рис. 2

Исследование влияния ферментативной обработки на механические свойства кожной ткани шкур морского котика проводили в соответствии с ГОСТом 22596–77. По полученным результатам построены диаграммы, характеризующие изменение предела прочности разрывной нагрузки кожной ткани шкур морского котика (рис. 1), а также относительного удлинения кожной ткани при напряжении 4,9 МПа (рис. 2) в зависимости от вида ферментативной обработки (образцы пронумерованы в соответствии с табл. 1).

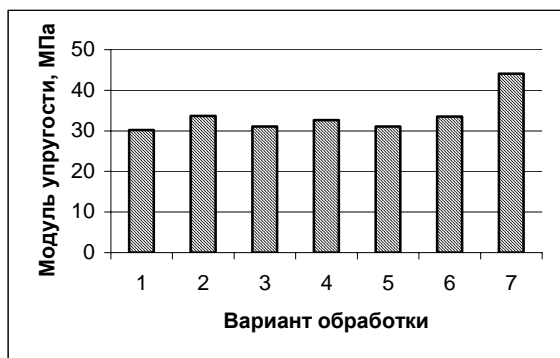
Из данных рис. 1 следует, что ферментативная обработка не оказывает существенного влияния на показатели прочности кожной ткани шкур морского котика. Однако следует отметить, что в случае обработки ферментными препаратами Прок и протосубтилином Г20х недодубленного и додубленного мехового полуфабриката, а

также ферментным препаратом ТВО додубленного мехового полуфабриката, наблюдается некоторое увеличение разрывной нагрузки кожной ткани при растяжении.

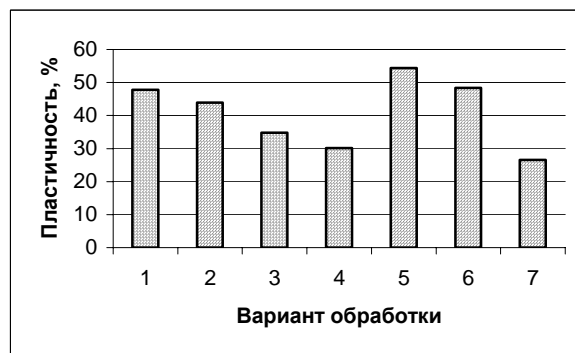
Вероятно, данные изменения связаны с увеличением подвижности структурных элементов кожной ткани вследствие действия ферментных препаратов.

Данные рис. 2 свидетельствуют об увеличении относительного удлинения кожной ткани морского котика при напряжении 4,9 МПа под действием всех исследуемых ферментных препаратов.

Из определяемых механических показателей наиболее полно характеризуют деформационные свойства кожной ткани модуль упругости, определяющий сопротивление кожной ткани упругим деформациям, и показатель остаточной деформации.



а)



б)

Рис. 3

Влияние ферментативной обработки на данные величины наглядно иллюстрируют гистограммы, представленные на рис. 3-а, б.

Наибольшие изменения модуля упругости и пластичности (остаточной деформации) кожной ткани наблюдается у образцов, обработанных ферментными препаратами ТВО и Прок. Поскольку ферментные препараты ТВО и Прок обладают эластазной активностью, можно предположить, что увеличение остаточной деформации кожной ткани в процессе ферментативной обработки связано с воздействием названных выше препаратов на находящийся в ней эластин.

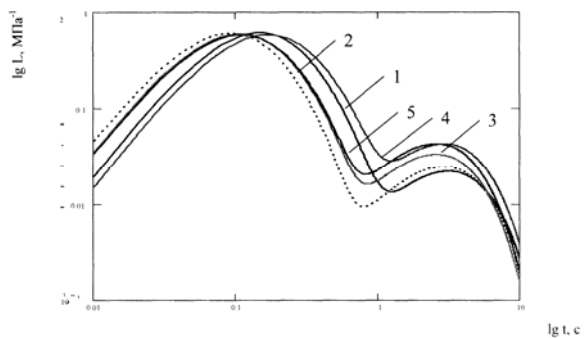


Рис. 4

На рис. 4 представлен спектр времен релаксации кожной ткани (1 – контрольный образец; 2 – образец, обработанный щелочной протеазой; 3 – образец, обработанный ферментным препаратом Прок; 4 – образец, обработанный ферментным препаратом ТВО; 5 – образец, обработанный ферментным препаратом ТВО после процесса додубливания).

Первый максимум спектра характеризует степень подвижности мелких струк-

турных элементов кожной ткани. Величина его под действием ферментативных препаратов не изменяется, но он несколько смещается влево относительно первого максимума спектра контрольного образца. Таким образом, под действием ферментных препаратов происходит сокращение времени релаксации мелких структурных элементов, что свидетельствует об их большей упругости.

Второй максимум спектра характеризует степень подвижности крупных элементов структуры кожной ткани (пучков волокон). Величина второго максимума спектра образцов, обработанных ферментными препаратами, больше, чем в случае контрольных образцов, что свидетельствует об увеличении подвижности крупных элементов структуры кожной ткани в опытных вариантах.

ВЫВОДЫ

Выполненные исследования показывают, что в результате ферментативных обработок кожная ткань шкур морского котика становится более пластичной, что позволяет предположить возможность увеличения коэффициента ее использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Тальянский О.В. и др.* Исследование воздействия новых ферментных препаратов на дерму овчины в процессе обезволаживания // Вестник МГУДТ. – 2003, № 1. С. 102...108.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товарной экспертизы МГУС. Поступила 31.05.06.

УДК 677.021

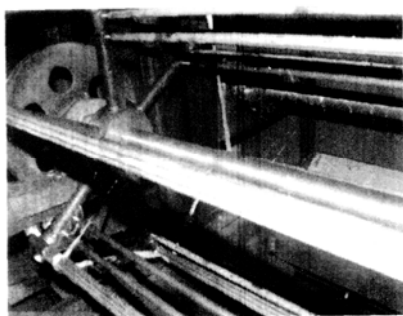
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОГО НАТЯЖЕНИЯ ПРЯДИ СЫРЦА
В МЕЖДУБИЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ПРИ ТРЕПАНИИ**

Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Э.В. НОВИКОВ

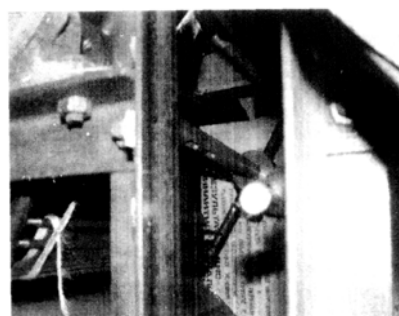
(Костромской государственный технологический университет)

В результате исследований установлено, что, например, при одностороннем трепании волокно на барабане не отбрасывается от воздействия бил, а натягивается

между билами, охватывает барабан по периметру, взаимодействуя с бильными планками.



а)



б)

Рис. 1

На рис. 1 показано взаимодействие материала в виде ленты с бильными планками трепального барабана (на рис.1-а представлено взаимодействие материала при захлестывании его конечной части на угол менее 180°, а на рис.1-б – захлестывание конца материала на угол более 180°).

Натяжение слоя волокна необходимо для эффективного его обескостривания. Натяжение формируется в основном за счет сил инерции волокна в относительном по отношению к билам движении и центробежных сил, возникающих от вращения

захлестываемого участка волокна при взаимодействии его с кромками бильных планок [1], [2]:

$$S = S_1 + S_2, \quad (1)$$

где S – общая сила натяжения; S_1 – центробежная сила натяжения волокна, возникающая из-за вращения захлестываемого участка волокна; S_2 – сила инерции, возникающая при относительном движении волокна по кромке бильной планки.

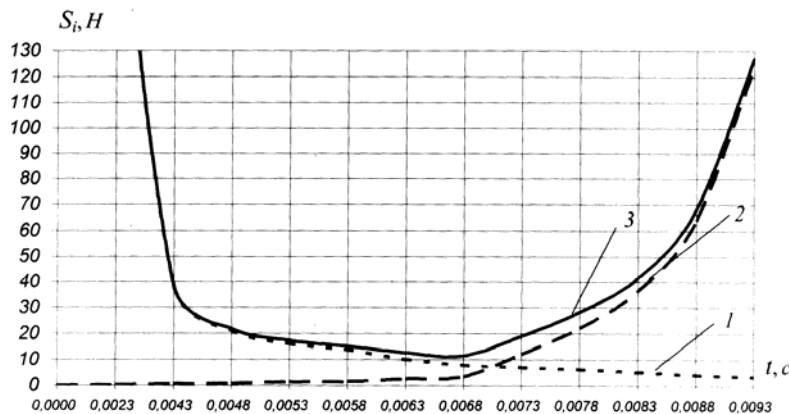


Рис. 2

На рис.2 представлено изменение сил натяжения во времени, где 1 – сила инерции, возникающая при относительном движении волокна по кромке бильной планки (S_2), определялась по [2]; 2 – центробежная сила натяжения волокна, возникающая из-за вращения захлестываемого участка волокна (S_1), определялась по [1], 3 – общая сила натяжения (S).

Расчет осуществлялся при следующих параметрах: принята комлевая часть волокна с линейной плотностью 0,2 кг/м; длине волокна, свисающей в зону обработки 0,6 м; радиусе рабочей кромки бильной планки 0,005 м; начальной длине, скорости движения кромки бил 8 м/с; угле захлестывания не более 90° [3]. Также принято, что волокно является гибким и однородным, при движении сохраняет прямолинейную форму, силы трения и сопротивления воздуха не учитывались, так как на основании [1] ошибка из-за не учета последней силы, составляет не более 3%.

Следует отметить, что графические зависимости на рис. 2 построены для случая, когда с волокном взаимодействует одно било. При большем числе бил, взаимодействующих с волокном, соотношение сил на рис.2 будет зависеть от длины волокна и геометрических параметров трепальных барабанов.

Понимая под величиной захлестывания угол поворота свободного конца волокна при определенной его угловой скорости, условно считаем, что захлестывание концов волокна может быть опасным и полезным.

Полезным захлестыванием можно назвать такое захлестывание, при котором материал натягивается, но при этом исключается возможность его повреждения и выдергивания из конвейера. Если при натяжении происходит выдергивание материала из-под зажима вследствие защемления материала на бильной планке (рис.1-б) или подбильной решетке, его обрыв или повреждение, то захлестывание является опасным (рис.1-б). Следовательно, для того чтобы избежать снижения количества длинного волокна, необходимо управлять процессом захлестывания.

С этой целью прежде всего необходимо создать такую силу натяжения волокна, которая обеспечивала бы постоянное прилегание ветви волокна к периметру трепального барабана.

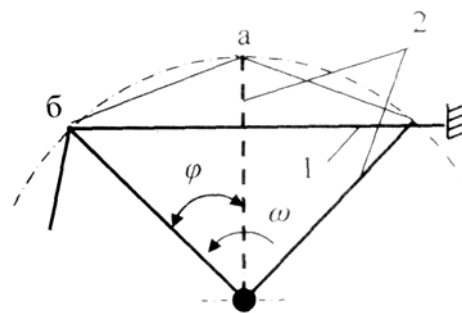


Рис. 3

На рис.3 изображена схема взаимодействия волокна с билами трепального барабана, где 1 – обрабатываемое волокно; 2 – било.

При перемещении била из положения "а" в положение "б" под действием силы натяжения волокно должно успеть

вернуться в исходное положение, то есть должно быть натянуто, что в принципе подтверждено результатами фотосъемки.

Как отмечалось выше, основное натяжение волокна обеспечивается за счет процесса захлестывания. Значит для управления процессом захлестывания, то есть обеспечения его только полезной части, нам необходимо знать, с какой минимальной силой волокна должны быть натянуты.

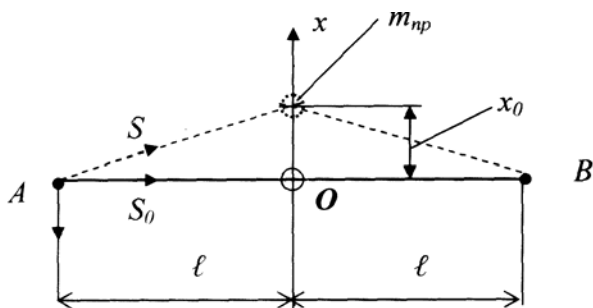


Рис. 4

Для этого рассмотрим схему, изображенную на рис. 4, с помощью которой показано, как моделируется колебание приведенной массы $m_{пр}$, прикрепленной к натянутой струне. На рис. 4: x – перемещение приведенной массы; S_0 – начальная сила натяжения волокна (при положении в т.О); S – сила натяжения волокна, соответствующая перемещению x_0 ; l – длина волокна.

Необходимо, чтобы волокно было натянуто с такой силой S_0 , при которой масса $m_{пр}$ после взаимодействия с бильной планкой и до начала воздействия со второй планкой успела вернуться в первоначальное положение АВ за определенное время. Такой эффект возможен только при определенном значении натяжения S , которое является восстанавливающей силой, действующей на массу $m_{пр}$.

Дифференциальное уравнение движения массы имеет вид [4]:

$$m_{пр} \ddot{x} + \frac{2S}{l} x + AA \frac{x_0^3}{l^2} = 0, \quad (2)$$

где A – площадь поперечного сечения волокна; E – модуль упругости волокна.

Приведенную массу можно определить по следующей зависимости [4]:

$$m_{пр} = \frac{17}{35} \rho 2l, \quad (3)$$

где ρ – плотность волокна.

В случае малых перемещений x_0 и при достаточно большой начальной растягивающей силе S_0 можно пренебречь последним членом в левой части уравнения (2).

Тогда получим уравнение простого гармонического колебания приведенной массы:

$$m_{пр} \ddot{x} + \frac{2S_0}{l} x = 0. \quad (4)$$

Разделим (4) на $m_{пр}$ и обозначим

$$p^2 = \frac{2S_0}{l m_{пр}}, \quad (5)$$

где p – частота собственных колебаний массы.

Период собственных колебаний будет равен

$$T = \frac{2\pi}{p} = 2\pi \sqrt{\frac{l m_{пр}}{2S_0}}. \quad (6)$$

Поскольку нас интересует время, равное четверти периода колебаний массы, то есть то время, за которое масса успеет вернуться в исходное положение, будем иметь

$$t = \frac{\pi}{2p} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{l m_{пр}}{2S_0}}. \quad (7)$$

Считая, что за время t било повернется на угол $\varphi = \omega t$, получим

$$\frac{\varphi}{\omega} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{l m_{пр}}{2S_0}}. \quad (8)$$

Из (8) найдем величину S_0

$$S_0 = \frac{\pi^2 \omega^2 \ell m_{\text{пр}}}{8\varphi^2}. \quad (9)$$

Выражение (9) позволяет определять минимальные значения натяжения волокна для того, чтобы волокно было постоянно натянуто. Используя это значение, можно рассчитать величину угла поворота свободной части волокна и ее угловую скорость, при которых обеспечивается полезное захлестывание волокна.

Определив силу натяжения S_0 из выражения (9), нужно сравнить ее с допустимым натяжением. Как показали экспериментальные исследования, допустимое натяжение волокна, то есть то натяжение, при котором начинается локальное повреждение волокна, например, при одностороннем трепании комлевой части волокна, составляет 45 Н (числе бил на барабане 6, числе рабочих кромок 12; частоте вращения трепальных барабанов 300 мин⁻¹; скорости перемещения волокна 12 м/мин; плотности горсти сырца 0,4 кг/м; длине пряжи в обработке 0,6 мм).

Это значение является критическим, поэтому, управляя процессом захлестывания путем изменения технологических параметров трепания или конструкции

трепальных барабанов, не следует достигать этого значения.

Таким образом, на основании приведенного анализа получено выражение для определения силы натяжения волокна, при котором оно должно вернуться в первоначальное положение в межбильном пространстве. Зная расчетное натяжение и управляя процессом захлестывания с помощью технологических и конструктивных параметров процесса трепания, можно обеспечить полезное натяжение волокна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разин С.Н., Пашин Е.Л. Теоретические основы совершенствования механической модификации льна: Монография. – Кострома: КГТУ, 2005.
2. Корабельников Р.В., Новиков Э.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №6.
3. Корабельников Р.В., Новиков Э.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №3.
4. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле / Перевод Я.Г. Пановко. – Москва, 1959.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 30.01.06.

УДК 677.11.620.1

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТРЕПАЛЬНЫХ БАРАБАНОВ НА ПАРАМЕТРЫ ЛЬНЯНОЙ ПРЯДИ ПРИ СХОДЕ С БИЛА

С.В. БОЙКО, А.Б. ЛАПШИНА, А.В. БЕЗБАБЧЕНКО, Е.Л. ПАШИН

(Костромской государственной технологической университет,
Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке лубяных культур)

В целях повышения эффективности процесса трепания предложена новая конструкция била трепального барабана для получения льняного волокна [1]. Суть предлагаемой конструкции заключается в следующем: с тыльной стороны бильной планки установлена дополнительная опора 1 для подвода волокна к планкам смежного барабана.

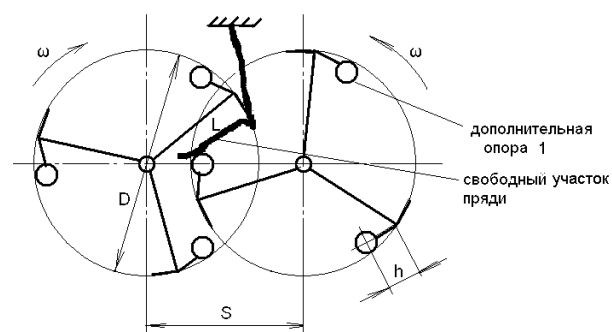


Рис. 1

На рис.1 представлена схема взаимодействия барабанов с прядью при трепании.

При изучении особенностей процесса трепания льна с использованием предложенного решения представляет интерес сравнительная оценка характера поведения свободного участка пряжи, варьируемого по длине стеблей льна, при различных конструктивных параметрах трепальных барабанов.

Особенностью методики оценки является наличие изменяющихся по длине обрабатываемых прядей сырца от 30 до 60 см. В качестве исследуемых параметров конструкции трепальных барабанов принимаем их диаметр D , межосевое расстояние S , количество бил Z и вылет дополнительной тыльной кромки h .

При выборе оценочных параметров эффективности процесса трепания будем исходить из следующего. Натяжение и степень его варьирования вблизи зажима прядей в условиях рекомендуемых режимов обработки ($\omega = 200 \dots 300$ об/мин) должны быть минимальными. Этому условию в числе совокупности влияющих факторов будут способствовать минимальная длина свободного участка обрабатываемой пряжи L (после потери контакта пряжи с нижним билом) и коэффициент вариации этой длины CV . При этом не должно происходить соударения бил.

Таким образом, задача сводится к вы-

явлению условий обработки, при которых L и $CV \rightarrow \min$.

Математическое ожидание (среднее значение) величины L определим по формуле:

$$L = \sum_{K=1}^n \ell_K / n, \text{ где } n - \text{число вариантов}$$

длин обрабатываемых концов прядей, ℓ_K – первоначальная длина пряжи на подбильной решетке (например, изменяя длину пряжи от 30 до 60 см с шагом 0,01 см, получим $n=301$).

Длину свободного участка пряжи в момент соприкосновения его с подбильной решеткой била трепального барабана определим как разность между длиной пряжи в поле трепания и суммой длин распрямленных участков пряжи, методика расчета которых приведена в [2] и [3].

Коэффициент вариации рассчитаем по формуле

$$CV = \frac{\sum_{K=1}^n (\ell_K - L)^2 / n}{L}$$

В результате численных экспериментов и использования дисперсионного анализа были найдены доли влияния на L и CV исследуемых конструктивных параметров: 1 – количества бил Z , 2 – диаметра барабана D , 3 – межосевого расстояния S , 4 – вылета дополнительной тыльной кромки h .

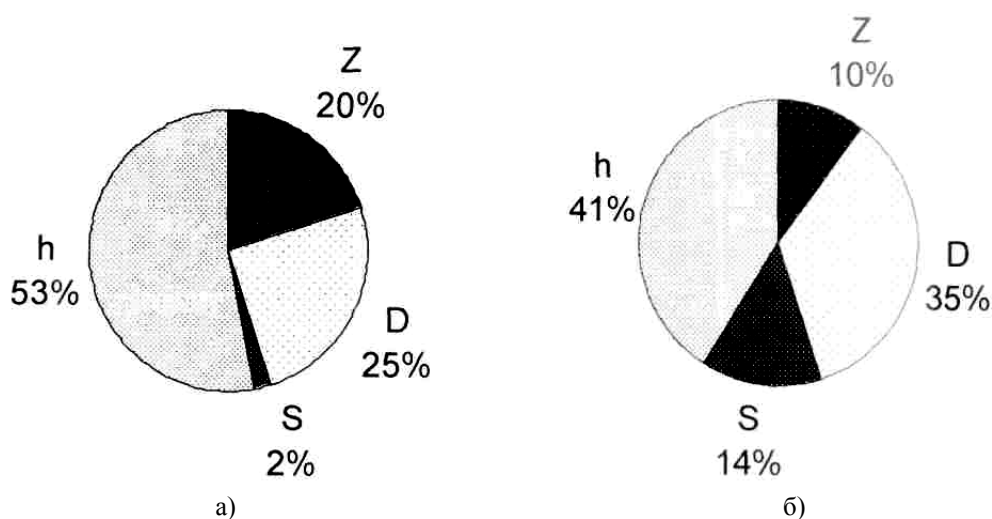


Рис. 2

Статистический анализ позволил установить, что величина длины свободного участка пряжи и коэффициент вариации длины пряжи на подбильной решетке во многом предопределяются комплексом принятых конструктивных параметров трепального барабана.

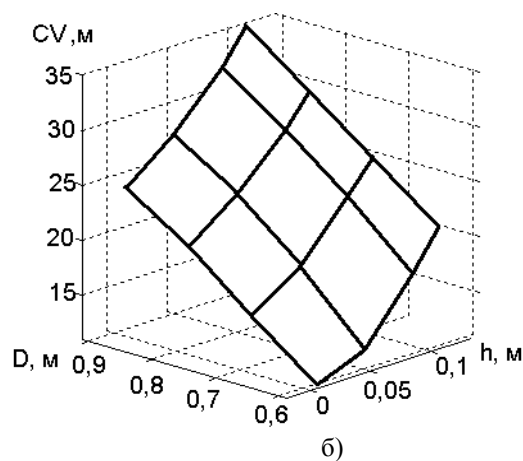
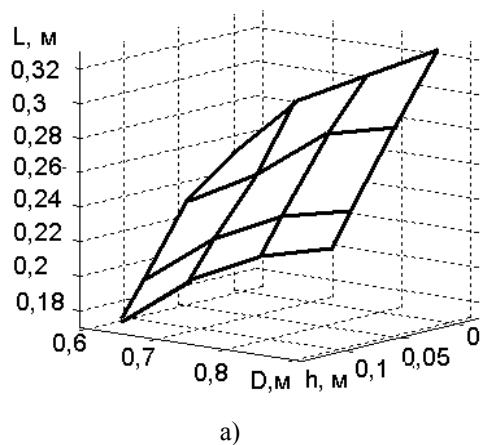


Рис. 3

На рис. 3 представлены графические зависимости величин L и CV (а и б соответственно) от наиболее значимых параметров: вылета дополнительной тыльной кромки h и диаметра барабана D . Результаты получены применительно к трехбильным трепальным барабанам с межосевым расстоянием S , равным $0,75D$.

Из представленных иллюстраций следует, что величина L с ростом параметра h от 0 до 0,1 м уменьшается примерно в два раза. При этом варьирование данной величины возрастает на 10...15%.

С увеличением размера трепальных барабанов (при $Z=3$ и $S=0,75D$) длина свободного участка и его варьирование увеличиваются менее интенсивно.

Из этого следует, что наиболее эффективным приемом изменения характера обработки свободного участка пряжи при трепании является изменение вылета дополнительной тыльной опоры.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что наиболее весомое влияние на изменение длины свободного участка пряжи на подбильной решетке и на

На рис.2 показаны доли влияния конструктивных параметров на длину свободного участка пряжи на подбильной решетке (а) и на коэффициент вариации длины пряжи на подбильной решетке (б). Однако наиболее значимыми из них являются вылет дополнительной тыльной кромки h и диаметр барабана D .

коэффициент вариации этого параметра оказывают вылет дополнительной тыльной кромки h и диаметр трепальных барабанов D , причем параметр h оказывает большее влияние.

2. Увеличение параметра h приведет к уменьшению длины свободного участка пряжи в момент соприкосновения его с подбильной решеткой била трепального барабана. При этом коэффициент вариации этого параметра возрастает.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. 2 250 940 Россия, МПК D 01 В 1/16, 1/26. Секция трепальной машины для обработки лубяных культур // Пашин Е.Л., Бойко С.В. – Оpubл.2005. Бюл.№12.
2. Пашин А.Б., Пашин Е.Л. Развитие теории процесса трепания льна: Монография.– Кострома: КГТУ, 2004.
3. Безбабченко А.В., Пашин А.Б., Бойко С.В. Моделирование процесса трепания льна билами с несколькими рабочими кромками// ВНИИЛК.– 2005, №2. С.29...31.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 02.02.06.

УДК 677.022.49

**ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ КРУТКИ
В ПРОДУКТЕ С ПЕРЕМЕННОЙ КРУТКОЙ**

К.Э. РАЗУМЕЕВ, П.М. МОВШОВИЧ, А.Н. ГУРЬЕВ

(ОАО НПК "ЦНИИШерсть", ЗАО "Суворовская нить")

Самокрученая пряжа (СК) имеет ряд структурных особенностей:

- периодичность изменения крутки по величине и по знаку,
- наличие зон с нулевой круткой,
- зависимость длин зон и уровня крутки от фазового сдвига.

Все это создает особые проблемы при фактическом измерении характеристик СК-пряжи.

Определенные проблемы возникают и при измерении любой пряжи с нестационарной круткой, в частности, в случае СКК-пряжи (самокрученной крученной пряжи). Суть в том, что при измерении такой крутки имеется определенная база измерения, которая фильтрует полученные результаты.

В целях получения большей точности измерения и при соответствующем увеличении базы эффект фильтрации усиливается и полученные результаты будут давать, скорее, среднюю крутку, нежели ее мгновенное значение.

Интуиция подсказывает о необходимости определенного компромисса.

Рассмотрим аналитическое решение поставленной задачи: зависимость измеренного значения переменного значения крутки от базы измерения.

Пусть крутка в продукте изменяется по синусоидальному закону (рис. 1 – изменение крутки):

$$\Delta K = \Delta K_{\max} \sin \omega \ell . \quad (1)$$

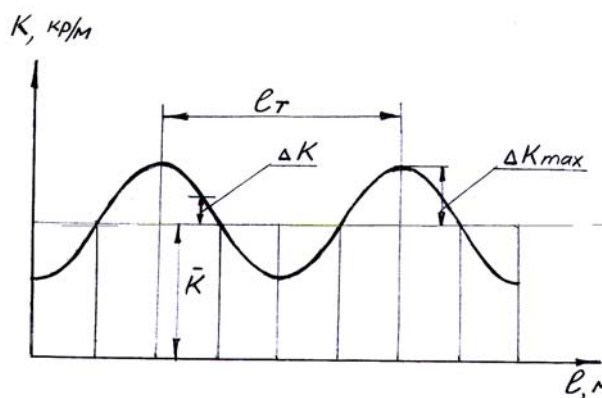


Рис. 1

Здесь \bar{K} – средняя крутка; ΔK – отклонение крутки от \bar{K} ; ΔK_{\max} – амплитуда изменения крутки.

$$\Delta K = dN / d\ell ,$$

где N – число кручений; ℓ – текущее значение длины продукта.

Определим зависимость измеренного значения коэффициента вариации по крутке CV_K от длины b – базы измерения. Назовем "истинным" CV_K^0 значение коэффициента вариации при $b \rightarrow 0$.

Нетрудно заметить, что

$$CV_K^0 = (1/K) \sqrt{(1/b) \int_{-b/2}^{+b/2} \Delta K_{\max}^2 \sin^2 \omega \ell = \Delta K_{\max} / (\bar{K} \sqrt{2})} . \quad (2)$$

В том случае, когда b – конечно, происходит сглаживание (усреднение) измеренных отклонений $\Delta K_{\text{изм}}$ от среднего значения \bar{K} . Это сглаживание полностью идентично процессу измерения линейной плотности продукта датчиком с конечной базой измерения [1].

$$\Delta \bar{K}_{\text{изм}}^2 = R_{\text{КК}}(0) = \int_{-\infty}^{+\infty} d\omega [W_{\text{д}}(j\omega)]^2 \Phi_{\text{КК}}(j\omega), \quad (4)$$

где $R_{\text{КК}}(0)$ – корреляционная функция выходного сигнала при $\tau = 0$; $\Phi_{\text{КК}}(j\omega)$ – спектральная плотность входного сигнала.

При синусоидальном входном сигнале спектральная плотность представляет собой две δ -функции, симметрично расположенные относительно начала координат, и

$$\Delta \bar{K}_{\text{изм}}^2 = [W(j\omega)]^2 \Delta K_{\text{max}}^2 / 2. \quad (5)$$

Подставляя (3) в (5), после преобразований получим:

$$\Delta \bar{K}_{\text{изм}}^2 = \frac{\sin^2(\omega b / 2)}{(\omega b / 2)^2} \Delta K_{\text{max}}^2 / 2. \quad (6)$$

Отсюда измеренное значение коэффициента вариации:

$$CV_{\text{Киз}} = \frac{\sqrt{\Delta \bar{K}_{\text{изм}}^2}}{\bar{K}} = \frac{\Delta K_{\text{max}}}{\bar{K} \sqrt{2}} \frac{\sin \omega b / 2}{\omega b / 2}. \quad (7)$$

С учетом выражения [2]:

$$CV_{\text{Киз}} = \alpha CV_{\text{К}}^0, \quad (8)$$

$$\alpha = \frac{\sin \omega b / 2}{\omega b / 2}. \quad (9)$$

Величина α характеризует изменение измеренного значения коэффициента вариации по отношению к "истинному" в за-

Передаточная функция такого датчика:

$$W_{\text{д}}(s) = (1/sb)(e^{sb/2} - e^{-sb/2}). \quad (3)$$

Согласно [2] среднее квадратичное значение такого сигнала на выходе такой системы равно

висимости от базы измерения b и частоты изменения крутки.

В соответствии с формулой [9] в табл. 1 приведены значения α для периода крутки 180 мм, имеющего место на машине ПСК-225-ШГ2.

Таблица 1

b, мм	0	10	100	150	180	226	250	500
α	1,000	0,995	0,564	0,191	0,000	0,182	0,215	0,073

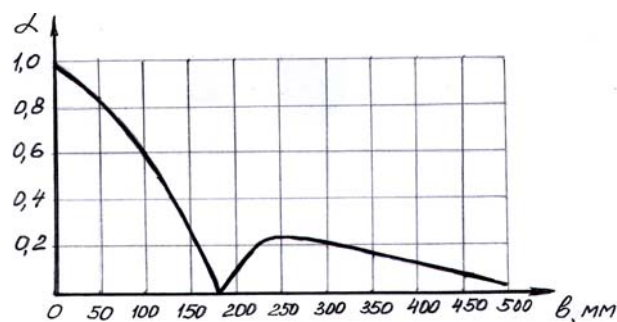


Рис. 2

На рис. 2 приведен график значений α , построенный в соответствии с табл. 1.

ВЫВОДЫ

1. Измерение крутки самокрученной пряжи имеет свою специфику по сравнению с традиционной кольцевой пряжей.
2. Значения средней крутки, полученной при различных базах измерения, имеют принципиальные отличия друг от друга.
3. Для получения "истинного" текущего значения крутки необходимо вводить поправочный коэффициент α , значения ко-

того определяются в соответствии с формулой (9).

ЛИТЕРАТУРА

1. Мовшович П.М. и др. Экспериментальные исследования параметров самокрученной пряжи //

НИИ труды ВНИИЛТекмаша. Сб. № 26. – М., 1977. С.59...66.

2. Хавкин В.П. и др. Автоматический контроль и регулирование развеса текстильных материалов. – М.: Легкая индустрия, 1975. С.17.

Рекомендована ученым советом ОАО "ЦНИИШерсть". Поступила 30.05.06.

УДК 677:658.62.018

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ПРЯДИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Н.Э. ЧИСТЯКОВА, Б.Н. ГУСЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

В международных стандартах ИСО серии 9000, обуславливающих методологию построения систем менеджмента качества (СМК) с ориентацией на процессный подход, рекомендуется по каждому управленческому действию (процессу) определять соответствующими оценочными средствами их результативность и эффективность. Однако универсальные общие требования к СМК, регламентируемые ГОСТ Р ИСО 9001-2001 [1], не учитывают специфических особенностей систем качества, разрабатываемых для предприятий текстильной промышленности. Кроме этого, в данных стандартах не обозначена методология определения результативности и эффективности процессов.

В работе [2] нами была предложена схема определения эффективности технологических процессов с учетом специфики прядильного производства. Вследствие этого цель исследования заключалась в разработке соответствующей методики по определению результативности технологических процессов.

В научной литературе [3...5] результативность процессов прядильного производства отождествляют с качеством выходного продукта, что не совсем оправдано, так как обуславливает возможность применения методики комплексной оценки качества продукции для оценки резуль-

тативности процесса. Что, в свою очередь, приводит к крайнему упрощению оценивания результативности как интегрального показателя качества функционирования процесса, при этом игнорируются принципы процессного и системного подходов и возникают затруднения при выработке целенаправленных корректирующих и предупреждающих действий.

Следовательно, можно сделать вывод, что в настоящий момент методы оценки результативности технологических процессов в научной литературе не обозначены.

В соответствии с целью исследования первоначально было предложено выделить основные видовые направления результативности. Это связано с тем, что единого, всеми признанного, понятия результативности не существует. Как и любое другое понятие достаточной степени общности, оно содержит в себе различные смысловые оттенки и уровни.

В частности, для такого объекта исследования, как технологический процесс, наиболее информативной характеристикой является технологическая результативность. При этом исходя из определения технологического процесса [6] подразумевается, что потребителем выходного сырьевого продукта является последующий технологический процесс, идущий за рас-

смастриваемым процессом по производственной цепочке.

Из требований "процесса-потребителя", которые он предъявляет поступающему полуфабрикату, формируются единичные показатели технологической результативности (ЕПТР), необходимые для расчета результативности "процесса-поставщика". Например, при производстве кардной пряжи принимать конечный продукт в качестве потребителя будет процесс перематывания, являющийся начальным этапом ткацкого производства, а "поставщиком" в данном случае будет прядильное производство или его конечный этап – кольцевое (пневмомеханическое) прядение.

Наряду с технологическими процессами, результатом которых являются полуфабрикаты, потребляемые последующими процессами, существуют линии, выпускающие готовую продукцию, идущую непосредственно потребителю. Соответственно требования, предъявляемые к данной продукции, будут формироваться из пожеланий покупателя. Результативность таких процессов целесообразно назвать потребительской.

Исходя из сущности самого понятия результативности его следует понимать

как совокупную оценку, базирующуюся на необходимых свойствах продукции. Результативность, характеризующая совокупную оценку всех свойств продукции, считается полной, а базирующаяся на избранной группе свойств – неполной.

При расчете комплексного показателя результативности используется комплекс единичных показателей, причем некоторые из них имеют позитивную направленность, то есть их числовое значение увеличивается с повышением качества материала, а остальные – негативную направленность, обладающую обратным явлением. Таким образом, в зависимости от желаемого результата путем формирования совокупности единичных показателей преимущественно одного направления рекомендуется разделить результативности на позитивную и негативную.

В итоге с учетом новых классификационных признаков расширены видовые понятия результативности, которые систематизированы в форме табл.1. Такое многовидовое представление результативности позволяет более корректно ставить и решать локальные научные проблемы.

Т а б л и ц а 1

Признак	Наименование	Понятие
В зависимости от требований потребителя продукции	Потребительская Технологическая (производственная)	Рассчитывается с применением свойств, отражающих требования потребителя продукции Оценивается на базе свойств, необходимых последующему технологическому процессу
В зависимости от используемых единичных показателей	Полная Выборочная (неполная)	Характеризует совокупную оценку всех свойств продукции Отражает совокупную оценку избранной группы свойств продукции
В зависимости от направленности на результат	Позитивная Негативная	Показывает тенденцию при увеличении значений количественных характеристик свойств к его улучшению Отражает тенденцию при увеличении значений количественных характеристик свойств к его ухудшению

Как уже было сказано выше, наиболее информативной характеристикой технологического процесса является технологическая результативность.

Для данного понятия необходимо сформулировать соответствующее определение, отражающее специфику выбранно-

го объекта исследования. В качестве основы рассмотрим определение результативности из ГОСТ Р ИСО 9001-2001, где она представлена как "...степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов" [1].

На наш взгляд, данное определение является универсальным для любого объекта исследования и носит обобщенный характер.

В нашем случае, исходя из определения технологического процесса [6], в дальнейшем под технологической результативностью процесса будем понимать степень соответствия значений информативных количественных характеристик простых первичных свойств выходной продукции их нормативным значениям, запланированным для данного процесса. При этом простые свойства отличаются способностью не делиться на другие свойства, а под первичным свойством подразумевается объективная особенность материала в первоначальный момент времени ее появления.

В количественном виде технологическую результативность процесса можно представить выражением:

$$TP = \sum_{i=1}^n (X_i / \|X_i\|)^{\text{sgn } b} \alpha_i, \quad (1)$$

где

$$\text{sgn } b = \begin{cases} +1, & \text{если } X_i \leq \|X_i\| - \text{позитивный ЕПТР;} \\ -1, & \text{если } X_i > \|X_i\| - \text{негативный ЕПТР;} \end{cases}$$

X_i – фактическое значение i -го ЕПТР;
 $\|X_i\|$ – запланированное (нормативное) значение i -го ЕПТР; α_i – коэффициент весомости i -го ЕПТР.

Представленное выше выражение позволяет непосредственно перейти к общей стратегии построения комплексного показателя технологической результативности (КПТР) на примере процесса кардочесания. Данная стратегия сводится к последовательному выполнению следующих операций, основанных на методах квалиметрии: выбору, ранжированию (определению коэффициентов весомости), измерению фактических значений, нормированию и

свертыванию единичных показателей в комплексный показатель.

Особенностью данной стратегии в отношении построения КПТР процесса кардочесания является методология выявления ЕПТР. Она состоит в выделении единичных показателей первоначально на уровне качественных, а затем на уровне количественных характеристик, исходя из сущности определения результативности.

Вместе с тем предложено осуществить выбор качественных характеристик на основе ранжирования требований, предъявляемых последующим технологическим процессом, ввиду отсутствия стандартов на систему показателей качества чесальной ленты (такие стандарты существуют для текстильных волокон, нитей и тканей).

Выделение необходимых требований осуществлено на примере кардной системы прядения с использованием на заключительном этапе кольцевых прядильных машин. ЕПТР на уровне качественных характеристик представлены в виде группы наиболее приоритетных первичных свойств, сформированных в порядке уменьшения их значимости на основании сущности технологического процесса кардочесания (наиболее значимому свойству приписан ранг $R = 1$, а наименее значимому $R = n$): разьединенность, очищенность, ориентированность, распрямленность, утоненность, равномерность (по толщине).

Процедура выявления ЕПТР на уровне количественных характеристик состоит в выделении наиболее информативных количественных характеристик по каждому первичному свойству перечня качественных характеристик. В результате анализа для каждого свойства сформированной нами группы качественных характеристик отобрали наиболее информативные, на наш взгляд, количественные показатели, которые представлены в табл. 2.

Таблица 2

Ранг	Количественный показатель, условное обозначение и единица измерения	Значение α	Значение ЕПТР	
			фактическое	нормативное
1	Количество неразработанных комплексов волокон (н), р, кол./г	0,408	70,0	60,0
2	Содержание волокнистых пороков и сорных примесей (н), U, %	0,204	2,5	2,0
3	Угол ориентации (н), γ , град	0,136	25,0	20,0
4	Абсолютный показатель распрямленности (п), ℓ , мм	0,102	8,4	10,0
5	Линейная плотность (*), Н, ктекс	0,082	376,4	376,4
6	Коэффициент вариации по линейной плотности (н), C_H , %	0,068	3,0	2,0

Примечание: п – позитивный; н – негативный; * – нейтральный.

Далее в соответствии с проставленными рангами (R) качественных характеристик рассчитали коэффициенты весомости для каждого ЕПТР по следующей формуле:

$$\alpha_i = R_i^{-1} / \sum_{i=1}^n R_i^{-1}, \quad \text{при} \quad \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1, \quad (2)$$

где R_i – ранг, присвоенный i -й качественной характеристике.

Результаты расчетов сведены в табл. 2.

На следующем этапе определяли фактические значения количественных характеристик соответствующими инструмен-

тальными методами [7]. На этапе нормирования в качестве базовых выбраны наилучшие значения количественных показателей по результатам испытаний. Полученные фактические и нормативные значения ЕПТР представлены в табл. 2.

Таким образом, получив все необходимые данные для расчета КПТР, перешли к заключительному этапу построения комплексного показателя, состоящему непосредственно в оценке технологической результативности процесса кардочесания.

Расчет осуществляли по формуле (1) с использованием арифметического способа усреднения:

$$TP = \frac{p}{\|p\|} \alpha_1 + \frac{U}{\|U\|} \alpha_2 + \frac{\gamma}{\|\gamma\|} \alpha_3 + \frac{\ell}{\|\ell\|} \alpha_4 + \frac{H}{\|H\|} \alpha_5 + \frac{C_H}{\|C_H\|} \alpha_6 = 0,84.$$

Анализ результатов расчета КПТР позволил разработать шкалу для оценки технологической результативности, имеющую четыре уровня градации: 0,00...0,40 – "очень низкая", 0,41...0,60 – "низкая", 0,61...0,80 – "высокая", 0,81...1,00 – "очень высокая".

Для каждого уровня предлагается комплекс корректирующих и предупреждающих действий. Например, если результаты расчета будут соответствовать первому уровню, то необходимо будет остановить оборудование, назначить плановый ремонт, провести усиленный контроль качества сырья и проверить технологическую документацию.

Оценка второго уровня потребует усиления контроля качества сырья и готовой ленты по всем параметрам, диагностики оборудования и проведения анализа с использованием статистических методов.

Для третьего уровня рекомендуется выявление "слабых мест" в перечне количественных показателей, а также проведение технического обслуживания оборудования и контроля качества в плановом порядке.

При "очень высокой" результативности полезно будет проводить регулярные статистические исследования, способствующие более глубокому изучению процесса.

ВЫВОДЫ

1. Расширены и систематизированы видовые понятия результативности.

2. Уточнено стандартизованное определение результативности процесса в направлении отражения специфики технологических процессов прядильного производства.

3. Рассмотрена методология по количественному определению технологической результативности процесса.

4. Предложена шкала оценки уровня результативности для анализа результатов расчета комплексных показателей с соответствующими каждому уровню корректирующими и предупреждающими действиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2001. Системы менеджмента качества. Требования.

2. Чистякова Н.Э., Матрохин А.Ю., Гусев Б.Н. Определение эффективности технологического процесса // Методы менеджмента качества. – 2005, № 11. С. 8...11.

3. Шаломин О.А., Матрохин А.Ю., Гусев Б.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, № 4.

4. Дрягина Л.В., Павлов С.В., Тувин А.А., Гусев Б.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, № 6.

5. Гусев Б.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1996, № 4.

6. Севостьянов А.Г., Осьмин Н.А., Щербаков В.П. и др. Механическая технология текстильных материалов / Под ред. А.Г. Севостьянова. – М.: Легкая промышленность и бытовое обслуживание, 1989.

7. Иванов С.С., Филатова О.А. Технический контроль в хлопкопрядении. – М.: Легкая индустрия, 1978.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения. Поступила 24.01.06.

УДК 677.054.87-52

**СОЗДАНИЕ РАБОЧЕЙ ПАЛИТРЫ
ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПОСТРОЕНИИ
УЗОРОВ ОДЕЖАЛЬНЫХ ТКАНЕЙ**

С.В. МАЛЕЦКАЯ, А.Н. ЗУБАНОВ

(Дмитровградский институт технологии, управления и дизайна
Ульяновского государственного технического университета)

Как известно, многоцветный узор одежной ткани создается цветом уточных нитей. Основа, располагаясь внутри ткани, в образовании узора не участвует.

Для автоматизированного построения узора исходной является схема узора, при вводе которой удобно оперировать цветами заранее созданной рабочей палитры.

Под рабочей палитрой понимаем цветовые эффекты, получаемые в узоре одежной ткани, для размещения которых используем одномерный массив символьных переменных $CP\$(CF)$.

Размер палитры CF – число возможных цветовых эффектов в узоре – зависит от структуры ткани, определяющей количе-

ство систем уточных нитей, участвующих в образовании ткани (число рабочих утков), и числа цветов, используемых в утке.

Каждый цвет палитры $CP\$(I)$, где $I = 1 \dots CF$, может быть чистым, если он соответствует заданному цвету уточных нитей, или смешанным – полученным за счет расположения в ткани рядом нитей разного цвета, что дает после ворсования одежной ткани некоторый промежуточный цвет.

При равенстве числа рабочих утков и числа цветов утка в узоре ткани можно получить максимальное количество чистых цветов и дополнительное число смешанных цветов (табл.1).

Т а б л и ц а 1

Число рабочих утков	Число цветов утка	Раппорт цвета по утку		Рабочая палитра		
		величина	манер утка	всего цветов	чистые цвета	смешанные цвета
2	2	2	1п, 1в	3	1-й 2-й	1+2
3	3	3	1п, 1в, 1т	6	1-й 2-й 3-й	1+2 1+3 2+3

Общее число цветов в палитре равно трем, при двух рабочих утках, или шести, при трех утках.

При выработке двухслойной ткани с прижимным утком и использовании двухцветной уточной пряжи, число рабочих утков становится больше числа цветов утка, что дает возможность получения в узоре одного и того же цвета одновременно на обеих сторонах ткани. Выбор этого цвета определяет порядок следования цветов в

раппорте цвета, величина которого равна трем нитям. Если выбираем первый цвет, то раппорт цвета по утку имеет вид: две нити первого цвета, одна нить второго цвета, иначе – две нити второго цвета, одна нить первого цвета.

Общее число цветов в палитре в этом случае также равно трем: два чистых цвета (первый и второй) и один смешанный цвет (1+2).

Для расширения палитры увеличиваем число цветов утка в раппорте цвета. Поскольку это вызывает превышение числа цветов утка над числом рабочих утков, то количество чистых цветов в узоре ткани снижается. Так, при использовании трех цветов утка в ткани с двумя системами уточных нитей общее количество цветов в палитре возрастает до четырех: один чистый цвет, который можно выбрать из заданных цветов уточных нитей, а остальные цвета – смешанные: 1+2, 1+3, 2+3.

Раппорт цвета по утку в этом случае формируется из условия: все уточные нити, принадлежащие одной системе утка, имеют один цвет, именно тот, который в узоре ткани будет чистым.

Например, при выработке одеяльной ткани с подкладочным утком используются уточные нити синего, белого и бежевого цветов.

Для получения в узоре ткани белого цвета при чередовании утков в раппорте переплетения ткани: 1 лицевой, 1 изнаночный, требуется следующий раппорт цвета по утку: 1 белая нить, 1 бежевая, 1 белая, 1 синяя.

Все остальные цвета палитры получатся смешанными: синий + белый, синий + бежевый, белый + бежевый.

Увеличение цветов утка до четырех при двух рабочих утках не приводит к росту числа цветов палитры – их по-прежнему четыре, причем все цвета смешанные.

Порядок смешивания цветов определяется порядком их следования в раппорте цвета, поскольку первый цвет нельзя смешивать со вторым цветом, но каждый из этих цветов подлежит смешиванию с остальными цветами раппорта.

Например, имеем следующий раппорт цвета по утку – 1 белая нить, 1 красная, 1 черная, 1 синяя, тогда палитра содержит следующие цвета: белый + черный, белый + синий, красный + черный, красный + синий.

Наибольшее количество цветов имеем в палитре при использовании трех рабочих утков и четырехцветного утка – шесть

смешанных цветов (1+2, 1+3, 1+4, 2+3, 2+4 и 3+4), к которым при желании можно добавить один или два чистых цвета.

Алгоритм создания рабочей палитры имеет вид.

- Выбор структуры одеяльной ткани.
- Ввод числа цветов, используемых в утке.
- Ввод цвета уточных нитей.
- Выбор чистых цветов.
- Расчет размера палитры и величины раппорта цвета.
- Формирование рабочей палитры.
- Формирование качественной характеристики раппорта цвета – раппорта цвета по утку.
- Вывод рабочей палитры и раппорта цвета по утку на экран.

Формирование рабочей палитры осуществляется в цикле, организованном по числу цветов утка, и включает вставку в неизменном виде чистых цветов и генерирование смешанных цветов.

Цвета палитры, полученной по разработанному алгоритму, автоматически варьируются в зависимости от выбранной структуры одеяльной ткани и заданных цветов утка.

ВЫВОДЫ

1. Определены размер и цвета рабочей палитры для всех используемых в промышленности структур одеяльных тканей при работе с утком двух, трех и четырех цветов.

2. Разработан алгоритм автоматизированного формирования рабочей палитры, наглядно показывающей на экране компьютера все цвета, возможные в узоре одеяльной ткани при заданных параметрах.

3. Разработан алгоритм автоматизированного формирования раппорта цвета по утку, обеспечивающего получение в ткани цветов палитры.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 24.04.06.

КЛАССИФИКАЦИЯ СВОЙСТВ ПАКОВОК КРЕСТОВОЙ НАМОТКИ

П.Н. РУДОВСКИЙ, М.Н. НУРИЕВ

**(Костромской государственный технологический университет,
Азербайджанский государственный экономический университет)**

Паковки крестовой намотки являются одним из самых распространенных видов текстильных паковок [1]. Это вызвано тем, что они отвечают широкому спектру требований, который предъявляется к паковкам со стороны технологов. К таким требованиям относятся компактность, свободный сход нити при переработке на последующих переходах, равномерная проницаемость при обработке растворами, пригодность к длительному хранению и транспортировке без потери качества.

Выполнение указанных требований обеспечивается соответствующими свойствами паковок крестовой намотки. Так, компактность и равномерная проницаемость обеспечиваются соответствующим выбором напряженно-деформированного состояния тела намотки, позволяющего получить намотку с требуемой плотностью. Свободный сход нити при переработке на последующих переходах обеспечивается, в основном, за счет структуры намотки и ее формы, а также, отчасти, напряженно-деформированным состоянием тела намотки. Пригодность к длительному хранению и транспортировке без потери качества обеспечиваются соответствующим выбором формы паковки, ее структурой и напряженно-деформированным состоянием.

Свойства паковок, обеспечивающие выполнение технологических требований, можно считать основными. Поддержание их на требуемом уровне является критерием при выборе рациональных конструк-

тивных параметров мотальных механизмов и технологических режимов наматывания.

Показатели, характеризующие эти свойства, подлежат регулированию в соответствии с требованиями к конкретной паковке.

Работа мотального механизма – мощность привода, усилие прижима бобины к мотальному валу, вибрация – во многом определяются свойствами тел намотки, которые могут рассматриваться, как одно из звеньев кинематической схемы мотального механизма.

Так, мощность привода и усилие прижима бобины к мотальному валу зависят от фрикционных свойств тела намотки. Вибрация определяется упругодиссипативными свойствами тела намотки, которые являются следствием ее напряженно-деформированного состояния.

Отклонения формы паковки могут вызывать кинематическое возбуждение упругой системы мотального механизма.

Свойства тел намотки, которые влияют на работу мотального механизма, не вполне совпадают со свойствами, предъявляемыми к паковкам со стороны технологов. Показатели, характеризующие эти свойства, как правило, не подлежат регулированию, так как их изменение может ухудшить технологические свойства паковки. Однако их необходимо учитывать при разработке нового мотального оборудования, поэтому методы их определения, безусловно, представляют интерес. Эти свойства можно рассматривать как дополнительные.



Рис. 1

Для более полного и систематического представления о свойствах текстильных паковок предлагается их классификация, представленная на рис. 1. В верхней части приведены вошедшие в классификацию свойства паковок крестовой намотки, а в нижней – показатели, характеризующие эти свойства. Поскольку каждое свойство может характеризоваться рядом показателей, то приведенные в нижней части схемы показатели нужно рассматривать только как пример.

Рассмотрим подробнее комплекс свойств, которыми обладают паковки крестовой намотки, и показатели, которыми эти свойства характеризуются. В первую очередь, все свойства паковок крестовой намотки следует разделить на общие – присущие всем твердым телам, и специфические – присущие только текстильным паковкам. К общим относятся геометрические свойства, характеризующие величину и форму пространства, занимаемого твердым телом, в частности, паковкой.

Структурные свойства характеризуют взаимосвязь составных частей паковок крестовой намотки. Под физическими свойствами тела можно понимать большое количество свойств, характеризующих его взаимодействие с окружающими физическими объектами.

Однако поскольку предлагаемая классификация носит прикладной характер, в нее внесены только такие свойства, которые влияют на ход технологических процессов, в которых участвует паковка, или на работу технологического оборудования.

Отдельную группу составляют специфические свойства. Они присущи только текстильным паковкам и характеризуют ряд основных требований к ним. Так, пригодность для переработки на последующих переходах характеризуется разматываемостью, а устойчивость формы характеризует приспособленность паковок к длительному хранению и транспортировке без ухудшения разматываемости. Оба эти свойства можно считать комплексными, так как они

обеспечиваются рядом свойств из класса "общие".

Приведенная классификация представляет обзор свойств, которыми обладают паковки крестовой намотки. Она нуждается в уточнении с учетом некоторых практических аспектов. Так, к свойствам, влияющим на разматываемость, относятся структурные свойства, оцениваемые такими показателями, как шаг витков, угол подъема витка, расстояние между точками разворота витков.

Последний показатель позволяет оценивать наличие в теле паковки брака в виде жгутовой или ленточной намотки.

Размеры паковки практически не влияют на разматываемость, однако они определяют период времени между сменами паковок, для чего приходится останавливать оборудование. А отклонения размеров приводят к неодновременному срабатыванию паковок и необходимости дополнительных затрат на перематку остатков пряжи, поэтому отклонение диаметра – основного размера паковки, определяющего ее объем, регламентируется стандартами.

Форма паковки влияет на разматываемость. Она может быть задана исходя из требований технологии, так как определяется конструкцией мотального механизма и поэтому может быть выбрана при его разработке. При этом несоблюдение требуемой формы приводит к ухудшению условий разматывания паковок.

По этим причинам отклонение формы паковки от заданной является одним из важных ее свойств, которое характеризуется целым рядом простых показателей. Эти показатели зависят от структурных свойств и напряженно-деформированного состояния тела намотки, образующего паковку. От этих же свойств зависит компактность паковки, то есть способность вместить большее количество пряжи в меньший объем.

Требование компактности не является обязательным, оно определяется теми операциями, в которых участвует паковка. Если паковка подвергается жидкостным обработкам с последующей сушкой, то требование компактности отступает на второй

план, а на первый выходят фильтрационные свойства, такие как водопроницаемость и воздухопроницаемость.

Причем решающее влияние на правильный ход технологического процесса здесь имеют не сами свойства, а их неравномерность по объему тела намотки. В случае неравномерности водопроницаемости наблюдается неравномерное окрашивание или отбеливание нитей.

Описанные свойства можно разделить по признаку управляемости. Одни из них могут быть легко обеспечены конструкцией механизма и условиями формирования паковки [2], а другие, в основном те, которые зависят от свойств наматываемых нитей, являются слабо управляемыми, на них можно оказывать только опосредованное действие, которое не всегда приводит к гарантированному результату.

К первым относятся форма паковки, ее размеры, структура. Ко вторым – фильтрационные свойства, отклонения формы и размеров, характеристики напряженно-деформированного состояния.

На рис. 1 управляемые свойства обозначены закрашенным квадратом в левом верхнем углу, слабоуправляемые – квадратом, закрашенным наполовину, а неуправляемые – не закрашенным квадратом.

К неуправляемым отнесены не только те свойства, которые задаются свойствами наматываемых нитей и которыми управлять невозможно (фрикционные), но и те, которыми управлять нецелесообразно (деформационные). Однако последнее означает, что эти свойства паковок являются несущественными и не представляют никакого интереса.

Фрикционные характеристики тела намотки относятся к неуправляемым, так как они определяются видом наматываемых нитей. Однако они не являются идентичными им, поскольку поверхность тела намотки имеет собственную структуру и фрикционные свойства зависят от направления относительного скольжения по этой поверхности.

От фрикционных свойств тела намотки [4] зависят ее структурные параметры, в частности, предельно допустимый угол

подъема витка, и такие характеристики мотального механизма, как минимальное давление бобины на мотальный вал, потери при качении бобины по мотальному валу и др.

Деформационные свойства определяют поведение паковки как составной части колебательной системы, которой является мотальный механизм. От упругих свойств паковки зависят собственные частоты механизма [3], а от диссипативных – время затухания колебаний при прохождении собственных частот.

Отклонения формы паковки, особенно отклонения боковой поверхности от цилиндричности и конусности, являются источником кинематического возбуждения колебаний в мотальном механизме. Вследствие этого со стороны проектировщиков к ним могут предъявляться требования более жесткие, чем со стороны технологов.

К специфическим свойствам отнесены разматываемость и устойчивость формы. Первое из них можно характеризовать, например, неравномерностью натяжения при разматывании паковки в регламентированных условиях (скорость сматывания, геометрия линии заправки) [5]. Второе – по устойчивости формы к внешним воздействиям, например, вибрации, и оцениваться изменением формы после определенного времени на вибростенде при регламентированных частоте, амплитуде и направлении вибрации [6].

Эти свойства характеризуются комплексными показателями и позволяют сразу оценить соответствующие требования к паковке, не раскрывая при этом физической сути явления. Это часто удобно при

оценке целесообразности использования паковок для того или иного технологического процесса, но не указывает на пути устранения недостатков. В связи с этим такие свойства имеют достаточно узкое применение.

Рассмотрение полного комплекса свойств текстильных паковок, их взаимосвязи, влияния на ход технологического процесса и работу мотального механизма нуждается в дальнейших исследованиях и может рассматриваться как отдельный раздел текстильного материаловедения – "материаловедение текстильной паковки".

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров С.А., Кленов В.Б. Формирование ткацких паковок. – М.: Легкая индустрия, 1976.
2. Ефремов Е.Д., Ефремов Б.Д. Основы теории наматывания нити на паковку: Моногр. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
3. Ильчук В.П. Исследование и проектирование подвесок высокоскоростных бобинодержателей намоточных механизмов машин для производства химических волокон: Дис...канд. техн. наук. – М., 1981.
4. Прошков А.Ф. Механизмы раскладки нити (вопросы проектирования). – М.: Легпромбытиздат, 1986.
5. Lünenschloß J., Wiesel W. Das Spulenblaufverhalten in Abhängigkeit modifizierter Spulbedingungen // Chemiefasern/textilindustrie. – 38, Oktober, 1988. S. 904...906.
6. Линник В.А. Исследование и проектирование механизмов для формирования паковок с заданными свойствами: Дис...канд. техн. наук. – М., 1983.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 26.06.06.

УДК 677.027

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КОЛОРИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОКРАСОК ПРЯМЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ

Е.Л. ВЛАДИМИРЦЕВА, Л.В. ШАРНИНА

(Ивановский государственный химико-технологический университет)

Известной проблемой, возникающей при крашении целлюлозосодержащих текстильных материалов прямыми красителями, являются неудовлетворительные колористические характеристики получаемых окрасок, с точки зрения чистоты, насыщенности, равномерности.

Ранее нами проводились исследования направленные на повышение качества окрашиваемых материалов за счет введения в красильную ванну:

– поверхностно-активных веществ различной химической природы (анионоактивных, катионоактивных, неионогенных и композиций на их основе) [1];

– комплексообразующих веществ, таких как аминокарбоксилаты (натриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты – торговая форма трилон Б), органофосфонаты (оксиэтилидендифосфоновая кислота – ОЭДФК; нитрилтриметиленфосфоновая кислота – НТФ и ее производное, технический продукт корилат) [2];

– промышленно выпускаемых препаратов, содержащих поверхностно-активные вещества и комплексообразователи (ПБМ, диарин, фиолент), в основном предназначенных для использования в процессах подготовки тканей [2].

В опубликованных ранее работах показано, что использование при крашении индивидуальных поверхностно-активных веществ или комплексонов не дает ожидаемых результатов, поскольку ПАВ, действуя, главным образом, как выравниватели, заметно снижают интенсивность окраски. В то же время комплексообразовате-

ли, улучшая окрашиваемость, мало влияют на ее равномерность.

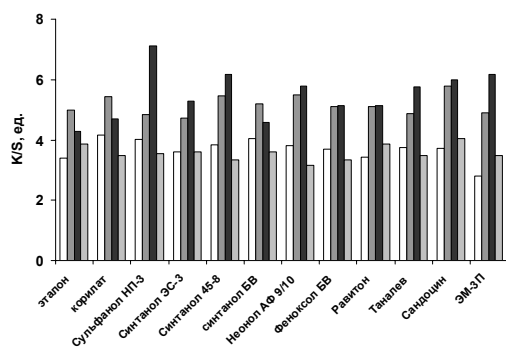
Применение препаратов, сочетающих в себе действие комплексообразователей и ПАВ (ПБМ, фиолент, диарин), обеспечило лучшие результаты. Однако эффективность и стабильность их действия определяются типом используемого красителя, поэтому рекомендовать данные препараты для широкого использования в процессах крашения нецелесообразно.

С учетом вышесказанного очевидно, что новые возможности для повышения качественных показателей окрасок могут быть обоснованы и реализованы при совместном использовании комплексообразующих препаратов в сочетании с эффективными ПАВ.

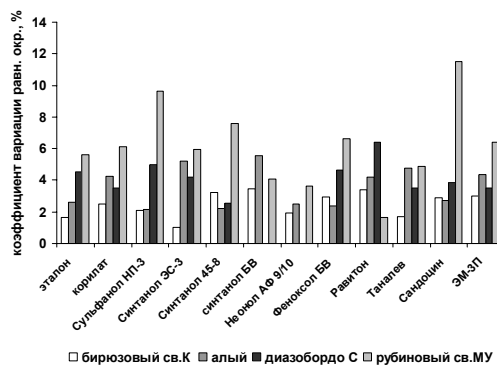
Таким образом, перспективным, на наш взгляд, явился бы препарат, представляющий систему, одной из составляющих которой был бы комплексообразователь, а другой – поверхностно-активное вещество.

В экспериментальных исследованиях, направленных на создание композиций для крашения, были использованы ОЭДФК и корилат, а также ПАВ, представленные в табл. 1, как наиболее перспективные по итогам проведенных исследований [1], [2].

Оценку эффективности действия выбранных препаратов проводили с использованием прямых красителей, отличающихся строением хромофора, размером и количеством сульфогрупп (табл.1). Крашение вели периодическим способом в течение 30 мин при оптимальных для каждого красителя температурах.



а)



б)

Рис. 1

Общие тенденции влияния композиций на основе коруната на интенсивность (а) и

равноту крашения (б), представлены на рис.1.

Таблица 1

Используемые препараты		Структурная формула	
Анион-активные	сульфанола НП-3	$C_nH_{2n+1}C_6H_4SO_3Na$ n=12-18	
	Неионогенные	синтанол ЭС-3	$C_nH_{2n+1}O(C_2H_4O)_mH$ n=12-14 m=3
		синтанол 45-8	$C_nH_{2n+1}O(C_2H_4O)_mH$ n=12-14 m=10
		синтанол БВ	$C_nH_{2n+1}O(C_2H_4O)_mCHOC_4H_9$ n=12-14 m=10 CH ₃
		неонол АФ 9/10	$C_nH_{2n+1}-\text{C}_6\text{H}_4-O-(C_2H_4O)_mH$ n=9 m=10
феноксол БВ	$C_nH_{2n+1}-\text{C}_6\text{H}_4-O-(C_2H_4O)_mCHOC_4H_9$ n=9 m=10 CH ₃		
Композиции ПАВ	смачиватель ЭМ-3П	Фирмы-производители не дают информацию о строении препаратов	
	равитон		
	таналев		
	сандоцин		
Красители	рубиновый светопрочный МУ		
	диазо-бордо С		
	алый		
	бирюзовый светопрочный К		

Анализ полученных данных показал, что создание композиций препаратов с анионактивными ПАВ нецелесообразно, поскольку при заметном повышении интенсивности окраски страдает ее равномерность.

Обнадеживающие результаты получены с применением неионогенных ПАВ, для которых не отмечено отрицательного влияния на интенсивность при значительном улучшении ровноты окрасок. При этом равняющая способность поверхностно-активных веществ напрямую зависит от степени оксиэтилирования препаратов как алифатического, так и ароматического строения.

Вместе с тем, анализируя колористические характеристики окрасок, полученных с использованием композиций ПАВ (равитон, сандоцин, таналев, ЭМ-3П), отме-

тили их избирательное действие по отношению к прямым красителям с различным химическим строением.

Так, композиция на основе корилата и равитона хорошо работает при крашении прямым алым и не дает положительного эффекта на прямом диазобордо С: при хорошей интенсивности материал окрашивается очень неравномерно (рис. 1), что связано с наблюдаемой агрегацией красителя.

Характер влияния типа используемых комплексообразователей и ПАВ на цветовые характеристики окрасок на примере красителей прямого бирюзового светопрочного К, прямого рубинового светопрочного МУ и прямого диазобордо С отражен в табл.2. При этом в качестве эталона использовался материал, окрашиваемый в отсутствие ТВВ.

Таблица 2

ТВВ		Изменение цветовых характеристик материала								
		прямой бирюзовый светопрочный К			прямой диазобордо С			прямой рубиновый светопрочный МУ		
		ΔL	ΔC	ΔE	ΔL	ΔC	ΔE	ΔL	ΔC	ΔE
Корилат	без ПАВ	0,75	0,89	1,148	0,62	-0,51	0,838	1,35	-0,15	2,064
	сульфанол НП-3	1,39	0,14	1,542	-2,28	0,6	2,659	-1,61	0,33	2,216
	синтанол ЭС-3	1,61	-1,94	1,708	-1,18	1,09	1,981	-0,65	-0,31	1,742
	синтанол 45-8	0,72	0,8	2,091	-0,44	1,26	1,289	-1,36	0,09	1,682
	синтанол БВ	-1,45	1,62	1,648	-0,62	-0,51	1,280	-0,9	-0,15	2,361
	неонол АФ 9/10	-0,03	1,65	1,018	-0,48	-0,22	7,105	-1,74	-0,24	3,806
	феноксол БВ	-0,45	1,57	0,783	-0,59	-0,3	1,247	-0,19	-0,31	0,916
	равитон	1,56	-0,62	1,615	-0,94	0,22	0,963	-0,91	-0,19	1,138
	ЭМ-3П	0,48	1,15	1,101	-0,59	-0,3	1,247	-0,39	-0,46	1,584
	таналев	0,62	0,96	3,854	0,43	-0,53	1,611	-1,61	0,33	2,261
	сандоцин	-1,42	3,05	1,516	-3,02	0,64	3,106	-1,63	-0,09	1,721
ОЭДФК	без ПАВ	-0,41	0,86	1,000	-0,12	0,51	0,707	0,25	-0,02	0,880
	сульфанол НП-3	0	0,55	0,439	0,24	0,72	1,385	-1,34	-0,66	1,401
	синтанол ЭС-3	0,01	0,43	2,265	0,31	0,96	1,388	-1,09	1,6	1,160
	синтанол 45-8	-0,47	1,6	1,015	0,62	0,71	1,451	-0,95	0,66	1,153
	синтанол БВ	-0,22	0,77	1,855	0,26	1,04	0,744	0,59	-0,25	1,078
	неонол АФ 9/10	-0,07	0,85	2,001	0,45	1,12	0,571	-1,56	3,28	1,668
	феноксол БВ	-0,1	0,64	1,683	0,34	0,96	0,582	-0,86	-0,12	1,175
	равитон	0,16	0,39	1,045	-0,03	-0,19	1,143	-0,29	0,48	0,877
	ЭМ-3П	0,97	-0,86	1,553	0,34	0,96	0,580	-0,47	0,06	10,838
	таналев	1,36	-0,99	1,714	0,3	0,91	0,650	-0,25	0,39	0,479
	сандоцин	0,01	0,43	3,111	0,03	0,18	1,484	-0,47	0,12	0,510
	без ПАВ	0,75	0,89	1,148	-0,62	-0,51	0,838	-1,35	-0,15	2,064
	сульфанол НП-3	1,39	0,14	1,542	-2,28	0,6	2,659	-1,61	0,33	2,216
синтанол ЭС-3	1,61	-1,94	1,708	-1,18	1,09	1,981	-0,65	-0,31	1,742	

Примечание. L – светлота; C – насыщенность; ΔE – общее цветовое различие.

Как следует из представленных результатов, наиболее эффективно композиции действуют на металлсодержащие красители и красители, имеющие группы, способные к взаимодействию с металлами с образованием комплекса (например, производные салициловой кислоты). К таким красителям относятся прямой рубиновый светопрочный МУ, прямой бирюзовый светопрочный К.

Улучшение цветовых характеристик в этом случае вполне объяснимо специфической действия комплексонов, которое наиболее ярко проявляется при наличии в композиции таких ПАВ, как синтанол БВ, синтанол 45-8, неонол АФ-9/10. Это приводит к ощутимому повышению насыщенности С и улучшению светлоты окраски L, о чем свидетельствуют возрастание показателя С и отрицательное значение ΔL .

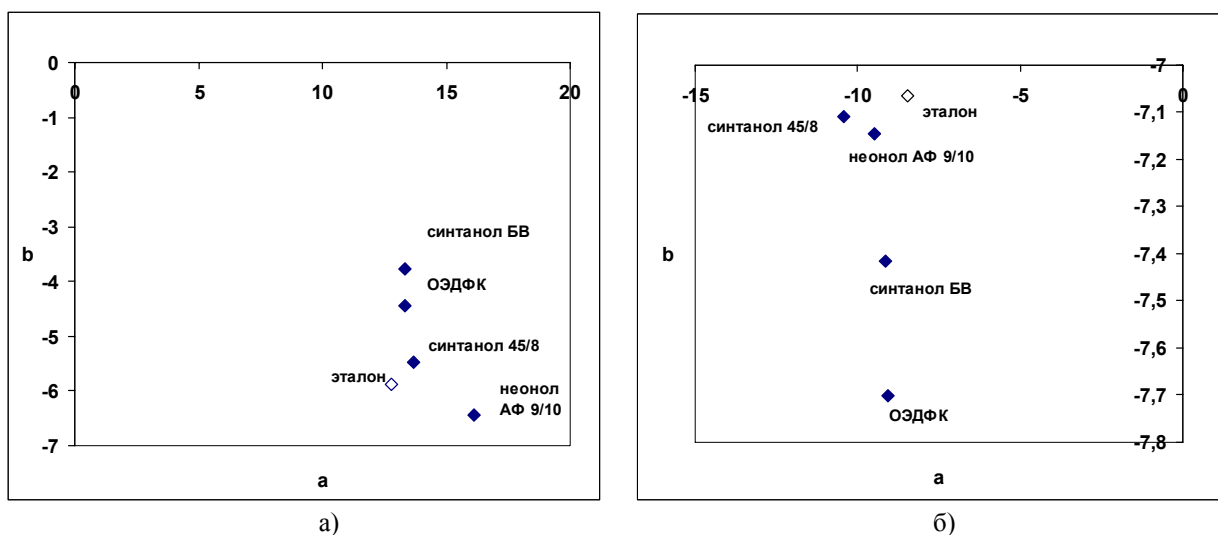


Рис. 2

Более наглядно суть происходящих изменений отражает рис.2 (изменение координат цвета для прямого рубинового светопрочного (а) и прямого бирюзового светопрочного К (б) при крашении в присутствии ОЭДФК и различных ТВВ).

Сравнивая действие композиций, отличающихся типом используемого комплексообразователя, установлено, что для красителей, имеющих длинную цепочку сопряженных двойных связей (прямой алый и прямой диазобордо С), большей эффективностью обладают препараты на основе корилата, что также свидетельствует о некоторой избирательности их действия.

На основании проведенных исследований, выявивших различное влияние основных компонентов композиции (ПАВ и комплексообразователей) на красители, отличающиеся строением хромофора, размером и количеством сульфогрупп, становится очевидно, что создать универсаль-

ный препарат, который обеспечивал бы высокое качество окраски всеми известными прямыми красителями, чрезвычайно сложно.

С учетом вышесказанного нами были разработаны две композиции, включающие комплексообразователи на основе фосфоновых кислот в сочетании с этаноламидами. Композиция на основе корилата предназначена для большинства прямых азокрасителей, а на основе ОЭДФК – для прямых светопрочных красителей или красителей с маркой М.

ВЫВОДЫ

На основании результатов исследования характера влияния поверхностно-активных веществ и комплексонов различной химической природы на колористические характеристики окрасок прямыми красителями различного строения, разра-

ботаны две композиции, введение которых в красильный раствор обеспечивает улучшение цветовых показателей при заметном повышении равномерности окрашенной ткани.

1. Владимирцева Е.Л. // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2005, т.48, вып.3. С.61...64.

2. Владимирцева Е.Л. Эффективность использования комплексонов при крашении прямыми красителями. Деп. в ВИНТИ. – 2005, № 8-В2005. – 14 с.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 13.02.06.

УДК 677.027:633.88

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИРОДНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ С ПРОТРАВАМИ

Л.Г. КОВТУН, Е.Л. МАЛАНКИНА, Л.В. АРТАМОНЦЕВА, Н.И. ЛЮЛЬКО

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

В последние годы вследствие все ухудшающейся экологической обстановки в мире опять появился интерес к красителям, получаемым из растительного сырья [1].

Для исследования в качестве источника естественных красящих веществ нами были выбраны широко распространенные растения средней полосы Европейской части России зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.) и щавель конский (*Rumex confertus* Willd.).

В качестве композиции для крашения использовали водные экстракты из сухого сырья. Экстрагирование проводили на водяной бане при кипении. Окрашивали шерстяную ткань при кипении в течение 40 мин, модуль 50, в нейтральной среде. Затем проводили обработку различными протравами.

Проведенные исследования [2] показали, что, используя экстракты этих хорошо известных и широко распространенных растений в качестве красильного раствора, в зависимости от условий экстрагирования и крашения, рН красильной ванны, вида протравы, на тканях из белковых волокон можно получить различные оттенки коричневого, зеленого, бежевого цветов с высокой устойчивостью окраски к мокрым обработкам и к свету.

Высокая устойчивость окраски и зависимость цветовых характеристик от вида протравы и условий обработки (до-, одновременно- или после крашения) позволяет предположить, что в процессе крашения красящие вещества, извлекаемые из зверобоя и щавеля конского, взаимодействуют с атомами металлов с образованием комплексного соединения.

Выбор источника красящих веществ обусловлен тем, что химический состав этих растений достаточно хорошо изучен. Основными действующими веществами зверобоя являются конденсированные антраценовые производные (до 0,4%): гиперин – $C_{30}H_{16}O_8$ и псевдогиперин $C_{32}H_{20}O_{10}$. (Образование соединений типа гиперина обусловлено способностью антрахинонов к конденсации.)

Кроме антраценпроизводных в зверобое содержится группа флавоноидных соединений, среди них кверцетин – $C_{15}H_{10}O_7$ -3,5,7,3',4' пентаоксифлавонол, рутин а также их гликозиды, например, кверцетрин, глюкозид-гиперозид $C_{21}H_{20}O_{12}$, найдено также до 10% дубильных веществ.

Химический состав щавеля конского изучен в меньшей степени, однако хорошо известно, что корни щавеля содержат до 4% антрахиноновых производных, таких как эмодин $C_{15}H_{10}O_5$, хризофанол

$C_{15}H_{10}O_4$ и др., до 8...12% дубильных веществ. В листьях кроме антрагликозидов также обнаружены флавоноиды – гиперозид $C_{12}H_{20}O_{12}$, рутин $C_{27}H_{30}O_{16}$ и другие. Кроме того, во всех частях растения содержится большое количество щавелево-кислого кальция [3].

Можно предположить, что именно антрахиноновые и флавоноидные соединения являются красящими веществами, способными фиксироваться на белковых волокнах, так как содержат –ОН группы в соответствующем положении, способном к комплексообразованию с атомами металлов. Кроме того, в образовании окраски могут принимать участие и другие компоненты экстрактов из растений, в частности, дубильные вещества.

Для исследования состава экстрактов и доказательства образования комплекса между веществами, выделяемыми из зверобоя и щавеля конского в процессе экстракции, нами был использован метод тонкослойной хроматографии, для чего применяли пластины Силуфола (silufol UV 254) – пластины из алюминиевой фольги размером 15 x 15 см со слоем силикагеля, содержащего инертный неорганический люминесцентный индикатор. В более ранних работах было установлено, что оптимальным для разделения является следующий состав элюэнта: н-бутанол – ледяная уксусная кислота – вода в соотношении 5:1:4.

Изучение образования комплекса между компонентами экстракта проводилось в гомогенной среде. Для этого к экстракту добавляли раствор протравы и кипятили в течение 20 мин. Капли экстракта (без протравы и с протравами) наносили на стартовую линию на пластине. Пластины помещали в камеру для хроматографирования со слоем смеси растворителей. Продолжительность обработки 3 ч. Затем хроматограмму высушивали на воздухе и определяли значения R_f (отношение расстояния, пройденного пятном к расстоянию, пройденному фронтом растворителя).

На рис. 1 приведена хроматограмма экстракта зверобоя до и после обработки дихроматом калия. На ней видно, что хро-

матограмма до хромирования имеет три пятна: 1 – слабоокрашенное, центр которого расположен на высоте 1,5 см от стартовой линии, что соответствует значению $R_f = 0,15$; 2 – более яркое красно-коричневого цвета на расстоянии 3,5 см ($R_f = 0,35$) и, наконец, 3 – сильно вытянутое пятно коричневого цвета с центром на расстоянии 5,5 см (начало 4,1, конец 7,8 см) с $R_f = 0,55$.

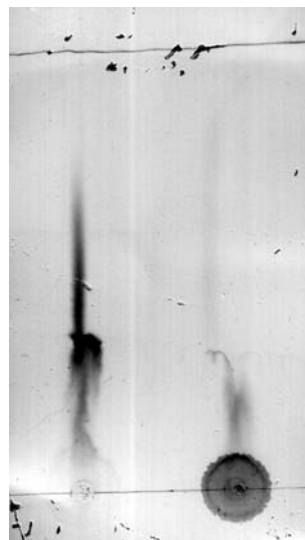


Рис. 1

После кипячения экстракта с дихроматом калия (2 г/л) наблюдается исчезновение пятен 2 и 3 и появление интенсивно окрашенного пятна на линии старта несколько размытого в сторону фронта растворителя до 1,5 см.

Аналогичные результаты наблюдали при изучении конского щавеля. До обработки протравой хроматограмма также имеет 3 основных пятна: 1 – на высоте 2,1 см ($R_f = 0,21$); 2 – компактное, красно-коричневого цвета на высоте 3 см ($R_f = 0,3$) и 3 – вытянутое зеленовато-коричневого цвета с центром на расстоянии 5,3 см ($R_f = 0,53$).

После обработки экстракта растворами дихромата калия, так же как у экстрактов зверобоя, остается только одно пятно на линии старта интенсивно окрашенное.

Проанализировав полученные результаты и сопоставив их с литературными данными [4], можно предположить, что на хроматограммах исходных экстрактов вни-

зу располагаются антрагликозиды и флавоногликозиды, которые имеют меньшую подвижность, затем антраценпроизводные и, наконец, флавонолы (наибольшие значения Rf).

Исчезновение пятен после обработки протравой позволяет сделать вывод о взаимодействии компонентов экстракта с дихроматом калия и образовании соедине-

ний, не обладающих подвижностью в данных условиях.

Нами также было изучено влияние вида протравы и ее концентрации на характер хроматограмм. Были использованы дихромат калия, алюмокалиевые квасцы и сульфат меди, концентрацию которых изменяли от 2 до 10 г/л. Значения Rf приведены в табл. 1.

Таблица 1

Вид сырья и концентрация протравы, г/л	Значения Rf								
	дихромат калия			алюмокалиевые квасцы			сульфат меди		
	Rf ₁	Rf ₂	Rf ₃	Rf ₁	Rf ₂	Rf ₃	Rf ₁	Rf ₂	Rf ₃
Зверобой 0	0,15	0,35	0,55	0,14	0,35	0,75	0,15	0,31	0,55
2	0,13	нет	след	нет	0,38	0,79	нет	следы	следы
5	0,12	нет	след	нет	0,35	0,72	нет	следы	следы
10	0,11	нет	нет	нет	0,40	0,75	нет	следы	следы
Щавель конский 0	0,21	0,3	0,53	0,21	0,3	0,53	0,21	0,3	0,53
2	0,07	нет	нет	нет	Rf центра 0,48		0,02	Rf центра 0,65	
5	нет	нет	нет	нет	Rf центра 0,42		0,02	Rf центра 0,54	
10	нет	нет	нет	нет	Rf центра 0,33		0,02	Rf центра 0,34	

Общим для всех хроматограмм является образование интенсивно окрашенных пятен на стартовой линии после обработки солями металлов, что хорошо видно на примере хроматограммы для конского щавеля с дихроматом калия (рис.2). В целом же характер хроматограмм для всех протрав различен.

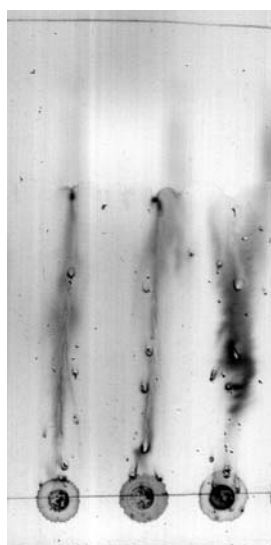


Рис. 2



Рис. 3

Если с дихроматом, по-видимому, вступают во взаимодействие практически все биологически активные вещества, входящие в состав экстракта, то с солями алюминия и меди только какая-то часть. Об этом свидетельствует наличие размытых по вертикали пятен, что особенно хорошо видно на примере хроматограммы для смеси экстракта конского щавеля с сульфатом меди (рис. 3) (хотя образование размытых пятен может быть результатом и того, что комплексы с медью и алюминием обладают некоторой подвижностью в этих условиях хроматографирования [4]).

Практически полное связывание биологически активных веществ дихроматом калия, возможно, объясняется тем, что дихромат калия может образовывать комплексы как 1:1, так и 1:2, в то время как для солей алюминия и меди наиболее вероятно образование комплексов 1:1. Необходимо отметить, что с увеличением концентрации солей алюминия и меди значения Rf уменьшаются, что также возможно связано с изменением структуры комплексов.

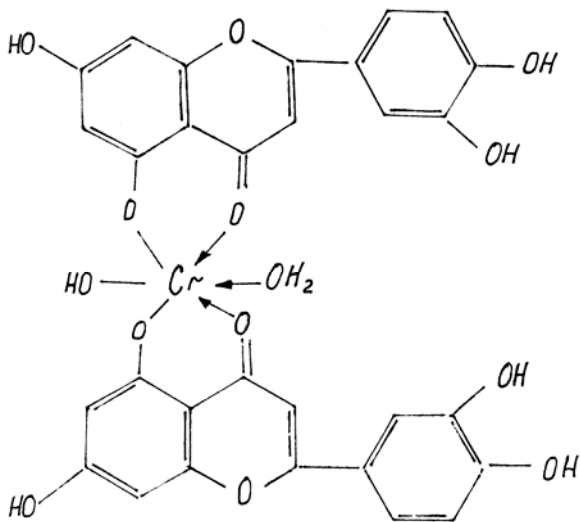


Рис. 4

В качестве примера на рис. 4 приведена формула комплексного соединения, которое, возможно образуется при взаимодействии флавоноидного соединения кверцетина с дихроматом калия.

Попытка изучить структуру комплексов методом изомольярных серий не увенчалась успехом, что связано с многокомпонентностью системы.

Из данных, приведенных в табл. 1, видно, что биологически активные вещества зверобоя активно вступают во взаимодействие с дихроматом калия и сульфатом меди и в меньшей степени с солями алюминия. Это хорошо согласуется с результатами крашения ткани из шерсти и натурального шелка экстрактами зверобоя.

После обработки алюмокалиевыми квасцами цветовые характеристики ткани, окрашенной его экстрактами, изменяются очень мало, а после обработки дихроматом изменяются и светлота, и насыщенность [2].

При этом необходимо отметить, что на цветовые характеристики при использовании в качестве протравы дихромата калия

большое влияние оказывают не только условия крашения, но и время обработки до, одновременно или после крашения, что может свидетельствовать о различной структуре образовавшегося комплекса и месте его локализации.

При крашении шерсти экстрактами щавеля конского кроме дихромата калия достаточно высокую активность проявляют соли алюминия, что, по-видимому, объясняется более высоким содержанием антрахиноновых производных в щавеле конском.

ВЫВОДЫ

1. Методом тонкослойной хроматографии показано взаимодействие окрашенных природных соединений, содержащихся в зверобое и щавеле конском, с солями металлов.

2. Изучено влияние природы и концентрации протрав и показано, что кроме дихромата калия, который связывает практически все биологически-активные вещества, соли алюминия и меди действуют избирательно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кричевский Г.Е. // Текстильная химия. – 1998, № 2 (14). – Специальный выпуск РСХТК. С.51...57.
2. Ковтун Л.Г. и др. // Текстильная химия. – 1999, № 1 (16). – Специальный выпуск РСХТК. С.69...74.
3. Турова А.Д. Лекарственные растения СССР и их применение. – М.: Медицина, 1976.
4. Георгиевский В.П., Комиссаренко Н.Ф., Дмитрук С.Е. Биологически активные вещества лекарственных растений. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 30.01.06.

КРАШЕНИЕ И ПЕЧАТАНИЕ ТКАНЕЙ ИЗ ПРИРОДНЫХ ВОЛОКОН, АППРЕТИРОВАННЫХ ХИТОЗАНОМ, ВОДОРАСТВОРИМЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ

И.И. КЛОЧКОВА, В.В. САФОНОВ

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

В последнее время в связи с ростом требований к качеству производимой продукции наблюдается тенденция создания экономичных и ресурсосберегающих технологий, позволяющих получать конкурентоспособную продукцию.

Для улучшения качества текстильной продукции можно использовать природный полимер хитозан, получаемый из полностью возобновляемого сырья – панцирей криля, крабов и других ракообразных. Известно его применение при крашении хлопчатобумажных тканей прямыми и активными красителями для улучшения прокрашиваемости материала [1], [2].

В процессах печатания хитозан использовали в качестве связующего в пастах для пигментной печати хлопчатобумажных тканей и смесовой ткани хлопок/ПЭ [3], [4], а также при печатании хлопчатобумажных тканей активными красителями [5].

Целью настоящей статьи явилось изучение процессов крашения и печатания тканей из природных волокон водорастворимыми красителями с применением хитозана.

В работе исследовались хлопчатобумажная арт. 262, льняная арт. 1С64ЛР, шерстяная арт. Р6 ткани и смесовая ткань шерсть/ПАН арт. 3С25Р 0111.

Хлопчатобумажную и льняную ткани печатали монохлортриазиновыми и винилсульфоновыми активными красителями без марки и с маркой "Т" одностадийным запарным способом [6] с концентрацией красителя 30 г/кг. Шерстяную и смесовую ткань красили активными красителями без

марки, с марками "Т" и "Ш" и кислотными красителями периодическим способом при концентрации красителей 3 % от массы волокна и печатали теми же красителями одностадийным запарным способом с содержанием красителя в печатной краске 20 г/кг [7].

Непосредственно перед крашением и печатанием образцы исследуемых тканей аппретировались 0,5...1,5%-ными растворами хитозана и высушивались воздухом при температуре 60 °С. Сравнение обработанных хитозаном тканей проводили относительно тех же, но необработанных.

После крашения и печатания исследовались колористические характеристики образцов тканей, устойчивость полученных окрасок к трению и стирке, физико-механические свойства тканей, такие как жесткость при изгибе, разрывные характеристики при растяжении, устойчивость к истиранию, несминаемость, воздухопроницаемость.

Исследование колористических характеристик окрашенных и напечатанных тканей показало, что обработка растворами хитозана приводит к повышению интенсивности окрасок у всех тканей, особенно у смесовой ткани, где также наблюдалось выравнивание интенсивности окрасок между шерстяным и ПАН волокнами.

Изменение интенсивности окрасок шерстяной и смесовой тканей было более выражено при крашении и печатании активными красителями, независимо от марки красителя. Марка активного красителя также не влияет на интенсивность окраски хлопчатобумажных и льняных тканей.

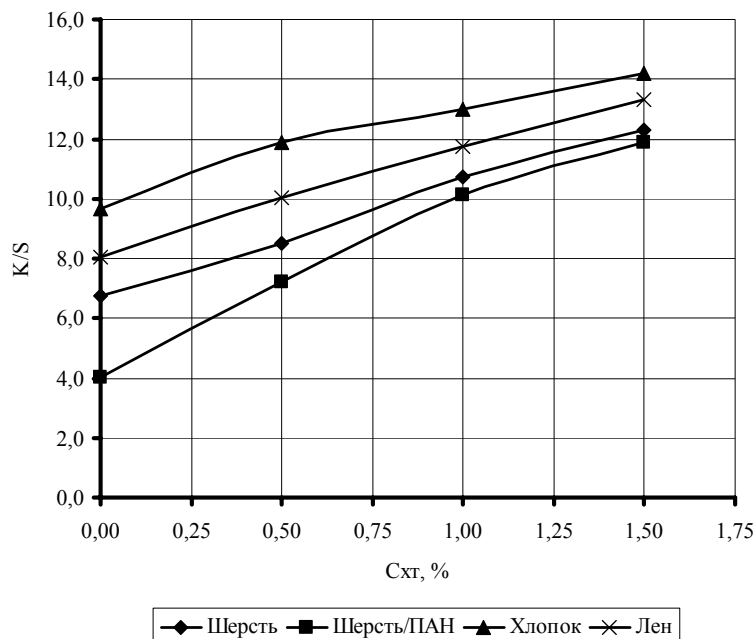


Рис. 1

На рис. 1 показана зависимость изменения интенсивности окраски (K/S) всех исследуемых видов напечатанных тканей от концентрации хитозана в аппарате на примере красителя активного ярко-голубого К. Из рисунка видно, что увеличение концентрации хитозана приводит к повышению интенсивности окрасок тканей.

При крашении шерстяной и смесовой тканей наблюдалась аналогичная тенденция увеличения интенсивности окраски.

Увеличение интенсивности и прочности окраски связано с образованием ковалентной связи между красителем и хитозаном, что подтверждают исследования методом ИК-спектроскопии (рис. 2 – ИК-спектры пленок хитозана: 1 – неокрашенный образец; 2 – окрашенный).

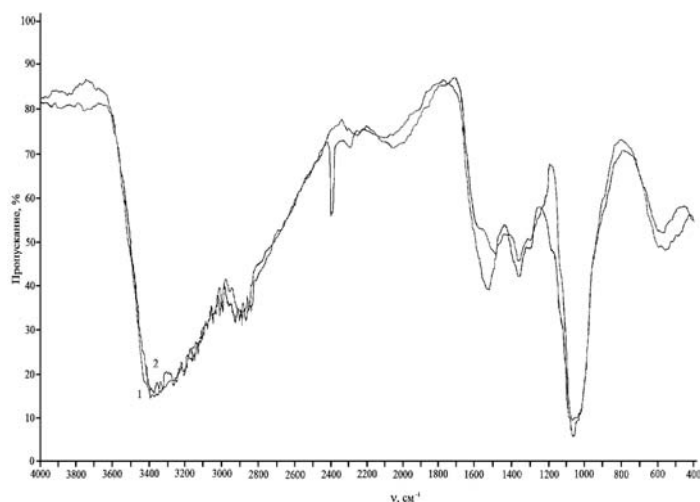


Рис. 2

Введение красителя в хитозановую пленку приводит к увеличению полосы поглощения в области $3500...3100\text{ см}^{-1}$ валентных колебаний ОН-групп, включен-

ных в водородную связь; в области $3500...3300\text{ см}^{-1}$ наблюдается исчезновение двух полос поглощения, соответствующих первичным аминам, и образова-

ние одной широкой размытой полосы в указанной области, соответствующей вторичным аминам; наблюдается уширение и увеличение интенсивности полосы поглощения с максимумом 1060 см^{-1} , что говорит об увеличении групп "С – О – С"; в области $1600 \dots 1300 \text{ см}^{-1}$ происходит изменение интенсивности полос поглощения и образование новых максимумов поглощения в 1480 и 1300 см^{-1} – характерных для образования вторичных амидов и аминов.

Активные и кислотные красители фиксируются в аморфной пленке хитозана, к которому красители имеют большее сродство, что уже отмечалось ранее в [1]. Пленка хитозана, в свою очередь, закрепляется на волокне за счет адгезионных и межмолекулярных связей. Адгезионная прочность образованных связей составляет $1,99 \text{ Н/см}$.

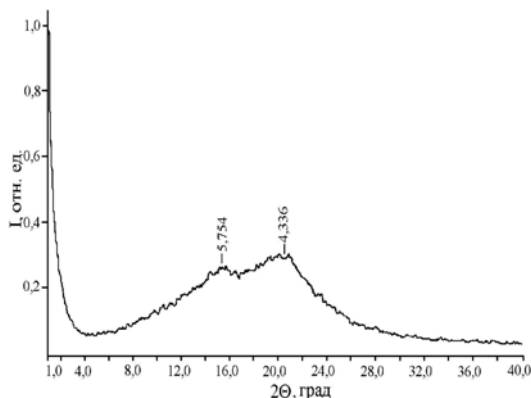


Рис. 3

Аморфность пленки хитозана доказана рентгено-структурным анализом (рис. 3 – рентгенограмма пленки хитозана).

Исследование физико-механических характеристик тканей показало, что с повышением концентрации хитозана в аппрете происходит повышение изгибной жесткости всех исследуемых видов тканей как по основе (рис. 4-а), так и по утку (рис. 4-б), причем в наименьшей степени у шерстяной и смесовой (шерсть/ПАН) тканей.

Установлено, что увеличение концентрации хитозана в аппрете приводит к росту величины разрывной нагрузки, то есть повышению механической прочности как по основе, так и по утку.

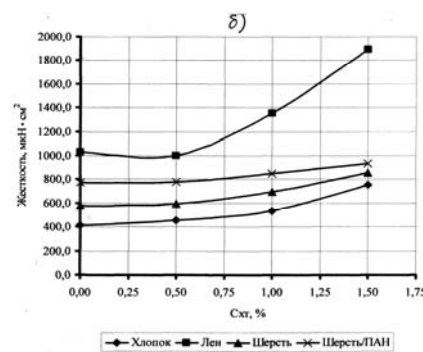
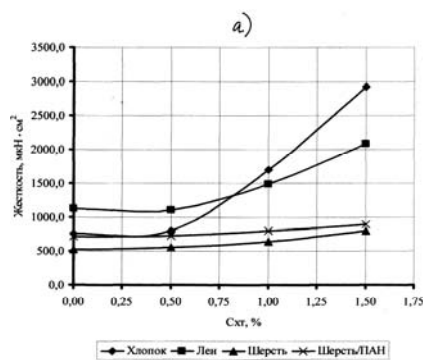


Рис. 4

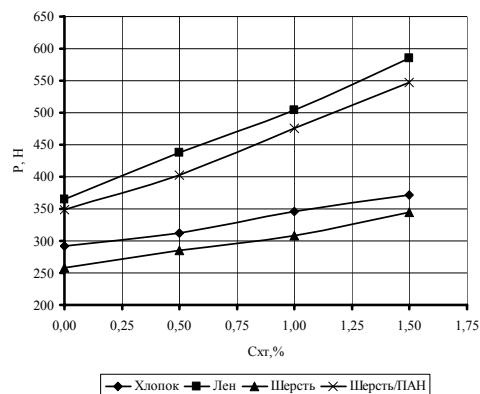


Рис. 5

На рис. 5 показана зависимость величины разрывной нагрузки исследуемых видов тканей от концентрации хитозана. Можно сделать вывод, что хитозан на волокне образует достаточно прочную и эластичную пленку, способствующую улучшению механических характеристик ткани. С повышением концентрации хитозана прочность пленки увеличивается, а эластичность уменьшается, о чем свидетельствует снижение разрывного удлинения.

Устойчивость к истиранию также повышалась с увеличением концентрации хитозана в аппрете. Увеличение устойчивости к истиранию для хлопчатобумажной и смесовой (шерсть/ПАН) тканей составило $\sim 50\%$, для льна $\sim 60\%$ и для шерсти $\sim 40\%$.

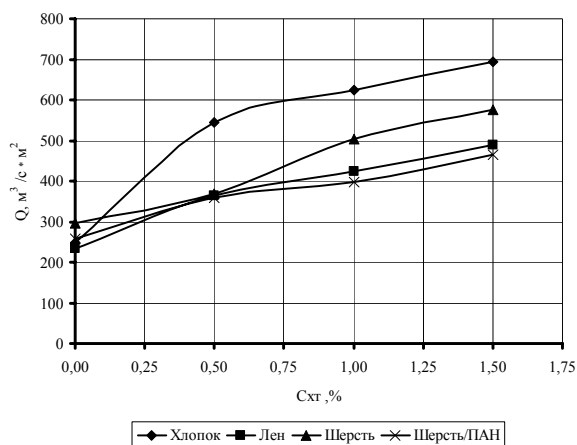


Рис. 6

Исследования показали, что обработка растворами хитозана улучшает воздухопроницаемость всех исследуемых видов тканей. На рис. 6 представлены зависимости величин воздухопроницаемости различных тканей от концентрации хитозана в аппрете. Улучшение воздухопроницаемости, по-видимому, связано с тем, что хитозан, образуя пленку на нитях, "приглаживает" элементарные волокна.

Установлено, что обработка аппретом с небольшой концентрацией хитозана способствует улучшению малосминаемости исследуемых тканей.

Таблица 1

Схт, %	Суммарный угол раскрытия складки, град			
	хлопок	лен	шерсть	шерсть/ПАН
0,0	115	124	216	248
0,5	141	148	287	299
1,0	110	140	275	289
1,5	102	132	259	280

В табл. 1 представлены суммарные углы раскрытия складок после снятия нагрузки для всех видов исследуемых тканей. Как видно из таблицы, при использовании аппрета с концентрацией хитозана 0,5% наблюдается значительное повышение малосминаемости, тогда как дальнейшее увеличение концентрации хитозана в аппрете приводит к ухудшению эффекта.

В работе установлено, что все полученные окраски имеют достаточно хорошую устойчивость к физико-химическим воз-

действиям (стирка, дистиллированная вода, мокрое и сухое трение) в интервале изученных концентраций хитозана и красителей.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что аппретирование хитозаном при крашении и печатании тканей из натуральных волокон активными и кислотными красителями позволяет улучшить колористические показатели, прочность окрасок и механические характеристики текстильных изделий.

2. Предложен химизм взаимодействия и характер связей в системе волокно – хитозан – краситель.

3. Найдены оптимальные условия проведения процессов колорирования и концентрации реагентов в красильном растворе и печатной краске при использовании хитозана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вахитова Н.А. Разработка научно-обоснованной технологии крашения хлопчатобумажных тканей водорастворимыми красителями с применением хитозана: Дис...канд. техн. наук. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2005.
2. Borndyopahyay B.N., Sheth G.N., Moni M.M. / Chitosan can cut salt use in reactive dyeing / Int. Dyer. – 183, №11, 1998. С. 39...40, 42.
3. Никитенкова В.Н. Разработка технологии печатания хлопчатобумажных тканей пигментными красителями с использованием хитозана: Дис...канд. техн. наук. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2002.
4. /Kolbe Hanno Transgene /Nouvelle composition contenant du chitozan,/ SA-N 9702296, 1998.
5. Сафонов В.В., Ключкова И.И. / Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, №2. С. 48...51.
6. Новорадовская Т.С. и др. Лабораторный практикум по химической технологии текстильных материалов. – М., 1994. С. 156...157.
7. Новорадовская Т.С. и др. Лабораторный практикум по химической технологии текстильных материалов. – М., 1994. С. 159...161.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 30.05.06.

УДК 677.08:53

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛА В ЕМКОСТИ
С ТЕКСТИЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ
ПРИ ПОЛУЧЕНИИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВОЛОКОН**

А.П. БАШКОВ, В.Д. ФРОЛОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

При разволокнении текстильных отходов, особенно отходов из шерсти и других длинных волокон, во избежание их повреждения необходимо поэтапно ослаблять структурные связи в текстильном продукте, постепенно увеличивая интенсивность обработки.

Связь между волокнами в текстильной структуре – пряже или ткани, определяется их сцепляемостью, то есть поверхностными силами трения, упругостью и извитостью. Уменьшить значения этих характеристик можно, подвергнув волокно тепло-влажностной обработке, например, водяным паром, при этом происходит модификация основных свойств волокна. Волокна становятся мягче, распрямляются, чешуйки на поверхности шерстяного волокна прилегают к его телу, и оно становится менее шероховатым. Для еще большего уменьшения коэффициента поверхностного трения в паровую среду можно добавить эмульгатор.

В процессе разработки новой технологии для получения модифицированных волокон из жестких отходов в виде пряжи и лоскута в качестве основного рабочего органа было предложено использовать лопасть винта с полым валом, через который с помощью специальных форсунок к обрабатываемому волокну подается пар (рис. 1 – схема пространства, в котором распределяется тепло).

Распределение температуры при проникновении пара в волокнистую среду, заключенную во внутренней области бесконечного однородного цилиндра, условно ограниченную объемом однородной призмы прямоугольного сечения, представляющей пространство вала с расположенными на нем в ряд четырехлопастными винтами, можно определить следующим образом.

Рассмотрим одно сечение рабочей камеры, приведенное к крайним точкам лопастей А, Б, В, Г.

Пусть вдоль линии (l), проходящей внутри призмы параллельно ее ребрам, равномерно распределены источники тепла (форсунки полого вала) с плотностью Q . Температура внешнего пространства принимается равной нулю с постоянным внешним коэффициентом теплопроводности.

Выбираем оси координат и направляем ось z по одному из ребер призмы, а оси x и y – по ее граням, где размеры поперечно-

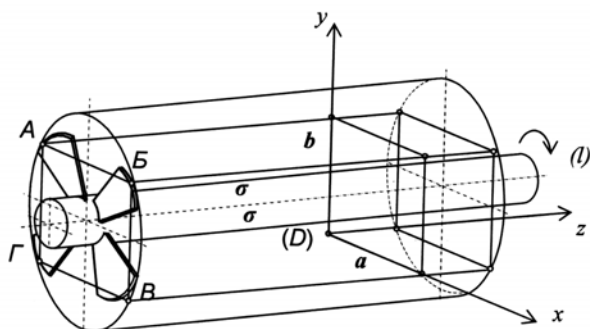


Рис. 1

го сечения будут a и b , координаты линии (ℓ) будут x_0 и y_0 .

Будем считать, что источники тепла распределены в бесконечной призме поперечного сечения σ на трубе с малым диаметром d вдоль линии (ℓ) в области (D).

Плотность распределения источников тепла в рассматриваемой призме принимаем $q(x, y)$, тогда $q(x, y) = 0$ вне области (σ), и $\iint_{(\sigma)} q(x, y) dx dy = Q$ внутри этой области.

Очевидно, что температура призмы u одинаково распределена в любом сечении призмы, то есть u не зависит от z . В этом случае задача становится двумерной.

Известно, что в какой-либо среде тепло переходит от более разогретой области к менее теплой, тогда количество тепла, отнесенное к единице времени, проходящее через некоторую площадку в выбранную от площадки сторону, равно потоку через эту площадку в указанную сторону вектора $Q = -k \text{ grad } u$, где $k = k(r)$ – некоторая положительная величина, зависящая от

вещества и являющаяся внутренней теплопроводностью.

Тогда температура в рассматриваемой призме удовлетворяет уравнению:

$$\Delta u = -\frac{q}{k} \quad (1)$$

и краевым условиям

$$\frac{\partial u}{\partial n} = -\gamma u = 0, \quad (2)$$

где $\gamma = \frac{h}{k}$, $h > 0$ – коэффициент внешней теплопроводности.

Рассматривая задачу о собственных значениях для оператора Лапласа $L(u) = \Delta u$, веса $\rho = 1$ и ряда двумерных областей (D) для прямоугольника со сторонами a и b , когда уравнения его сторон будут $x = 0$, $x = a$, $y = 0$, $y = b$.

При этом краевые условия можно выразить как

$$\left. \frac{\partial u}{\partial x} - \alpha u \right|_{x=0} = \left. \frac{\partial u}{\partial x} + \beta u \right|_{x=a} = \left. \frac{\partial u}{\partial y} + \gamma u \right|_{y=0} = \left. \frac{\partial u}{\partial y} + \delta u \right|_{y=b} = 0, \quad (3)$$

где α , β , γ и δ – неотрицательные постоянные.

Тогда краевые условия можно записать в форме

$$\frac{\partial u}{\partial n} - \sigma u = 0, \quad (4)$$

где σ – функция, определяемая условиями:

$$\sigma = \begin{cases} \alpha, & x = 0, \\ \beta, & x = a, \\ \gamma, & y = 0, \\ \delta, & y = b. \end{cases} \quad (5)$$

Уравнение задачи имеет вид:

$$\Delta u + \lambda u = 0$$

или

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \lambda u = 0. \quad (6)$$

Применяя метод разделения переменных, ищем решение в виде

$$u(x, y) = v(x)w(y). \quad (7)$$

Из уравнения (3) получаем краевые условия для функций v и w :

$$\frac{\partial v}{\partial x} - \alpha v \Big|_{x=0} = \frac{\partial v}{\partial x} + \beta v \Big|_{x=a} = 0, \quad (8)$$

$$\frac{\partial w}{\partial y} + \gamma w \Big|_{y=0} = \frac{\partial w}{\partial y} + \delta w \Big|_{y=b} = 0. \quad (9)$$

Подставив в уравнение (6) $u = vw$ и разделив переменные, получим

$$\frac{v''}{v} + \frac{w''}{w} = -\lambda, \quad (10)$$

где каждое слагаемое постоянно (обозначим их через μ и ν).

Таким образом, получается задача о собственных значениях ν и w , выраженная уравнениями:

$$\begin{cases} v'' + \mu v = 0, \\ w'' + \nu w = 0 \end{cases} \quad (11)$$

с краевыми условиями (8) и (9).

При этом

$$\lambda = \mu + \nu. \quad (12)$$

Тогда согласно уравнению

$$\Delta v + \lambda v = 0$$

и краевым условиям (2) собственными значениями ν и w будут числа

$$\lambda_{m,n} = \mu_m + \nu_n,$$

где μ_m и ν_n – корни уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{\mu_m - \gamma^2}{2\gamma\sqrt{\mu_m}} &= \operatorname{ctga}\sqrt{\mu_m}; \\ \frac{\nu_n - \gamma^2}{2\gamma\sqrt{\nu_n}} &= \operatorname{ctgb}\sqrt{\nu_n}. \end{aligned} \quad (13)$$

Собственные функции имеют вид

$$\begin{aligned} v_{m,n} &= \sin(x\sqrt{\mu_m} + \varphi_m) \sin(y\sqrt{\nu_n} + \psi_n), \\ \varphi_m &= \operatorname{arctg} \frac{\gamma}{\mu_m}, \quad \psi_n = \operatorname{arctg} \frac{\gamma}{\nu_n}, \end{aligned} \quad (14)$$

$$N_{m,n} = \frac{1}{2} \sqrt{\left[a + \frac{2\gamma}{\gamma^2 + \mu_m} \right] \left[b + \frac{2\gamma}{\gamma^2 + \nu_n} \right]}.$$

Тогда коэффициенты Фурье $C_{m,n}$ функции q по системе $v_{m,n}$ будут:

$$\begin{aligned} C_{m,n} &= \frac{4}{\left[a + \frac{2\gamma}{\gamma^2 + \mu_m} \right] \left[b + \frac{2\gamma}{\gamma^2 + \nu_n} \right]} \iint_{(D)} q(x,y) \sin(x\sqrt{\mu_m} + \varphi_m) \sin(y\sqrt{\nu_n} + \psi_n) dx dy = \\ &= \frac{4}{\left[a + \frac{2\gamma}{\gamma^2 + \mu_m} \right] \left[b + \frac{2\gamma}{\gamma^2 + \nu_n} \right]} \iint_{\sigma} q(x,y) \sin(x\sqrt{\mu_m} + \varphi_m) \sin(y\sqrt{\nu_n} + \psi_n) dx dy = \\ &= \frac{4Q}{\left[a + \frac{2\gamma}{\gamma^2 + \mu_m} \right] \left[b + \frac{2\gamma}{\gamma^2 + \nu_n} \right]} \sin(\xi\sqrt{\mu_m} + \varphi_m) \sin(\eta\sqrt{\nu_n} + \psi_n), \end{aligned} \quad (15)$$

где (ξ, η) – точка, лежащая в области (σ) .

Ввиду малого значения (σ) можно считать

$$C_{m,n} = \frac{4Q}{\left[a + \frac{2\gamma}{\gamma^2 + \mu_m} \right] \left[b + \frac{2\gamma}{\gamma^2 + \nu_n} \right]} \sin(x_0\sqrt{\mu_m} + \varphi_m) \sin(y_0\sqrt{\nu_n} + \psi_n). \quad (16)$$

Дальнейшие рассуждения продолжим, решая задачу в виде ряда по функции $v_{m,n}$:

$$u(x, y) = \sum_{m, n=1}^{\infty} w_{m,n} \sin(x\sqrt{\mu_m} + \varphi_m) \sin(y\sqrt{\nu_n} + \psi_n), \quad (17)$$

где $w_{m,n}$ – коэффициенты Фурье $u(x, y)$:

$$w_{m,n} = \frac{4}{\left[a + \frac{2\gamma}{\gamma^2 + \mu_m} \right] \left[b + \frac{2\gamma}{\gamma^2 + \nu_n} \right]} \iint_{(D)} u(x, y) \sin(x\sqrt{\mu_m} + \varphi_m) \sin(y\sqrt{\nu_n} + \psi_n) dx dy. \quad (18)$$

Для определения коэффициента $w_{m,n}$ умножим (1) на $\frac{1}{N_{m,n}^2} v_{m,n}$ и проинтегрируем по прямоугольнику (D):

$$\frac{1}{N_{m,n}^2} \iint_{(D)} \Delta u v_{m,n} dx dy = -\frac{1}{k N_{m,n}^2} \iint_{(D)} q u v_{m,n} dx dy = -\frac{1}{k} C_{m,n}. \quad (19)$$

Интеграл в левой части этого выражения преобразуется по вспомогательной формуле из теории поля в связи с тем, что u и v две произвольные функции, обла-

дающие непрерывными частными производными до второго порядка включительно, тогда

$$\iiint_V \{u(P)\Delta_P v - v(P)\Delta_P u\} dV_P = \iint_S \left\{ u(P) \left(\frac{\partial v}{\partial n} \right)_P - v(P) \left(\frac{\partial u}{\partial n} \right)_P \right\} dS_P. \quad (20)$$

Отсюда с учетом краевых условий (2) имеем

$$\frac{1}{N_{m,n}^2} \iint_{(D)} \Delta u v_{m,n} dx dy = \frac{1}{N_{m,n}^2} \iint_{(D)} u \Delta v_{m,n} dx dy = \frac{\lambda_{m,n}}{N_{m,n}^2} \iint_{(D)} u v_{m,n} dx dy = -\lambda_{m,n} w_{m,n}. \quad (21)$$

Следовательно, $\lambda_{m,n} w_{m,n} = -\frac{1}{k} C_{m,n}$ и

$$w_{m,n} = \frac{4Q}{k(\mu_m + \nu_n) \left[a + \frac{2\gamma}{\gamma^2 + \mu_m} \right] \left[b + \frac{2\gamma}{\gamma^2 + \nu_n} \right]} \sin(x_0\sqrt{\mu_m} + \varphi_m) \sin(y_0\sqrt{\nu_n} + \psi_n). \quad (22)$$

Тогда решение задачи запишется в виде

$$u = \frac{4Q}{k} \sum_{m, n=1}^{\infty} \frac{\sin(x_0 \sqrt{\mu_m} + \varphi_m) \sin(y_0 \sqrt{\nu_n} + \psi_n) \sin(x \sqrt{\mu_m} + \varphi_m) \sin(y \sqrt{\nu_n} + \psi_n)}{(\mu_m + \nu_n) \left[a + \frac{2\gamma}{\gamma^2 + \mu_m} \right] \left[b + \frac{2\gamma}{\gamma^2 + \nu_n} \right]} \quad (23)$$

Таким образом, распределение температуры и тепла в массе однородных волокнистых отходов зависит от коэффициента внутренней теплопроводности как наиболее эффективного фактора технологии щадящей деформации разволокняемого мате-

риала и плотности распределения источников тепла.

Рекомендована кафедрой безопасности жизнедеятельности. Поступила 25.05.06.

УДК 677.021.156

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СИЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КЛОЧОК ВОЛОКОН НА ЗУБЕ ГАРНИТУРЫ ПРИЕМНОГО БАРАБАНА В ЗОНЕ ОТКРЫТОЙ ПОВЕРХНОСТИ

А.Г. ХОСРОВЯН

(Ивановская государственная текстильная академия)

На рис. 1 представлена схема, иллюстрирующая механическое состояние клочка волокон на зубе в зоне открытой поверхности приемного барабана.

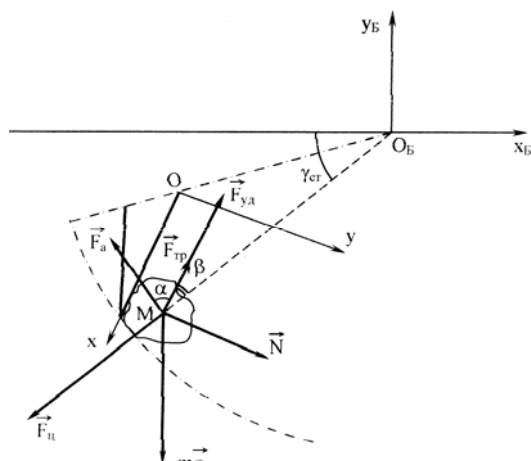


Рис. 1

Пусть O_B – центр окружности приемного барабана, а R_B – его радиус. Центр масс клочка обозначим через M . Угол при вершине зуба обозначим через β , угол наклона рабочей грани – α . Пусть g – ускорение свободного падения.

Прямоугольная система координат $O_B x_B y_B$ (рис. 1) связана с неподвижной

осью барабана, а система координат Oxy с центром O в основании рабочей грани зуба. Пусть высота зуба гарнитуры равна h , а угол при вершине зуба равен β . Тогда угол наклона рабочей грани зуба равен $\alpha = \pi - \beta$.

Угол между радиусом MO_B и отрицательным направлением оси Ox_B обозначим через $\gamma_{ст}$. Свяжем с рабочей гранью зуба ось Ox , а ось Oy направим перпендикулярно рабочей грани зуба.

На клочок волокон массы m действуют следующие силы (рис. 1) [1]:

$m\vec{g}$ – сила тяжести;

$\vec{F}_ц$ – центробежная сила;

$\vec{F}_{тр}$ – сила трения между клочком и рабочей гранью зуба;

\vec{N} – сила нормального давления;

\vec{F}_a – аэродинамическая сила.

Ранее [1] анализ механики клочка на зубе ограничивался изучением влияния только вышеперечисленных сил. Однако расчеты показывают [2], что учет только этих сил приводит к серьезным противоречиям с экспериментальными данными. В связи с этим в дальнейшем примем, что на клочок волокон действует некоторая до-

полнительная удерживающая сила $\vec{F}_{уд}$ (рис. 1), направленная противоположно оси Ox .

Согласно второму закону Ньютона механическое состояние удерживающегося на зубе гарнитуры клочка волокон может быть описано векторным уравнением

$$m\vec{g} + \vec{F}_{ц} + \vec{F}_{тр} + \vec{N} + \vec{F}_A + \vec{F}_{уд} = 0. \quad (1)$$

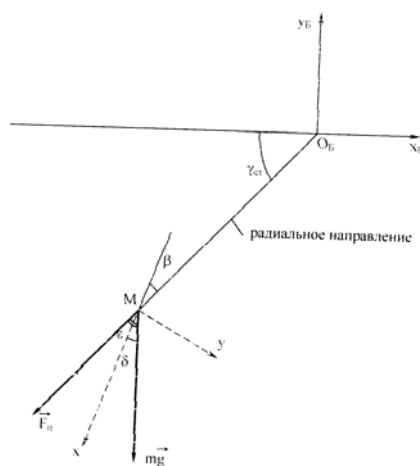


Рис. 2

Обратимся к рис. 2, где изображено расположение системы координат Oxy относительно системы координат $OxBxBy$.

$$mg \cos \delta + F_{ц} \cos \beta - F_A \cos \alpha - \mu(-mg \sin \delta + F_{ц} \sin \beta + F_A \sin \alpha) - F_{уд} = 0.$$

Следовательно,

$$F_{уд} = mg(\cos \delta - \mu \sin \delta) + F_{ц}(\cos \beta - \mu \sin \beta) - F_A(\cos \alpha - \mu \sin \alpha). \quad (6)$$

Обозначим через $v_{вит}$ скорость витания частицы массой m . Тогда

$$F_a = \frac{mg(V_B - v_a)^2}{v_{вит}^2}, \quad (7)$$

где $V_B = \pi n_B R_B / 30$ – окружная скорость приемного барабана; n_B – частота вращения приемного барабана; v_a – скорость воздушного потока, сопутствующего вращению барабана на уровне кончиков зубьев; R_B – радиус приемного барабана.

Обозначим угол между векторами $m\vec{g}$ и $\vec{F}_{ц}$ через ε . Очевидно, что $\varepsilon = 0,5\pi - \gamma_{ст}$.

Обозначим через δ угол между вектором $m\vec{g}$ и направлением оси Ox . Тогда $\delta = \varepsilon - \beta$.

Спроектируем уравнение (1) на ось Ox :

$$mg \cos \delta + F_{ц} \cos \beta - F_A \cos \alpha - F_{тр} - F_{уд} = 0 \quad (2)$$

и потом на ось Oy :

$$mg \sin \delta - F_{ц} \sin \beta - F_A \sin \alpha + N = 0. \quad (3)$$

Так как $F_{тр} = \mu N$, где μ – коэффициент трения между клочком волокон и рабочей гранью зуба, то уравнение (2) преобразуется к виду

$$mg \cos \delta + F_{ц} \cos \beta - F_A \cos \alpha - \mu N - F_{уд} = 0. \quad (4)$$

Поскольку из (3):

$$N = -mg \sin \delta + F_{ц} \sin \beta + F_A \sin \alpha, \quad (5)$$

то (2) преобразуется к виду:

Как показывают экспериментальные и теоретические данные [3], [4], можно принять, что

$$v_a = 0,96 V_B.$$

Следовательно, находим, что модуль аэродинамической силы, действующей на клочок волокон, определяется через массу клочка, его скорость витания и окружную скорость барабана:

$$F_a = \frac{mg(0,04)^2 V_B^2}{V_{\text{вит}}^2} = k_a \frac{mgV_B^2}{V_{\text{вит}}^2}, \quad (8)$$

$$F_{\text{ц}} = m\omega_B^2 R_B = mV_B^2 / R_B, \quad (9)$$

где $k_a = 0,0016$.

Поскольку

$$F_{\text{уд}} = m \left[g(\cos \delta - \mu \sin \delta) + \frac{V_B^2}{R_B} (\cos \beta - \mu \sin \beta) - k_a \frac{gV_B^2}{V_{\text{вит}}^2} (\cos \alpha - \mu \sin \alpha) \right] =$$

$$= m \left\{ g(\cos \delta - \mu \sin \delta) + V_B^2 \left[\frac{(\cos \beta - \mu \sin \beta)}{R_B} - \frac{k_a g}{V_{\text{вит}}^2} (\cos \alpha - \mu \sin \alpha) \right] \right\}. \quad (10)$$

Таким образом, получена зависимость для дополнительной удерживающей силы, действующей на клочок волокон на зубе гарнитуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борзунов И.Г. и др. Прядение хлопка и химических волокон. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.

2. Красик Я.М. Исследование процесса очистки волокна приемным узлом шляпочной чесальной

машины: Дис...канд. техн. наук. – Иваново, ИВТИ, 1995.

3. Niitsu J. and an. Air Flow on a Card Equipment with Metallic Card Clothing. Journal of Textile Machinery Society of Japan. – 14, №153, 1961, P 319...328.

4. Красик Я.М. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1982, №5.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 26.05.06.

УДК 677.025.1:687.17

ТРИКОТАЖНЫЕ ПОЛОТНА НОВЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ ДЛЯ ВЕРХНИХ ИЗДЕЛИЙ

В.А. ЗИНОВЬЕВА, М.А. ПОПОВА

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

В условиях конкуренции производителю необходимо постоянно расширять ассортимент, создавать одежду, обладающую новыми свойствами, способную удовлетворить растущие потребности покупателей. В связи с этим одной из основных проблем производства является более полное использование технологических возможностей современного вязального оборудования с целью повышения физико-механических показателей и получения нового, оригинального внешнего вида за счет структурных преобразований [1].

В последние годы развитие трикотажа имеет тенденцию расширения позиций в верхней группе одежды в виде пончо и близких к нему изделий переходных форм, дополняя группу демисезонного пальто. Для данного ассортимента изделий возрождается трикотаж под ручное вязание с машин низкого класса, в котором отдельные петли заметны даже на расстоянии [2].

Однако такой трикотаж не удовлетворяет потребителя по свойствам, так как он имеет большие сквозные поры, что влечет за собой высокую воздухопроницаемость и малую формоустойчивость.

Цель заключается в создании трикотажа с заранее заданными свойствами, кото-

рые дадут не только внешнее обновление, но и позволят значительно увеличить ассортимент трикотажных полотен для такой группы изделий, как пальто, куртки, толстовки и другие изделия, и, кроме того, по свойствам будут соответствовать требованиям к этим изделиям.

Общими требованиями к трикотажу для верхней одежды пальтовой группы, как и для тканей аналогичного назначения, можно назвать такие свойства, как высокая износостойкость, достаточные теплозащитные свойства, пониженная воздухопроницаемость, наряду с высокой формоустойчивостью.

Кроме того, следует обратить внимание на несминаемость и простоту ухода; трикотаж должен иметь привлекательный внешний вид, отличающийся новизной и многообразием [3].

Для указанных целей в настоящее время часто применяют трикотаж переплетения ластик 1+1 крупнопетлистой структуры, но такой трикотаж имеет высокую воздухопроницаемость, недостаточную формоустойчивость при высокой материалоемкости.

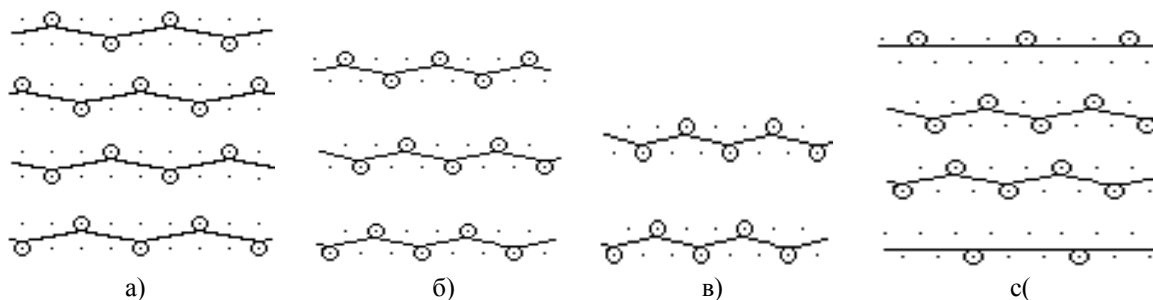


Рис. 1

Для увеличения формоустойчивости и теплозащиты нами разработан трикотаж переплетения двухслойный производный ластик, у которого при расстановке игл в затылок друг к другу длина протяжки составляет два петельных шага, а между петельными столбиками лица и изнанки заключены четыре удлиненные протяжки (рис. 1-а). Для вязания одного ряда такого трикотажа необходимо четыре вяжущих системы [4].

С целью повышения производительности вязальных машин нами разработаны структура и способ вязания второго варианта переплетения двухслойного производного ластика (рис. 1-б), который в составе одного ряда имеет три нити, а способ его получения отличается тем, что расстановка игл выполнена в шахматном порядке и поэтому для вязания одного ряда этого переплетения необходимо три вяжущих системы.

Для снижения материалоемкости полотна и дальнейшего повышения производительности нами разработан третий вариант двухслойного производного ластика, который в своем составе имеет пропущенные петельные столбики как на лицевой, так и на изнаночной сторонах (рис. 1-в).

Анализируя варианты разработанных переплетений, можно сказать, что формоустойчивость трикотажа этих переплете-

ний выше, чем формоустойчивость трикотажа переплетений ластик и двухслойный ластик (интерлок), так как производные переплетения имеют удлиненные и высокоориентированные протяжки.

Дальнейшее повышение формоустойчивости можно увеличивать путем увеличения длины протяжек, но при этом резко снизится производительность и повысится материалоемкость. Вследствие этого нами принят путь комбинирования разных структурных элементов. В частности, нами разработана комбинация неполного производного ластика (рис. 1-в) и неполной глади, петли которой заполняют пропущенные петельные столбики (рис. 1-с).

Описанные виды нового трикотажа разработаны нами на плосковязальной машине седьмого класса автоматического типа марки Vesta 130-Е фирмы Steiger из полушерстяной пряжи линейной плотности $T=32$ текс $\times 2\times 2$ при одинаковых параметрах процесса вязания.

Испытания образцов в равновесном состоянии проведены в лабораторных условиях стандартными методами, а полученные результаты обработаны методами математической статистики при доверительной вероятности 0,95.

Основные результаты в виде средних значений сведены в табл. 1.

Таблица 1

Варианты переплетений	ℓ , мм	A, мм	B, мм	C	ρ , г/м ²	t, мм	Pg/Pш, Н	Eg/Eш, Н	n, цикл	V_3 , $\text{см}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$	E_n по длине, %	E_n по ширине, %
Интерлок	9,99	2,08	2,27	1,09	548	3,13	353,3	93,4	124	436	5,8	4,3
Рис.1-а	10,9	1,85	1,92	1,04	792	4,15	589,5	77,9	250	291	3,3	3,0
Рис.1-б	9,29	1,82	2,04	1,12	649	3,78	418,2	72,4	200	309	4,2	3,5
Рис.1-в	10,7	2,17	2,38	1,10	530	3,23	227,6	81,1	105	478	5,1	5,7
Рис.1-с	10,6	1,96	2,08	1,06	670	4,14	412,2	68,4	287	280	3,5	2,8

Анализируя данные экспериментов, следует отметить, что варианты переплетений рис. 1-а, 1-б и 1-с являются достаточно материалоемкими по сравнению с полотном переплетения интерлок, выбранного нами в качестве аналога. Их средняя поверхностная плотность составляет соответственно 792, 649, 670 г/м², что по сравнению с полотном переплетения интерлок

превышает расход сырья на 28 % в среднем.

Однако повышенный расход сырья компенсируется значительным повышением формоустойчивости, о чем свидетельствуют данные по пластической деформации, которая у трикотажа переплетения интерлок составляет по длине 5,8 % , а у полотен новых переплетений – соответ-

венно 3,3;4,2;3,5%, что на 37% в среднем меньше по сравнению с аналогом.

Что же касается пластической деформации по ширине полотна, которая у полотна интерлок составляет 4,3% , то для новых вариантов полотен она соответственно составляет 3,0;3,5;2,8%% , что в среднем на 28% меньше по сравнению с аналогом, полотном переплетения интерлок.

Вторым показателем, компенсирующим повышение материалоемкости, является снижение воздухопроницаемости. Если у трикотажа переплетения интерлок воздухопроницаемость составляет $436 \text{ qm}^3/\text{m}^2\cdot\text{c}$, то трикотаж новых переплетений соответственно имеет воздухопроницаемость $291,309,280 \text{ qm}^3/\text{m}^2\cdot\text{c}$, то есть в среднем воздухопроницаемость снизилась на 33% по сравнению с аналогом.

Третьим показателем, компенсирующим повышение материалоемкости, является повышение устойчивости трикотажа к истиранию. Если у трикотажа переплетения интерлок устойчивость к истиранию составляет 124 цикла, то показатель истирания трикотажа новых переплетений составляет соответственно 250, 200, 287 циклов (в среднем 246 циклов), то есть в среднем устойчивость к истиранию повысилась на 98%.

В этих сравнительных исследованиях особое место занимает вариант переплетения полотна, представленного на рис. 1-в. В вязании каждого ряда участвуют только 2 системы, что очень важно для производительности, а трикотаж является неполным, так как у него чередуются два лицевых и два изнаночных петельных столбика. Его внешний вид подобен ластику 2+2, а его структура является неполной, то есть пропущен каждый третий столбик петель.

По сравнению со всеми новыми образцами он имеет самую наименьшую материалоемкость (530 г/м^2) и приемлемые по-

казатели по формоустойчивости (5,1...5,7%). Поскольку структура является неполной, то показатель воздухопроницаемости завышен ($478 \text{ qm}^3/\text{m}^2\cdot\text{c}$), а истираемость понижена (105 циклов).

Этот вариант трикотажа, как и ранее описанные, может быть применен в несколько других условиях эксплуатации, например, для костюмной группы.

ВЫВОДЫ

1. Доказано, что разработанные новые виды трикотажа являются формоустойчивыми, устойчивыми к истиранию, обладают пониженной воздухопроницаемостью и на этом основании могут быть рекомендованы для верхних трикотажных изделий, в частности, изделий пальтовой группы.

2. Представленная разработка расширяет ассортимент трикотажных полотен, а трикотаж переплетения, представленного на рис. 1-в, может быть рекомендован для изделий костюмной группы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шалов И.И., Далидович А.С., Кудрявин Л.А. Технология трикотажного производства (Основы теории вязания). – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
2. Обзор моды в трикотаже на 2004г. / Легпромбизнес. – 2003, № 9. С. 6.
3. ГОСТ 16444–78. Ткани пальтовые чистошерстяные и полушерстяные.
4. Торкунова З.А. Испытания трикотажа. – М.: Легпромбытиздат, 1985.
5. Патент Российской Федерации. Трикотаж переплетения двухслойный производный ластик. №2209261 от 27.07.03.
6. Патент Российской Федерации. Трикотаж комбинированного переплетения на базе производного ластика. №2228978 от 20.05.04.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 26.05.06.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНО ВОЗМОЖНОГО РАППОРТА ПРОКЛАДЫВАНИЯ ФУТЕРНОЙ НИТИ В СТРУКТУРАХ ТРИКОТАЖА С РИСУНЧАТЫМИ ЭФФЕКТАМИ

А.Ю. ГАЛАКТИОНОВА, Е.Н.КОЛЕСНИКОВА

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

Обычно футерованные переплетения применяются только для создания гладких трикотажных полотен. Создание ячеистой структуры трикотажа на базе структур трикотажа двойных футерованных интерлочных неполных ажурных (ДФИНА) переплетений позволило получить на полотнах структурные эффекты в виде выпукло-вогнутых ячеек прямоугольной формы, внутри которых расположен изогнутый набросок футерной нити Φ [1]. Набросок создает основной цвет ячейки на фоне цвета грунта.

Структура трикотажа ДФИНА переплетений [1] состоит из трех составляющих: футерных набросков из нити Φ , элементов грунтовых переплетений из дополнительной нити грунта Γ_2 и элементов грунтовых переплетений из основной нити грунта Γ_1 .

Для расширения рисунчатых и структурных эффектов трикотажа ДФИНА переплетений было предложено производить комбинирование элементов структуры (ЭСТ) и структурных элементов (СЭТ) трикотажа в одной, двух или трех составляющих ДФИНА переплетения с другими видами ЭСТ и СЭТ, образованными фу-

терной нитью, дополнительной или основной нитями грунта.

Наибольший интерес представляют рисунчатые и структурные эффекты, полученные на полотнах трикотажа ДФИНА переплетений за счет комбинирования футерных набросков с другими элементами структуры трикотажа (петлями, протяжками), при прокладывании футерной нити Φ .

Область прокладывания футерной нити (область комбинирования) может состоять из n проложенных один за другим набросков и m проложенных одну за другой петель или протяжек.

В этом случае область прокладывания футерной нити будет равна

$$R_{np} = n + m.$$

Раппорт рисунка на полотне содержит

$$R_p = \sum_1^i R_{при}$$

областей прокладывания футерной нити. При этом в одном раппорте ДФИНА переплетения может быть проложено K футерных нитей.

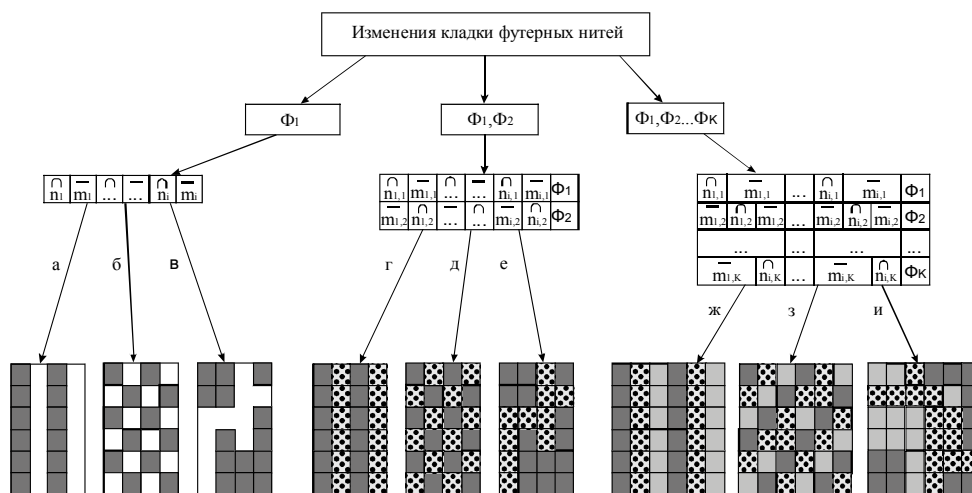


Рис. 1

На рис. 1 показан порядок комбинирования набросков, образованных из нити Φ , с протяжками при количестве прокладываемых футерных нитей от 1 до K . Наброски футерной нити обозначены знаком « \cap », а протяжки – знаком « \leftarrow ». Количество областей комбинирования по ширине полотна составляет от 1 до i . Количество набросков в области комбинирования составляет n набросков, а количество протяжек – m .

При комбинировании футерных набросков с протяжками, при прокладывании в раппорте ДФИНА переплетения одной нити Φ , на полотне могут быть получены следующие рисунчатые эффекты: вертикальные цветные ячеистые полосы (рис.1-а); цветные ячейки, расположенные в шахматном порядке (рис.1-б), полученные за счет смещения области прокладывания по горизонтали в каждом последующем раппорте; цветные ячейки, расположенные в сложном порядке (рис.1-в), полученные за счет смещения области прокладывания, как по горизонтали, так и по вертикали, в каждом последующем раппорте ДФИНА переплетения. При этом полотна будут двухцветными, цветов футерной и грунтовой нитей, а рисунок на полотне – двухсторонним.

При увеличении числа цветных футерных нитей, прокладываемых в одном раппорте ДФИНА переплетения, возрастает число цветов в полотне. Так как участки протяжек футерной нити Φ_1 должны совпадать с участками набросков футерной нити Φ_2 , поверхность полотна ДФИНА переплетения всегда состоит только из структурных ячеек цветов нитей Φ_1 и Φ_2 . При этом рисунок остается двухсторонним. Вследствие этого на схеме (рис. 1-г-и) на эскизах полотен с количеством футерных нитей больше одной максимальное количество используемых цветов соответствует количеству используемых футерных нитей.

В процессе эксперимента установлено, что длина протяжки прокладываемой футерной нити ограничена и зависит от условий ее захвата [2], [3].

Если при прокладывании нити Φ последний набросок предыдущей области прокладывания и первый набросок последующей области прокладывания захватываются иглами одной и той же игольницы, то длина протяжки ограничивается условиями захвата, а нить тянется от последней захватившей иглы A (рис. 2) к нитеводу H , расположенному на высоте h_H , и может не захватиться следующей захватывающей иглой B .

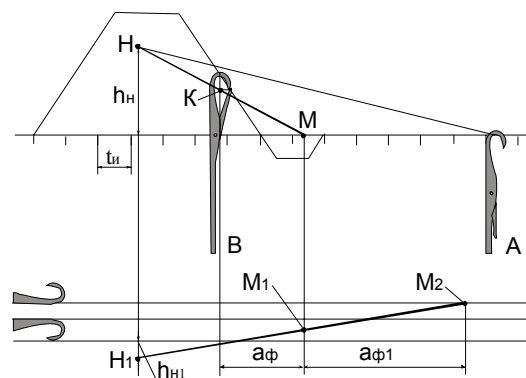


Рис. 2

Критическая линия, выше которой не может пройти прокладывание нити, проходит от нитевода H до точки K – кончика крючка иглы в момент прессования (рис. 2). Таким образом, последней захватившей иглой, расположенной на той же игольнице, может быть только игла M , то есть максимально возможная величина протяжки футерной нити Φ равна a_{Φ} игольным шагам.

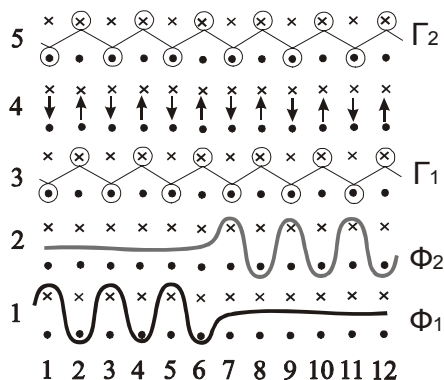
На виде сверху траектории движения игл прямая HM проецируется в прямую H_1M_1 (h_{H1} – расстояние от крючка иглы до нитевода). Продлив прямую H_1M_1 до пересечения с противоположной игольницей, можно видеть, что величина протяжки увеличивается с величины a_{Φ} до $a_{\Phi 1}$. Так как $a_{\Phi 1} > a_{\Phi}$, условия захвата нити иглами второй игольницы улучшаются.

Таким образом, величина протяжки футерной нити и, следовательно, величина области прокладывания зависят от условий захвата нити и величины протяжки a_{Φ} , определить которую можно либо методом

графического анализа [1], либо рассчитать по формулам [2], для каждой конкретной машины, учитывая класс машины, условия установки нитевода и траектории движения игл.

Максимально возможную область прокладывания $R_{\text{прmax}}$ можно определить по формуле:

$$R_{\text{прmax}} = \frac{K}{K-1} P, \quad (1)$$

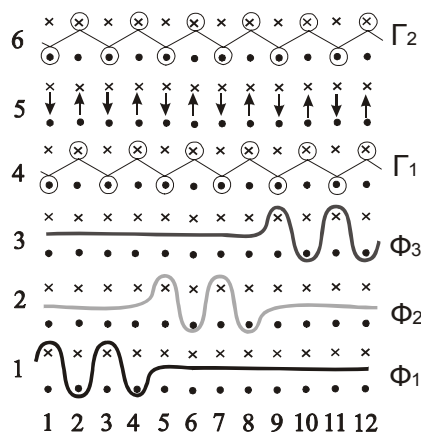


а)

где K – количество футерных нитей, участвующих в образовании раппорта ДФИНА переплетения; P – максимально возможное число игольных шагов, на которое может быть проложена протяжка

$$a_{\text{ф}}; P = \frac{a_{\text{ф}}}{t_{\text{и}}}.$$

При получении $R_{\text{прmax}}$, не равного целому числу, округление следует проводить до ближайшего меньшего целого числа.



б)

Рис. 3

Как видно из схемы (рис. 3 – замена футерных набросков на протяжки из футерной нити), при $K > 1$ число набросков, образованных в области прокладывания из разных нитей, равно:

$$R_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^K n_i, \quad (2)$$

где n – количество набросков в области прокладывания, образованных каждой нитью Φ_i , то есть $R_{\text{пр}}$ равен:

$$R_{\text{пр}} = n_1 + n_2 + \dots + n_N.$$

При этом для надежного захвата футерных нитей в процессе их прокладывания должно соблюдаться условие:

$$n_{\text{min}} = R_{\text{пр}} - P, \quad (3)$$

где n_{min} – минимально возможное количество набросков полученных из одной футерной нити в области прокладывания.

Например, если $P = 6$, $K = 2$, тогда $R_{\text{прmax}} = \frac{2}{1} \cdot 6 = 12$ игольных шагов.

При этом $n_{\text{min}} = 12 - 6 = 6$ игольным шагам, то есть трем лицевым и трем изнаночным футерным наброскам. Графическая запись такого переплетения показана на рис. 3-а.

При $P = 8$, $K = 3$; $R_{\text{прmax}} = 3 \cdot 8 / 2 = 12$ игольных шагов, а $n_{\text{min}} = 12 - 8 = 4$ игольных шага. Графическая запись раппорта этого переплетения с проложенными в нем футерными нитями Φ_1 , Φ_2 и Φ_3 показана на рис. 3-б.

Задаваясь шириной области прокладывания $R_{\text{пр}}$ и максимально возможной длиной величины протяжки $a_{\text{ф}}$ футерной ни-

ти, можно определить возможное число нитеводов (цветов) K , которое можно использовать в раппорте ДФИНА переплетения:

$$K = \frac{R_{\text{пр}}}{R_{\text{пр}} - a_{\text{ф}} / t_{\text{и}}} . \quad (4)$$

При получении дробного числа округление следует проводить до ближайшего меньшего целого числа.

Поскольку величина области прокладывания может не совпадать с величиной раппорта рисунка, при любой величине $R_{\text{пр max}}$, составляющей некоторое число игольных шагов, раппорт рисунка может достигать величины всего полотна ($R_{\text{пол}}$), то есть

$$R_{\text{пр max}} \ll R_{\text{пол}} .$$

Таким образом, в работе установлена возможность комбинирования в одном раппорте ДФИНА переплетения набросков и протяжек более чем одной футерной нити, отличающихся по цвету, линейной плотности, структуре, что позволяет полу-

чать на полотнах как мелкоряпортные, так и моноряпортные двухсторонние рисунчатые и структурные эффекты.

Предложен метод расчета величины области прокладывания в зависимости от количества используемых в одном раппорте футерных нитей и длины протяжки, образующейся на иглах одной игольницы, позволяющий выполнять процесс петлеобразования без сбоев.

Выработка полотен разработанного переплетения позволит расширить ассортимент выпускаемых трикотажных изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Галактионова А.Ю.* Разработка и исследование трикотажных полотен с рисунчатыми эффектами на базе футерованных переплетений. – Дис...канд. техн. наук. – М.: МГТУ, 2004.
2. *Гарбарук В.Н.* Расчет и конструирование трикотажных машин. – Л.: Машиностроение, 1980.
3. *Колесникова Е.Н.* Основы автоматизированного проектирования процессов петлеобразования. – М.: МГТУ, 2000.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 30.01.06.

УДК: 519.6

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ТКАНИ
НА ПОВЕРХНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОГО МАНЕКЕНА****В.Д. ФРОЛОВСКИЙ***(Новосибирский государственный технический университет)**

Моделирование поведения ткани при драпировке появилось в списке компьютерных приложений сравнительно недавно. Как будет выглядеть ткань с определенными свойствами на определенном объекте? Как с изменением свойств ткани изменяется ее драпировка? Ответы на эти вопросы в наглядной форме и должно давать компьютерное моделирование ткани.

Ткань – сложный механизм. В ткани тонкие волокна скручены в нити, и эти нити более или менее жестко сплетены во взаимосвязанную сеть. Все компоненты сети держатся вместе просто трением. Поведение их зависит от типа волокна, веса волокна, плотности сплетения, типа сплетения и т.д.

Представим модель ткани как систему частиц, которые размещены в точках пересечения продольных и поперечных нитей ткани [1...3]. В этих точках происходит несколько взаимодействий. Сила сжатия волокон друг другом настолько большая, что нити прочно фиксируются в точках пересечения, обеспечивая оси для изгиба. Другие взаимодействия, такие как растяжение, могут быть выражены как смещения частиц, которые мы определили.

Существует три типа ребер, определяющих взаимодействие между узлами сетки: 1) ребра, стягивающие по прямой и определяющие деформации растяжения-сжатия; 2) ребра, стягивающие по диаго-

нали и определяющие деформации сдвига; 3) ребра, определяющие изгиб.

В этой модели с помощью функций энергии, дающих простые геометрические соотношения между находящимися в непосредственной близости частицами, можно описать взаимодействия, происходящие на уровне нити, и ограничения, определяющие физические свойства ткани.

Общая энергия деформаций ткани может быть определена как [1]:

$$E_0 = E_p + E_{сж} + E_{сдв} + E_{и},$$

где E_p – энергия растяжения; $E_{сж}$ – энергия сжатия; $E_{и}$ – энергия изгиба; $E_{сдв}$ – энергия сдвига.

Энергия растяжения представляет собой силу натяжения, которая соединяет каждую частицу с ее четырьмя соседями. Энергия сжатия искусственно введена для обеспечения условия, что имеется минимальное расстояние между частицами, предотвращающее самопересечение ткани.

Функции растяжения и сжатия вместе создают крутую энергетическую яму, которая и поддерживает соседние частицы на номинальном расстоянии, что предотвращает самопересечение ткани.

Энергия изгиба обусловлена изгибом нитей относительно плоскости окружающей ткани [2]:

* Работа выполнена при поддержке гранта Министерства образования Российской Федерации ТО2-10.4-3668.

$$B = \mu_{и} \cos^2(\theta/2)Nm,$$

где θ – угол изгиба; $\mu_{и}$ – линейный коэффициент изгиба (для 100%-ного хлопка $\mu_{и} = 0,214 \cdot 10^{-4}$).

Энергия сдвига обусловлена изгибом вокруг нити в плоскости пересечения. Эта часть энергии обуславливает S-форму нити.

На макроскопическом уровне это – сдвиг, имеющий место в ткани. Энергия сдвига:

$$T = \mu_{сдв} \frac{\ell_1 \ell_2}{2} \phi^2 Nm,$$

где $\mu_{сдв}$ – линейный коэффициент сдвига (для 100%-ного хлопка $\mu_{сдв} = 1,9576$); ℓ_1, ℓ_2 – смежные ребра деформируемой ячейки; ϕ – угол сдвига в градусах.

Энергетические функции, которые мы определили, это только предположения. Но даже их использование с интуитивно выбранными количественными зависимостями может давать очень удовлетворительные результаты при моделировании ткани. Для представления конкретной ткани нужно построить эти функции энергии, основываясь на существующих измерительных системах физических свойств тканей.

Предположим, что имеется ткань, представляющая собой совокупность узлов (точек), которая осуществляет движение относительно устойчивой равновесной формы (манекена). В начальный момент времени расположение всех узлов (и выкроек, и объекта) в пространстве известно. Движение системы описывается обобщенными перемещениями, и на каждом временном слое ищутся положения узлов $r_{ij}(t) = (x_{ij}(t), y_{ij}(t), z_{ij}(t))$ в пространстве.

Таким образом, ткань будет представлять собой механическую систему, которая осуществляет движение относительно устойчивой равновесной формы (манекена).

Движение системы опишем в обобщенных перемещениях $r_{ij}(t)$, которые равны нулю в положении равновесия. Учитывая обобщенную внешнюю силу $F = F_{ij}(t)$, которая для каждой координаты может быть

активной силой, получим систему дифференциальных уравнений в матричном виде относительно матрицы-столбца $r = \{r_{ij}\}$ следующим образом:

$$[M]\{r''\} + [C]\{r'\} + [K]\{r\} = \{f\}, \quad (1)$$

где матрица инерции (матрица масс) $[M]$, матрица демпфирования $[C]$ и матрица жесткости $[K]$ являются симметричными.

Разрешив уравнение (1) относительно r'' и сгруппировав в правой части все силы, действующие на систему частиц, получим полное дифференциальное уравнение:

$$r'' = M^{-1}F(r, r'), \quad (2)$$

где M – диагональная матрица, описывающая распределение масс ткани; $F(r, r')$ – функция, описывающая действие внутренних и внешних сил на ткань.

Начальные условия: $r|_{t_0=0} = r_0$, $r'|_{t_0=0} = 0$, $f_{внутр}|_{t_0=0} = 0$; краевые условия: $r'|_S = 0$, где S – поверхность твердого тела (манекена).

Преобразуем систему уравнений (2) в систему дифференциальных уравнений 1-го порядка. Обозначив $v = r'$, можно записать:

$$\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} r \\ r' \end{pmatrix} = \frac{d}{dt} \begin{pmatrix} r \\ v \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v \\ M^{-1}F(r, v) \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Для простоты положим, что $r(t_0) = r_0$, $v(t_0) = v_0$, $\Delta r = r(t_0+h)$, $\Delta v = v(t_0+h) - v_0$. Тогда применение простого метода Эйлера к уравнению (3) приведет к следующему уравнению:

$$\begin{pmatrix} \Delta r \\ \Delta v \end{pmatrix} = h \begin{pmatrix} v \\ M^{-1}F(r_0, v_0) \end{pmatrix},$$

где шаг h должен быть достаточно малым по величине.

Применение неявного (обратного) метода аппроксимации приводит к уравнению:

$$\begin{pmatrix} \Delta r_{ij} \\ \Delta v_{ij} \end{pmatrix} = h \begin{pmatrix} v_{ij} + \Delta v_{ij} \\ M^{-1} F(r_{ij}(t_0) + \Delta r_{ij}(t), v_{ij}(t_0) + \Delta v_{ij}(t)) \end{pmatrix}.$$

Метод называется “обратным”, поскольку он стартует из состояния $(r_{ij}(t_0) + \Delta r_{ij}(t), v_{ij}(t_0) + \Delta v_{ij}(t))$ и использует шаг явного метода Эйлера для возврата системы обратно во временной области.

Обратный метод требует нахождения величин Δr и Δv , удовлетворяющих уравнению. Уравнение (2) не линейно, поэтому применяется разложение F ряд Тейлора и выполняется аппроксимация 1-го порядка:

$$F(r_{ij} + \Delta r_{ij}, v_{ij} + \Delta v_{ij}) = F_0 + \frac{\partial F}{\partial r} \Delta r_{ij} + \frac{\partial F}{\partial v} \Delta v_{ij}.$$

Подставив в нижнюю строку системы

$$\Delta v_{ij}(t) = h M^{-1} \left(F_0 + \frac{\partial F}{\partial v} \Delta v_{ij}(t) + \frac{\partial F}{\partial r} h(v_{ij}(t_0) + \Delta v_{ij}(t)) \right).$$

Примем за I – единичную матрицу и, перегруппировав отдельные составляю-

$$\left(I - h M^{-1} \frac{\partial F}{\partial v} - h^2 M^{-1} \frac{\partial F}{\partial r} \right) \Delta v_{ij}(t) = h M^{-1} \left(F_0 + h \frac{\partial F}{\partial r} v_{ij}(t_0) \right),$$

решая которое относительно Δv_{ij} , легко получаем $\Delta r_{ij}(t) = h(v_{ij}(t_0) + \Delta v_{ij}(t))$. Использование неявного метода интегриро-

$$A \Delta v = b, \text{ где } A = M - h \frac{\partial F}{\partial v} - h^2 \frac{\partial F}{\partial r}, \quad b = h \left(F_0 + h \frac{\partial F}{\partial r} v(t_0) \right), \quad M = \begin{bmatrix} m & 0 & 0 \\ 0 & m & 0 \\ 0 & 0 & m \end{bmatrix},$$

вектор невязки $r = A \Delta v - b$.

Решая систему, находим скорости точек в следующий момент времени, а затем и координаты точек.

В качестве примера рассмотрим моделирование ткани на поверхности компьютерного манекена (моделирование стачивания одежды из плоских выкроек).

Этап 1. Дискретизация выкроек. Поскольку стачиваемые выкройки имеют

В этом уравнении производные $\frac{\partial F}{\partial r}$ и $\frac{\partial F}{\partial v}$ вычисляются для состояния $(r_{ij}(t_0), v_{ij}(t_0))$.

Использование этой подстановки приводит к системе линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{pmatrix} \Delta r \\ \Delta v \end{pmatrix} = h \begin{pmatrix} v + \Delta v \\ M^{-1} \left(F_0 + \frac{\partial F}{\partial r} \Delta r + \frac{\partial F}{\partial v} \Delta v \right) \end{pmatrix}$$

$\Delta r_{ij}(t) = h(v_{ij}(t_0) + \Delta v_{ij}(t))$, получим:

щие, получим уравнение:

вания приводит к большим разреженным линейным системам.

В матричном виде система выглядит как:

произвольную форму, в ходе моделирования стало очевидно, что сетка, представляющая ткань (выкройку), в общем случае должна быть неравномерной, так как после разбиения ткани на этапе стачивания швов могут возникнуть трудности (на швах образуются дырки).

Этап 2. Стачивание швов. Для стачивания швов были установлены точки соответствия и введены внешние силы, анало-

гичные по действию силе тяжести и действующие в плоскостях x y z . Далее временно исключалось действие силы тяжести на ткань и соответствующие узлы начинали притягиваться.

Пересечение горизонтальных и вертикальных линий будем называть «узловой точкой». Топологически каждая узловая точка соединяется с четырьмя равностоящими смежными узловыми точками. Алгоритм построен на том предположении, что разрез у нас является симметричным относительно центральной оси. Аппроксимацию разреза будем проводить ломаной линией.

Перенесем начало координат в точку, с которой начинается стачивание. Затем поворачиваем деталь вокруг оси OZ так, чтобы точки шва стали симметричными относительно оси OY . Набросаем линии сгиба для каждой точки шва. На каждой линии сгиба выберем точку, которая является вспомогательной точкой так, чтобы она находилась на расстоянии от точки шва, сравнимом с расстоянием между точками шва.

Этап 3. Окончательное наложение. На последнем этапе было произведено включение внешней силы тяжести.



Рис. 1

На рис. 1 представлены основные этапы моделирования и конечный результат стачивания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Eberhardt A., Weber A., Strasser W. A fast, flexible, particle-system model for clothes draping // IEEE Computer Graphics and Applications. – № 16, 1996. P. 52...59.

2. Baraff D., Witkin A. Large Steps in Cloth Simulation. Computer Graphics (Proc. SIGGRAPH) // Annual Conference Series. – July 19-24, 1998. P.43...51.

3. Фроловский В.Д. Метод энергетических функций построения квазиразверток поверхностей // Сибирский журнал индустриальной математики. – 2000, №1(5), Т. III. С.195...204.

Рекомендована кафедрой автоматизированных систем управления. Поступила 10.01.06.

УДК 677.03

ОЦЕНКА ФОРМОУСТОЙЧИВОСТИ КОСТЮМНЫХ ТКАНЕЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОТОКОМ ПЛАЗМЫ ВЧЕ-РАЗРЯДА

(Казанский государственный технологический университет)

Одной из основных задач, решаемых в процессе проектирования и изготовления швейных изделий, является создание устойчивой объемной формы одежды из плоских текстильных материалов.

В последнее время формоустойчивости изделия уделяется все большее внимание, так как к современной одежде в плане эксплуатации предъявляются все более жесткие требования: минимальный уход и затраты на восстановление ее внешнего вида.

Внешний вид одежды характеризуется стабильностью формы и зависит от многих факторов, определяющим из которых является способность ткани или пакета изделия сопротивляться различным механическим воздействиям – растяжению, сжатию, изгибу – и восстанавливаться после них.

Способность материала восстанавливаться после действия небольших нагрузок, которые чередуются с разгрузкой и отдыхом, при изготовлении и в процессе эксплуатации швейных изделий называется релаксационным процессом. Релаксационный процесс характеризуется полной деформацией, которая проявляется в материале при действии постоянной нагрузки, и состоит из трех компонентов: упругой (быстрообратимой), высокоэластической (медленнообратимой) и пластической (необратимой – остаточной) [1].

Швейные изделия, изготовленные из текстильных материалов, включающих в состав волокна шерсти, обладают небольшой прочностью и значительным удлинением. Действие небольших нагрузок в процессе эксплуатации расшатывает структуру материала и приводит к ее ослаблению; происходящие при этом изменения в размерах и форме материала на отдельных участках одежды значительно ухудшают внешний вид.

Изучение релаксационного процесса представляет большой интерес, поскольку результаты исследований можно будет использовать при конструировании деталей одежды, ее изготовлении и разработке новых материалов с улучшенными свойствами.

В настоящее время одним из направлений уменьшения деформации шерстяных текстильных материалов является их модификация с помощью электрофизических методов.

Работа посвящена исследованию воздействия потока плазмы высокочастотного емкостного ВЧЕ-разряда пониженного давления [2] на релаксационные процессы текстильных материалов, включающих в состав волокна шерсти.

Исследования проводили на шерстяной костюмной ткани, технические характеристики которой представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование характеристик	Наименование материалов
	чистошерстяная костюмная ткань
Волокнистый состав, %	ВШр - 100
Вид переплетения	полотняное
Плотность ткани, число нитей на 10 см ² :	
основа	130
уток	100
Разрывная нагрузка, Н:	
основа	257
уток	147
Относительное разрывное удлинение, %:	
основа	24
уток	36

Модификация текстильного материала выполнялась с использованием высокочас-

тотной плазменной установки при частоте f генератора 13,56 МГц; мощности W_p

разряда 0,5...2,0 кВт; давлении P в вакуумной камере 13...80 Па. В качестве плазмообразующего газа G использовался аргон с расходом газа 0...0,08 г/с, временем t воздействия 60...540 с.

Плазменная обработка текстильного материала осуществлялась между двумя параллельно расположенными электродами – равномерно по всей рабочей поверхности образца с лицевой и изнаночной сторон. В результате обработки тканей, содержащих шерстяные волокна, найдены оптимальные параметры воздействия потока плазмы ВЧЕ-разряда: рабочее давление в вакуумной камере $P = 33$ Па; мощность разряда $W_p = 1,7$ кВт; в качестве плазмообразующего газа использовался аргон с расходом $G = 0,04$ г/с; время воздействия $t = 180$ с; частота генератора $f = 13,56$ МГц.

Для определения одноцикловых характеристик деформации материала применяли релаксметр типа "стойка", работающий по принципу постоянной нагрузки на образцы размером 40×200 мм, вырезанные по основе, утку и под углом 45°. Измерения проводили, подвешивая груз к нижнему (нагружаемому) зажиму. Массу груза устанавливали от 1 до 15 % разрывной нагрузки.

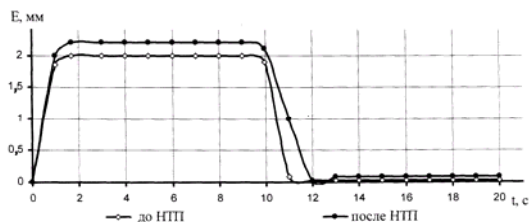


Рис. 1

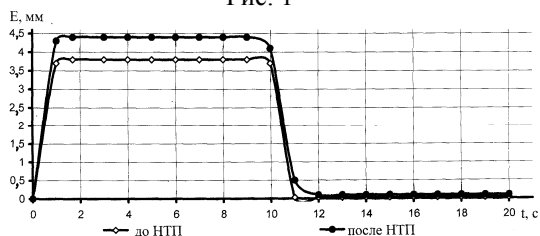


Рис. 3

На рис. 1...3 представлены графики, характеризующие релаксационный процесс для чистшерстяной костюмной тка-

На верхнем зажиме прибора устанавливали тензометрический датчик линейных перемещений, позволяющий преобразовывать механические параметры в электрические, фиксировать релаксацию усилия в цикле нагрузка – разгрузка – отдых, воздействующую на материал. При испытании использовали устройство, разработанное в научно-исследовательской испытательной лаборатории прочности и надежности конструкций летательных аппаратов КГТУ им. Туполева.

Датчик линейных перемещений состоял из струнного реохорда и контактирующего с ним токосъемника в виде пружинного электроконтакта, мостовой измерительной схемы и регистрирующего прибора.

Датчик линейных перемещений выполнен в виде неподвижной станины с измерительной линейкой и двумя бабками с натянутым между ними реохордом из высокоомного материала, с кордовой нитью, протянутой через сквозные отверстия в бабках с возможностью свободного перемещения и одним концом прикрепленной к станине с помощью упругого элемента, а другим концом непосредственно связанной с нижним зажимом [3].

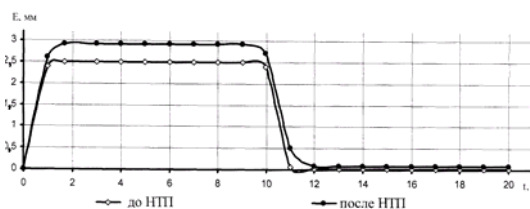


Рис. 2

ни по основе, утку и под углом 45°, состоящий из двух этапов: при воздействии нагрузки продолжительностью 10 с и восстановления материала после снятия груза (рис. 1 – масса нагружения 350 г по основе; рис. 2 – 270 г по утку; рис. 3 – 200 г под углом 45°).

Анализ графиков, представленных на рис. 1...3, показывает, что при нагружении чистшерстяной костюмной ткани контрольного образца и модифицированного низкотемпературной плазмой (НТП) массой 350 г – по основе, 270 г – по утку и

200 г – под углом 45° в течение 10 с увеличивается удлинение модифицированных образцов по основе на 14%, по утку на 15% и под углом 45° на 16%.

После снятия груза контрольный и модифицированный образцы чистошерстяной костюмной ткани восстанавливались по

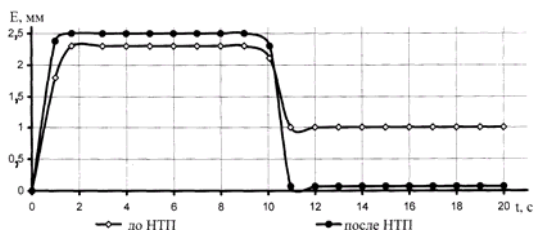


Рис. 4

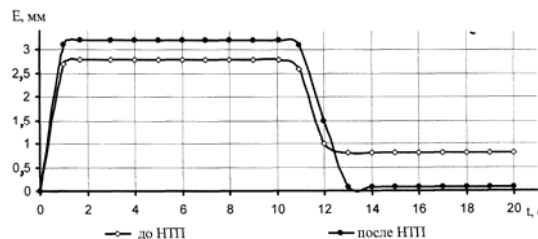


Рис. 5

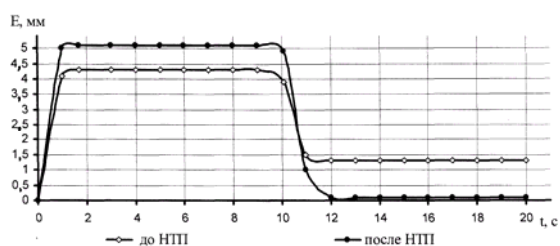


Рис. 6

На рис. 4...6 представлен релаксационный процесс с увеличением массы нагружения на 50 г модифицированного чистошерстяного костюмного материала потоком плазмы ВЧЕ-разряда пониженного давления и контрольного образца по основе, утку и под углом 45° (рис. 4 – масса нагружения 400 г по основе; рис. 5 – 320 г по утку; рис. 6 – 250 г под углом 45°).

При увеличении нагрузки растет полная деформация и изменяются ее части: быстрообратимая, медленнообратимая и остаточная. После снятия груза по основе 400 г, по утку 320 г и 250 г под углом 45° контрольный образец костюмной чистошерстяной ткани не восстановился по длине в течение 10 с, доля медленнообратимой деформации выше быстрообратимой (упругой) части полной деформации.

Модифицированный текстильный материал при нагружении такой же массой, что и контрольный образец, восстановился по длине после снятия нагрузки, то есть доля упругой части полной деформации выше, чем у контрольного образца.

длине, то есть при эксплуатации изделия данная нагрузка не влияет на изменение формы изделия (образцы быстро восстанавливались, то есть доля быстрообратимой (упругой) части полной деформации выше медленнообратимой (высокоэластической)).

Таким образом, полученные экспериментальные данные показывают, что взаимодействие потока плазмы ВЧЕ-разряда пониженного давления с чистошерстяными текстильными материалами приводит к увеличению доли упругой части полной деформации. Из этого следует, что изделие, выполненное из модифицированных тканей, быстро восстанавливает форму и размеры при эксплуатации. Проявление полной деформации и ее составных частей в значительной степени зависит от структуры ткани: вида переплетения, числа нитей на 10 см, волокнистого состава.

Воздействие потока плазмы ВЧЕ-разряда пониженного давления на текстильные материалы, содержащие в составе волокна шерсти, способствует изменению микрорельефа поверхности волокна. Поверхность волокна шерсти изменяется, чешуйки отходят друг от друга, нарушается равномерность и регулярность их расположения, за счет этого повышается трение и сцепляемость волокон, что приводит к упрочнению ткани, увеличению доли упругой части полной деформации и, как следствие, способствует повышению формоустойчивости одежды [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности: Учебник для студ. высш. учеб. завед. / Б.А. Бузов, Н.Д. Алыменкова. – М.: Изд. центр "Академия", 2004.

2. *Абдуллин И.Ш., Желтухин В.С., Кашипов Н.Ф.* Высокочастотная плазменно-струйная обработка материалов при пониженных давлениях. Теория и практика применения. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 2000.

3. Свидетельство на полезную модель № 13575. Датчик линейных перемещений / Ю.А. Денисов,

В.П. Наумов, А.В. Наумов. – КГТУ им. А.Н. Туполева. – М. Оpubл. 1999.

Рекомендована кафедрой дизайна. Поступила 15.05.06.

УДК 677.05

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ТРИБОЭЛЕКТРИЗАЦИИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАШИН

С.А. ЕГОРОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Все способы борьбы с зарядами статического электричества, возникающими в технологическом процессе на волокнах, нитях и тканях, можно разделить на две больших группы: активные способы, направленные на устранение или нейтрализацию уже возбужденных зарядов на волокнах, нитях, тканях, и профилактические способы, способствующие созданию таких условий прохождения технологического процесса, при которых заряды статического электричества либо совершенно не проявляют себя, либо их проявление не создает существенных помех в технологическом процессе [1...3].

Известна и другая классификация способов снижения статического электричества [1], [2]:

- заземление металлических частей производственного оборудования;
- увеличение поверхностной и объемной проводимости диэлектриков;
- предотвращение накопления значительных статических зарядов путем установки в зоне электрозащиты нейтрализаторов.

Рассмотренные методы снижения электризации можно считать эмпирическими. Такой подход к проблеме снижения трибоэлектризации в процессе технологической переработки волокнистого текстильного продукта не позволяет целенаправленно в процессе проектирования и конструирования оборудования подавлять вредное влияние в будущем.

Предлагаемая развернутая классификация методов снижения трибоэлектризации

полимеров в текстильной промышленности поможет более продуктивно решать эту проблему.

1. Повышение электропроводности:

- а) повышение электропроводности окружающего воздуха;
- б) повышение электропроводности текстильного продукта;
- в) повышение электропроводности рабочих органов машины.

2. Изоляция текстильного продукта от рабочих органов:

- а) за счет введения в промежуток трибоактивных веществ;
- б) за счет введения в промежуток энергетических полей и создания электрических и магнитных линз;
- в) за счет применения изоляторов.

3. Введение в зону контакта аннигиляторов электретоного состояния:

- а) создание неэлектризующихся волокон и создание сложных смесей волокон, реализующих эффект аннигиляции электретов;
- б) введение в рабочие органы текстильных машин, контактирующих с текстильным продуктом аннигиляторов электретов;
- в) введение в рабочие органы машины веществ антистатиков;
- г) изготовление рабочих органов машины из веществ аннигиляров электретов;
- д) покрытие рабочих органов машины материалом-аннигиляром электретов;
- е) применение электросъемников.

4. Применение энергетических потоков в зоне трибоконтакта:

- а) принудительная электризация текстильного продукта;
- б) ионизация трибоконтакта;
- в) ультразвуковые колебания, увеличивающие частоту соприкосновения в зоне трибоконтакта;
- г) введение в зону контакта электрического тока.

Повышение электропроводности окружающего воздуха является самым дешевым, доступным способом и самым эффективным при переработке натуральных волокнистых полимеров [4...9]. Поверхность натуральных полимеров сильно развита, испещрена микрофибриллами, внутри волокон имеются полости, заполненные восковыми веществами.

Водяной пар, содержащийся в атмосферном воздухе, адсорбируется на поверхности волокон, снимая электростатический заряд. Поддержание влажности воздуха на определенном уровне в технологических помещениях позволяет резко снизить электризацию текстильного волокнистого продукта [1...4].

Поверхность искусственных волокон из природных полимеров, особенно вискозного волокна, шероховатая, неровная; синтетических волокон, в частности, получаемых из расплавов, относительно гладкая. Синтетические и искусственные волокна слабо реагируют на влажность окружающего воздуха.

Повышение электропроводности текстильного продукта применяют практически всегда, так как при выполнении технологического процесса оказывается недостаточным содержание атмосферной влаги. Добавляют в обрабатываемый волокнистый материал воду, водомасляные эмульсии и пр. Вода или эмульсия заполняет полости и повышает электропроводность поверхности, с одной стороны, а с другой – является смазочным веществом.

Вода состоит из диполей, которые легко ориентируются и образуют на поверхности двойной электрический слой. Для усиления эффекта вводят поверхностно-активные вещества (ПАВ) и другие вещества, активно влияющие на образование двойного электрического слоя.

В некоторых случаях при выполнении технологического процесса вообще невозможно применять жидкости. В этом случае применяют вещества, повышающие электропроводность полимерного продукта на несколько порядков. Например, в прядомое волокно вводят небольшое количество электропроводных материалов, таких как углерод, в виде сажи или напылением, а при изготовлении лавсановой ленты для магнитной записи наносят на поверхность углеродный слой, повышающий электропроводность. Это уменьшает электризацию, и образующийся на поверхности заряд стекает на рабочие органы.

Повышение электропроводности рабочих органов используют там, где имеется контакт с сухим текстильным продуктом (снование, ткачество). Поверхность рабочих органов может быть покрыта оксидами или применен неэлектропроводный материал. И в том и в другом случае необходимо менять материал нитепроводника.

Если наблюдается сильная электризация рабочих органов, необходимо повышать их электропроводность либо заменой на металлический материал, либо введением в изделие электропроводных материалов, таких как медь, олово, графит и пр. Для усиления эффекта используют пористые материалы.

Изоляция текстильного продукта от рабочих органов носит повсеместный характер. В основном применяют два способа: нанесение на поверхность обрабатываемого текстильного продукта трибоактивных веществ: масел, ПАВ, эмульсий (в текстильном производстве они носят специальное название (авиважи, замасливатели, аппреты, шлихта и т.д.); нанесение на поверхность рабочих органов неэлектропроводных покрытий – оксидов (в том случае, если наблюдается сильный износ рабочих органов). Трибоактивные вещества препятствуют непосредственному контакту, образуя адсорбционные и хемосорбционные слои.

Изолировать объект электростатически оказывается в производственных условиях гораздо труднее, чем провести заземление. Движущиеся заряженные тела вследствие

индукции наводят электрические поля на все окружающие предметы. Именно поэтому данный способ применяется ограниченно.

Особый случай в изоляции текстильного продукта от рабочих органов представляет применение электрических и магнитных полей, позволяющих удерживать наэлектризованный продукт от контакта с рабочими органами. Но в текстильной промышленности нашло большее применение использование этих полей для выполнения технологических операций: ворсование, электропрядение и т.д. Само же наличие поля вблизи диэлектрика приведет к наведению заряда.

Введение в зону контакта аннигиляторов электретоного состояния.

Создание сложных смесей волокон, реализующих эффект аннигиляции электретов, в которых один вид волокна электризуется положительно, а другой – отрицательно. Контактируя друг с другом, волокна взаимно нейтрализуются. Например, полиэфирное волокно смешивается с полиамидным, шерсть – с терилоном, лавсан – с вискозой и т.д.

В процессе трения заряды накапливаются на поверхности волокон и не могут стекать, а только притягиваются друг к другу, увеличивая плотность крутки.

Имеется определенный опыт по введению в рабочие органы текстильных машин, контактирующих с текстильным продуктом, аннигиляторов электретов: например сновальные валики заполняются смазочным поверхностно-активным веществом. Могут изготавливаться рабочие органы машин из веществ аннигиляторов электретов или покрываться материалом-аннигиляром электретов.

Для более эффективного снятия статического электричества применяют токоотъемники, которые представляют собой металлические щетки, иглы и т.п., присоединяемые к заземлению. Они применяются в трепании, чесании, отделке.

Применение энергетических потоков подразумевает принудительную электризацию текстильного волокнистого продукта.

А.Е. Солодихиным и Е.В. Горбуновой применен способ снижения электризации путем введения свободных ионов [4]. Был замечен значительный эффект от применения ионизатора в совокупности с токоотъемником при отделке ткани. Ионизаторы могут быть как электрического разряда, так и радиоактивного излучения. Для ионизации используются плутониевые и тритиевые ионизаторы. В настоящее время ограничено их применение из-за опасности для здоровья окружающих.

В некоторых случаях может быть полезен способ подведения ультразвуковых колебаний к трибоконтакту. Это способствует тому, что не успевает накапливаться электрический заряд, достаточный для пробоя межэлектродного промежутка. Образующиеся при трении заряды нейтрализуются при виброкасаниях на металлической поверхности рабочих органов. Кроме этого, дополнительная энергия механических колебаний снижает силу трения, удаляя возникающий трибоконтакт.

Таким образом, используя представленную классификацию, предлагается при конструировании новых узлов и деталей учитывать взаимодействие текстильного волокнистого продукта с рабочими органами и изменять свойства трибоконтакта на этапе проектирования оборудования и технологического процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Полоник П.А.* Борьба со статическим электричеством в текстильной и легкой промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1966.
2. Статическое электричество при переработке химических волокон/ Пер. с нем./ Под ред. И.П. Генца. – М.: Легкая индустрия, 1966.
3. *Худых М.И.* Эксплуатационная надежность и долговечность оборудования текстильных предприятий. – М.: Легкая индустрия, 1980.
4. *Горбунова Е.В.* Влияние электрического состояния воздушной среды на процесс прядения и санитарно-гигиенические условия труда: Дис...канд. техн. наук. – Иваново, 1975.
5. *Изгородин А.К.* Электризация волокнистых материалов / А.К. Изгородин, А.П. Семикин. – Иваново: ИГТА, 2002.
6. *Букалов Г.К.* Развитие теории взаимодействия текстильного продукта с нитепроводящими рабочими органами и методов повышения их изно-

состойкости: Дис....докт. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 2001.

7. *Гефтер П.Л.* Устранение статического электричества с химических нитей и тканей в производственных условиях/ П.Л. Гефтер, И.В. Лошкина и др. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1970.

8. *Сажин Б.И.* Электрические свойства полимеров. – Л.: Химия, 1986.

9. *Соколов В.П.* Исследование влияния электризации текстильных нитей на износ материалов ни-

тепроводящих деталей // Межвуз. сб. научн. тр.: Конструкторские, технологические и эксплуатационные методы и экономические аспекты повышения качества и надежности текстильного оборудования. – Иваново: ИХТИ, 1982. С.42...45.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроительного производства. Поступила 14.05.06.

УДК 677.055.82:620.178.35

ВЛИЯНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ СИЛ СМАЗКИ НА ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ТРИКОТАЖНЫХ ИГЛАХ

А.С. ГРУНЬ

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

Трикотажная игла при каждой смене направления движения испытывает удар по пятке со стороны клина игольного замка вязальной системы, вследствие чего контакт между ними в процессе движения может временно пропадать. Знакопеременные ударные нагрузки служат причиной накопления дефектов в материале иглы и вызывают усталостное разрушение. Чаще всего трещины возникают в месте стыка пятки со стержнем иглы.

Из практики использования трикотажных автоматов известно, что появление подобных дефектов тесно связано с наличием и качеством смазки на поверхности контакта иглы с игольным цилиндром. В [1] изучался процесс удара пятки о заключающий клин с учетом сил внешнего сухого трения между иглой и игольницей. Преодоление сухого трения вызывает значительный износ соприкасающихся поверхностей. В связи с этим между иглой и игольным цилиндром вводится слой смазки.

Данная работа посвящена исследованию влияния гидродинамических сил смазки на переходные процессы в трикотажной игле и на характер ее движения в пазу цилиндра.

Сила сопротивления движению при жидкостном трении F характеризуется следующей зависимостью [2]:

$$F = \mu S \frac{\partial u}{\partial y}.$$

Здесь μ – коэффициент динамической вязкости; S – площадь контактной поверхности; u – скорость частиц жидкости; y – ось, перпендикулярная направлению сдвига.

$$\frac{F}{S} = \tau = \mu \frac{\partial u}{\partial y},$$
$$\tau_0 = -\mu \left(\frac{du}{dy} \right)_0,$$

где τ_0 – сила сопротивления, отнесенная к единице площади, при $y = 0$.

Из уравнения движения вязкой жидкости при $y = 0$ получаем:

$$\left(\frac{du}{dy} \right)_0 = -\frac{h}{2\mu} \frac{dp}{dx} + \frac{V}{h}.$$

Здесь p – давление внутри смазочного слоя; V – скорость движения; h – расстояние между поверхностями.

$$\tau_0 = \frac{h}{2} \frac{dp}{dx} - \frac{\mu V}{h},$$

$$\frac{dp}{dx} = -6\mu V \left(\frac{1}{h^2} - \frac{h_m}{h^3} \right).$$

В случае клиновидного слоя смазки h_m – толщина сечения, где давление максимально:

$$\tau_0 = -\mu V \left(\frac{4}{h} - 3 \frac{h_m}{h^2} \right).$$

При параллельных плоскостях скольжения $h = h_m = \text{const}$ и $dp/dx = 0$. Таким образом:

$$\tau_0 = -\frac{\mu V}{h_m}.$$

В расчетах трикотажная игла моделировалась совокупностью стержневых элементов (рис. 1). Динамика каждого стержневого элемента описывалась на основе уравнений динамики с учетом сдвига и инерции поворота сечений.

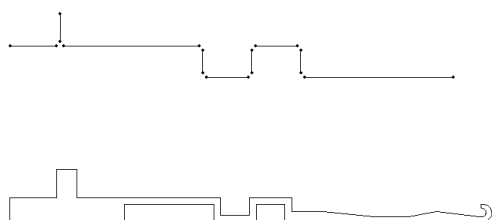


Рис. 1

В качестве граничных условий на свободных торцах стержней задавалось равенство нулю продольной и поперечной сил, а также изгибающего момента. Принималось, что при соударении с иглой кулирный клин соприкасается с ее пяткой по всей длине. Система координат соответствует положению клина при первом соударении с иглой. В качестве смазки рассматривалось легкое масло с коэффициентом динамической вязкости 0,005 Па·с.

Задача решалась с помощью программной системы численного моделирования динамических процессов в стержневых конструкциях, разработанной на базе методики [3]. Проверка сходимости показала, что при шаге по времени, равном 10^{-7} с, достигается достаточная точность результатов.

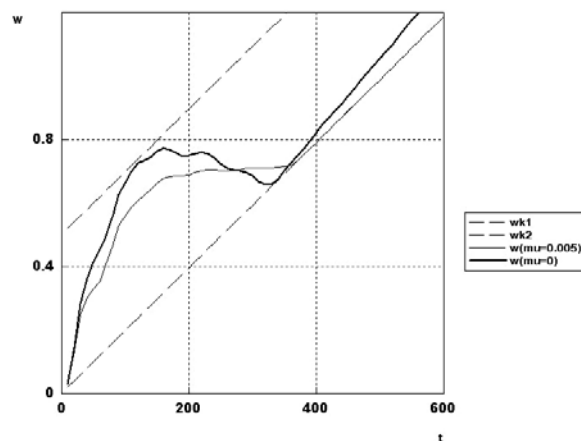


Рис. 2

На рис. 2 виден отход пятки иглы от поверхности клина при наличии (тонкая сплошная линия) и отсутствии (толстая сплошная линия) смазки.

По оси ординат отложено смещение w пятки иглы и клиньев замкового механизма, отнесенное к ℓ , где ℓ – длина иглы вдоль осевой линии. По оси абсцисс – время переходного процесса t , отнесенное ко времени пробега волны растяжения-сжатия вдоль стержня иглы. Наклонные параллельные линии показывают смещение зазора между верхним и нижним клином при вращении игольницы цилиндра.

Без смазки после соударения с кулирным клином пятка отскакивает и движется вплоть до соприкосновения с нижней поверхностью заключающего клина. Затем происходит еще одно соударение с кулирным клином, после чего пятка опять начинает движение поперек зазора. При наличии смазки удара о заключающий клин не происходит, и после того как кулирный клин догонит пятку иглы, в дальнейшем она остается лежать на его поверхности.

ВЫВОДЫ

Силы жидкостного сопротивления смазки, значительно снижая скорость движения иглы после соударения с кулирным клином, позволяют практически полностью исключить повторные удары пятки по клинью. Это служит причиной уменьшения числа циклов нагружения иглы и повышения ее стойкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мальшев А.П., Томилин А.И.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, № 4. С. 48...51.
2. *Колчин Н.И.* Механика машин. – Т. 2. – Л.: Машиностроение, 1972.
3. *Мальшев А.П.* // Механика твердого тела. – 2002, № 5. С. 131...136.

Рекомендована кафедрой теории механизмов, приборов и машин. Поступила 28.02.06.

УДК 62-83:621

**АСИНХРОННЫЙ m-ФАЗНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД
С ВЕКТОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ
ДЛЯ МАШИН ОТДЕЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

А.Н. ГОЛУБЕВ, С.С. АНАНЬЕВ

(Ивановский государственный энергетический университет)

Как показано в [1], перспективным направлением в разработке электропривода (ЭП) для текстильной промышленности, позволяющим оптимизировать целый спектр характеристик электромеханической системы, является его построение на базе асинхронного двигателя (АД) с увеличенным числом фаз статорной обмотки.

В [2] обоснован модульно-фазовый принцип управления m-фазным АД, инвариантный к числу фаз исполнительного двигателя и учитывающий его специфику как объекта управления, а также предложен вариант его структурной реализации с выбором в качестве непосредственно управляемых переменных потокосцепления ротора и электромагнитного момента, связанных с основной пространственной гармонической [3].

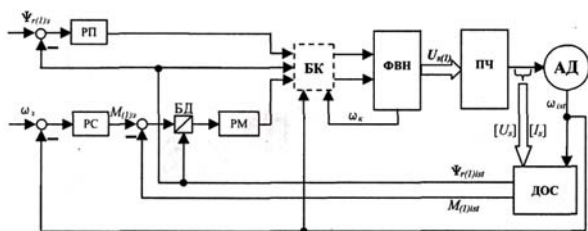


Рис. 1

Функциональная схема векторной САУ многофазным ЭП приведена на рис. 1. Здесь РС, РП, и РМ – регуляторы соответственно скорости, потокосцепления ротора и момента; ФВН – формирователь вектора напряжения $\bar{U}_{s(1)}$, приведенного к первой пространственной гармонической; ПЧ – преобразователь частоты; ДОС – датчик обратных связей.

Пунктиром на рис. 1 отмечен блок компенсации (БК), реализующий техническую линейризацию m-фазного АД как объекта управления по основному ($v=1$) энергетическому каналу [3] на основании параметрически вычисляемых составляющих компенсирующего вектора $\bar{U}_{s(1)}$ во вращающейся синхронно со спектральным вектором потокосцепления ротора $\bar{\Psi}_{r(1)}$ системе координат u–v:

$$U'_{s(1)u} = -L_{\varepsilon(1)}\omega_k I_{s(1)v}, \quad (1)$$

$$U'_{s(1)v} = L_{\varepsilon(1)}\omega_k I_{s(1)u} + K_{r(1)}Z_p\omega\Psi_{r(1)}. \quad (2)$$

Наличие в структуре САУ блока компенсации усложняет ее практическую реализацию и делает ее чувствительной к девиации параметров АД, приводя, в конечном итоге, к ухудшению регулировочных характеристик ЭП. С другой стороны, устранение из структуры САУ блока компенсации без принятия других специальных мер не позволяет осуществить автономное регулирование переменных состояния АД.

Это проявляется, в первую очередь, в невозможности стабилизации на заданном уровне потокосцепления ротора, величина которого может изменяться, как показывают исследования, в пределах 50 % и более. Последнее, помимо возрастания токовой нагрузки и насыщения магнитопровода, серьезно ухудшает динамические свойства АД как объекта управления.

Таким образом, отказ от применения блока компенсации, упрощающий реалии-

зацию САУ, должен быть скомпенсирован альтернативными мерами.

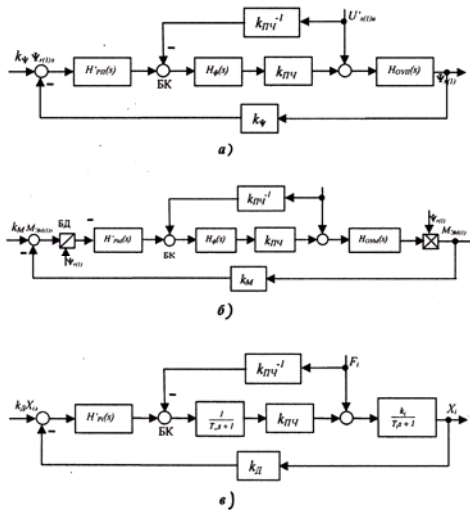


Рис. 2

На рис. 2 представлены замкнутые контуры регулирования потокосцепления ротора $\Psi_{r(1)}$ (рис. 2-а) и электромагнитного момента $M_{\Sigma M(1)}$ (рис. 2-б), в прямые тракты

$$H_{OУП}(s) = L_{m(1)} \left[R_{\Sigma(1)} (T_{\Sigma(1)} T_{r(1)} s^2 + (T_{\Sigma(1)} + T_{r(1)}) s + 1) \right]^{-1}, \quad (4)$$

$$H_{OУМ}(s) = m Z_p K_{r(1)} \left[2R_{\Sigma(1)} (T_{\Sigma(1)} s + 1) \right]^{-1}. \quad (5)$$

При пренебрежении вторым порядком в выражении (4) с учетом линеаризации, осуществляемой БД, канала регулирования момента контуры управления на рис. 2-а и 2-б сводятся к обобщенному виду, представленному на рис. 2-в.

В схеме на рис. 2-в регулируемые величины $\Psi_{r(1)}$ и $M_{\Sigma M(1)}$ отображены обобщенной переменной X_i , а составляющие вектора $\bar{U}_{s(1)}$ – обобщенной переменной F_i . При этом передаточная функция обобщенного регулятора, настраиваемого на модульный оптимум, имеет вид:

$$H'_{Pi}(s) = (T_i s + 1) (k_{ПЧ} k_{Д} k_i \cdot 2T_{\mu} s)^{-1}. \quad (6)$$

Дальнейшие преобразования структуры на рис. 2-в, определяемые соотношениями:

$$H''_{Pi}(s) = k_{ПЧ} H'_{Pi}(s), \quad (7)$$

$$P_i(s) = F_i(s) + Z_i(s), \quad (8)$$

$$P_i(s) = (T_i s + 1) k_i^{-1} X_i(s), \quad (9)$$

$$Q_i(s) = Y_i(s) - P_i(s), \quad (10)$$

$$H'''_{Pi}(s) = H''_{Pi}(s) k_i k_{Д} (T_i s + 1)^{-1} = (2T_{\mu} s)^{-1}, \quad (11)$$

которых, как и при синтезе токовых контуров, предложенном в [4], введены фильтры с передаточной функцией:

$$H_{\Phi}(s) = (T_{\mu} s + 1)^{-1}, \quad (3)$$

где T_{μ} – некомпенсируемая постоянная времени.

Здесь $H'_{PI}(s)$ и $H'_{PM}(s)$ – передаточные функции регуляторов соответственно потокосцепления ротора и электромагнитного момента; $k_{ПЧ}$ – коэффициент усиления ПЧ; БД – блок деления, компенсирующий нелинейную межканальную связь; $H_{OУП}(s)$ и $H_{OУМ}(s)$ – передаточные функции объектов управления в каналах, для которых в соответствии с уравнениями m-фазного АД для $v=1$ [3] имеют место соотношения:

последовательно иллюстрируются схемами на рис. 3.

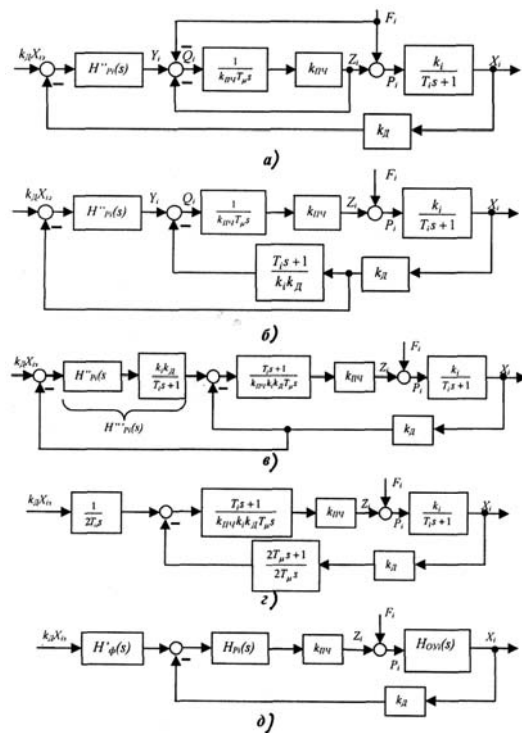


Рис. 3

Предпоследняя структура на рис. 3-г окончательно приводится к виду на рис. 3-д, где на входе канала стоит фильтр с передаточной функцией

$$H'_\phi(s) = (2T_\mu s + 1)^{-1}, \quad (12)$$

при этом передаточная функция обобщенного регулятора имеет вид

$$H_{Pi}(s) = (T_i s + 1)(2T_\mu s + 1) \left(k_D k_i k_{ПЧ} \cdot 2T_\mu^2 s^2 \right)^{-1}. \quad (13)$$

В соответствии с (13) передаточные функции регулятора потокосцепления ротора $H_{PI}(s)$ и электромагнитного момента $H_{PM}(s)$ определяются следующими соотношениями:

$$H_{PI}(s) = \left((T_{\Theta(1)} + T_{r(1)})s + 1 \right) (2T_\mu s + 1) \times \left(m k_\psi L_{m(1)} R_{\Theta(1)}^{-1} k_{ПЧ} T_\mu^2 s^2 \right)^{-1}, \quad (14)$$

$$H_{PM}(s) = \left(T_{\Theta(1)} s + 1 \right) (2T_\mu s + 1) \times \left(m k_M Z_p L_{m(1)} K_{r(1)} R_{\Theta(1)}^{-1} k_{ПЧ} T_\mu^2 s^2 \right)^{-1}. \quad (15)$$

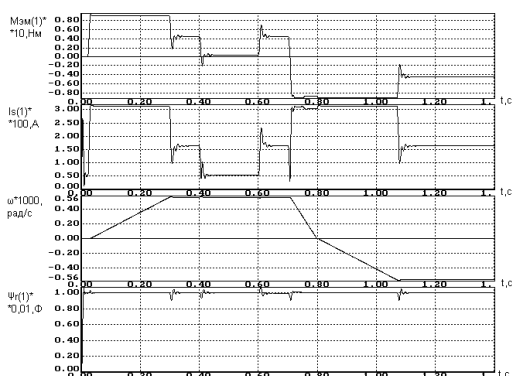


Рис. 4

На рис. 4 приведены полученные на основе численного эксперимента кривые переходных процессов при пуске АД (номинальные мощность $P_H=2,5$ кВт; напряжение $U_H=10$ В; скорость $\omega_H=554$ с⁻¹ и частота $f_H=200$ Гц) на скорость ω_H с последующим сбросом-набросом момента нагрузки на валу $M_C=M_H$ и реверсом на $-\omega_H$.

Как показывает анализ представленных кривых, синтезированные регуляторы потокосцепления и момента обеспечивают достаточно хорошее развязывание каналов в САУ на рис. 1 при отсутствии в ее струк-

туре БК. В частности, динамическое отклонение потокосцепления ротора не превышает 6...7 %, имея при этом вид относительно коротких по длительности импульсов.

ВЫВОДЫ

1. Предложена векторная САУ m-фазным ЭП с улучшенными энергетическими и регулировочными характеристиками для машин отделочного производства.

2. Определена структура регуляторов САУ, обеспечивающая упрощение ее практической реализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голубев А.Н., Игнатенко С.В., Лопатин П.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, № 3.
2. Голубев А.Н., Королев А.Н., Куликов К.В. Построение систем векторного управления многофазным асинхронным двигателем // Микропроцессоры и устройства автоматики в системах управления технологическими процессами. – Иваново, ИВГУ, 1986. С. 78...85.
3. Голубев А.Н., Зыков В.В. Математическая модель асинхронного двигателя с многофазными обмотками статора и ротора // Электротехника. – 2003, № 7. С. 35...40.
4. Шрейнер Р.Т., Дмитриенко Ю.А. Оптимальное частотное управление асинхронными электроприводами. – Кишинев: Штиинца, 1982.

Рекомендована кафедрой теоретических основ электротехники и электротехнологий. Поступила 14.12.05.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО ТИПА ЛП ЛЕНТЫ НА ЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЕ

Е.И. ВЛАСОВ, А.В. ВОЛКОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Фирма Trutzschler выпустила высокопроизводительную машину DK-760 с комбинированной системой стабилизации линейной плотности (ЛП) ленты. В ней стабилизируется питание и параметры машины до вытяжного прибора.

Нами предлагается система автоматического управления (САУ) ЛП ленты комбинированного типа с контуром выравнивания ЛП ленты перед лентоукладчиком. Функциональная схема разработанной системы представлена на рис. 1.

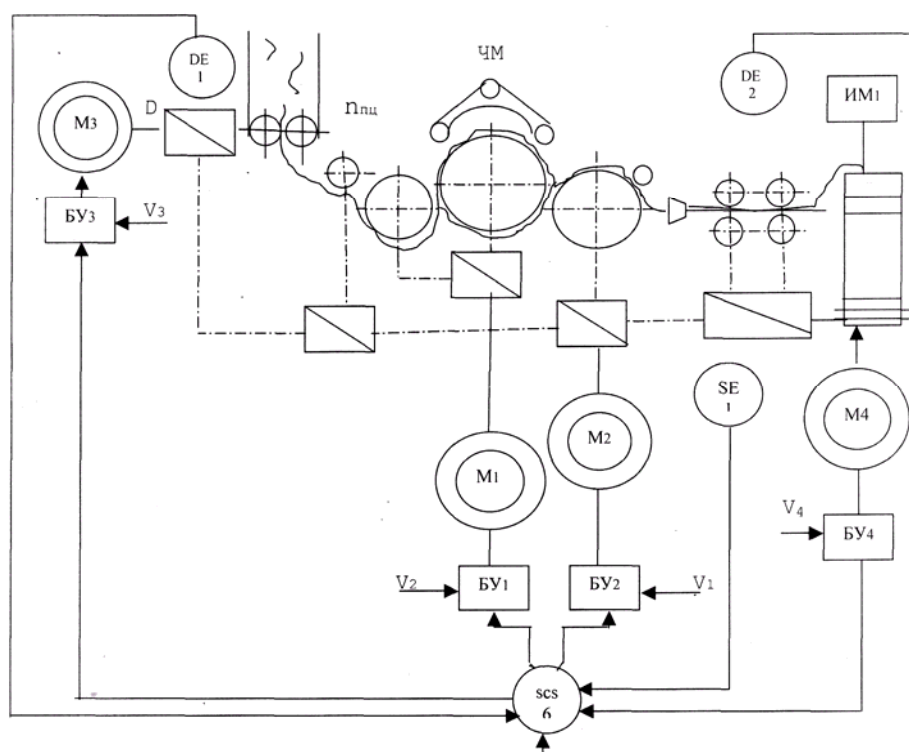


Рис. 1

Система состоит из контура стабилизации ЛП настила волокна на входе чесальной машины (ЧМ), контура управления скоростью технологического процесса [1] и контура регулирования ЛП ленты на выходе.

Функциональная схема включает в себя, кроме объекта регулирования ЧМ, привод главного-приемного барабанов БУ1-М1, измеритель DE1 плотности волокнистой массы в зоне выпускных цилиндров бункера, привод узла питания – выпуск БУ2-М2 с контуром стабилизации

скорости, построенном на базе тахогенератора или тахометрического моста SE, привод коррекции подачи волокна БУ3-М3 с дифференциалом D, привод исполнительного механизма БУ4-М4 на выходе чесальной машины с измерительным преобразователем DE2 ЛП ленты, а также блок управления SCS, содержащий устройство сопряжения с микропроцессорным контроллером.

Особенностью предлагаемой системы управления является применение регулятора ЛП ленты, построенного на базе бы-

стродействующего исполнительного механизма, который выполняет роль минимизатора коэффициента вариации ленты и который выравнивает ленту в области коротковолновой неровноты на выходе чесальной машины. На базе функциональной схемы составим структурную схему (рис. 2) предложенной САУ ЛП ленты.

Передаточная функция питающего бункера принята в виде инерционного звена [2]:

$$W_1(s) = \frac{1}{T_1s + 1},$$

где T_1 – постоянная времени питающего бункера.

Измеритель ЛП настила волокна контура стабилизации питания представлен как усилительное звено [1]:

$$W_2(s) = K_{и}.$$

Исполнительный механизм контура стабилизации ЛП настила волокна представлен инерционным звеном [1]:

$$W_3(s) = \frac{1}{T_3s + 1},$$

где T_3 – постоянная времени исполнительного механизма.

Далее синтезирован регулятор с передаточной функцией $W_4(s)$. Для сопряжения МП с непрерывной частью системы применяем АЦП и ЦАП, осуществляющие преобразование аналогового сигнала в дискретный и наоборот – из цифрового в аналоговый. В нашем случае в соответствии с [1] мы используем ПД-закон регулирования.

Передаточная функция приемного барабана имеет вид [2]:

$$W_5(s) = (1 - K_{пр}) \frac{V_x}{V_{пр}} e^{-s\tau_5} = K_5 e^{-s\tau_5},$$

где τ_5 – транспортное запаздывание; $K_{пр}$ – коэффициент выделения угаров и примесей под приемным барабаном; $K_5 = 1 - K_{пр}$.

Передаточная функция прямого транспортного потока волокна на главном барабане [2]:

$$W_{пс}(s) = \frac{1 - K_{ш}}{1 + T_{ш}s} e^{-s\tau},$$

где $K_{ш}$ – коэффициент выхода угаров в шляпочном полотне; $T_{ш}$ – постоянная времени обработки волокон.

Передаточная функция обратной связи на главном барабане имеет вид [2]:

$$W_{oc}(s) = (1 - K_c)(1 - K_{гл})e^{-s\tau_{oc}},$$

где $K_{гл}$ – коэффициент выхода угаров под главным барабаном; K_c – коэффициент съема волокна с главного барабана; τ_{oc} – коэффициент транспортного запаздывания.

Передаточная функция съемного барабана [2]:

$$W_6(s) = K_c e^{-s\tau_6} = K_6 e^{-s\tau_6},$$

где τ_6 – транспортное запаздывание в зоне съемный барабан – выпуск.

Исполнительный механизм контура стабилизации ЛП ленты представлен инерционным звеном:

$$W_7(s) = \frac{1}{T_7s + 1},$$

где T_7 – постоянная времени исполнительного механизма.

Сопряжение скоростей двигателей M_1 и M_3 осуществляется по алгоритму микропроцессорного контроллера. Циклограмма работы этих двигателей приведена в [1].

Передаточная функция вытяжного прибора имеет вид [2]:

$$W_8(s) = \frac{1}{E} \frac{1 + sT_5}{1 + sT_4},$$

где T_4, T_5 – постоянные времени вытяжного прибора; E – вытяжка волокнистого продукта.

Предлагаемая система имеет также измеритель линейной плотности ленты в зоне регулирования, что позволяет не только контролировать работу чесальной машины, но и легко вести настройку системы стабилизации линейной плотности ленты. Выпускные цилиндры, вращаясь с постоянной скоростью, вместе с регулирующим органом стабилизируют линейную плотность волокнистого продукта в зоне, близкой к чувствительному элементу [3].

Передаточная функция датчика контура стабилизации ЛП ленты на выходе чесальной машины:

$$W_9(s) = K_9.$$

Передаточная функция исполнительного механизма (ИМ) на выходе чесальной машины [4]:

$$W_{10}(s) = K/T_s.$$

Передаточная функция усилителя:

$$W_{yc}(s) = K_{yc}.$$

Передаточная функция двигателя регулирования ЛП ленты на выходе машины:

$$W_{дв}(s) = \frac{K_{дв}}{T_{дв}s + 1}.$$

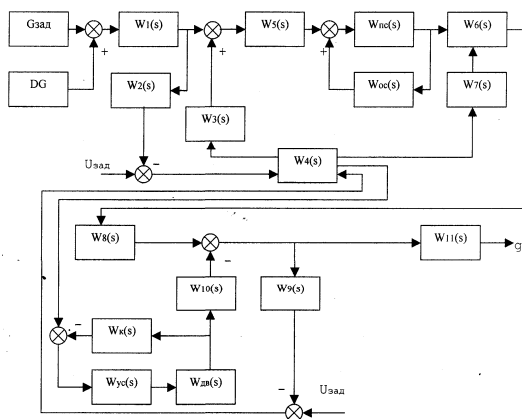


Рис. 2

На основе структурной схемы (рис. 2) составим имитационную модель САУ ЛП ленты с исполнительным механизмом на выходе чесальной машины ЧМ-50. Имитационная модель чесальной машины с предлагаемым регулятором комбинированного типа представлена на рис. 3.

где $K_{дв}$, $T_{дв}$ – коэффициент передачи и постоянная времени двигателя на выходе чесальной машины.

Усилитель мощности и двигатель охвачены отрицательной обратной связью, стабилизирующей работу контура регулирования, передаточная функция которой следующая:

$$W_k(s) = K_k.$$

Передаточную функцию лентоукладчика представим в виде:

$$W_{11}(s) = K_{11}.$$

Для оценки выравнивающих способностей машины при имитационном моделировании целесообразно использовать градиент внешней неровности. При разработке САУ ЛП ленты для чесального оборудования эффективность выравнивания волокнистого продукта устанавливают путем сравнения кривых градиентов неровности различных систем.

Решение подобных задач с применением проблемно-ориентировочного языка требует разработки программы определения градиента неровности волокнистого продукта в стационарном режиме.

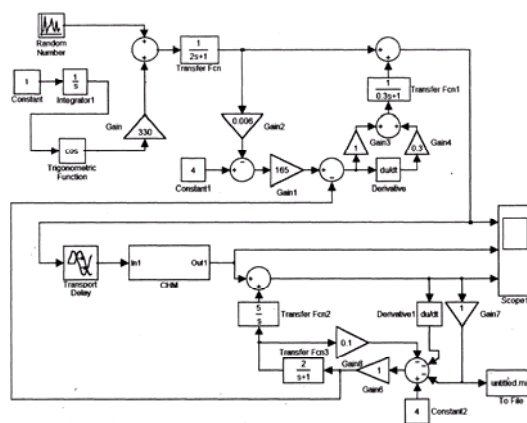


Рис. 3

В качестве возмущения в системе при-

мом случайное воздействие с нормальным законом распределения, математическим ожиданием, равным $G_{\text{зад}} = 660$ и 25% коэффициентом вариации, на который накладывается $DG = 50\%$ косинусоидальное гармоническое отклонение.

Обработка матрицы результатов моделирования в соответствии с алгоритмом [4] позволяет проанализировать показатели качества технологического процесса, в частности, градиента неровноты продукта чесания.

Результаты анализа САУ ЛП ленты с исполнительным механизмом на выходе и без него для чесальной машины ЧМ-50 приведены на рис. 4.

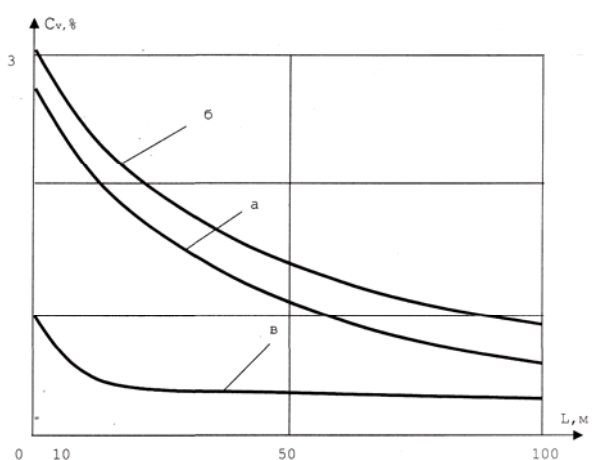


Рис. 4

Для оценки предлагаемых комбинированных САУ ЛП ленты проведем анализ кривых градиентов внешней неровноты волокнистого продукта в следующих системах автоматического регулирования ЛП ленты:

- а) на чесальной машине ДК-760 фирмы Trutzschler;
- б) на чесальной машине ЧМ-50 без ИМ на выходе;
- в) на чесальной машине ЧМ-50 с ИМ на входе.

При анализе системы на чесальной машине ДК-760 фирмы Trutzschler по градиенту внешней неровноты была получена кривая зависимости коэффициента вариации C_v (%) от длины отрезка L (м) волокнистого продукта, максимальное значение этой кривой составляет 2,75 %, а мини-

мальное значение градиента составляет 0,6% (рис. 4-а), что считается допустимым и говорит о требуемом качестве чесальной ленты [5].

При анализе системы на чесальной машине ЧМ-50 без ИМ на выходе по градиенту внешней неровноты была получена кривая зависимости коэффициента вариации C_v (%) от длины отрезка L (м) волокнистого продукта, максимальное значение этой кривой составляет 3,0%, а минимальное значение градиента внешней неровноты составляет 0,9% (рис. 4-б).

Мы считаем, что полученные результаты не соответствуют требованиям к качеству чесальной ленты. Подобный уровень неровноты ленты был экспериментально получен для чесальной машины типа ЧМ с регулятором на входе [1].

При прогнозировании структуры САУ ЛП ленты и машинном анализе системы управления для чесальной машины ЧМ-50 с ИМ на выходе по градиенту внешней неровноты была получена кривая зависимости коэффициента вариации C_v (%) от длины отрезка L (м) волокнистого продукта (рис. 4-в).

Максимальное значение градиента неровноты составляет примерно 1%, а минимальное – 0,3%. Это свидетельствует о возможности получения чесальной ленты лучшего качества по сравнению с лентой, которая вырабатывается на чесальной машине ДК-760 даже при установке систем регулирования Correctorcard (CCD) и Correctorfeed (CFD).

При сравнительном анализе полученных результатов можно убедиться, как влияет наличие быстродействующего ИМ на выходе чесальной машины ЧМ-50 на качество чесальной ленты.

Если значения коэффициентов $C_v(L)$ вариации для одних и тех же отрезков L различаются более чем в два раза, можно считать, что регулятор в соответствующем режиме на данной длине волн эффективно выравнивает волокнистый продукт и его эксплуатация на чесальной машине целесообразна.

ВЫВОДЫ

1. Выполнен сравнительный анализ стохастических систем управления чесального перехода путем обработки файлов данных и проведена оценка градиента линейной плотности полуфабриката различных вариантов САУ ЛП ленты.

2. Показана принципиальная возможность построения систем управления чесальным переходом с получением ленты неровнотой менее 1%.

2. *Расторгуев А.К., Власов Е.И.* Автоматизация технологических процессов прядильного производства текстильных предприятий: Уч.пособие. – Иваново, ИХТИ. 1983.

3. *Власов Е.И.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1994, №6. С.89...92.

4. *Власов Е.И., Лужных С.И.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1989, №5. С.80...83.

5. Проспект: технические данные – оснащение чесальной машины фирмы Trutzschler. – 1998.

Рекомендована кафедрой автоматики и радиоэлектроники. Поступила 30.01.06.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Власов Е.И., Расторгуев А.К.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. –1992, №6. С.75...79.

УДК 66.011

РАДИАЛЬНЫЙ СТОК В ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЯХ

А.С.БЕЛОУСОВ, Б.С.САЖИН

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

Эффективность обработки многофазных сред в вихревых аппаратах и устройствах в значительной степени определяется центробежной силой и силой, обусловленной радиальным стоком газа. Под радиальным стоком обычно понимают течение среды по радиусу, перпендикулярному оси вращения закрученного потока [1]. Влияние радиального стока определяет характеристики отделения волокнистых частиц в центробежных пылеуловителях [2], а также смешение сред в аппаратах с закрученными потоками, предназначенных для утилизации высоковлажных газовых выбросов теплоиспользующих устройств текстильной промышленности [3].

Близкий характер к потокам в центробежных пылеуловителях имеют течения в устройствах безверетенного прядения как на стадии транспортирования, так и при кольцевом вводе воздуха в прядильную камеру [4].

Наиболее сложными для исследования являются устройства со средним отношением длины L к диаметру D ($L/D=0,5\div 3$). Течение воздуха в этой группе устройств имеет ярко выраженный трехмерный характер и к ним не применимы известные гидродинамические модели плоских или трубных потоков [1].

Однако и экспериментальное исследование полей в этой группе устройств затруднено вследствие сложности измерения радиальной скорости V_r .

Величина V_r на порядок меньше значений вращательной V_ϕ и осевой V_z скоростей, поэтому даже возможности лазерных методов для ее измерения ограничены, особенно в каналах прядильных устройств, имеющих небольшие размеры.

В данной работе предлагается исследо-

вать закрученные течения газа в рассмотренной группе устройств с единых позиций, несмотря на существенные различия в размерах и скоростях потоков. Основанием для этого является приближенная автомодельность закрученных турбулентных течений [1].

В этом случае измерения полей удобнее проводить на больших аппаратах, а для обобщения данных использовать уравнения Рейнольдса совместно с понятием турбулентного числа Рейнольдса [1]:

$$R_T = VL / \nu_T,$$

где V – характерная скорость, а ν_T – эффективная турбулентная вязкость.

При $R_T = \text{const}$ безразмерные уравнения Рейнольдса обладают свойством автомодельности, что позволяет описывать как промышленные пылеуловители, так и малые устройства безверетенного прядения.

В работах [5] и [6] для измерения полей скоростей была применена специально сконструированная лазерная система, которая позволила замерять структуру малых течений в различных областях циклона.

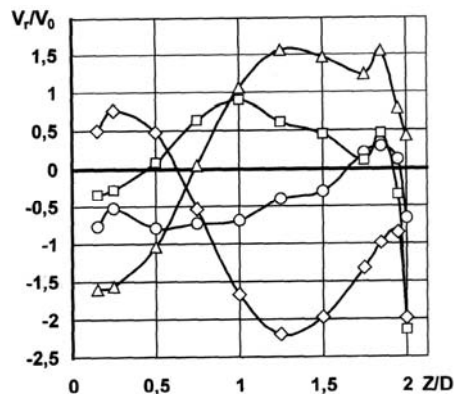


Рис. 1

Нами была проведена обработка этих данных, результаты которой представлены на рис.1. Рассматривается основная рабочая зона между выгрузным отверстием аппарата ($\bar{Z} = Z/D = 0$) и нижней частью выхлопной трубы ($\bar{Z} = 2$). Воздух подавался через тангенциальный завихритель с параметром крутки [7] $S=4,63$ и выходил через выхлопную трубу с относительным диаметром $\bar{d}_T = 0,375$.

Распределения радиальной скорости (нормированной на среднерасходную по сечению аппарата скорость V_0) при радиусе $\bar{r} = r/R = 0,4$ приведены на рис.1 в зависимости от высоты рабочей зоны \bar{Z} для четырех различных углов φ . Угол φ отсчитывался относительно уровня тангенциального входа ($\circ - \varphi = 0^\circ$; $\Delta - \varphi = 90^\circ$; $\square - \varphi = 180^\circ$; $\diamond - \varphi = 270^\circ$).

Выполним оценку радиального стока для простой модели равномерного перетекания газа из периферийной зоны в приосевую через цилиндрическую поверхность постоянного радиуса R_0 . Расчет этого радиуса по первому приближению модели идеальной жидкости [8] дает величину $R_0=0,63$. Тогда, принимая для радиальной скорости на участке от оси до R_0 линейный закон распределения, получаем на радиусе $\bar{r} = 0,4$ оценку $V_r/V_0 = -0,2$.

Как видно из рис.1, замеренные значения намного превышают эту величину, кроме этого для всех углов φ радиальная скорость меняет знак по высоте. Анализ данных на рис.1 показывает, что представленные распределения скоростей возможны лишь при смещении оси физического вихря относительно геометрической оси. Смещение оси вихря меняется по высоте аппарата: при $0,1 \leq \bar{Z} \leq 0,4$ ось расположена в четвертом квадранте, а при дальнейшем увеличении высоты последовательно переходит в первый квадрант.

Описанный эффект смещения объясняет получаемые иногда в экспериментах большие значения радиальных скоростей: при замерах по геометрическим радиусам фактически определяются векторы, содер-

жащие, кроме радиальной, еще и часть тангенциальной компоненты.

Таким образом, принципиальные трудности при исследовании радиального стока путем измерений обуславливают необходимость поиска других методов исследования полей скоростей.

Ниже предложена приближенная теория трехмерных осесимметричных течений газа для рассмотренной группы аппаратов, в определенной мере решающая указанную проблему.

Модель течения газа в аппарате получена на основе уравнений Рейнольдса в цилиндрической системе координат (z, r, φ) . Уравнения замкнуты с помощью гипотезы векторной турбулентной вязкости $\mu_t = (\mu_0, \mu_{r\varphi})$, учитывающей анизотропный характер турбулентности во вращающихся потоках.

По аналогии с корреляцией П. Брэдшоу принято $\mu_{r,\varphi} = \mu_0 / \sigma_s$, где σ_s – интегральный параметр анизотропии, зависящий от эффективной степени закрутки в ядре потока.

Введем функцию тока ψ :

$$V_z = \frac{1}{r\Gamma} \frac{\partial \psi}{\partial r}, \quad V_r = -\frac{1}{r\Gamma} \frac{\partial \psi}{\partial z}, \quad (1)$$

и циркуляцию $\Gamma = V_\varphi r$.

Тогда из уравнений Рейнольдса получаем математическое описание течения газа в виде системы дифференциальных уравнений в частных производных относительно циркуляции Γ , функции тока ψ и азимутальной компоненты завихренности ω_φ .

Для среды с постоянной плотностью ρ и постоянными коэффициентами μ_0 и $\mu_{r\varphi}$, при допущении $\mu = 0$, эти уравнения получены в виде:

$$\frac{\partial \psi}{\partial r} \frac{\partial \Gamma}{\partial z} - \frac{\partial \psi}{\partial z} \frac{\partial \Gamma}{\partial r} = \mu_{r\varphi} \left(r \frac{\partial^2 \Gamma}{\partial r^2} - \frac{\partial \Gamma}{\partial r} \right) + r \mu_0 \frac{\partial^2 \Gamma}{\partial z^2}, \quad (2)$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial \omega_\varphi}{\partial z} \frac{\partial \psi}{\partial r} - \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z} \frac{\partial \omega_\varphi}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial \psi}{\partial z} \omega_\varphi =$$

$$= \mu_0 \left(\frac{\partial^2 \omega_\varphi}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 \omega_\varphi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \omega_\varphi}{\partial r} - \frac{\omega_\varphi}{r^2} \right) + \frac{2\Gamma\rho}{r^3} \frac{\partial \Gamma}{\partial z}, \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} = -\rho r \omega_\varphi. \quad (4)$$

Предложена гидродинамическая схема течения, состоящая из ядра потока, обладающего свойствами свободной турбулентности, и тонкого пограничного слоя. Модель записана для устройств с двумя завихрителями: осевым, со степенью крутки Φ_{M1} и радиусами кольцевого ввода R_1 и R_2 ; тангенциальным, со степенью крутки Φ_{M2} .

Для турбулентной вязкости в ядре потока получено уравнение

$$\mu_0 = 0,0095\rho \frac{Q}{D} \left[\frac{(1-K)^3 (1+\Phi_{M1}^2)}{H(R_2^2 - R_1^2)^2} + \frac{K^3 (1+\Phi_{M2}^2)}{H(1-R_1^2)^2} \right]^{0,33}, \quad (5)$$

Интегральный параметр анизотропии для аппарата с осевым лопаточным входом

и периферийным тангенциальным вводом рассчитывался по формуле:

$$\sigma_S = \left\{ \sqrt{\overline{D}_T \left[(1-K) \frac{\Phi_{M1}}{2R_2} + K \frac{\Phi_{M2}}{2R_{Bx}} \right]} \right\}^{0,33} \cdot 0,32 + 1, \quad (6)$$

где \overline{R}_{Bx} – средний относительный радиус входа потока в тангенциальный завихритель; $K = Q_2 / (Q_1 + Q_2)$; Q_1 и Q_2 – расходы потоков через осевой и тангенциальный завихрители. Степени крутки завихрителей рассчитывались по соотношениям, полученным в [7].

Числовые значения параметров в уравнениях (5), (6) подбирались исходя из наи-

лучшего соответствия расчетов экспериментальным данным по V_φ и V_z из [9].

Расчет течения в пристеночной области проводился на основе предположения о том, что толщина пограничного слоя δ меньше расстояния Δ между стенкой и ближайшим внутренним узлом сетки.

В этом случае касательные напряжения на стенке записаны в виде

$$\tau_{i\omega} = 0,158 \frac{\rho(1+K_i \sqrt[3]{\Phi_A})}{\sqrt[4]{Re}} |V| V_{i\omega}, \quad i=Z, \varphi, \quad (7)$$

где V – характерная скорость; $V_{i\omega}$ – компонента скорости на стенке.

Значения параметров в (7) приняты: $K_Z = 10,2$; $\sigma_\omega = K_Z / K_\varphi = 4,15$.

На оси аппарата принимались условия симметрии, на выходе – равенство нулю градиентов вдоль оси.

Разностные уравнения, полученные интегрированием способом, решались методом последовательной нижней релаксации с односторонней аппроксимацией конвективных членов, учитывающей направление потока.

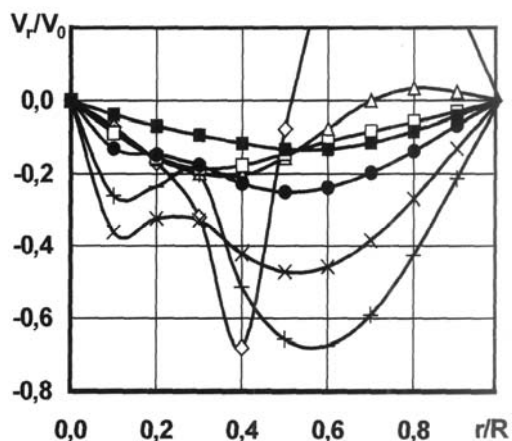


Рис. 2

На рис.2 представлены результаты расчетов распределения безразмерной радиальной скорости в сечениях $\bar{Z} = Z/D$ устройства с двумя входами потоков: + – $\bar{Z}=0,12$; x – $\bar{Z}=0,24$; ● – $\bar{Z}=0,37$; ■ – $\bar{Z}=1,08$; □ – $\bar{Z}=1,75$; Δ – $\bar{Z}=1,91$; ◇ – $\bar{Z}=2,02$.

Высота рабочей зоны устройства $\bar{H} = 2,15$; параметры крутки завихрителей $S_1 = 0,6$, $S_2 = 5,2$; диаметр выхлопной трубы $\bar{d}_T = 0,377$; соотношение расходов $K=0,8$.

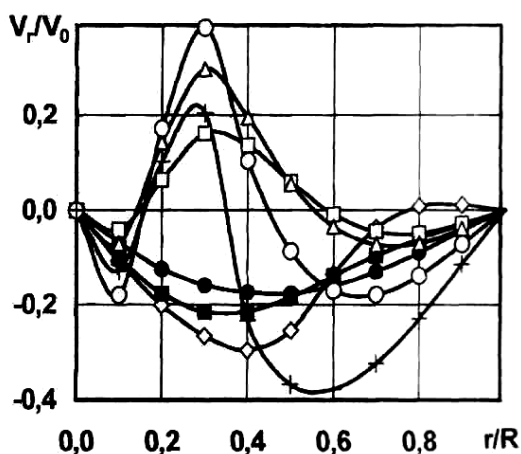


Рис. 3

На рис.3 представлены результаты расчетов радиальной скорости для режима $K=0,62$: + – $\bar{Z}=0,12$; ○ – $\bar{Z}=0,24$; Δ – $\bar{Z}=0,37$; □ – $\bar{Z}=0,47$; ● – $\bar{Z}=1,08$; ■ – $\bar{Z}=1,75$; ◇ – $\bar{Z}=1,91$.

Как видно из этих данных, радиальное течение существенно изменяется по высо-

те устройства и зависит от режима его работы. При преобладании расхода верхнего потока – рис.2 (режим, близкий к течению в циклоне или в устройстве формирования пряжи винтовым потоком [4]) в нижней части аппарата существует сильное радиальное течение, направленное к оси.

В основной части аппарата радиальный сток изменяется плавно и близок к приближенной оценке $V_r/V_0 = -0,2$. Вблизи выхлопного патрубка ($\bar{Z}=2,02$) увеличиваются радиальные токи, направленные к оси.

Наиболее интересно распределение радиальной скорости при характерном для ряда вихревых пылеуловителей соотношении расходов $K = 0,62$ (рис.3). Аналогичный характер имеет течение при кольцевом вводе потока в прядильную камеру.

В этом случае вблизи завихрителя появляется довольно значительная область с радиальной скоростью $V_r > 0$ (радиальный источник). При этом прилегающая периферийная область потока имеет значение радиального стока примерно в 2 раза меньше по абсолютной величине, чем при $K = 0,8$. Оба этих явления должны учитываться при расчете аэродинамики соответствующих устройств.

ВЫВОДЫ

1. В устройствах с тангенциальной закруткой потока может возникать смещение оси физического вихря относительно геометрической оси, что существенно искажает замеры радиальных течений.

2. Предложенная модель и схема расчета позволяют определять поля скоростей закрученных потоков для группы устройств с геометрией $L/D=0,5\div 3$. Установлены закономерности радиальных течений в таких устройствах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гупта А., Лилли Д., Сайред Н. Закрученные потоки / Пер. с англ. – М.: Мир, 1987.
2. Сажин Б.С., Гудим Л.И. Вихревые пылеуловители. – М.: Химия, 1995.

3. Сажин Б.С., Тюрин М.П. Энергосберегающие процессы и аппараты текстильных и химических предприятий. – М., 2001.

4. Павлов Г.Г. Аэродинамические основы безверетенных способов прядения. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.

5. Gorton-Hülgerth A., Woisetschläger J., Wigley G., Staudinger G. Investigation of the flow field in the upper part of a cyclone with laser and phase Doppler anemometry// Particle and Particle Systems Characterization. – V. 17, Issue 1, May 2000. P. 21...27.

6. Obermair S., Woisetschläger J., Staudinger G. Investigation of the flow pattern in different dust outlet geometries of a gas cyclone by laser Doppler anemometry// Powder Technology. – V. 138, № 2-3, 2003. P.239...251.

7. Белоусов А.С., Сажин Б.С., Миронов А.В. Интегральные параметры крутки потоков в вихревых пылеуловителях / В кн.: Успехи в химии и химиче-

ской технологии. – М., 2004, №7 (47), т.18. С.86...89.

8. Сажин Б.С., Белоусов А.С. Турбулентные и вихревые течения в аппаратах со встречными закрученными потоками / В кн.: Аппараты с активными гидродинамическими режимами для текстильной промышленности и производства химических волокон. – М., 1983. С.17...21.

9. Белоусов А.С. Структура встречных закрученных потоков и расчет эффективности центробежного разделения газозвесей: Дис...канд. техн. наук. – М., 1986.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности. Поступила 03.02.06.

УДК 687.536.21

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА ЧЕРЕЗ ПРОСЛОЙКУ ПАКЕТА ОДЕЖДЫ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОАНАЛОГИИ

Б.П.КУЛИКОВ, Н.А.РУМЯНЦЕВ, Н.А.КОРОБОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Теплообмен в пакетах одежды в общем случае зависит от воздухопроницаемости материалов. Кроме этого существенное влияние на теплообмен оказывают прослойки воздуха, всегда имеющиеся в структуре пакетов.

Для прослоек правильных геометрических форм процесс переноса тепла движущимся воздухом выражается в общем случае на основе критериальных зависимостей вида $Nu = f(Re, Pr)$. При этом должен быть известен характер аэродинамического поля.

Целью данной работы является построение аэродинамического поля движения воздуха в незамкнутой прослойке одежды и определение скорости фильтрации воздуха из прослойки.

На поверхности одежды при ее обдуве динамический напор ветра переходит в статическое давление. Кроме статического давления возникает дополнительное давление, являющееся результатом внезапного торможения частиц воздуха на поверхности с наветренной стороны. Это давлени-

е называется скоростным или динамическим и определяется по общеизвестной формуле:

$$p = \rho \frac{v^2}{2}, \quad (1)$$

где p – динамическое давление, Па; ρ – плотность воздуха, кг/м³; v – скорость набегающего потока, м/с.

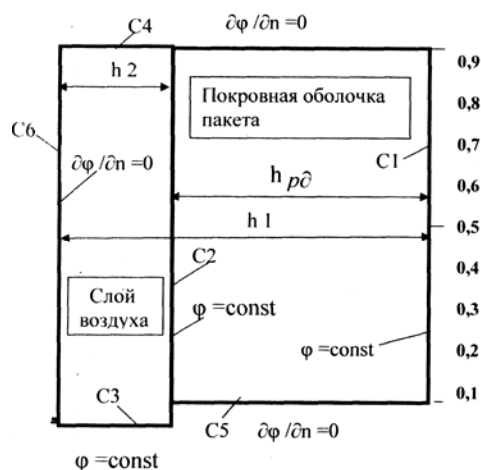


Рис. 1

На рис. 1 схематически показан характер движения воздушного потока при обтекании тела, рассмотренный в работах [1], [2]. Давление P в зоне CD становится равным давлению набегающего потока. Оно будет больше по сравнению с давлением в точках поверхности, удаленных от этой зоны.

Из-за повышенного давления воздух будет проникать в пакет одежды через поры тканей. На внутренней поверхности покровной оболочки в незамкнутой прослойке располагается зона с давлением, равным атмосферному ($P_{атм}$).

Внутренние слои одежды за прослойкой прилегают к телу и являются не проницаемыми для воздуха.

В качестве исходных условий при постановке эксперимента были приняты данные о воздухопроницаемости покровной оболочки пакета. Сама оболочка рассматривалась как капиллярно-пористое тело с постоянной структурой.

Толщина каждого слоя и пакета в целом значительно меньше радиуса полуобхватных измерений. На участках туловища средний радиус составляет величину 150 мм, а толщина пакета одежды второго слоя вместе с воздушными прослойками не превышает 40 мм [1]. Отношение этих величин значительно меньше единицы, поэтому толщину пакета можно представить

в виде плоского участка.

При прохождении фильтрующегося потока воздуха через оболочку внутрь пакета турбулентные пульсации будут сглажены и режим течения становится ламинарным. В этом случае между давлением воздушного потока на поверхности и скоростью фильтрации имеет место зависимость, описываемая законом Дарси:

$$v_{\phi} = -\frac{\kappa}{\mu} \frac{\partial p}{\partial x}, \quad (2)$$

где v_{ϕ} – скорость фильтрации, м/с; κ – коэффициент фильтрации, $(\text{м}^3 \cdot \text{с})/\text{кг}$; μ – коэффициент динамической вязкости воздуха, $\text{кг}/\text{м} \cdot \text{с}$.

Критерием применимости закона Дарси служит критическое значение числа Рейнольдса, которое для фильтрации жидкости через волокнистые материалы составляет $Re \leq 15$ [2].

Для проведения исследования методом аналогий были определены физические и геометрические условия подобия натурной и электрической моделей [3], [4].

Аналоги, использованные при моделировании процесса фильтрации, приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Стационарное электрическое поле в проводящей среде	Стационарное поле фильтрации жидкости
<p>Закон Ома плотность тока $\vec{j} = -\sigma \text{grad}\varphi$ φ – электрический потенциал J – плотность тока σ – удельная электропроводность I – сила тока</p>	<p>Закон Дарси скорость фильтрации $\vec{v} = -\chi \text{grad}p$ P – пьезометрический напор V – скорость фильтрации χ – коэффициент фильтрации Q – фильтрационный расход</p>
<p>Длина линии тока S Напряженность электрического поля $E = \frac{\partial \varphi}{\partial s}$ Поверхность, проницаемая для электрического тока Линии равных потенциалов $\varphi = \text{const}$ Линии электрического тока $\frac{\partial \varphi}{\partial n} = \text{const}$</p>	<p>Длина пути фильтрации L Градиент фильтрационного потока $L = \frac{\partial p}{\partial \ell}$ Воздухопроницаемая поверхность Линии равных напоров $P = \text{const}$ Линии тока воздуха $\frac{\partial p}{\partial n} = \text{const}$</p>

Уравнение скорости фильтрации, выраженное через технологические свойства

пакета, может быть представлено следующим образом:

$$v_{\phi} = \frac{\kappa_{\phi}(p_1 - p_2)}{\delta_{\text{тк}}}, \quad (3)$$

где $(p_1 - p_2)$ – перепад давления по обе стороны пакета, Па; δ – толщина пакета тканей, м.

При исследовании фильтрации линейные масштабы электрической модели m_{δ} могут быть выражены через отношение параметров электрической модели и модели фильтрации через пакет:

$$\frac{\delta_{\varepsilon(x,y)}}{\delta_{\phi(x,y)}} = m_{\delta}. \quad (4)$$

Масштабные коэффициенты градиента напора m_p , коэффициента фильтрации $m_{\chi\phi}$ и скорости фильтрации $m_{v\phi}$ выражены с помощью уравнений

$$\frac{\phi_1 - \phi_2}{p_1 - p_2} = m_p, \quad (5)$$

$$\frac{\delta_{\varepsilon}}{\chi_{\phi}} = m_{\chi\phi}, \quad (6)$$

$$\frac{i_{\phi}}{V_{\phi}} = m_{v\phi}, \quad (7)$$

а их комбинация подчинена определенному требованию [4]:

$$\frac{m_{v\phi} m_{\delta}}{m_{\chi\phi} m_p} = 1. \quad (8)$$

Геометрический образ электрической модели пакета одежды (области фильтрации) представлен на рис. 1 в виде плоской стенки, включающей покровную оболочку и незамкнутую прослойку воздуха. Глубина воздухопроницаемой зоны равна толщине покровной оболочки и незамкнутой прослойки, а высота модели по координате Y подобрана экспериментально из условий обеспечения требования $\partial\phi/\partial n = 0$.

Поверхности модели, обозначенные как $C1$, $C2$ и $C3$, соответствуют проницаемым участкам области фильтрации. На контуре $C1$ воздух фильтруется через оболочку пакета; $C2$ – поверхность, через которую

фильтрующийся воздух попадает в воздушную прослойку. Через контур $C3$ воздух выходит из прослойки наружу. Поверхности модели $C4$, $C5$ и $C6$ соответствуют непроницаемым участкам области фильтрации.

Требуется построить картину движения воздуха, а также определить скорость фильтрации в прослойке при следующих граничных условиях:

$$\begin{aligned} \text{на контуре } C1 \quad \phi_1 &= \text{const}, \\ \text{на контуре } C2 \quad \phi_2 &= \text{const}, \\ \text{на контуре } C3 \quad \phi_3 &= \text{const}, \end{aligned} \quad (9)$$

$$\text{на контуре } C4 \quad \frac{d\phi}{dn} = 0,$$

$$\text{на контуре } C5 \quad \frac{d\phi}{dn} = 0, \quad (10)$$

$$\text{на контуре } C6 \quad \frac{d\phi}{dn} = 0,$$

где n – представляет собой направление нормали к контурам модели.

Условия (9) соответствуют тому, что эти контуры являются линиями равных давлений и равных потенциалов. Поскольку при движении электрического тока аналогом напорной функции P является электрический потенциал ϕ , выполнение граничных условий на контурах $C1$, $C2$ и $C3$ сводится к обеспечению равенства потенциалов вдоль этих контуров.

Это достигается за счет того, что электропроводная бумага вдоль этих контуров зажимается в медные шины, к которым подводится постоянный электрический ток. Условия (10) на контурах $C4$, $C5$ и $C6$ выполняются автоматически ввиду того, что линии этих контуров являются силовыми, так как вдоль них течет электрический ток.

На рис. 1 обозначены также напоры, формирующиеся при давлении воздуха, движущегося через пакет. Напор h_1 от поверхности пакета до внутреннего слоя, прилегающего к телу, принимали максимальным h_{max} . Напор в воздушной прослойке h_2 принимали минимальным h_{min} .

Разность между ними представляет действующий напор:

$$h_{p\partial} = (h_{\max} - h_{\min}), \quad (11)$$

где $h_{\max} = P_{\text{атм}} + P_{\text{дин}}$, а $h_{\min} = P_{\text{атм}}$.

Значение динамического напора, рассчитанного исходя из средней скорости ветра 5 м/с, составило 16,1 Па, а коэффициент фильтрации для данного пакета был равен $0,005 \text{ м}^3/\text{с}$.

Решение задачи фильтрации сводится к построению гидродинамической сетки потока, состоящей из эквипотенциальных линий и линий тока. Для выполнения этого условия на внешнем и внутреннем контурах покровной оболочки С1, С2 и на выходе из прослойки С3 закрепляли металлические шины. Контур модели С4, С5 и С6 сообщались с диэлектриком. На этих контурах выполнялось граничное условие $\partial\varphi/\partial n = 0$.

Модель подключали к интегратору ЭГДА-9/61 следующим образом. На шину С1 от гнезда прибора, обозначенного 100%, подавали рабочее напряжение 3,0 В, а шину С3 подключали к разъему, обозначенному 0%. Таким образом выполнялось условие перехода к безразмерным единицам, при котором $\varphi_{\max} = 1$, а $h_{\min} = 0$.

Разность напоров и потенциалов, подаваемых на модель, принимали за единицу независимо от их величины. Исходя из этого приведенные напоры и приведенные потенциалы были численно равны. Значения приведенных потенциалов в нужных точках модели рассчитывали по формуле [3]:

$$\varphi_{\text{прив}} = \frac{\varphi_i - \varphi_{\min}}{\varphi_{\max} - \varphi_{\min}}, \quad (12)$$

где φ_i – значение потенциала, измеренное в заданной точке модели, В.

Разность напоров и потенциалов, подаваемую на модель, принимали за единицу независимо от ее величины. Таким образом, приведенный напор и приведенный потенциал численно были равны.

На модели контур С1 (рис. 1) разбивали на участки, каждый из которых составлял 10, 20, 30% и т.д. от высоты модели. Пол-

ная разность потенциалов так же была разделена на десять равных частей (10, 20, 30 и т.д.). Измерения потенциалов при построении изопотенциальных линий проводили компенсационным методом с использованием двойного зонда.

Предварительным экспериментом установлено, что наибольшее отклонение линий равных потенциалов происходит в нижней зоне воздушной прослойки, поэтому картина фильтрации через покровную оболочку не рассматривалась.

Согласно закону преломления изопотенциалей в плоском стационарном электрическом поле в зонально-неоднородной среде линию раздела можно принять за потенциальную линию [5]. Ввиду того, что отношение термических сопротивлений покровной оболочки и воздушной прослойки мало, в электрической модели с зонально неоднородной средой все изопотенциальные линии, пересекающие границу раздела (поверхность С2), сливаются и совпадают с линией раздела.

Эта линия и была принята за исходную при построении сетки поля воздушного потока. Последовательно устанавливая реохорд интегратора на нужные отсчеты (10, 20, 30% и т.д.) от полной разности потенциалов, при помощи зонда вдоль модели, находили положение точек, в которых потенциал от полной разности напряжений составлял величину (0,1; 0,2; 0,3 и т.д.). Приведенный потенциал в этих точках равен соответственно (0,1, 0,2, 0,3 и т.д.).

Точки с одинаковыми значениями потенциалов соединяли между собой и получали, таким образом, эквипотенциальные линии. Эти линии соответствуют линиям равного напора в натурной модели. Эквипотенциальные линии $\varphi = \text{const}$ являются одновременно изобарами $P = \text{const}$ и линиями быстрого изменения функции потока. Действующие напоры рассчитывались с учетом уравнения (12) по выражению:

$$h_{p\partial} = h_{\min} + (h_{\max} - h_{\min})\varphi_{\text{прив}}. \quad (13)$$

Построение полной сетки поля выполняли по методу решения так называемой

обращенной задачи путем перестановки питающих шин на участки, где их не было. Путем выполнения действий, аналогичных построению линий равных потенциалов, строили линии напряженности. Пространство, образующее трубки равного потока напряженности, представляет собой трубки тока.

Линии напряженности образуют вместе с изопотенциальными линиями, отличающимися на постоянный интервал потенциала, полную сетку поля. Там, где ячейки этой сетки больше – напряженность электрического поля меньше, что соответствует меньшей плотности тока, а значит и меньшей скорости фильтрации воздуха из прослойки по трубкам тока.

На основании полученных данных о характере течения воздуха в прослойке можно судить о том, что у непроницаемой поверхности формируется зона торможения потока (заштрихованные участки между одинаковыми по значениям линиями равных напоров).

Для оценки влияния формы прослойки на строение поля воздушного потока была построена вторая модель, на которой проведено дополнительное исследование. Вы-

сота второй прослойки была одинаковой с первой, но внутренний контур второй прослойки имел криволинейную форму.

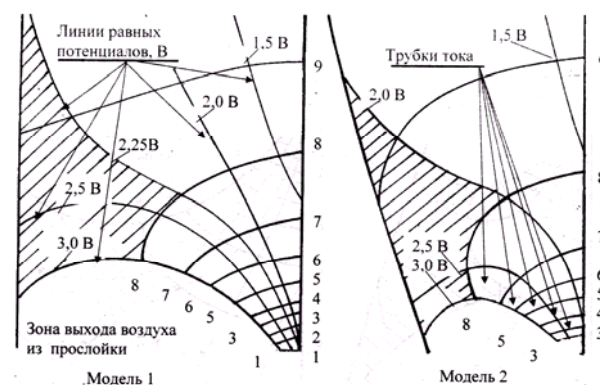


Рис. 2

На рис. 2 показана сетка полного воздушного потока открытой в нижней части воздушной прослойки простой геометрической формы (модель 1) и прослойки с криволинейным внутренним контуром (модель 2).

Результаты эксперимента по определению скорости фильтрации приведены в табл. 2.

Таблица 2

Трубки тока	Ширина трубок тока, м		Фильтрация по трубкам тока, м/ч		Прирост фильтрации по трубкам тока, %	
	модель 1	модель 2	модель 1	модель 2	модель 1	модель 2
1-2	0,0004	-	124,30	-	48,3	-
2-3	0,0005	-	122,50	-	47,6	-
3-4	0,0007	0,0003	119,90	138,96	46,6	54,05
4-5	0,0009	0,0005	116,45	116,35	45,25	45,6
5-6	0,0011	0,0007	111,95	113,87	43,5	44,25
6-7	0,0013	0,0008	105,50	112,46	41,0	43,7
7-8	0,0017	0,0009	99,70	110,0	38,75	42,75

Во второй модели ширина прослойки в зоне выхода из-под одежды была в два раза меньше по сравнению с первой моделью. Из рис. 2 следует, что линии равного потенциала отклоняются от линии раздела ткань – воздушная среда (контур С2 рис. 1) в сторону открытого выхода из прослойки. Расположение линий равного приведенного потенциала с одинаковыми значениями напряжений для обеих моделей различно. Причем во второй модели, начиная с изопотенциала в 2,0 В, отклонение про-

является более значительно. Это в конечном итоге влияет на изменение размеров и формы трубок тока, а следовательно, и на скорость фильтрации.

ВЫВОДЫ

Экспериментально установлено, что построенные модели можно использовать для исследований с целью оптимизации толщины воздушной прослойки в зависимости от фильтрационных свойств по-

кровных оболочек в пакетах одежды разного функционального назначения.

Установлено, что скорость воздуха на выходе из прослойки зависит как от размеров прослойки, так и от ее формы. Показано, что наибольшая интенсивность перемещения воздуха имеет место со стороны внутренней поверхности покровной оболочки.

Установлено, что при уменьшении ширины прослойки на выходе скорость истечения воздуха из-под одежды возрастает.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куликов Б.П. и др. // Изв. вузов, Технология легкой промышленности. – 1988, №1. С.69...72.

2. Кленов В.Б. Фильтрация жидкости через слой деформируемого текстильного материала. – М.: Легкая индустрия, 1972.

3. Фильчаков П.Ф., Панчишин В.И. Интеграторы ЭГДА. Моделирование потенциальных полей на электропроводной бумаге. – Киев, А.Н. УССР, 1961. С.157...165.

4. Лыков А.В. Теоретические основы строительной теплофизики. – Минск, АН БССР, 1963. С.509...513.

5. Рязанов Г.А. Опыты и моделирование при изучении электромагнитного поля. – М.: Наука, 1966. С. 191.

Рекомендована кафедрой прикладной математики и вычислительной техники. Поступила 30.01.06.

УДК 65.012

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ
РАБОТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СКЛАДА
ХЛОПКОПРЯДИЛЬНОЙ ФАБРИКИ***В.С. ГУСЕВ, П.А. СЕВОСТЬЯНОВ***(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина)**

Развитие современных текстильных предприятий не может осуществляться без хорошо организованного складского хозяйства. Организация работы складов зависит от особенностей производства, размеров и условий хранения продукции. В связи с этим для предприятий различных отраслей проблема управления складским хозяйством имеет определенную специфику.

На хлопкопрядильных или прядильно-ткацких и отделочных фабриках, как правило, можно выделить 3 вида складов. Во-первых, это склады сырья, то есть волокон различных типов. Во-вторых, это склады готовой продукции с пряжей различных артикулов, готовой к отгрузке; с суровой тканью различных артикулов, либо с отделанной тканью, уже готовой для дальнейшего использования в швейном производстве или других отраслях. И, в-третьих, это склады вспомогательных материалов: запчастей, ресурсов и др., которые необходимы для обеспечения производства.

Особый интерес в этом плане представляют склады сырья и склады готовой продукции, как наиболее емкие по размерам.

В условиях рыночного производства, когда ассортимент производимой продукции резко возрос, а объем партий сократился, и в то же время ужесточились условия поставок и своевременности выполнения заказов, хорошая организация складского хозяйства и мониторинг состояния дел в нем играют первостепенную роль.

С этой точки зрения большое значение имеет уровень автоматизации складского хозяйства, которая может быть реализована несколькими путями. Во-первых, создание автоматизированной системы по управлению складским хозяйством, которая осуществляет учет и контроль за материальными потоками в рамках склада. Во-вторых, роботизация непосредственно складских операций. Мы рассматриваем первую группу задач автоматизации работы склада [1...5].

Современные складские хозяйства представляют собой высокомеханизированные подразделения, в которых многочисленные виды хранимой продукции располагаются по определенным ячейкам, как правило, на многоуровневых стеллажах, причем внутри склада предусмотрены транспортные пути, которые позволяют использовать внутрискладской транспорт в виде различного вида транспортеров (одно- и многоуровневых) для обслуживания различных видов стеллажей.

При этом в зависимости от потоков организация такого высокомеханизированного склада допускает возможность в рамках одного предприятия объединить все три вида складов, разделив их территориально и обеспечив их специфическими условиями хранения, выделив часть объема склада для хранения сырья, другую часть – для хранения готовых видов тканей и отдельно – для хранения запасных частей и вспомогательных материалов.

На складе должна функционировать общая система обслуживания транспортных потоков. Именно такая высокая механизация позволяет сократить до минимума число обслуживающего персонала и в то же время обеспечить наивысшую организацию работы склада. При этом подразумевается, что продукцией заполняется максимальный объем помещения, а значит склады, как правило, представляют собой многоуровневые стеллажные конструкции, а изделия содержатся в контейнерных формах. На таких складах обязательно используют транспортеры нескольких типов, обязательных для обслуживания подобных систем, и систему управления этими транспортерами.

Возникает необходимость предпроектного анализа, который смог бы определить все параметры склада: объем, структуру хранения, количество транспортных единиц, которыми склад должен обладать в зависимости от объема производства, транспортных потоков и их интенсивности.

Эта задача относится к классу типичных задач промышленной логистики по выбору оптимального решения для конкретных складов, для решения которой необходимо создать компьютерные средства анализа подобных систем и их проектирования.

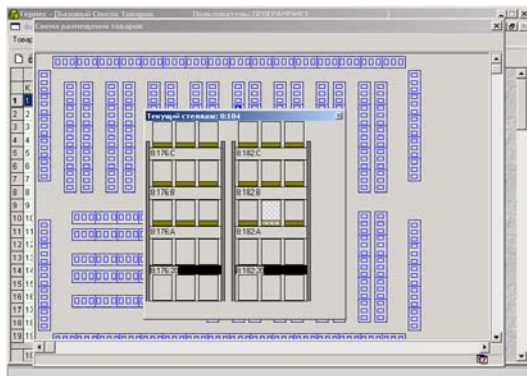
Решение этой задачи методами математического моделирования невозможно, так как аналитические подходы дают возможность получить лишь интегральные оценки (например, оценка общего объема и т.п.), но не позволяют детально проанализировать систему, что необходимо при создании высокомеханизированного склада. С другой стороны, компьютерное моделирование подобных систем позволяет учитывать все стороны деятельности склада: наличие транспортных потоков, объемы хранения, условия хранения, конфигурацию склада и т.д. Данная программная разработка может служить не только средством проектирования и анализа вариантов, но и основой для системы управления будущего склада.



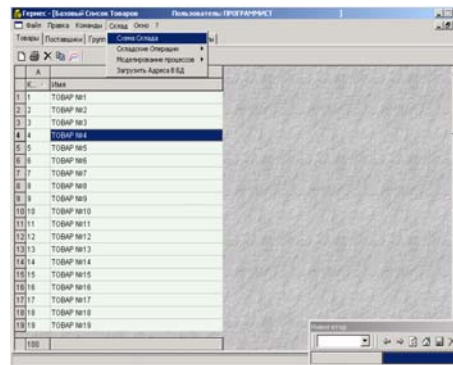
Рис. 1

Для реализации подобной системы разработана соответствующая структура, представляющая собой набор модулей (рис.1). Визуальный интерфейс (модуль 1) – это модуль, отвечающий за общение пользователя с системой: модуль принимает стандартные команды от пользователя, производит их первичную обработку и передает через именованные очереди в оперативной памяти в виде сообщений модулю «Бизнес-Логика». После этого модуль 1 блокирует действия пользователя до тех пор, пока не получит ответ с информацией для последующего вывода на экран. Он содержит несколько вспомогательных функций для ввода данных. Модуль содержит ряд оконных форм, с помощью которых система выдает пользователю информацию в структурированном виде.

Выбор той или иной формы для последующего отображения информации зависит от ветви алгоритма, в которой находится пользователь. Так, например, структуру стеллажа пользователь может посмотреть как через форму, содержащую схематичное изображение (рис. 2-а), так и в виде списка данных, содержащего адреса ячеек, которые располагаются на выбранном стеллаже (рис. 2-б).



а)



б)

Рис.2

Набор стандартных правил (модуль 2) – это компонент, который производит окончательный разбор команды пользователя и в зависимости от него направляет логику программы по той или иной ветви алгоритма. Он также создает требуемые информационные объекты и осуществляет взаимодействие со списками данных. После обработки пользовательской команды он формирует пакет ответа, на основе которого происходят изменения в визуальном компоненте.

Реакцией на одну пользовательскую команду может быть открытие нескольких экранных форм для осуществления выбора. В таком случае данный модуль последовательно посылает соответствующие команды визуальному интерфейсу, на основании которых происходит диалог с пользователем.

На этом уровне сохраняется информация о визуальных настройках пользовательских форм, таких как отображение или скрытие некоторых столбцов, их сортировки или размеры, порядок заполнения итоговых полей, а также последовательность расположения. Также хранится информация о выделенных записях, установленных или доступных для установки фильтров.

Расчетно-оптимизационный набор алгоритмов (модуль 3) представляет собой совокупный набор методов и алгоритмов, на основе которых система рассчитывает параметры будущей структуры складского комплекса. Данный модуль отвечает как за первичный расчет характеристик проектируемого склада, так и за сбор и обработку

статистической информации уже работающего склада для возможности перерасчета и корректировки транспортных потоков в связи с изменившимися условиями работы.

Взаимодействие с базой данных (модуль 4) – представляет собой набор классов, через которые осуществляется взаимодействие с СУБД (система управления базами данных (БД)). Любой объект с данными (список записей или объект, отвечающий за конкретную запись в БД) может обратиться к БД только через данный набор классов. В этом компоненте также реализуется обработчик SQL-ошибок, который информирует пользователя о содержании SQL-ошибки и указывает на модуль, в котором эта ошибка появилась.

Взаимодействие с БД (уровень списка данных) – подмодуль, осуществляющий выборку табличных данных из БД на основе запроса, сформированного в предыдущем блоке. Для этого создается новая временная таблица. В нее система копирует только те записи, которые удовлетворяют условиям запроса.

Таким образом, для отображения каждого нового списка данных, а также последовательной работы с ним создается новая временная таблица. Подобным образом достигается гибкость в отношении количества дополнительных расчетных столбцов, созданных пользователем. На основе заполнения соответствующей временной таблицы система производит выборку и первичное форматирование данных. На этом этапе происходит формирование табличной формы с данными, определение

цветового выделения данных и данных, которые попадают в итоговые поля таблицы. Также определяется суммарное число прочитанных записей и положение локатора окна.

Взаимодействие с БД (уровень объекта записи в БД). Каждой записи в БД система может поставить в соответствие определенный объект на основании названия класса, хранящегося для каждой записи.

В системе существует внутренний реестр программы, который инициализируется каждый раз при загрузке программы. В нем содержится структурированное описание классов всех объектов, которые могут быть использованы для действия над записями в БД.

На основе описания классов в реестре программы модуль создает объект требуемого класса и заполняет все его свойства в соответствии с прочитанной из базы данных информацией.

Только при работе с объектом пользователь получает возможность добавлять, изменять и удалять записи из БД. Опытный пользователь может самостоятельно описывать расширенные классы программы, тем самым определяя порядок работы с БД. Так, например, пользователь может добавить какое-либо новое свойство записи.

СУБД (модуль 5). Разработанная совокупность таблиц записей, пользовательских функций, триггеров, хранимых процедур для системы управления базами данных.

Таким образом, предложена структура и определены функции отдельных модулей автоматизированной системы проектирования и управления оптимальной системой функционирования складскими операциями для складов сырья и готовой продукции фабрики. Эта структура определяет информационную модель системы управления.

Предложены варианты интерфейса, обеспечивающие удобство интерактивного общения пользователя с системой. Отдельные модули системы программно реализованы и прошли верификацию на реальных наборах данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Смехов А.А.* Автоматизированные склады. – М.: Машиностроение, 1987.
2. *Федько В.П.* Упаковка и маркировка. – М.: Экспертное бюро, 1998.
3. *Маликов С.Б.* Проектирование автоматизированных складов штучных грузов. – Л.: Машиностроение, 1981.
4. *Фомин Г.П.* Математические методы и модели в коммерческой деятельности. М: Финансы и статистика, 2001.
5. *Лифшиц А.Л., Мальц Э.А.* Статистическое моделирование систем массового обслуживания. – М.: Соврадио, 1978.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и вычислительной техники. Поступила 30.05.06.

УДК 677.071.252.4:620.177

**ТЕОРИЯ, МЕТОДИКА, РЕЗУЛЬТАТЫ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ НИТИ ПРИ ИЗГИБЕ**

В.П. ЩЕРБАКОВ, И.Б. ЦЫГАНОВ, О.Ю. ДМИТРИЕВ, Т.И. ПОЛЯКОВА

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

В книге Дж. Ф. Белла [1], представляющей собой капитальный исторический обзор экспериментальных основ механики деформируемых твердых тел, большое внимание уделено испытательной технике, в частности, испытательным машинам. Со всей определенностью автор высказывается в пользу так называемых машин с мягким нагружением, то есть с нагружением мертвым грузом. Этому же мнению придерживаются и многие другие экспериментаторы, даже те, кто вследствие необходимости вынужден пользоваться машинами с жестким нагружением.

В настоящей работе рассмотрена геометрически нелинейная теория изгиба упругой нити при больших перемещениях в условиях ее нагружения мертвым грузом, дана методика определения жесткости нити при изгибе, приведены результаты эксперимента для эталонных нитей, показана адекватность отображения результатов этого эксперимента в математическом аппарате.

Расчетные уравнения упругой нити включают введенное Клебшем соотношение, основанное на пропорциональности кривизны нити $\kappa = \frac{1}{\rho}$ изгибающему моменту M внутренних усилий:

$$M = H\kappa, \quad (1)$$

где H – жесткость нити при изгибе.

Точное значение кривизны определяется формулой

$$\kappa = \frac{\frac{d^2y}{dx^2}}{\left[1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}},$$

в то время как в линейной теории изгиба упругих нитей ввиду малости угловых перемещений упругой линии принимается

$$\kappa \approx \frac{d^2y}{dx^2}.$$

Точное выражение кривизны помимо написанного выражения можно написать в виде

$$\kappa = \frac{d\vartheta}{ds}, \quad (2)$$

где s – длина дуги упругой линии, отсчитанная от некоторой точки, принятой за начало; ϑ – угол наклона касательной в текущей точке упругой линии.

Тогда уравнение равновесия упругой линии при больших перемещениях записывается в форме

$$\frac{d\vartheta}{ds} = \frac{M}{H}. \quad (3)$$

При изучении жесткости текстильных материалов чаще всего встречается задача в следующей постановке: нить длиной ℓ сплошного круглого сечения диаметра d , защемленная одним концом, изгибается силой P на другом конце. Решение задачи

поперечного изгиба для максимального прогиба дает $u = \frac{P\ell^3}{3H}$. Отсюда по известным из опыта величинам u , P , ℓ вычисляется жесткость H .

Сразу же возникает вопрос правомерности использования этой формулы для нахождения перемещений точек упругой нити, так как приведенная формула получена для малых перемещений и углов поворота, когда те и другие являются величинами примерно одного порядка.

Для текстильных нитей, которые обладают жесткостью, значительно меньшей по сравнению с жесткостью элементов конструкций, взаимные перемещения частей нити не малы. Это обстоятельство приводит к необходимости специального исследования. Идея вывода уравнений упругой линии в больших перемещениях основана на известной книге Е. П. Попова [2].

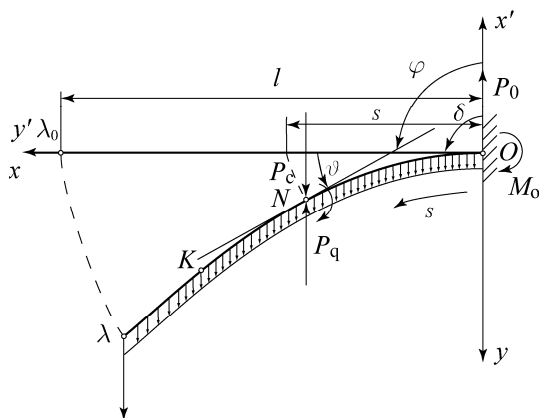


Рис. 1

На рис. 1 (к выводу точного уравнения равновесия упругой линии) показана упругая линия, полученная при изгибе закрепленной консольно нити.

На свободном конце приложена сосредоточенная сила P , перемещающаяся при изгибе поступательно, сохраняя перпендикулярность к первоначальной прямоугольной оси. По всей длине дуги s упругой линии приложена распределенная силовая нагрузка $q(s)$, обусловленная весом нити.

Введем систему координат xy , ориентированную по касательной и нормали к упругой линии в заделке, и систему $x'y'$, ориентированную по направлению силы,

приложенной в начальной точке O . Для составления внутренних изгибающих моментов $M(s)$ разрежем упругую линию нити в произвольной точке $N(x, y)$ и рассмотрим равновесие $N1$ части упругой линии.

Направление силы, приложенной в начальной точке O рассматриваемого участка нити, будем считать основным направлением.

Тогда введем угол δ , отсчитываемый против часовой стрелки от направления силы P в точке O к оси x (в нашем случае $\delta = 90^\circ$).

На рис. 1 показаны углы ϑ и φ в произвольной точке N . Угол φ выражается через текущий угол ϑ соотношением $\varphi = \vartheta + \delta$ и представляет собой угол наклона касательной упругой линии к оси x' . При этом кривизна, определяемая формулой (2), равна $\kappa = \frac{d\vartheta}{ds} = \frac{d\varphi}{ds}$. Вектор силы P_q уравновешивает распределенную нагрузку $q(s)$ на участке $N1$:

$$P_q = -\int_s^\ell q ds.$$

Внутренний изгибающий момент в сечении $N(x, y)$ равен

$$M = M_p + M_q + M_1. \quad (4)$$

Момент от сосредоточенной силы P_c будет

$$M_p = P_c(y'_1 - y'). \quad (5)$$

Для определения момента M_q от распределенной силовой нагрузки возьмем элементарную силу $q ds$ в произвольной точке $K(x, y)$ и получим

$$M_q = -\int_s^\ell (y' - y'_N) q ds. \quad (6)$$

В данном случае координата y'_N выполняет роль постоянной, поэтому индекс можно отбросить и написать:

$$M_q = -\int_s^\ell y' q ds + y' \int_s^\ell q ds. \quad (7)$$

Продифференцируем (4) по дуге s , принимая во внимание (6) и (7):

$$\frac{dM}{ds} = -P_c \frac{dy'}{ds} + y' q + \frac{dy'}{ds} \int_s^\ell q ds - y' q. \quad (8)$$

Здесь учтено, что если верхний предел определенного интеграла есть величина переменная, то производная интеграла по верхнему пределу равна значению подынтегральной функции при этом верхнем пределе, то есть $\frac{d}{ds} \int_s^\ell y' q ds = y' q$.

Воспользуемся известным равенством $\frac{dy'}{ds} = \sin \varphi$, а также ранее приведенным соотношением $P_q = -\int_s^\ell q ds$ и получим

$$\frac{dM}{ds} = -P_c \sin \varphi - P_q \sin \varphi. \quad (9)$$

Продифференцируем уравнение равновесия (3) по s , подставим в полученное выражение последнее равенство (9) и в результате получим

$$\frac{d^2 \varphi}{ds^2} + \frac{P_c}{H} \sin \varphi + \frac{P_q}{H} \sin \varphi = 0. \quad (10)$$

Обозначим

$$\frac{P_c}{H} = \frac{\omega_c^2}{\ell^2} \text{ и } \frac{P_q}{H} = \frac{\omega_q^2}{\ell^2}.$$

Тогда точное уравнение равновесия упругой линии в общем случае записывается в безразмерном виде:

$$\ell^2 \frac{d^2 \varphi}{ds^2} = -\omega_c^2 \sin^2 \varphi - \omega_q^2 \sin^2 \varphi. \quad (11)$$

Рассмотрим изгиб упругой нити при больших перемещениях под действием распределенной силы q и сосредоточенной силы P . Здесь будем пользоваться уравнением упругой линии в безразмерной форме:

$$\frac{d^2 \vartheta}{ds^2} = -\frac{P \ell^2}{H} \sin \left(\vartheta + \frac{\pi}{2} \right) - \frac{q \ell^3 s}{H} \left(\vartheta + \frac{\pi}{2} \right), \quad (12)$$

где $s = \frac{s^*}{\ell}$; s^* – текущая длина дуги упругой линии; ℓ – длина нити.

Сосредоточенная сила P и ее угол наклона $\delta = \frac{\pi}{2}$, отсчитываемый от линии действия силы P к оси x против часовой стрелки (рис.1), не зависит от s и ϑ . Равнодействующая сила P_q от распределенной нагрузки q явно зависит от длины s .

Решение дифференциального уравнения (12) будем искать в виде $\vartheta = \vartheta(s)$. Координаты концевой точки 1 определяются формулами

$$x_1 = \ell \int_0^1 \cos \vartheta(s) ds, \quad y_1 = \ell \int_0^1 \sin \vartheta(s) ds. \quad (13)$$

Даны два краевых условия: 1) в точке O $\vartheta_0 = 0$ при $s = 0$ и 2) в точке 1 – кривизна $\left(\frac{d\vartheta}{ds} \right)_1 = 0$ при $s = 1$.

Для решения задачи изгиба нитей была составлена программа для системы Matlab/Simulink©. Программа решения дифференциального уравнения (12) в виде структурной схемы составлена по общему методу программирования. В этой программе помимо основных выходных функций $\vartheta(s)$ и $\frac{d\vartheta(s)}{ds}$ рассчитываются координаты концов изгибаемых нитей x_1 и y_1 в соответствии с выражениями (13).

Особенностью данной задачи является наличие краевых условий. Отсюда возникает необходимость многократного повторения решения при задании начального

условия $\frac{d\vartheta(0)}{ds}$ такого, чтобы по окончании решения выполнялось граничное условие, то есть чтобы при $s = 1$ производная выходной переменной $\frac{d\vartheta(s)}{ds}$ равнялась нулю.

В связи с тем, что целью нашего исследования было определение жесткости нити при изгибе H , входящего в дифференциальное уравнение (12) в качестве параметра, каждый цикл многократного подбора начального условия $\frac{d\vartheta(0)}{ds}$ повторялся после задания очередного значения параметра H . Другими словами, осуществлялся подбор такого значения параметра H , которое обеспечило бы в результате многократного повторения решения с изменяемым начальным условием $\frac{d\vartheta(0)}{ds}$ получение известного из эксперимента прогиба нити y_1 .

Использование системы Simulink при решении поставленной нами задачи значительно упрощает и делает более надежным решение этой задачи, так как задание изменяемых в ходе ее решения параметра H и начального условия $\frac{d\vartheta(0)}{ds}$ осуществляется перенастройкой соответствующих блоков в структурной схеме на экране компьютера.

Определение жесткости реальной нити заключается:

- 1) в подготовке образца нитей с пластиной на конце,
- 2) в измерении прогиба нитей по рассмотренной модели,
- 3) в решении системы уравнений.

При подготовке образца на мотовиле наматывается от 50 до 100 витков испытываемой нити. На полученную полоску нитей неусаживающимся клеем наклеивается рамка из плотного материала. После высыхания клея полоска нитей обрезаются так, чтобы концы нитей не выступали за контур рамки. Непосредственно перед испытанием боковые стороны рамки, не скрепленные с нитями, обрезаются. Затем

от одной из полосок с наклеенными нитями отрезается полоска такой ширины, чтобы полученный образец, удерживаемый горизонтально за широкую полоску, имел прогиб свободного конца более $1/3$ от длины консоли.

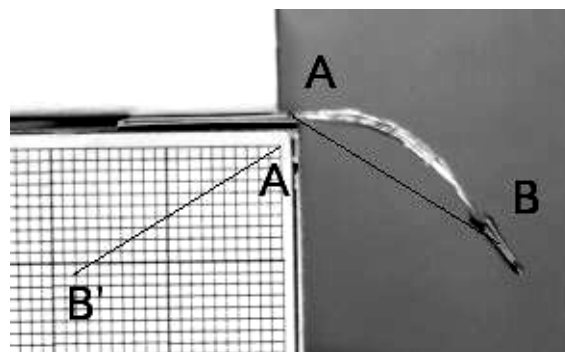


Рис. 2

Образец зажимается за широкую полоску в горизонтальном зажиме и фотографируется с помощью цифровой фотокамеры. Для устранения влияния собственного изгиба нитей производится повторное фотографирование образца после его переворота верхней стороной вниз. После этого от образца отрезается зажимная полоска и оставшаяся часть образца взвешивается на торсионных весах. Полученные фотографии обрабатываются на компьютере с помощью графического редактора (рис. 2 – фотография изгиба нитей при больших перемещениях).

Для оценки меры достоверности теории и методики измерения выбраны вполне упругие материалы, жесткость которых известна с достаточной точностью и надежностью. Испытывались образцы металлических моноплетей, перерабатываемых на основовязальных машинах трикотажного производства: вольфрамовая нить диаметром 15 мкм, молибденовая нить 30 мкм.

Экспериментальные данные изгиба 100 вольфрамовых нитей диаметром 15 мкм длиной 20 мм и шириной пластины 4,14 мм приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	$P_c + P_q$, сН	P_c , сН	Координата центра пластины, мм	
			x_1	y_1
1	0,049	0,042	16,0	12,75
2	0,055	0,048	15,0	12,6
3	0,048	0,040	16,5	11,0
4	0,052	0,043	13,7	14,1
5	0,057	0,050	15,3	12,3
6	0,063	0,057	13,1	14,4
7	0,073	0,067	13,7	14,9
8	0,040	0,033	14,3	13,9

Численное решение при сосредоточенной нагрузке $P = 0,0496$ сН, распределенной – $q = 0,0003 \frac{\text{сН}}{\text{мм}}$, $\ell = 22,7$ мм дало $N = 9,916$ сН×мм². Модуль упругости при полученной величине N составил $E=399$ ГПа.

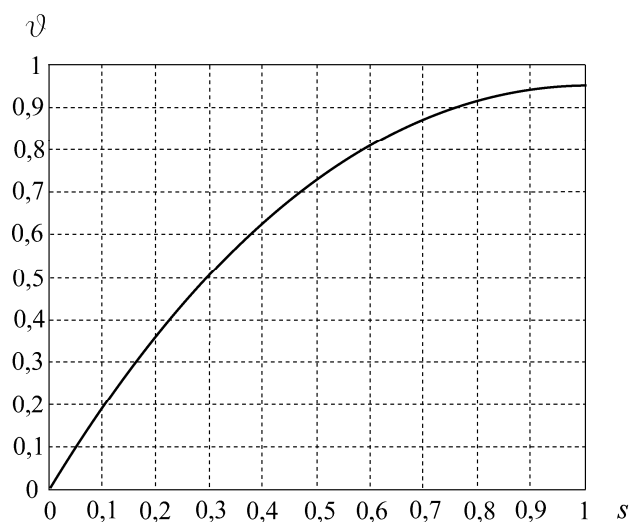


Рис. 4

Кривые $\vartheta(s)$ и $\frac{d\vartheta(s)}{ds}$ приведены соответственно на рис. 4 и 5.

В упомянутой книге Дж. Белла [1] приведены упругие характеристики чистых металлов, полученные Кестером в кульминационных итоговых работах двадцатого века (мнение самого Белла) из анализа литературы и в результате собственных исследований. Вычисленная нами величина модуля упругости довольно близка к модулю, по-

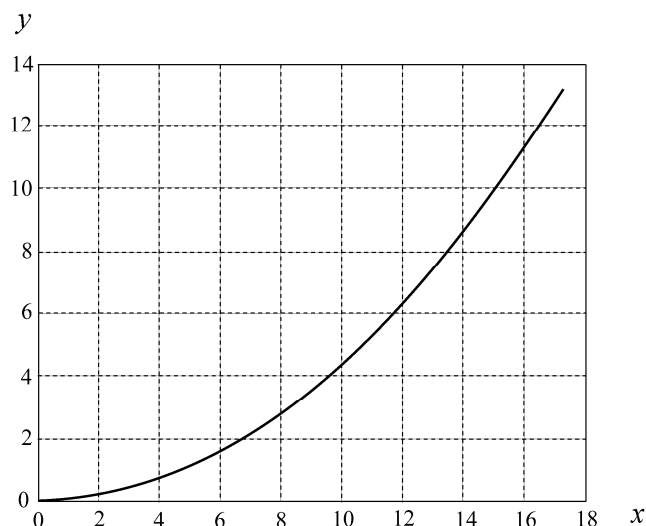


Рис. 3

В координатных осях xu форма кривой в условиях нагружения сосредоточенной и распределенной силами представлена на рис. 3.

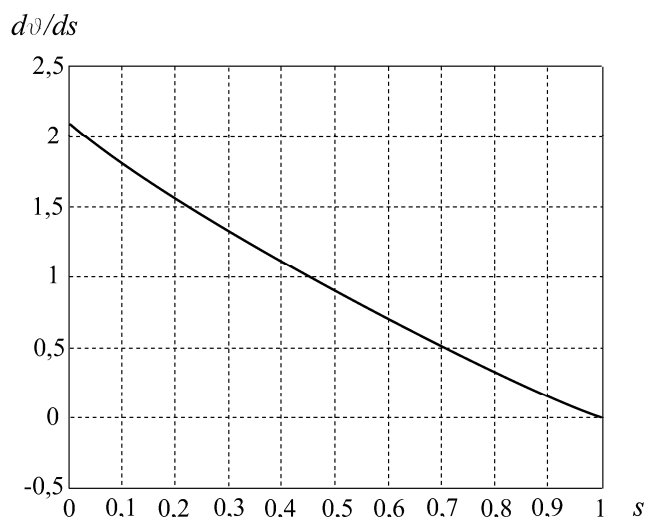


Рис. 5

лученному Кестером: $E = 415,2$ ГПа. Кроме того, здесь надо учесть предшествующие температурные, механические и химические истории образца.

Сравнение полученной нами упругой постоянной E с приведенной в [1] величиной модуля упругости характеризует разработанный нами метод определения жесткости нити при изгибе как достаточно точный и надежный.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Белл Ф. Дж.* Экспериментальные основы механики деформируемых твердых тел. – М.: Наука, 1984.

2. *Попов Е.П.* Теория и расчет гибких упругих стержней. – М.: Наука, 1986.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 05.04.06.

УДК 658:677

ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Е.Н. ВЛАСОВА, Т.П. КУТИЛОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

При обилии трикотажных товаров в магазинах г. Иваново их выбор остается проблемой для потребителей. Главная причина – низкий уровень качества большинства изделий при среднем уровне цен. Однако и при высоком уровне качества товар может оказаться неконкурентоспособным.

Целью работы является оценка конкурентоспособности носков, выпускаемых ивановским предприятием ООО "Тритекс", по сравнению с аналогичной продукцией других производителей. Для достижения поставленной цели проведен анализ товарного рынка и его сегментация, сравниваются показатели качества товаров-конкурентов, определен набор сравниваемых показателей и с учетом розничной цены рассчитан коэффициент конкурентоспособности изделий.

Сегментация рынка осуществлялась на основе опроса покупателей в магазинах трикотажных товаров г. Иваново. В ходе опроса были выявлены предпочтения, отдаваемые качеству и цене трикотажных изделий, потребителями разной степени обеспеченности.

По среднедушевым месячным доходам покупатели были разбиты на пять сегментов: 500...1500 руб., 1501...2500 руб., 2501...4500 руб., 4501...7500 руб., 7501...10500 руб.

Уровень качества изделий оценивался экспертным путем. Сначала был выбран набор показателей потребительских свойств для сравнения с учетом легкости их оценивания покупателями. Такими свойствами оказались эстетические, хотя удобство и надежность также являются очень важными для покупателей, но для их

оценки необходимы специальные навыки и лабораторные приборы.

При оценке уровня качества образцов нами использовалась балльная система. Конкурентоспособность определялась в отдельности по уровню качества и экономическим показателям.

Затем с учетом коэффициентов весомости каждого из них был рассчитан интегральный показатель K конкурентоспособности:

$$K = K_y t_y + K_z t_z, \quad (1)$$

где K_y – конкурентоспособность по уровню качества; K_z – конкурентоспособность по экономическим показателям; t_y , t_z – коэффициенты весомости уровня качества и цены исследуемых образцов для отдельных потребительских сегментов [1].

Если $K > 1$, то товар конкурентоспособен. Показатель K_y определяли по формуле:

$$K_y = Y_n / Y_6, \quad (2)$$

где Y_n , Y_6 – уровень качества оцениваемого товара и базового образца.

Показатель K_z рассчитывали следующим образом:

$$K_z = C_6 / C_n, \quad (3)$$

где C_n , C_6 – цены оцениваемого товара и базового образца.

Коэффициенты весомости качества (t_y) и цены (t_z) для каждого потребительского сегмента определяли так:

образцы оценивались путем сравнения с эталоном. Стоимость (С), а также результаты расчетов уровня качества (У) и расчетной стоимости (С_т) носков представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Номер образца	У, балл	С, руб.	С _т , руб.
1	2,85	8,20	7,89
2	3,76	9,50	9,73
3	5,35	9,70	13,81
4	4,50	10,00	11,42
5	5,99	12,70	15,89
6	4,78	13,00	12,13
7	6,78	20,00	19,03
8	6,97	20,00	19,80
9	6,94	20,00	19,80
10	5,68	20,00	14,82
11	7,35	27,00	21,67
12	7,27	28,00	21,24
13	10,00	31,00	38,72

Расчетная цена (С_т) определялась согласно зависимости:

$$C_T = 4,1993e^{0,2228Y} \quad (8)$$

Проверка данной формулы на адекватность по критерию Фишера показала, что $F_p = 3,102$ и $F = 3,105$. Следовательно, $F_p < F$ и с вероятностью 0,95 построенная модель признана надежной.

Таким образом, весомость уровня качества носков соответствует темпу роста цены с повышением их качества и наоборот. Отнесение образцов к определенным сегментам происходит на основе значения У.

Коэффициенты весомости качества t_y и цены t_s для разных потребительских сегментов, а также интегральный коэффициент конкурентоспособности К мужских носков показаны в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Потребительский сегмент	Номер образца	С, руб.	У, балл	K_y	K_s	t_y	t_s	К
1	1	8,20	2,85	0,60	1,58	0,44	0,56	1,15
	2	9,50	3,76	0,79	1,37			1,11
	4	10,00	4,50	0,94	1,30			1,14
	6	13,00	4,78	1,00	1,00			1,00
2	3	9,70	5,35	0,77	2,06	0,59	0,41	1,30
	5	12,70	5,99	0,86	1,57			1,15
	7	20,00	6,78	0,97	1,00			0,98
	8	20,00	6,97	1,00	1,00			1,00
	9	20,00	6,94	0,99	1,00			0,99
10	20,00	5,68	0,81	1,00	0,89			
3, 4, 5	11	27,00	7,35	0,74	1,15	0,68	0,32	0,87
	12	28,00	7,27	0,73	1,11			0,85
	13	31,00	10,00	1,00	1,00			1,00

Следовательно, конкурентоспособность товара на разных сегментах потребительского рынка является различной. Образец №5 при средней цене имеет достаточно высокий уровень качества. Данные носки изготовлены из пряжи с добавлением льна, отличаются повышенной прочностью, износостойкостью и легко отстирываются.

ВЫВОДЫ

1. В сегменте потребителей с низким доходом пользуется спросом товар низкого качества при условии его низкой цены (образец №1). Во втором сегменте наибольшей конкурентоспособностью обладают изделия ООО "Тритекс" (образцы №3 и 5). Наименее конкурентоспособным в третьем

сегменте является образец №12, что объясняется его завышенной ценой.

2. Предприятие ООО "Тритекс" работает в сегментах потребителей с низким доходом, для которых при покупке товара решающую роль играет цена. Товары данного предприятия (образцы №1, 2, 3 и 5) способны конкурировать с носками других

производителей в первом и втором целевых сегментах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Магомедов Ш.Ш. Конкурентоспособность товаров. – М.: Дашков и К°, 2003.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения. Поступила 16.03.06.

УДК 677.017

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ ОБРАБОТКИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ

М.А. ЧЕРНАЯ, Ф.А. ПЕТРИЦЕ

(Российский университет кооперации, г. Москва)

С целью контроля за эффективностью антимикробной обработки целлюлозосодержащих тканей нами использована технология сопоставления контрольных и исследуемых материалов по интенсивности развития на их поверхности микроорганизмов *Aspergillus niger* ВКМФ-1119, которые взяты в качестве индикатора. Такая методология применяется в лабораторных испытаниях полимерных материалов и их компонентов на стойкость к воздействию плесневых грибов[1].

Культуру гриба предварительно выращивали в пробирках на скошенном картофельно-глюкозном агаре (КГА) в течение 7 дней при 25°C для образования обильного спороношения. Затем споры смывали 5 мл стерильной водой и получали густую споровую суспензию, концентрация спор в которой составляла $6,8 \times 10^6$ спор/мл.

Посев культуры проводили в чашки Петри на агаризованную среду Чапека с добавлением молочной кислоты для подавления роста бактерий (4 мл/1 л среды). На поверхность питательной среды нанесли по 0,05 мл суспензии и растерали

стерильным шпателем для равномерного распределения культуры гриба[1].

После этого в стерильных условиях в каждую чашку Петри раскладывали образцы ткани в трехкратной повторности (по 3 квадрата ткани на каждую чашку). Затем все чашки помещали в холодильник на 24 ч для диффузии пропитывающего ткани компонента в питательную среду до начала роста культуры гриба. Через сутки посеvy перемещали в термостат и инкубировали при 30°C в течение двух суток.

В результате исследований установлено, что контрольные образцы немерсеризованной и мерсеризованной ткани подавляют как рост, так и спорообразование грибной культуры. Причем данный эффект не пропадает после первых 2...3 стирок. Напротив, после первой стирки зоны подавления спороношения кажутся даже более крупными. При этом у образцов немерсеризованной ткани зоны подавления спорообразования гриба после первых двух стирок примерно в 2 раза выше, чем у образцов мерсеризованной ткани.

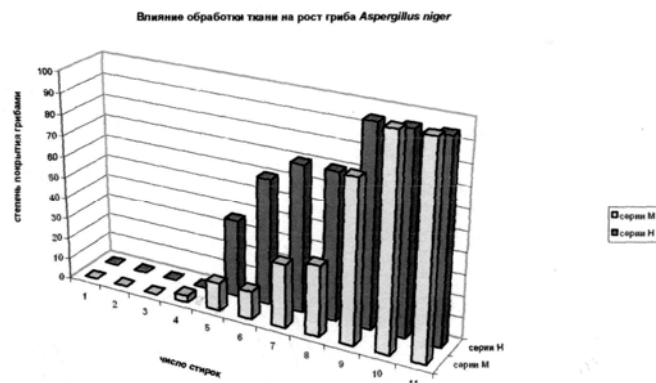


Рис. 1

После четвертой стирки фунгистатический эффект ослабевает. Зоны подавления роста и спороношения исчезают, ткань начинает подвергаться воздействию грибов, на поверхности тканевых кусочков отчетливо виден рост гриба. Процесс нарастает по мере увеличения количества стирок, и после девятой стирки уже практически 90...100% поверхности всех кусочков ткани покрыто грибным мицелием (рис. 1).

Экспериментальные данные подтверждают тот факт, что после трех стирок образцов тканей, пропитанных фуразолидоном, сохраняется их антимикробная способность – содержание антимикробно-

го препарата в образцах немерсеризованной и мерсеризованной тканей изменяется незначительно.

С достаточной стабильностью образцы немерсеризованной и мерсеризованной ткани сохраняют фунгистатический эффект по отношению к мицелиальному грибу *Aspergillus niger*.

Замечена тенденция некоторого ослабления фунгицидного эффекта тканей после второй стирки для образцов мерсеризованной ткани и после третьей стирки – для образцов немерсеризованной ткани.



Рис. 2

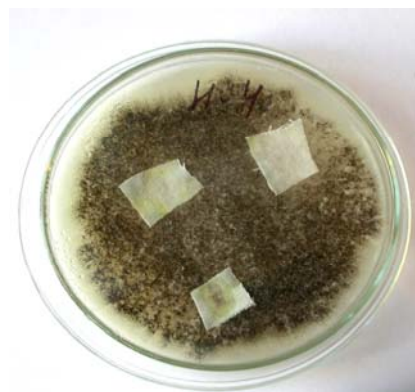


Рис. 3

При последующих стирках фунгистатический эффект обработанных фуразолидоном тканей плавно снижается и исчезает к восьмой-девятой стирке (рис. 2, 3; рис. 2 – оптически зафиксированный результат проявления фунгицидной активности мерсеризованной ткани, обработанной фуразолидоном; рис. 3 – оптически зафиксированный результат проявления фунгицидной активности немерсеризо-

ванной ткани, обработанной фуразолидоном).

Образцы, обработанные антисептическим препаратом и погруженные в ванну с едким натром, не обладали фунгистатическим эффектом (рис. 4 – оптически зафиксированный результат проявления фунгицидной активности немерсеризованной ткани, не обработанной фуразолидоном (контроль)).

ВЫВОДЫ

Антисептические препараты, а именно фуразолидон, нанесенный на хлопкосодержащее волокно, способствуют подавлению и росту спор грибов, опасных для здоровья человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 9.049–91. Материалы полимерные и их компоненты. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов.

Рекомендована кафедрой товароведения, товарного консалтинга и аудита. Поступила 29.05.06.



Рис. 4

Результаты исследований, которые отображены на рис. 1...4, подтверждают целесообразность использования антисептического средства – фуразолидона с целью повышения фунгистатического эффекта хлопковых тканей, предназначенных для последующих технологических доработок.

УДК 677.017: 681.5

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИСПЫТАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ СПОСОБНОСТИ ТКАНЕЙ К ФОРМООБРАЗОВАНИЮ И ФОРМОСОХРАНЕНИЮ В ОДЕЖДЕ

В.В. ЛАПШИН, Н.А. СМИРНОВА, Т.А. КОЛМОГорова, А.И. ШУЛЯТЬЕВ

(Костромской государственной технологической университет)

Для определения способности тканей к формообразованию на неопорных участках, например, в поясных изделиях, детали которых выкроены "по косой", предлагается новое автоматизированное устройство [1]. Оно позволяет осуществить сдвиг материалов и пакетов материалов со швами и содержит (рис.1) датчик усилия (ДУ) на основе полупроводникового тензорези-

сторного преобразователя (ТП) с усилителем постоянного тока (УПТ), устройство определения угла сдвига (УУС), включающее в себя электродвигатель (Д) и фотоимпульсный преобразователь (ФП), плату сопряжения с ЭВМ (ПС) и ЭВМ. Плата сопряжения содержит: аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и программируемый параллельный интерфейс (ППИ).

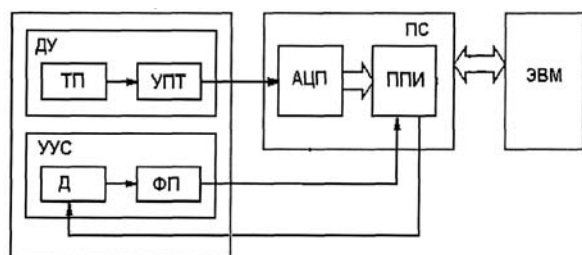


Рис. 1

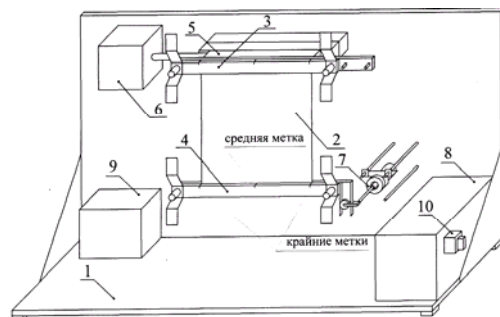


Рис. 2

Все элементы устройства (рис.2– внешний вид устройства для определения свойств тканей и швов) расположены на платформе 1. Образец ткани 2 фиксируют между подвижным зажимом 3 и неподвижным зажимом 4, используя метки. С помощью передачи 5 вращение вала электродвигателя 6 преобразуется в поступательное движение зажима 3. Усилие, возникающее при деформации образца 2, воспринимается тензопреобразователем 7.

Схема управления электродвигателем и усилители сигналов с тензопреобразователя и фотоимпульсного преобразователя расположены под металлическим кожухом 8. Включение-отключение блока питания 9 осуществляется кнопкой 10. Устройство подключается к ЭВМ, что позволяет автоматизировать обработку результатов измерений и создавать базу данных по предмету исследования.

Предлагаемое устройство имеет преимущества, заключающиеся в том, что полупроводниковый высокочувствительный датчик усилия, входящий в данное устройство, может фиксировать малую по величине деформацию (в пределах 24 мм), что позволяет обеспечить точность результатов измерения усилия, вызывающего сдвиг.

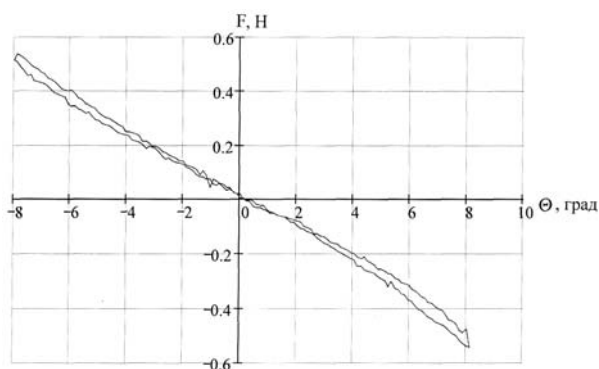


Рис. 3

Устройство моделирует реальный процесс деформирования материалов при изготовлении и эксплуатации и позволяет оценить не только способность ткани изменять угол между нитями основы и утка при заданном усилии или до появления диагональной складки, но и его кинетику (рис.3 – диаграмма зависимости угла сдвига Θ от усилия F), а также работу, затрачиваемую на изменение угла и релаксацию сдвига нитей в ткани при возвратно-поступательном движении в горизонтальной плоскости. Испытание проб со швами позволяет оценить раздвижку нитей в швах и влияние на раздвижку вида швейных ниток и конструкции шва.

В Ы В О Д Ы

1. Полученные при испытании характеристики расширяют технологические возможности и могут быть использованы для прогнозирования способности тканей к формообразованию – получению объемной формы изделия из плоской ткани и к формосохранению в процессе эксплуатации.

2. Результаты испытаний на предлагаемом устройстве позволяют оценить способность ткани к сдвигу нитей и обеспечивают научно обоснованное конфекционирование материалов для высококачественных швейных изделий.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Патент РФ №45189. Устройство для определения формовочных свойств тканей. Смирнова Н.А., Лапшин В.В. и др. – Оpubл. 2005. Бюл. №12.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 17.03.06.

СВОЕВРЕМЕННОЕ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО НАДЕЖНОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАШИН

С.Е. ПРОТАЛИНСКИЙ, Г.М. ТРАВИН

(Костромской государственной технологической академии,
Костромской государственной академии им. Н.А. Некрасова)

Ивановская государственная текстильная академия выпустила в свет учебное пособие для вузов "Основы надежности текстильных машин" (авторы Пирогов К.М. и Егоров С.А. – Иваново, ИГТА, 2004. - 268 с.), допущенное Учебно-методическим объединением по образованию в области технологии и проектирования текстильных машин по специальности 170700 – Машины и аппараты текстильной и легкой промышленности (рецензенты: Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина, Костромской государственной технологической академии и Ивановский государственный энергетический университет).

Выход в свет учебного пособия продиктован необходимостью подготовки инженерных кадров машиностроительных специальностей вузов текстильной и легкой промышленности.

Предыдущий учебник на протяжении 20 лет был востребован студентами машиностроительных специальностей текстильных вузов России и стран ближнего и дальнего зарубежья. Подобных работ, имеющих учебно-методическое значение в области надежности текстильных машин и подготовки специалистов высшей квалификации, за последнее время не издавалось.

Вместе с тем за прошедший период изменилась нормативно-техническая база, появились новые научные и методические разработки, касающиеся надежности текстильных машин. Получили развитие информационные технологии, совершенствовалась база конструкторских и технологических методов создания надежных машин в отечественном и зарубежном машиностроении. Появились новые эксплуатационные и организационно-экономические методы повышения надежности оборудования текстильных предприятий. Все эти

вопросы нашли отражение в новом издании.

Наука о надежности – сравнительно молодая. Начиная с 1953 года проблема надежности выделилась в самостоятельную и стала одной из самых актуальных.

Развитию теории надежности посвятили свои работы такие ученые, как А.И. Берг, В.Н. Богачев, Н.Г. Бруевич, Б.В. Гнеденко, Б.А. Дубовиков, М.А. Елизаветин, А.М. Половко, А.С. Пронников, Я.М. Сорин, Б.С. Сотсков, В.А. Трапезников, Я.Б. Шор, А.В. Гличев, Д.С. Львов, Р.М. Петухов, А.И. Селиванов, И.И. Капустин, Н.В. Катц, А.И. Макаров, А.А. Мизери, С.И. Беленький, М.И. Зизюкин, М.И. Худых, П.А. Юшманов, Ф.Ф. Бездудный, И.В. Самбунова и др.

Развитие науки о надежности происходит в различных направлениях.

1. *Развитие математических основ.* Обобщение статистических данных об отказах и разработка рекомендаций по повышению надежности изделий выявили необходимость определения математических закономерностей, которым подчиняются отказы, и создание методов количественной оценки надежности.

2. *Разработка статистической теории надежности.* Особенность статистической информации (случайный характер, невозможность предсказания момента возникновения отказа) привела к формированию особой методики сбора, учета и обработки данных.

3. *Развитие физической теории надежности.* Наука о надежности не могла и не может развиваться без исследований физико-химических и других процессов, протекающих в изделии и оказывающих влияние на его начальные параметры. Вследствие этого большое внимание уделяется изучению физической сущности отказов, влиянию процессов старения,

коррозии и т.д. на надежность изделий, а также разнообразных внешних и внутренних воздействий на их работоспособность.

4. *Развитие экономических и технических основ проблемы надежности.* Прикладной характер этого направления подчеркивает особо важную роль экономической науки в решении проблемы повышения надежности текстильных машин и эффективности их использования.

Перечисленные направления не исключают возможности рассмотрения вопросов развития науки о надежности с позиций технических дисциплин таких, как технология машиностроения, материаловедение и др., что подчеркивает многогранность данной дисциплины и ее связь с другими.

Вместе с тем современные достижения в области информационных технологий, упрочняющих методов повышения долговечности и износостойкости деталей и узлов машинной техники и развитие математического инструментария, способного моделировать и прогнозировать поведение машин в процессе производства, поставили принципиально новые задачи и проблемы теоретических изысканий в области совершенствования текстильных машин, а также повышения их качества и надежности.

Поступила 03.02.06.

ВЕСЕЛОВУ ВАЛЕРИЮ ВИКТОРОВИЧУ – 70 ЛЕТ!

14 октября 2006 года исполнилось 70 лет доктору технических наук, профессору, заслуженному деятелю науки и техники Российской Федерации, заведующему кафедрой технологии швейных изделий Ивановской государственной текстильной академии Веселову Валерию Викторовичу.

В 1955 г. В.В. Веселов окончил Ивановский энергетический техникум и был призван на службу в Вооруженные силы СССР. По окончании службы в 1959г. Валерий Викторович поступил в Ивановский текстильный институт им. М.В.Фрунзе. В 1963-1964 гг. В.В.Веселов проходил научную стажировку в Пражском государственном университете и в 1964 г. окончил ИВТИ им. М.В. Фрунзе по специальности "Инженер-технолог швейного производства".

Учебу в вузе В.В. Веселов совмещал с производственной деятельностью: в 1959-1962 гг. он работал слесарем-ремонтником на Ивановском хлопчатобумажном комбинате им. Ф.Н. Самойлова.

С 1965 г. В.В. Веселов начал свою трудовую деятельность в стенах нашего вуза: сначала он работает ассистентом кафедры конструирования и технологии одежды, затем старшим преподавателем. В 1970 г. В.В. Веселов защищает кандидатскую диссертацию, работает доцентом, а в 1981 г. защищает докторскую диссертацию и с 1981 г. и по настоящее время возглавляет сначала кафедру конструирования и технологии одежды, а теперь – технологии швейных изделий.



В 1997-2001 гг. В.В. Веселов работал проректором по научной работе текстильной академии.

В течение всей своей трудовой деятельности В.В. Веселов уделяет большое внимание разработке новых технологий изготовления одежды. Важное значение имеют новые, развитые В.В. Веселовым и его учениками, химические технологии швейного производства. По его инициативе и с учетом его на-

учных достижений введены в учебные планы подготовки инженерных кадров швейного профиля дисциплины «Химизация технологических процессов швейного производства» и «Методы и средства исследований технологических процессов швейного производства», по которым в соавторстве изданы учебники и производственно-техническая литература.

В.В.Веселов широко известен среди специалистов технологии швейных изделий в нашей стране и за рубежом. Им опубликованы около 700 работ, в числе которых 2 учебника, 7 учебных пособий, тексты лекций. Он имеет 147 авторских изобретений и патентов, один патент Великобритании.

Профессор В.В.Веселов большое внимание уделяет подготовке научных и инженерных кадров. В числе его учеников 18 кандидатов и один доктор наук, ряд ведущих специалистов промышленности. Двое кандидатов наук – представители Монгольского государственного университета науки и технологии.

В.В.Веселов активно участвует в научно-организаторской и общественной рабо-

те. Много лет он является членом двух диссертационных советов: в Ивановской государственной текстильной академии и Ивановском государственном химико-технологическом университете, членом редколлегии научно-технического журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности".

Высокая квалификация и заслуги проф. В.В. Веселова отмечены в России и за рубежом. Он удостоен звания "Заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации", награжден знаком "Заслуженный изобретатель СССР", золотой медалью и дипломом на VI Московском международном салоне инноваций и инвестиций, почетной грамотой и золотой меда-

лью на II Ивановском инновационном салоне, дипломом конкурса «300 лучших учебников для высшей школы». В.В. Веселов – почетный профессор Монгольского и Чаньджоуского (Китай) университетов.

Валерий Викторович пользуется заслуженным авторитетом среди преподавателей и студентов, он талантливый ученый и педагог, руководитель и воспитатель. В нем сочетаются любовь к труду, энергичность, требовательность к себе и другим.

Поздравляя В.В.Веселова с 70-летием, его коллеги, друзья и ученики желают ему крепкого здоровья, долголетия и новых творческих успехов.

Ректорат Ивановской государственной текстильной академии. Деканат швейного факультета. Кафедра технологии швейных изделий.

Редколлегия и редакция журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности".