

Федеральное агентство по образованию

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

**ТЕХНОЛОГИЯ
ТЕКСТИЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

**№ 6С (304)
2007**

Издание Ивановской государственной текстильной академии

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор *Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ*.

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.*

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

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ*.

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

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

E-mail: ttp@igta.ru

<http://www.igta.ru>

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 15.11.2007. Подписано в печать 17.12.2007. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. 20,46 усл.-печ. л.; 20,71 усл. кр.-отт. Заказ 2865.

Тираж 450 экз.

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

УДК 651.1

**УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ ТРУДОВОГО ПОТЕНЦИАЛА
ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ***Н.Н. САКСИНА, С.А. БАБЕНКО***(Костромской государственной технологической университет)**

Несвоевременное реагирование на возникающие кадровые проблемы, недостаточное внимание инвестиционной политики вопросам управления персоналом, а также отсутствие отработанной системы управления персоналом привели многие предприятия к угрожающему состоянию. Такие же проблемы затронули и большинство текстильных предприятий. Работники, имеющие специальное образование, огромный опыт и желание работать, вынуждены искать более высокооплачиваемую работу. Работодатели же не уделяют должного внимания необходимости закрепления кадров в погоне за прибылью, ориентируясь лишь на сиюминутную выгоду.

В настоящее время уже не вызывает сомнений, что качественный персонал является основой будущих стратегических успехов. Действительно, чтобы выжить в состоянии конкурентной борьбы организации необходимо иметь три условия существования:

- благоприятная деловая окружающая среда;
- правильная стратегия компании;
- качество человеческих ресурсов.

Все остальные факторы производства являются лишь результатом вышеназванных условий [1]. Однако недостаточно только обеспечить производство качественным потенциалом. Необходим механизм, позволяющий управлять всем циклом развития его трудового потенциала.

Единого подхода к определению качества трудового потенциала работника до сих пор не существует. В литературных изданиях можно встретить такие понятия, как качество трудовой жизни, качество труда, качество работы, качество управления. Как правило, говоря о качестве трудового потенциала, останавливаются на его качественных характеристиках [2], [3]. В любом случае, необходимо добиться сочетания профессиональных и человеческих качеств, которые в совокупности позволят успешно справиться с работой. Под качеством трудового потенциала мы подразумеваем способность персонала удовлетворять установленные и предполагаемые потребности работодателя, а также поддерживать предприятие на более конкурентоспособном уровне.

Потенциал есть постоянно функционирующая система. Во-первых, он воплощает некие накопленные характеристики, образуя тем самым ресурс достижения стратегических задач управления. Во-вторых, потенциал функционирует как капитал, активно участвуя в трудовой деятельности, принося определенный эффект как самому работнику, так и работодателю. В-третьих, потенциал имеет свойство накапливаться, тем самым расширяя границы его участия в производственной деятельности.

Поскольку в процессе трудовой деятельности работник реализует новые способности, наращивает имеющиеся, а неко-

которые утрачивает, то необходимо говорить о трудовом потенциале нового качества.

Под управлением развитием мы понимаем постоянный, планомерный процесс воздействия на факторы и условия, обеспечивающие формирование трудового потенциала оптимального качества с целью его эффективного максимального использования в соответствии с развитием потребностей самого персонала и работодателя.

Под механизмом понимается "...система, устройство, определяющие порядок какого-либо вида действия; последовательность процессов, определяющих какое-либо действие, явление..." [4].

Развитие трудового потенциала носит инновационный характер, так как постоянно находится в состоянии изменения под влиянием изменения структуры мотивов самого работника, а также политики руководства и внешних факторов. Таким образом, управление развитием – воздействие на инновационный процесс – в оперативном и стратегическом режимах, направленное на улучшение качества трудового потенциала. Результатом такого управления является новый уровень удовлетворенности работодателя и работника.

Задачей руководства для поддержания, использования и наращивания трудового потенциала должна быть разработка, обновление и совершенствование системы стимулирования работников.

Механизм управления традиционно включает: цели и принципы управления; количественный аналог целей – критерии управления; факторы управления, элементы объекта управления и их связи, на которые осуществляется воздействие в интересах достижения поставленных целей; методы воздействия на данные факторы управления; ресурсы управления – материальные и финансовые ресурсы, социальный и организационный потенциалы, при использовании которых реализуется избранный метод управления и обеспечивается достижение поставленной цели.

Блок-схема предложенного механизма управления развитием трудового потенциала представлена на рис. 1.

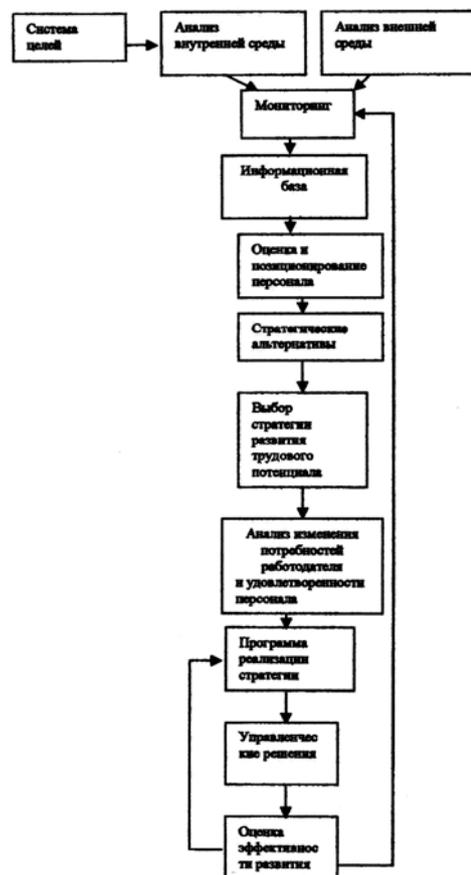


Рис. 1

Данный механизм предполагает проведение мониторинга внутренней и внешней среды предприятия с целью формирования требований к качеству персонала. На основании исследований формируются внутрифирменные стандарты разных категорий персонала. В зависимости от соответствия данным стандартам происходит позиционирование персонала, а также формируются возможные варианты стратегии развития. Для каждой стратегии развития с учетом тенденций развития потребностей работодателя и факторов удовлетворенности разрабатывается стратегическая программа. Оценка эффективности развития осуществляется на основании сопоставления изменения качества трудового потенциала и уровня удовлетворенности. При несоответствии критериям эффективного развития необходимо пересмотреть стандарты, либо стратегию развития, либо стратегическую программу.

Для реализации предложенного механизма на практике требуется разработка

организационного и методического обеспечения:

– формирование системы показателей и оценки эффективности управления развитием трудового потенциала;

– формирование системы внутрифирменных стандартов;

– организационная модель управления развитием трудового потенциала.

Таким образом, данный механизм управления позволяет решить следующие задачи:

– выбрать наиболее оптимальный вариант взаимодействия с определенной категорией персонала;

– оптимизировать использование трудового потенциала и выявить не востребуемый трудовой потенциал;

– совершенствовать процедуру приема на работу.

1. *Бороздина О.Ю.* Разработка методического обеспечения оценки и рационального использования трудового потенциала персонала фирмы: Дис...канд. техн. наук. – Кострома, КГТУ, 1998.

2. Управление персоналом: Энциклопедический словарь / Под ред. А.Я. Кибанова. – М.: - ИНФРА-М, 1998.

3. *Касаев А.Г.* Трудовой потенциал и занятость в условиях интенсификации. – М.: Наука, 1990.

4. *Смирнова Н.Д.* Организационно-методическое обеспечение управления развитием промышленного предприятия: Дис...канд. эконом. наук. – Кострома, 2001.

Рекомендована кафедрой бухгалтерского учета и аудита. Поступила 16.06.07.

УДК 677:658.012.3

ПРОИЗВОДСТВО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ КАК ЭЛЕМЕНТ ОТРАСЛЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

М.В. ЗОСИМОВ, П.Г. КОВАЛЬСКИЙ

(Костромской государственный технологический университет,
Костромской государственный университет им. Н.А. Некрасова)

Эффективное функционирование любой производственной системы невозможно без обеспечивающей ее инфраструктуры, то есть совокупности элементов, носящих вспомогательный характер по отношению к базовой части – основному производству.

В теории и практике управления предприятиями и комплексами нет единого мнения о толковании понятия "инфраструктура". Например, в [1] она понимается как вспомогательный вид деятельности, направленный на обслуживание главного объекта; в [2] – как система отраслей и служб, удовлетворяющих нужды производства и населения, в [3] – как комплекс инженерно-технических сооружений и объектов, обеспечивающих необходимые материально-технические условия для

размещения и успешного функционирования предприятий промышленного и сельскохозяйственного производства.

Элементы, обеспечивающие функционирование производственной системы обозначаются, как правило, термином "производственная инфраструктура". При этом существуют два подхода к пониманию сущности производственной инфраструктуры: первый – как совокупности инженерно-технических сооружений, обеспечивающих эффективное функционирование основного производства; второй – как совокупности отраслей, обеспечивающих эффективное функционирование основного производства.

На наш взгляд, рассматривая производство с организационных позиций, как систему хозяйственных взаимосвязей, следует

согласиться со второй точкой зрения. Производственная инфраструктура эволюционно возникает вследствие общественного разделения труда через передачу функций (вспомогательных и обслуживающих по отношению к основному производству) специализированным субъектам. Например, организацию ремонтных работ, изготовление инструмента и приспособлений, решение задач энергообеспечения, транспортного обслуживания, осуществление складирования и т.д.

Формирование представлений о принципах организации и функционирования производственной инфраструктуры затрудняется вследствие множества функций ее элементов, различия принципов их взаимодействия с основным производством, а также разнообразия субъектов, нуждающихся в них.

Например, производственные услуги собственных подразделений и сторонних организаций образуют соответственно внутреннюю и внешнюю производственные инфраструктуры. При этом элементы внутренней инфраструктуры одних предприятий могут выступать как внешняя производственная инфраструктура для других, оказывая им услуги на договорной основе, то есть услугами элементов инфраструктуры кроме "материнского" основного производства могут пользоваться другие предприятия отрасли или субъекты других отраслей народного хозяйства. В таких случаях говорят о "внутрипроизводственной", "отраслевой" и "межотраслевой" инфраструктуре.

Функционально подразделения инфраструктуры могут обеспечивать условия для производства в целом (информационное обеспечение, деловые услуги и др.), условия для реализации технологических процессов производства (энергоснабжение, оснащение требуемыми приспособлениями и инструментом и др.), условия обеспечения сбыта продукции (транспортировка, торговля и др.) и т.д. Следовательно, и управление инфраструктурой может осуществляться на уровне предприятия, отрасли, а также через реализацию регио-

нальных или федеральных межотраслевых правительственных программ.

Таким образом, функционирование производственной инфраструктуры определяется состоянием основного (обслуживаемого) производства, а ее масштабы могут варьироваться от внутренних служб производства до формирования целых инфраструктурных отраслей. Например, И.Ф. Чернявский [4] определяет инфраструктуру как комплекс отраслей хозяйства, обеспечивающих промышленное и сельскохозяйственное производство: строительство шоссейных дорог, каналов, водохранилищ, портов, мостов, аэродромов, складов, энергетическое хозяйство, железнодорожный транспорт, связь, водоснабжение и канализация, общее и профессиональное образование, расходы на науку, здравоохранение и т.д.

Рассмотрим инфраструктуру текстильной отрасли с позиции функционального подхода и попытаемся выявить место в ней производств технологической оснастки.

В общем случае текстильные производства нуждаются в решении следующих "побочных" задач: энергообеспечение и водоснабжение производства, информационное обеспечение и услуги связи, инновационное обеспечение (выполнение НИ-ОКР), организация материально-технического снабжения средствами технологического оснащения, поддержка в технической эксплуатации и ремонте оборудования и технологической оснастке, организация складирования и учета, транспортные услуги, посреднические услуги в сфере обращения (сбыт продукции) и др.

Очевидно, что назначение технологической оснастки и соответственно ее производителей – обеспечить условия для реализации технологических процессов. Причем в текстильных технологических системах оснастка является вариативным звеном, настраивающим оборудование по продукту и позволяющим, таким образом, обеспечить гибкость ассортиментной политики. Следовательно, можно утверждать, что в текстильной отрасли оснастка – это элемент инфраструктуры, обеспечивающий технологическую гибкость.

Рассматривая производства текстильной технологической оснастки, необходимо представлять, что количество ее видов и исполнений измеряется сотнями. Количественный же объем потребности (в условиях значительного сокращения отрасли) только в ткацкой технологической оснастке (в денежном выражении) составляет порядка 55 млн. рублей в год – это малая часть потребности предприятий СССР (около 1 млрд. руб. в год в приведенных ценах [5]), когда ежегодно выпускалось 500 млн. штук проволочных и 120 млн. штук пластинчатых галев, ремизных рам – около 600 тыс. и т.д.

Изготовлением технологической оснастки занят широкий спектр производителей. Часть из них – специализированные предприятия, ранее входившие в состав Министерства легкой промышленности и выпускающие главным образом именно оснастку. Тогда эти предприятия были объединены в рамках Производственного объединения "Союзлегпромтехоснастка", сейчас большинство из них объединены в Концерн "Техоснастка". Другую часть составляют предприятия, выпускающие лишь некоторые виды оснастки в силу близости используемых технологий или материалов. Так, например, прядильные кольца, бегунки, нитепроводники, прокладчики утка выпускаются отдельными машиностроительными заводами и отдельными предприятиями ВПК. Традиционно обеспечением оснасткой (прежде всего к импортному оборудованию) занимаются и зарубежные фирмы, например, Elitex (Чехия), Grob (Швейцария), Schmeing (Германия) и др.

Рассматривая современную деятельность изготовителей оснастки, следует отметить прежде всего их активную диверсификацию. Спад в текстильной отрасли промышленности вынуждает их проводить конгломератную ассортиментную политику, осваивать новые направления деятельности (выпуск металлоконструкций, предметов хозяйственно-бытового назначения и т.д.). Однако стабилизация в отрасли повысила привлекательность выпуска оснастки как основного направления деятель-

ности. Теперь развитие производств оснастки зачастую осуществляется на основе горизонтальной диверсификации, то есть за счет расширения ассортимента оснастки для текстильной отрасли. Например, Московский экспериментальный завод №1, являющийся одним из крупнейших отечественных производителей ремизных рам для ткацких станков, в условиях кризиса отрасли "выживал" за счет выполнения муниципальных заказов г. Москвы. В настоящее время ОАО "МЭЗ-1" расширил перечень выпускаемой оснастки за счет организации производства берд.

Следует отметить также наличие целой научной школы, зародившейся в КГТУ под руководством проф. Худых М.И. (защитено более 50 кандидатских диссертаций), занимающейся решением проблем проектирования, производства и эксплуатации технологической оснастки текстильных машин, которая стала основой ФГУП "ЦНИИМашдеталь".

Рассмотрим производство технологической оснастки как элемент отраслевой инфраструктуры и попытаемся представить, какие функции (услуги) изготовителей оснастки могут быть востребованы в современных условиях текстильными предприятиями.

Очевидно, что главной задачей, которую они ставят перед производителями оснастки, выступает снабжение потребной оснасткой в установленные сроки. Однако, учитывая технологические и конструктивные особенности оснастки, важнейшее значение для текстильных предприятий приобретает поддержка со стороны ее изготовителей в вопросах эксплуатации и ремонта. Кроме того, выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в части технологической оснастки по логике хозяйственного развития также становится предметной деятельностью ее производителей. Организация транспортировки оснастки между текстильными предприятиями и изготовителями также постепенно переходит к последним. На наш взгляд, взаимодействие рассматриваемых производств может быть и в части информационного обеспечения.

Изготовители оснастки могут осуществлять информационную поддержку в решении вопросов выбора потребных видов оснастки, определения необходимого ее количества, увязанного с ассортиментной политикой, расчета периодичности штатных эксплуатационных работ, связанных с

оснасткой и т.д. В общем виде функциональная схема взаимодействия производителей оснастки с текстильными предприятиями отражена на рис.1 – функции производств технологической оснастки как элемента текстильной отраслевой инфраструктуры.



Рис. 1

Таким образом, представляется справедливым заключить: производство технологической оснастки является важным элементом производственной инфраструктуры текстильной отрасли промышленности. Функционально данный элемент адаптируется к современным условиям хозяйствования и активно структурируется в настоящее время в специфическую подотрасль. Осуществляется активная интеграция и кооперация между производителями различных видов оснастки в вопросах производства, комплектных поставок, организации сервиса. Формируется координация производителей оснастки и научных учреждений в вопросах исследовательских и опытно-конструкторских работ. Вместе с

тем, тесная взаимосвязь производств оснастки с текстильными предприятиями в условиях неблагоприятной конъюнктуры на рынке текстильных продуктов вынуждает их к активной диверсификации своей деятельности, что может снизить ключевую компетенцию и отрицательно повлиять на конкурентоспособность всей текстильной отрасли промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Территориальные системы производства, расселения, инфраструктуры Урала. – Пермский ун-т. Вып.2, 1976.
2. Экономические проблемы научно-технической революции при социализме / Под ред. Гатовского Л.М. – М.: Экономика, 1975.

3. Региональное развитие и географическая среда. – М.: Изд-во АН СССР, 1971.

4. Чернявский И.Ф. Инфраструктура сельскохозяйственного производства. – М.: Экономика, 1979.

5. Привалов В.Н. Организационно-экономическое обеспечение повышения эффективности ис-

пользования потенциала производства текстильной технологической оснастки: Дис....канд. экон. наук. – Кострома, 2004.

Рекомендована кафедрой предпринимательства и малого бизнеса. Поступила 16.06.07.

УДК 658.8:677

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О ПОКУПКЕ СРЕДСТВАМИ МАРКЕТИНГА

О.Ю. БЫСТРОВА

(Костромской государственный технологический университет)

Состояние текстильной отрасли экономики на данный момент характеризуется наличием жесткой конкурентной борьбы отечественных и зарубежных производителей за рынки сбыта. Назрела необходимость разработки и применения маркетинговых стратегий, сочетающих интересы отечественного производителя и многочисленных конечных потребителей.

В условиях насыщенного текстильными изделиями потребительского рынка на первый план выходит управление поведением потребителей. Поведение потребителя – это деятельность, направленная непосредственно на получение, потребление и распоряжение продуктами и услугами, включая процессы принятия решений, которые предшествуют этим действиям и следуют за ними [1, с. 38].

Цель маркетологов, занимающихся оказанием влияния на потребителя, понять и предсказать поведение потребителя (повлиять на процесс принятия решения о

покупке). Задача производителя в данной ситуации – склонить потребителя к покупке отечественного текстильного товара, акцентируя его внимание на достоинствах объекта покупки: качестве, экологичности сырья, национальных мотивах художественного оформления, тенденциях развитого потребительского рынка – приобретать натуральные, а не синтетические текстильные изделия и аксессуары. В ходе процесса принятия решения потребителями имеет место не только тщательное взвешивание и оценка утилитарных, функциональных атрибутов приобретаемого товара, но и эмоциональных, гедонических преимуществ объекта выбора.

Проблемы, стоящие перед потребителем, по мнению Д.Ф. Энджела, Р.Д. Блэкуэлла, П.У. Миниарда, И.В. Алешиной, отличаются по степени сложности и делятся на три группы, рис. 1 (типы процессов решений о покупке) [2, с. 283].

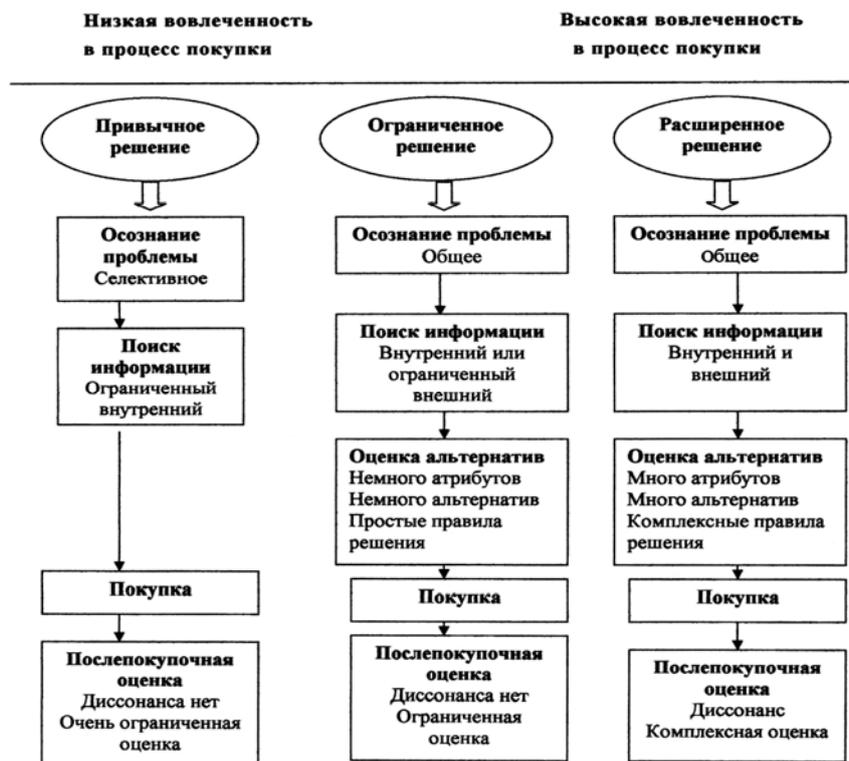


Рис. 1

1. Простые проблемы, привычно решаемые потребителем без каких-либо усилий (покупка недорогих товаров повседневного, текущего спроса). Процесс принятия решения – самый малозатратный для потребителя, с точки зрения моральных и материальных инвестиций. Проблема не нуждается в распознании индивида – она известна. Внутренний поиск информации, хранимой в долгосрочной памяти, дает единственное предпочитаемое потребителем решение – марку (производителя).

Привычные решения можно разделить на две группы: лояльность марке /производителю; повторные (инерционные) покупки.

Производитель должен применять стратегию интенсивного охвата рынка (доступные ценовые характеристики, активная рекламная кампания, промоакции для завоевания рынка), направленную на интенсивность потребления, то есть маркетинговые коммуникации, ориентированные на массовое стимулирование продаж [3].

2. Ограниченные проблемы, то есть содержащие элемент новизны и неопределенности до определенного предела (по-

купка товаров дифференцированного предложения – комплекты столового белья). Производитель применяет сегментирование потребительского рынка и разрабатывает дифференцированное предложение и персональную рекламную кампанию для каждого, либо какого-то конкретного сегмента.

Покупка предполагает некоторое размышление индивидуума, но в большей части ограничивается внутренним поиском информации. Используемые правила решения просты: покупается та марка (производитель) продукции, которая знакома, или покупается самая дешевая из аналогов, представленных на рынке. Поэтому производителю необходимо разработать ассортиментные группы товаров с различным ценовым сопровождением и ориентироваться в своей деятельности на уникальность предложений для целевых сегментов.

В данном типе решений осознание потребности индивидуумом почти прямо ведет к покупочному действию; экстенсивный поиск и оценка альтернатив отсутствуют, потому что покупке не придается

большого веса. Тем не менее, деятель рынка, предлагающий конкурентное отличие продукта – пусть малое, получает временное преимущество. Оценка после покупки ограничена. Потребителем придается значение только серьезным отклонениям от ожидаемого уровня функционирования покупки (усадка изделий, изменение колористики). Для поддержки уровня лояльности потребителя реализатор ведет поддерживающую рекламу. Марка, узанная потребителем в точке покупки, будет более вероятно куплена. Бесплатные образцы и экспонирование в точке покупки, купоны могут быть действенными в переключении потребителей на альтернативную марку.

3. Расширенные проблемы, то есть отличающиеся высокой сложностью в силу своей новизны и высокой неопределенности решения (покупка элементов оформления интерьера). Стратегическая ориентация производителя в коммуникационной политике – ориентация на позиционирование через бренд, креатив представления, социальная ответственность рекламы. Продукты расширенного потребительского решения – это те продукты, чья стоимость и риск неверного выбора которых высоки и эмоционально значимы для потребителя. Обдумывание и оценка альтернатив предвосхищают покупку и ее применение в силу значимости правильного выбора для индивида.

После активации расширенного решения проблемы, вероятно, последуют все представленные на рис. 1 стадии процесса решения. Для преодоления послепокупочного диссонанса производители и продавцы должны быть готовы поддержать потребителя в его совершенном выборе при помощи линий горячей связи, поддерживающей рекламы, носящей стабильный характер и продвигающей постоянные цен-

ности, стабильной ценовой политики и прочих мероприятий.

Деление решений на типы условно и осуществляется для определения направлений маркетинговой деятельности, иницирующей покупочный процесс конкретного типа.

В Ы В О Д Ы

Переосмысливая вышеприведенное и осознавая проблемы, с которыми сталкиваются отечественные текстильные предприятия в сфере реализации произведенной продукции, с точки зрения маркетинга, можно порекомендовать проведение следующих мероприятий:

- сегментирование потребительского рынка;
- определение преобладающих типов процессов решений о покупке (в зависимости от групп производимой продукции);
- определение максимальных и минимальных ценовых порогов;
- выявление уникальных достоинств выпускаемой продукции (либо существующих достоинств);
- разработка дифференцированного предложения и персональных коммуникационных кампаний для каждого целевого сегмента – используя манипулятивные методы в рекламе.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Энджел Д.Ф.* Поведение потребителей. – СПб.: Питер, 1999.
2. *Алешина И.В.* Поведение потребителей: Учебное пособие для вузов. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2000.
3. *Бун Л., Куртц Д.* Современный маркетинг: Учебник для студентов вузов / Пер. англ. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005.

Рекомендована кафедрой экономики и управления. Поступила 16.06.07.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Г.К. БУКАЛОВ, В.Г. НИКИТИН, Д.А. ХМЕЛЕВ, Ю.П. ВИНС

(Костромской государственной технологической университет)

Вопросы безопасности труда часто являются определяющими при конструировании новой техники, в том числе и для текстильной промышленности. Безопасность является "...по образному выражению английского ученого Б. Шеккела вопросом жизни и смерти: если человек изготавлял плохое орудие и не мог достаточно эффективно его применять, то на свете очень скоро становилось одним конструктором меньше..." [1, с. 14].

Термин "рабочая зона" часто встречается в нормативной литературе по промышленной безопасности и охране труда. Однако толкования данного термина существенно различаются. Встречаются две основные трактовки: первая рабочая зона - часть рабочего места, совпадающая с местом, на котором находится работающий; вторая рабочая зона может и не находиться на рабочем месте, где находится работник. К нормативным документам, в которых представлена первая трактовка, можно отнести ГОСТ 12.1.005-88. "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны", в котором дано следующее определение: "Рабочая зона это пространство, ограниченное по высоте 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или непостоянного (временного) пребывания работающих". Из данного определения следует, что рабочая зона является частью рабочего места, которое там же определяется как: "Место постоянного или временного пребывания рабочих в процессе трудовой деятельности" [2].

Данное определение не учитывает всего разнообразия рабочих мест, встречающихся в текстильной промышленности. Например, при управлении авто- и электрокарами, которые широко используются в текстильной промышленности, рабочим

местом водителя является кабина транспортного средства [3, с. 179], высота которой может быть существенно меньше вышеупомянутых 2 м. Следовательно, размеры рабочей зоны, являющейся частью рабочего места, зависят от конкретных условий работы и технического оснащения.

Определение рабочей зоны часто дают с точки зрения эргономики: "Рабочая зона – участок рабочего места, ограниченный углами обзора, амплитудой движений человека и выбором им (группой людей) позы в процессе работы. Различают рабочую зону оптимальной, легкой и предельной досягаемости. Правильное определение рабочей зоны – важное требование рациональной организации рабочего места. Наиболее ответственные и часто используемые приборы, индикаторы располагают, как правило, в оптимальной зоне видимости, а органы управления, инструменты, детали - в зонах оптимальной и легкой досягаемости" [4]. Необходимо подчеркнуть, что рабочая зона в данных нормативных документах трактуется только как пространство, в котором находятся места постоянного или непостоянного (временного) труда людей.

Можно отметить, что в определениях первой группы рабочую зону человека часто определяют по аналогии с рабочей зоной простой машины, которая определяется как "...пространство, в котором осуществляется перемещение машины и ее рабочего органа в процессе работы..." [5]. Данные определения не учитывают, что существует много рабочих мест, у которых собственно процесс труда происходит в зоне, не доступной оператору, например, рабочее место оператора чесальной машины для хлопка, пневмопрядильных машин, сушильных и ширильных машин и пр. При этом рабочий, основываясь на визуальной

информации, показаниях приборов, иной информации, управляет процессом труда. Видно, что рабочая зона, в которой происходит процесс труда, не всегда совпадает с местом пребывания работающих.

В определениях второй группы рабочая зона не обязательно совпадает с рабочим местом, например, встречаются следующие определения: "Рабочее место – часть производственной площади с расположенным на ней техническим, вспомогательным, подъемно-транспортным оборудованием и устройствами, оснасткой и различным инвентарем, необходимым исполнителю для выполнения производственного задания. Сам процесс труда протекает на ограниченном участке производственной площади в рабочей зоне" [6].

Данная группа определений также не учитывает всего существующего разнообразия рабочих мест. Рассмотрим, например, рабочее место водителя электрокара с позиции теории систем. Система человек – машина (СЧМ) создается, когда есть цель. СЧМ находится и взаимодействует с окружающей средой. Схема системы человек – машина – окружающая среда представлена на рис. 1.



Рис. 1

Целью системы человек – транспортное средство (электрокар) является перемещение груза в пространстве. Для достижения поставленной цели водитель взаимодействует с транспортным средством, окружающим пространством и пр. Известно, что при движении электрокара для эффективной и безопасной работы необходимо, чтобы водитель мог видеть дорогу и предметы на ней на достаточном расстоянии, зависящим от скорости движения. Очевидно, что процесс труда водителя заклю-

чается не только в оперативных воздействиях на органы управления внутри кабины – первой рабочей зоне, но и в наблюдении дороги и различении предметов впереди транспортного средства – второй рабочей зоне. Следовательно, наличие оборудования в рабочей зоне необязательно. Для более углубленного исследования термина "рабочая зона" рассмотрим его применительно к рабочему месту водителя транспортного средства. Известно [1, с. 62], определение термина "рабочее место" – наименьшая целостная единица производства, жизнедеятельности, в котором присутствуют предмет, средство и субъект труда (деятельности). То, на что направлена человеческая деятельность, является предметом труда [7]. В случае рабочего места водителя транспортного средства деятельность направлена на перемещение в пространстве. Соответственно, предметом труда является пространство. При этом пространство трактуется как – форма существования материи, проявляющаяся в виде пространственных характеристик взаимного расположения тел, их координат, расстояний между ними, углами направлений и т.п. [8].

Отметим, существование двух принципиально отличающихся рабочих зон, которые можно условно назвать: первого рода – рабочая зона человека, который производит работу руками или другими частями тела, и информация воспринимается органами чувств человека; второго рода – рабочая зона системы человек – машина, в которой работа производится рабочими органами машины, и информация из которой воспринимается датчиками машины и далее передается на средства отображения информации и после этого воспринимается человеком. Встречаются рабочие места, у которых рабочие зоны носят промежуточный характер между рабочей зоной первого и второго рода. Человек получает информацию из рабочей зоны как от органов чувств, так и от датчиков. Например, термист на своем рабочем месте может получать информацию о происходящем в печи как от показывающих приборов – термографов, так и непосредственно, заглянув в

печь. Схема взаимодействия в системе человек – машина и возникновения рабочих зон первого и второго рода представлена на рис.2, где 1 – рабочая зона первого рода; 2 – рабочая зона второго рода; 3 – человек; 4 – машина; 5 – датчики; 6 – средства отображения информации; 7 – органы управления; 8 – рабочие органы; 9 – предмет труда.

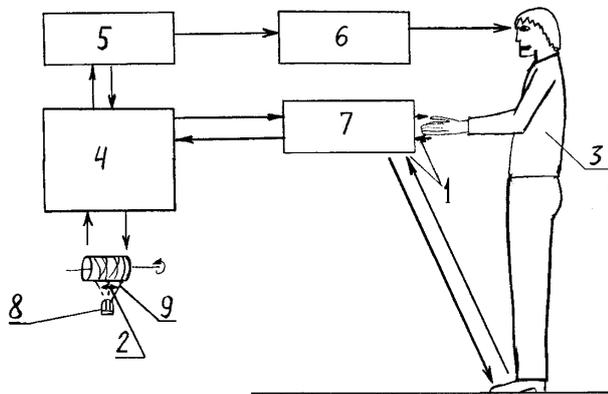


Рис. 2

Отметим, что ранее показано [9], что термин "рабочее место" является синонимом термина "место размещения системы человек – машина", а размеры рабочего места совпадают с размерами системы человек – машина.

Возможно определение необходимых и достаточных условий существования рабочего места. Необходимым условием существования рабочего места, ради выполнения которого оно и создается, это достижение поставленной цели (производства определенной продукции, выполнения операции и т.п.). Достаточными условиями является безопасность человека в процессе труда и надежность машины в СЧМ. Под надежностью машины понимается свойство сохранять работоспособность и эксплуатационные показатели в течение требуемого времени.

Отметим, что рабочая зона первого рода обычно включается в состав рабочего места, а рабочая зона второго рода иногда исключается.

Можно заметить, что наличие рабочих зон первого или второго рода относится к необходимым условиям существования рабочего места. Рабочие зоны являются

потенциальными источниками опасных и вредных производственных факторов и поэтому их нельзя исключать из состава рабочего места.

Общее во многих определениях рабочей зоны – недооценка информационного характера взаимодействия человека с предметом труда. Часто встречаются рабочие места, у которых место нахождения человека и рабочая зона, в которой и происходит процесс преобразования сырья в изделие, разделены, и рабочая зона второго рода находится далеко от человека (рис. 2), то есть взаимодействие рабочей зоны с оператором только информационное. Например, такие рабочие места имеют место при дистанционном управлении процессами, которое часто встречается в текстильной промышленности и др. Как правило в таких случаях операторы имеют изолированную кабину, в которой предположительно создаются условия труда, соответствующие нормативным. На таких рабочих местах работающий имеет только визуальную связь с рабочей зоной второго рода или работает по приборам, то есть связь осуществляется посредством датчиков и средств отображения информации. Содержание информации из рабочей зоны второго рода может оказывать определяющее воздействие на условия труда оператора, например, изменяя его напряженность и другие параметры [10]. С другой стороны, информация из рабочей зоны второго рода может передаваться на зрительный анализатор без посредства датчиков и средств визуализации. В этом случае в данной рабочей зоне должны предъявляться требования к освещению. Если информация из рабочей зоны второго рода передается человеку посредством датчиков и средств визуализации, то предъявляются требования к датчикам и средствам визуализации, которые должны представлять человеку необходимую и достаточную информацию. Кроме того, форма и параметры представляемой человеку информации должны учитывать его индивидуальные способности, например, умственные [11].

Ранее отмечалось, что встречаются рабочие места, в которых рабочую зону вто-

рого рода не включают в состав рабочего места, например, рабочим местом водителя полагают только кабину транспортного средства [3, с. 179]. Данный факт может привести к эксплуатации данного рабочего места в условиях, когда не выполняются достаточные условия существования рабочего места (требования безопасности человека и др.) и соответственно к повышенному риску гибели, травмирования и разрушения машины.

Следовательно, рабочая зона второго рода – часть рабочего места, которая, однако, может находиться на значительном расстоянии от места расположения человека. Часто разрыв в пространстве между местом расположения человека и рабочей зоной второго рода создается с целью упрощения защиты человека от вредных и опасных факторов, возникающих при работе машины, так называемая "защита расстоянием", а часто разрыв возникает по техническим причинам, например, при больших размерах рабочих органов машины и при невозможности приблизиться на необходимое расстояние.

ВЫВОДЫ

Рабочая зона – часть рабочего места, в которой происходит процесс труда, управления процессом труда, и которая является источником информации для управления процессом труда.

Рабочая зона первого рода – часть рабочего места, в которой работа и управление процессом труда производится руками или другими частями тела человека. Информацию для управления процессом труда из рабочей зоны первого рода человек получает посредством органов чувств.

Рабочая зона второго рода – часть рабочего места, в которой работа производится рабочими органами машины. Информацию для управления процессом тру-

да из рабочей зоны второго рода человек получает посредством датчиков и средств отображения информации.

Встречаются рабочие места, у которых рабочие зоны носят смешанный характер между зонами первого и второго рода, то есть работа производится не только руками или другими частями тела человека, но и рабочими органами машины. Человек получает информацию из промежуточной рабочей зоны как от органов чувств, так и посредством датчиков и средств отображения информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рунге В.Ф., Манусевич Ю.П. Эргономика в дизайне среды. – М., 2005.
2. ГОСТ 12.1.005–88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
3. Буралев Ю.В. Безопасность жизнедеятельности на транспорте. – М.: АКАДЕМИА.: 2004.
4. Большая российская энциклопедия (электронная версия).
5. ГОСТ 12.3.033–84. Строительные машины. Общие требования безопасности при эксплуатации.
6. Кольцов Н.А. Научная организация труда. – М.: Высшая школа, 1983.
7. Акулов В.Б., Акулова О.В. Экономическая теория. Учебное пособие. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2002.
8. Словарь по естественным наукам. www.Глоссарий.ги
9. Букалов Г.К., Никитин В.Г., Хмелев Д.А., Винс Ю.П. Определение размеров рабочего места // Вестник Костромского государственного технологического университета – Кострома, №15, 2007.
10. Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
11. ГОСТ Р ЕН 614-1–2003. Безопасность оборудования. Эргономические принципы конструирования. Ч. 1. Термины, определения и общие принципы.

Рекомендована кафедрой промышленной экологии и безопасности. Поступила 16.06.07.

УДК 675.6.06

ОЦЕНКА СВОЙСТВ МЕХОВЫХ НИТЕЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРИКОТАЖНЫХ И ТКАНЫХ ПОЛОТЕН С ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ

Е.А. ВЕТОШКИНА, Ж.Ю. КОЙТОВА, Е.В. ДМИТРИЕВА

(Костромской государственной технологической университет)

В настоящее время большую популярность приобрели фактурные поверхности меховых шкурок, вязаные и тканые изделия различного ассортимента с вложением мехового лоскута вручную или машинным способом, где меховые элементы могут полностью или частично в виде орнамента, заполнять поверхность трикотажа или ткани.

Известны способы применения меховых полосок в текстильных материалах путем переплетения их с нитями канвы, которые служат системой прижимных нитей для фиксации меховых полосок [1...4]. Существует способ получения крученой меховой полоски [5] для использования ее в плетении, вязании, ткачестве с целью получения двухстороннего мехового полотна.

Для машинного вязания трикотажных полотен основными требованиями к меховой нити являются: максимальная длина, непрерывность, толщина, ворсистость, гибкость. Для получения непрерывной нити предложены различные варианты нарезания полос в зависимости от способа съема шкурок. Шкурки снимают пластом, чулком или трубкой. При снятии шкурок пластом раскрой ведут по вертикали, горизонтали, по кругу или эллипсу, а шкурки, снятые чулком или трубкой, раскраивают горизонтально по спирали. Наиболее красивым внешним видом обладают нити, раскроенные по вертикали, так как свойства кожаной ткани и волосяного покрова распределены равномерно по всей длине нити. Процесс получения нити складыва-

ется из этапов: правка шкурок, нарезание полосок, увлажнение со стороны кожаной ткани, скручивание. Этап скручивания выполняется для изготовления двухсторонних полотен.

Для тканых полотен можно использовать как нити различной ширины, так и скорняжный и подножный лоскут, прокладывая их в качестве уточных нитей [6].

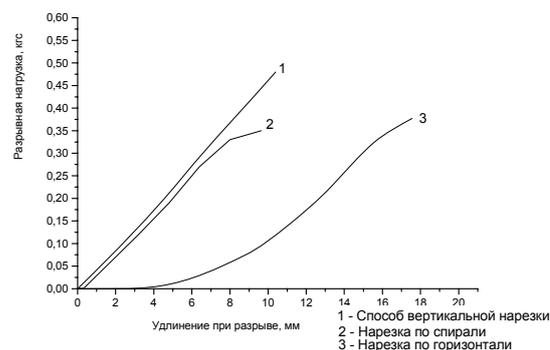


Рис. 1

Проведена оценка прочности и удлинения при разрыве меховых нитей шкурок норки шириной 1...2 мм, нарезанных различными способами (диаграмма растяжения представлена на рис. 1). Нити, полученные при вертикальной нарезке шкурки (1), имеют наиболее высокие показатели разрывной нагрузки, достаточное удлинение. Нити, раскроенные по спирали (2), обладают самой низкой прочностью и удлинением, также они отличаются высокой трудоемкостью при раскросе, но удобны для получения крученых нитей и имеют

красивый внешний вид. Для нитей из шкурок, снятых трубкой или чулком, раскрытых горизонтально по спирали (3), характерно самое большое удлинение при растяжении, что объясняется строением кожной ткани натурального меха.

Определены линейная плотность, жесткость (стрела прогиба), крутка, разрывная нагрузка, удлинение при разрыве меховых нитей из шкурок норки и лисицы шириной 1...2 мм. Установлено, что на свойства меховых нитей в первую очередь влияет топография шкурки и способ нарезания нити. Таким образом, нити, полученные с хребтовой области шкурки, более прочные и эластичные и имеют большую ворсистость, чем нити, полученные с черева. Крутка меховых нитей зависит в первую очередь от равномерности распределения волосяного покрова полоски по всей длине во время кручения, при этом, если мездру полоски предварительно увлажнить и одновременно осуществлять крутку и правку, удлинение полоски составляет в среднем 27...30% от ее первоначальной длины.

Одной из проблем переработки является повышенная толщина и жесткость нитей, что затрудняет использование ее в трикотажном производстве, где жесткость

нити усложняет ход каретки машины, образование петли и, как следствие, приводит к обрыву нити. В связи с повышением гибкости увлажненной меховой нити проведена оценка основных свойств нити (прочность при растяжении, разрывное удлинение, стрела прогиба) в зависимости от способа увлажнения:

– при нормальных условиях $W_{\text{мездры}} = 15...17\%$;

– увлажнение паровоздушным способом в эксикаторе, где $W_{\text{возд}} = 98\%$, а $W_{\text{мездры}} = 40\%$;

– смачивание кожной ткани раствором для правки, $W_{\text{мездры}} = 140\%$.

Результаты испытаний нитей шкурок норки и серебристо-черной лисицы на разрывную нагрузку, удлинение при разрыве и стрелу прогиба при различной влажности кожной ткани представлены на рис. 2,3 соответственно. Стрела прогиба оценивалась методом консоли на приборе ПТ-2. С увеличением влажности меховой нити возрастает ее гибкость, удлинение при растяжении, но резко снижается прочность; оптимальным вариантом для вязания на машине являются меховые нити с влажностью кожной ткани 40%.

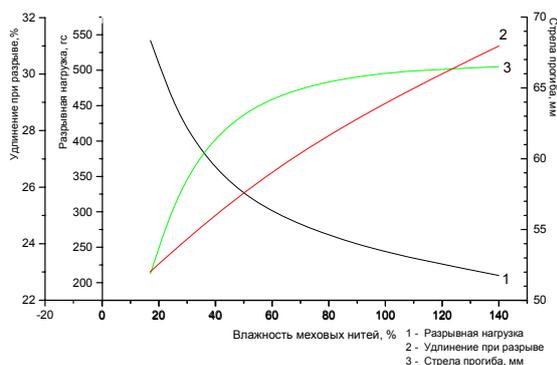


Рис. 2

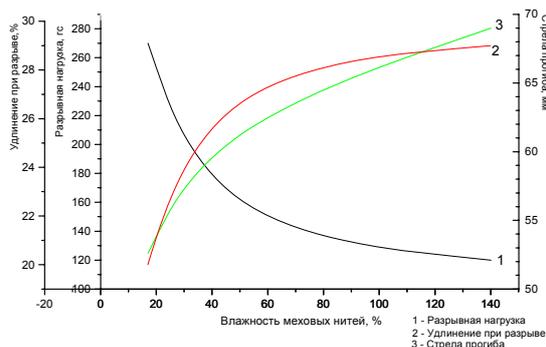


Рис. 3

На основе полученных данных определена оптимальная ширина меховой нити не более 2 мм, которую можно использовать для вязания трикотажных полотен на плосковязальных машинах третьего и пятого класса, причем на машинах пятого

класса меховая нить может перерабатываться только при разборке игл через одну (производная гладь). На вязальных машинах первого и второго класса можно прокладывать меховые нити шириной более 2 мм, причем в сухом состоянии

($W_{\text{мездры}} = 15...17\%$). При использовании перекрученных меховых нитей можно получить двухстороннее меховое полотно, в котором лицевая сторона и изнаночная поверхность выглядят одинаково.

Изготовлены и исследованы свойства трикотажных полотен трех видов переплетений: комбинированное переплетение на базе неполного ластика, комбинированное переплетение на базе прессового, комбинированное переплетение на базе ажурного [7]. Поверхностная плотность трикотажных полотен с применением меховых рядов зависит от свойств меха (вид меха, ширины полосок и т.д.). Влияние меховой нити на разрыв и деформацию имеет сложный характер и зависит от вида переплетения, направления и плотности расположения нити в трикотаже. Усадка при стирке трикотажных полотен происходит в местах мехового ряда, за счет усадки меховых полосок. При одноразовой тепловой обработке изменения линейных размеров не происходит.

Использование меха в трикотажных и тканых полотнах дает возможность получения орнаментальных, цветовых и фактурных решений, а также двухстороннего трикотажного полотна путем вычесывания волоса меховых элементов на изнаночную сторону за счет вложения меха различной природы, структуры в зависимости от высоты и направления ворсового покрытия, ширины и крютки меховых полосок.

ВЫВОДЫ

1. Проведен анализ свойств меховых нитей, раскроенных различными способами. Оптимальным вариантом является раскрой по вертикали. При изготовлении трикотажных полотен рекомендуется использование нитей шириной 2 мм с влажностью кожаной ткани 40% при влажности воздуха 98%.

2. Вложение меховых элементов в трикотажных и тканых полотнах способствует расширению ассортимента одежды. Изделия из таких материалов рекомендуется сдавать в химчистку; применение тепловой обработки при температуре до 80°C не приводит к изменению линейных размеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. 2084190. Россия. Способ изготовления изделий из меха / Минина Л.А. – №95118694/12; Заявл. 01.11.95; Оpubл. 20.07.97.
2. А.с. 2109062. Россия. Способ изготовления изделий из меха / Минина Л.А. – №96114203/12; Заявл. 16.07.96; Оpubл. 20.04.98.
3. А.с. 2109063. Россия. Способ изготовления изделий из меха / Минина Л.А. – № 96114204/12; Заявл. 16.07.96; Оpubл. 20.04.98.
4. А.с. 2109064. Россия. Способ изготовления изделий из меха / Минина Л.А. – №96115075/12; Заявл. 25.07.96; Оpubл. 20.04.98.
5. А.с. 1725736. Россия. Способ изготовления изделий из меха / Осьмушкин В.А., Осьмушкина Л.Е. – №4944637/12 Заявл.14.06.91; Оpubл. 15.11.93; Бюл. 44-42.
6. *Ветошкина Е.А., Койтова Ж.Ю., Москаева Т.Б.* Использование низкосортного меха и мехового лоскута в трикотаже // Тез. докл. Межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов (Дни науки - 2002). – С-Пб, 2002. С.31.
7. *Ветошкина Е.А., Койтова Ж.Ю., Москаева Т.Б.* Исследование свойств меховых нитей и разработка трикотажных переплетений с их использованием // Тез. докл. междунар. науч.-практич. конф.: "Текстиль 2002. Инновация – эффективность наукоемких технологий". – Ташкент, ТИТЛП, 2002. С.71.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 16.06.07.

ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ШВЕЙНЫХ НИТОК НА СВОЙСТВА НИТОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

М.Л. ПОГОРЕЛОВА, О.А. КАМИЛАТОВА

(Костромской государственной технологической университет)

Ниточное соединение является самым распространенным и экономичным способом соединения деталей швейных изделий. Качество швейных изделий во многом определяется надежностью и долговечностью швов, свойства которых в свою очередь зависят от характеристик применяемых скрепляющих материалов, то есть швейных ниток.

В настоящее время ассортимент швейных ниток чрезвычайно расширился. Отечественные и зарубежные производители предлагают швейные нитки различной структуры и волокнистого состава. В основном в швейном производстве применяются нитки из химических волокон – полиэфира, (полиамида). Разрывные характеристики, которыми традиционно принято оценивать качество швейных ниток, у скрепляющих материалов из химических волокон значительно выше, чем у применяемых ранее ниток из натуральных волокон. Тем не менее, проблема получения надежных ниточных соединений и конфекционирования по-прежнему остается актуальной. Возникает необходимость дополнительных исследований и разработки новых, комплексных критериев оценки качества швейных ниток с целью выбора

оптимального варианта ниток для получения более надежных соединений.

Учитывая особенности работы швейной нитки в шве, необходимо проводить исследование деформационных характеристик швейных ниток и установить влияние особенностей деформирования нитки на качество соединения. Обзор литературы показал, что более 90% общего числа обрывов в производстве составляют обрывы игольной нитки. Игольная нитка в процессе образования стежка испытывает сложный комплекс воздействий, в том числе значительные многоцикловые растяжения, что определяет свойства будущего ниточного соединения. В связи с этим представляет интерес исследование не только прочностных характеристик, но и процессов деформирования швейных ниток.

В качестве объекта исследования выбрано несколько видов из ассортимента новых швейных ниток: Belfil-S80, Belfil-S120 (производитель – фирма AMANN, Германия); RainBow №120 (A402), RainBow №140 (A502); Гамма №40/2. Для швейных ниток по стандартным методикам определены структурные и полуцикловые разрывные характеристики, результаты которых приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Вид ниток	Рр,Н	Е,%	Линейная плотность, текс
Belfil-S №80	12,72	10,7	44,7
Belfil-S №120	6,76	11,07	30,7
Rain Bow №120 (A 402)	7,88	13,02	31,2
Rain Bow №140 (A 502)	8,24	13,71	27,7
Гамма 40/2	7,75	12,69	33,4

С целью оценки упруго-релаксационных характеристик швейных ниток различных по структуре и волокнистому составу проведено исследование их механизма деформирования в режиме ползучести – разгрузка с последующим восста-

новлением под действием различной нагрузки: 10, 20, 50 и 100 г. Испытания проведены на универсальном испытательном приборе-релаксомере деформаций, изготовленном на кафедре сопротивления материалов Санкт-Петербургского государ-

ственного университета технологии и дизайна. По данным эксперимента построены графики зависимости удлинения E , %

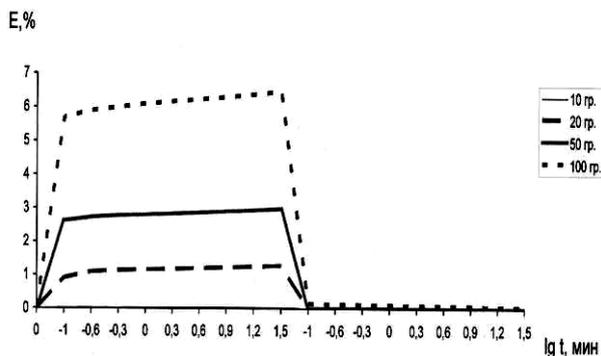


Рис. 1

от величины нагрузки P , H , и длительности нахождения в деформированном состоянии t , мин (рис.1...3).

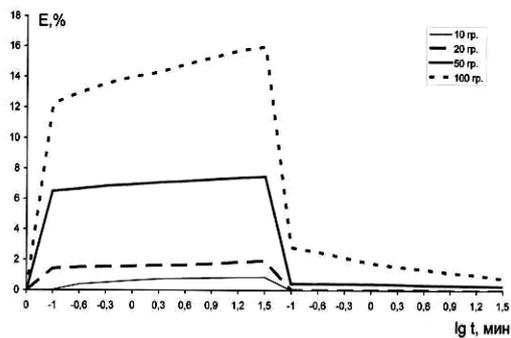


Рис. 2

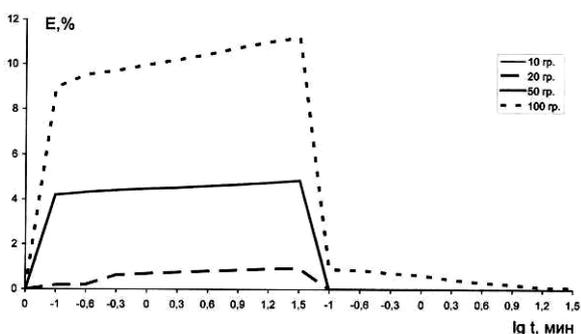


Рис. 3

На рис. 1...3 показаны диаграммы исследования швейных ниток Belfil S80,

RainBow 140(A502), Гамма 40/2 в режиме ползучести – восстановление под действием нагрузки 10, 20, 50, 100 г.

Анализ результатов показал, что значения полной деформации для разных швейных ниток различны, что говорит о разном характере протекания деформационных процессов. По характеру кривых выполнен анализ влияния величины нагрузки P , на характер изменения величины упругой и остаточной составляющей деформации по каждому виду швейных ниток. Данная зависимость представлена на рис. 4 (нагрузка составляла 10, 20, 50, 100 г).

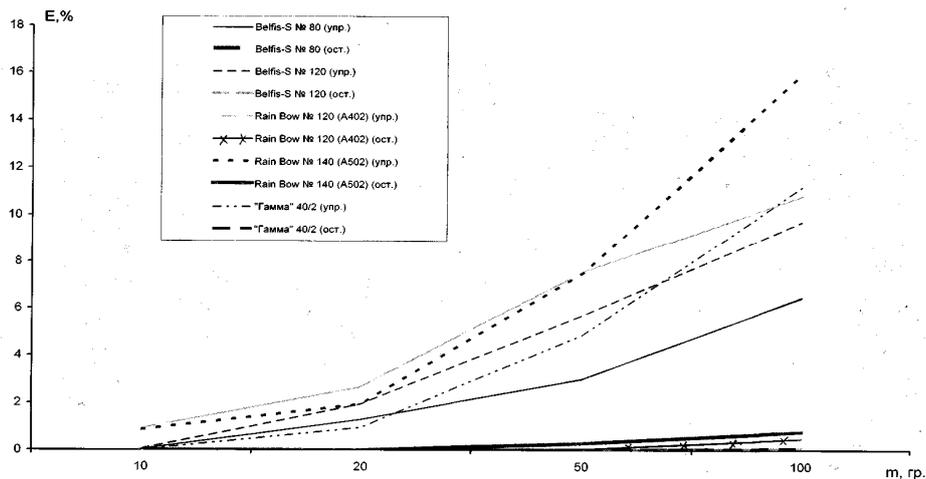


Рис. 4

Представленная зависимость показывает, что с увеличением нагрузки значения

упругой и остаточной составляющих деформации для всех исследуемых ниток

возрастают, что можно объяснить структурными изменениями в процессе деформирования. При этом наблюдаются различия в характере изменений упругой и остаточной составляющей.

Учитывая особенности работы швейной нитки в процессе образования стежка, а также в полученном ниточном соединении, можно предположить, что для получения шва с более высокими надежностными характеристиками наиболее предпочтительным является вариант швейной нитки, в которой упругая составляющая была бы наименьшей и незначительная скорость накопления остаточной деформации. Для подтверждения данного предположения проведен эксперимент по исследованию прочностных и деформационных свойств швов, выполненных исследуемыми нитками.

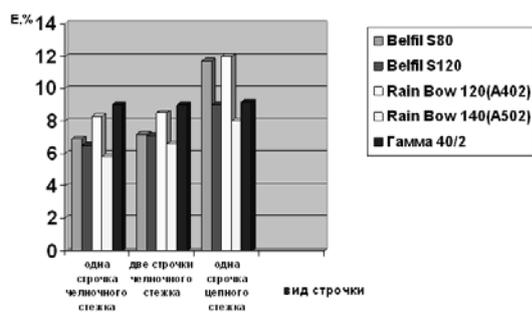


Рис. 5

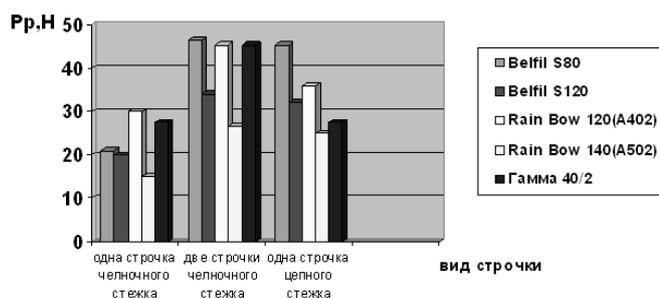


Рис. 6

Предыдущие исследования показали, что в качестве объекта для выполнения строчек необходимо выбрать материал, не влияющий на показания разрывной нагрузки, удлинения и диаграмму растяжения строчки. Таким материалом является нетканое полотно с регулярным расположением синтетических волокон. Испытания проведены по стандартной методике на разрывной машине РТ-250М. Ниточные строчки выполнены в направлении вдоль пробы на универсальной стачивающей машине челночного стежка и для сравнения результатов – на стачивающей машине цепного стежка. Результаты испытаний представлены на рис.5,6. На рис. 5 приведены значения разрывного удлинения ниточных соединений, выполненных исследуемыми швейными нитками; на рис. 6 – значения разрывной нагрузки ниточных соединений.

Полученные результаты показывают, что соотношение разрывных характеристик швейных ниток не соблюдается у ниточных соединений, поэтому данные характеристики ниток не могут служить объективной характеристикой ниточных соединений. Анализ значений разрывной нагрузки соединений показал, что для некоторых видов исследуемых швейных ниток значения разрывной нагрузки двух строчек челночного стежка соответствуют по величине одной строчке цепного стежка. Разрывная нагрузка шва с двумя строчками цепного стежка кратна по величине значению разрывной нагрузки одной строчки цепного стежка. Данная закономерность не наблюдается у значений разрывного удлинения ниточных строчек: ко-

личество выполненных строчек не влияет на разрывное удлинение шва.

Для ниточных соединений, в которых напряжения распространяются вдоль шва, определяющую роль при оценке надежности имеют значения разрывной деформации. Представленные на рис.5 значения позволяют выполнять научно обоснованный выбор швейных ниток и разрабатывать оптимальные технологические решения при проектировании изделий с целью улучшения их эксплуатационных свойств.

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрен ассортимент новых швейных ниток, для которых определены структурные и разрывные характеристики.

2. Проведено исследование процесса деформирования швейных ниток в режиме ползучести – восстановление.

3. Показано, что под действием одной и той же нагрузки швейные нитки разных торговых номеров деформируются по-разному, что говорит о различном характере протекания процесса растяжения и разном поведении нитки в строчке.

4. Получена зависимость значений упругой и остаточной составляющей деформации ниток от величины нагрузки. При увеличении нагрузки все составляющие компоненты деформации возрастают.

5. При проектировании изделий необходимо учитывать деформационные характеристики строчек с целью выбора оптимального варианта типа стежка.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 16.06.07.

УДК677.017.4.025.001.2

ЗАВИСИМОСТЬ ИЗГИБНОЙ ЖЕСТКОСТИ УГЛЕРОДНО-ВОЛЬФРАМОВОЙ НИТИ ОТ ЕЕ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ И СОДЕРЖАНИЯ ВОЛЬФРАМА*

И.А. КОРЖЕВА, И.Л. ВЕРНЯЕВА

(Костромской государственной технологической университет)

При исследовании возможности получения и переработки нитей на текстильном оборудовании в первую очередь необходимо определить характеристики, которые оказывают влияние на технологические процессы. Эти характеристики, называемые механическими, показывают отношение волокон и нитей к действию различно приложенных к ним сил и нагрузок. Механические свойства являются самыми важными, так как они влияют на поведение волокон и нитей, а также на свойства окончательного продукта. При оценке свойств нитей или трикотажа необходимо знать свойства отдельных компонентов. Кроме того, необходимо учитывать, что структура нитей может быть анизотропна – неоднородна в разных слоях по сечению.

Для определения механических свойств текстильных материалов используется множество различных характеристик и любая из них получается в процессе осу-

ществления того или иного вида деформации. С появлением новых химических волокон, обладающих специфическими свойствами, возникла необходимость исследовать ряд характеристик, которым ранее не уделялось достойного внимания. При переработке текстильных волокон и нитей необходимо оценить именно те свойства, которые больше всего соответствуют условиям их использования.

В нашем случае при разработке принципиально новой технологии изготовления трикотажных армирующих материалов и нитей для их производства основными характеристиками являются характеристики жесткости при изгибе, так как нить претерпевает изгиб о рабочие органы прядильной машины (направляющие прутки, глазки и т.д.) и трикотажного оборудования (направляющие, петлеобразующие органы и т.д.).

* Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации (МК-6502.2006.10).

В работе используется экспериментально-аналитический метод определения жесткости на изгиб на основе нелинейной модели механики нити и ткани, предложенной Мигушовым И.И. [1...3].

Для реализации метода была создана экспериментальная установка. Нить изгибают в плоскости без точек перегиба с шарнирным закреплением двух концов. При горизонтальном перемещении подвижного зажима нить изгибается в плоскости движения, образуя волну высотой h . В этом случае на нить действуют только внешние сосредоточенные усилия в зажимах, а внешние распределенные силовые и моментные нагрузки в горизонтальной плоскости изгиба материала отсутствуют. Полное внутреннее усилие R измеряется с помощью упругой балочки с наклеенными на нее тензорезисторами, включенными в электрическую схему соответствующим образом оттарированного силоизмерительного устройства. Второй зажим крепится на конце балочки.

Приведенный коэффициент изгибной жесткости согласно методике определяется по формуле:

$$B = \frac{Rh^2}{2(1 - \cos f_1)}, \quad (1)$$

где R – полное внутреннее усилие, Н; h – высота волны, мм; f_1 – угол кривизны, град.

Чтобы исключить влияние остаточной деформации, испытуемые нити перед экспериментом наматывались на пластину размером 200x500 мм и выдерживались под нагрузкой в течение 24 ч, затем вырезались образцы длиной $l = 100$ мм. Угол изгиба нити при проведении испытаний был постоянный и составлял 90° . Так как вольфрамовая проволока имеет высокий коэффициент жесткости и ликвидировать значение остаточной деформации не удалось (нить после снятия нагрузки вновь закручивалась спиралью), ее жесткость рассчитывалась по известной формуле:

$$B = 0,05 Ed^4, \quad (2)$$

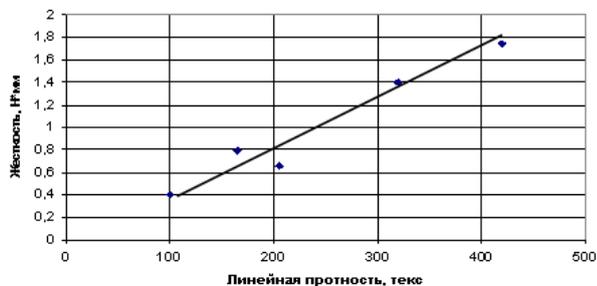
где d – диаметр вольфрамовой проволоки, мм; E – модуль упругости при изгибе, Н/мм² (для вольфрама модуль упругости составляет $E = 4,2 \cdot 10^4$ Н/мм² [4]).

С целью определения зависимости изгибной жесткости комбинированной нити от линейной плотности были наработаны образцы нити различной линейной плотности с одинаковым процентным содержанием компонентов: углеродное волокно – 53%; вольфрамовая проволока – 45%; хлопчатобумажная нить – 2%.

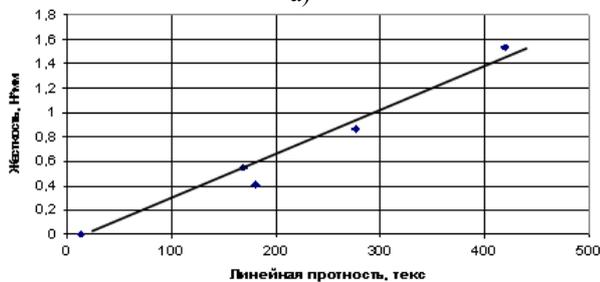
Линейная плотность комбинированной нити изменялась за счет увеличения линейной плотности углеродного компонента. Результаты эксперимента представлены в табл. 1 (зависимость изгибной жесткости от линейной плотности комбинированной нити и ее компонентов), а также на рис. 1 (зависимость изгибной жесткости от линейной плотности компонентов комбинированной нити (а – стеклянная нить, б – углеродная нить, в – вольфрамовая нить)) и рис. 2 (зависимость изгибной жесткости от линейной плотности комбинированной углеродно-вольфрамовой нити).

Т а б л и ц а 1

Варианты нити	Линейная плотность, текс	Изгибная жесткость нити, Н·мм ²
Углеродная нить	420	1,75
Углеродная нить	320	1,4
Углеродная нить	205	0,66
Углеродная нить	165	0,79
Углеродная нить	100	0,4
Стеклонить	420	1,535
Стеклонить	276	0,869
Стеклонить	180	0,405
Стеклонить	169	0,55
Стеклонить	13,2	0,001
Вольфрамовая нить d=40 мкм	30,28	0,005
Вольфрамовая нить d=54 мкм	44,15	0,017
Вольфрамовая нить d=60 мкм	54,00	0,027
Комбинированная нить В1	505,6	10,73
Комбинированная нить В2	901,1	17,13
Комбинированная нить В3	1322	19,53



а)



б)



в)

Рис. 1

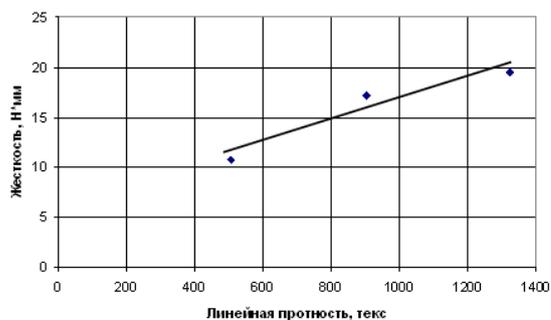


Рис. 2

Для определения влияния вольфрамового компонента на изгибную жесткость комбинированной нити были наработаны варианты комбинированной нити одинаковой линейной плотности с содержанием вольфрамовой проволоки 45 и 60%. Некоторое колебание линейной плотности нити можно объяснить получением заданного процентного состава. Колебания незначительны и не носят принципиального характера.

Результаты эксперимента представлены в табл. 2 – зависимость изгибной жесткости комбинированной нити от процентного содержания и диаметра вольфрамовой проволоки.

Таблица 2

Показатели	Содержание вольфрама					
	45 %			60 %		
Диаметр вольфрамовой проволоки, мм	40	54	60	40	54	60
Линейная плотность комбинированной нити, текс	508,3	505,6	505,0	506,8	506,3	509,1
Изгибная жесткость комбинированной нити, Н·мм ²	4,65	10,73	11,12	7,39	14,98	17,93

ВЫВОДЫ

1. Изгибная жесткость комбинированной нити с увеличением линейной плотности нити увеличивается, как и жесткость исходных компонентов. Однако следует отметить, что угол кривой, то есть динамика процесса неодинакова, что вызвано различной микроструктурой связи. В элементарных нитях эта зависимость выражена более интенсивно. Так, у углеродных нитей изгибная жесткость с увеличением линейной плотности увеличивается в 4,3 раза, стеклянных 4,1 раза, вольфрамовой проволоки в 5,4 раза. Рост изгибной жест-

кости у комбинированных нитей в целом наблюдается только в 1,5...1,8 раза.

2. Изгибная жесткость комбинированной нити зависит как от диаметра вольфрамовой проволоки, так и от ее процентного содержания в комбинированной нити. Однако более интенсивно на увеличение изгибной жесткости влияет диаметр вольфрамовой проволоки. Увеличение жесткости в зависимости от диаметра проволоки происходит практически в 2,5...3 раза как при содержании вольфрама 45%, так и при 60%. Увеличение изгибной жесткости в зависимости от процентного содержания вольфрама колеблется от 20 до 35% по различным вариантам. Это особен-

но важно при подборе структуры комбинированной нити.

При разработке технологии производства трикотажа и подборе структуры нити рекомендуется:

– максимально возможно снизить линейную плотность комбинированной нити, а также использовать в ее составе углеродные нити меньшей линейной плотности. С учетом себестоимости продукции целесообразно использовать нити линейной плотности 100...205 текс;

– при постоянном процентном составе рекомендуется использовать минимально возможный диаметр вольфрамовой проволоки. С учетом себестоимости продукции и удобства обслуживания (количество стренг проволоки зависит от ее диаметра) рекомендуется использовать вольфрамо-

вую проволоку с диапазоном диаметра 40...50 мкм (30,28...44,15 текс).

ЛИТЕРАТУРА

1. Мигушов И.И. //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1993, №4.
2. Мигушов И.И., Кутузова И.Е. //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1988, №5.
3. Мигушов И.И. Механика текстильной нити и ткани. – М.: Легкая индустрия, 1980.
4. Композиционные материалы. Справочник// В.В. Васильев, В.Д. Протасов, В.В. Болотин и др. – М.: Машиностроение, 1990.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 16.06.07.

УДК 675.6

ОЦЕНКА ТОПОГРАФИИ ЦВЕТА ПУШНО-МЕХОВЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ НА ОСНОВЕ ТРАССИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

С.П. РАССАДИНА

(Костромской государственной технологической академии)

Натуральный мех является одним из самых ценных и дорогостоящих видов материалов, используемых в швейном производстве. Внешний вид изделий из меха определяется, в первую очередь, естественной окраской волосяного покрова, а также формой и цветом топографических участков.

В настоящее время традиционно для сортировки и наборки меховых шкурок на изделие используется визуальный метод оценки качества меховых шкурок. Данный метод является доступным, однако существенное влияние на итог работы оказывают опыт и субъективные ощущения сортировщика; существенные трудности возникают при оценке цвета и формы отдельных топографических участков. При традиционной сортировке отсутствует возможность сохранения и накопления справочной информации по различным партиям шкурок. В связи с этим актуальной является проблема создания методики компьютерной

сортировки и наборки меховых шкурок, количественной оценки окраски волосяного покрова с учетом топографии.

Предложенная ранее методика количественной оценки цвета волосяного покрова [1...4] с помощью "цветовых масок" позволяла определить форму и цвета топографического участка на основе цвета выбранного образца поверхности шкурки. Местоположение участка для измерения цвета определялось областью, имеющей минимальную площадь (около 5 мм²). При выборе данной области цвет всего топографического участка определялся по цвету единичного пикселя, на который попадал указатель инструмента "волшебная палочка", то есть присутствовал элемент случайности, зависящий от степени цветовой однородности изображения, уровня цветового "шума". Так, например, при оценке цвета топографических участков шкурок ондатры в области заправка вместо

одного выделялись 3...4 варианта "цветовых масок", в области огузка 2...3 варианта.

В рассматриваемой методике применялась система цветов RGB, предназначенная для воспроизведения цвета в электронном виде [5]. Наряду с системой RGB предложено использовать также систему, позволяющую оценить цвет качественно и интуитивно: HSB (тон, насыщенность, яркость). Тон – конкретный оттенок цвета: красный, желтый, зеленый, пурпурный и т.п. Насыщенность характеризует "чистоту" цвета: при уменьшении насыщенности цвет как бы "разбавляется" белым цветом. Яркость зависит от количества черного цвета, добавленного к данному цвету: чем меньше черного, тем больше яркость цвета. Тон в данной системе выражается в условных единицах от 0 до 360 (по цветовому кругу), яркость и насыщенность – в единицах от 0 до 100 [5], [6]. Данные системы равноценны, однако система HSB позволяет более наглядно представить цвет по его количественным характеристикам, выявить диапазон цвета для разных видов меха, оценить контрастность смежных топографических участков или отдельных шкур.

Целью последних работ в направлении количественной оценки цвета ставится задача повышения воспроизводимости результатов и упрощения процесса выделения топографических участков шкурки, максимального исключения погрешностей, возникающих из-за действий оператора ЭВМ.

Наличие программы Corel TRACE[®] графического пакета CorelDRAW[®] позволяет производить все необходимые операции по переводу многоцветных изображений в более простой вид, выделению контуров топографических участков и оценке окраски натурального меха на экране монитора с помощью операций трассировки. Трассировкой называется процесс построения контуров на основе точечного изображения [6]. Принцип действия программ трассировки – отслеживание наличия цветового и яркостного контраста на краях деталей и создание контура вдоль

этих краев. В результате образуются объекты, которые с заданной долей вероятности соответствуют исходным деталям по форме и цвету. Перед трассировкой изображения кадрируют. Обязательным условием трассировки является наличие не слишком мелких, хорошо выраженных деталей, хорошего яркостного контраста и качества изображения (разрешение не менее 300 dpi).

Точно управлять процессом трассировки позволяет инструмент Advanced Outline (Точная обводка). Его панель свойств содержит 6 основных управляющих элементов.

- Complexity (Сложность) – число объектов.

- Noise Filter (Подавление шума). Раскрывающийся список определяет уровень отсекаемого шума.

- Max Colors (Максимум цветов) определяет максимальное число цветов, используемых в изображении.

- Node Reduction (Упрощение контура) позволяет получить контур с большим или меньшим числом узлов.

- Node Type (Тип узлов) – задание сглаженных или изломанных узлов контура.

Наименьший размер области определяется в пикселах в поле Minimum Object Size (Минимальный размер объекта).

На примере партии из 16 шкурок белки с помощью экспертной оценки из 10 вариантов были выбраны те значения управляющих параметров трассировки, при которых форма и количество полученных векторных объектов не изменяются при отклонении на величину ± 5 единиц. В результате сложность составила 5 единиц, подавление шума – 10 единиц, максимум цветов – 45, упрощение контура – 25, тип узлов – сглаженный, наименьший объект – 20. Данные значения были использованы для обработки всей партии шкурок. Исходя из результатов трассировки выделено 4 четко обозначенных топографических участка: хребет, бока, черева и душка (рис. 1 – варианты трассировки фотоизображения шкурки белки).

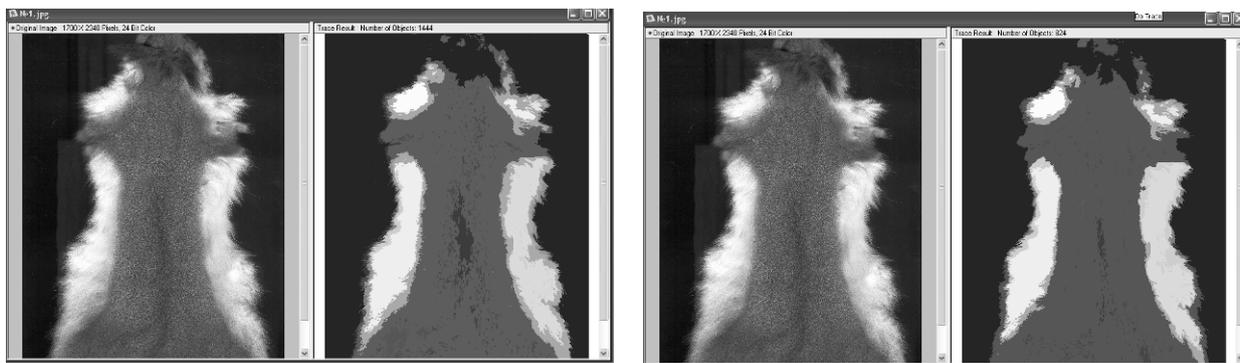


Рис. 1

Площадь топографических участков оценивалась посредством выведения гистограммы в редакторе Adobe Photoshop®. Площади одинаковых по цвету участков измерялись в пикселях, а затем переводилась в физические единицы. Диапазон изменения площади находится в пределах

100...140 см². Диапазон значений площади топографических участков колеблется в следующих пределах: бока – 60...80 см²; хребта – 10...30 см²; черева и душки – до 10 см² (табл. 1 – измерение площадей топографических участков шкурок белки, см²).

Таблица 1

№ шкурки	Общая площадь шкурки	Хребет	Бока	Черво (правое)	Душка (правая)
1	155,72	32,01	85,88	16,55	1,06
2	149,68	3,13	120,54	10,85	2,28
3	153,55	5,80	109,01	8,68	0,81
4	149,18	31,67	101,50	1,87	0,44
5	159,51	11,14	109,63	13,05	3,08
6	36,56	2,38	24,53	1,81	0,37
7	36,53	-	24,70	0,97	0,96
8	33,90	2,63	21,10	0,22	0,87
9	41,48	4,24	29,24	3,67	0,95
10	40,01	5,60	27,35	1,68	0,69
11	36,71	-	26,69	3,28	0,74
12	37,73	-	26,73	1,60	0,54
13	33,98	2,26	25,25	0,65	0,09
14	41,36	1,77	26,71	7,23	0,34
15	36,70	0,75	29,71	0,91	0,60
16	40,45	9,42	21,04	3,29	0,68
Среднее значение	73,94	8,68	50,60	4,77	0,91

Исследуемая партия шкурок оценивалась также по степени чистоты окраски – наличие красноватой полосы по линии хребта (ГОСТ 12780–67. Шкурки белки выделанные, табл. 2). В данной партии

были выявлены шкурки со 2...5 степенями чистоты окраски. В каждую из групп вошли шкурки с близкими по площади участками хребтовой полосы, учитывались также тон и яркость данного участка.

Степень (номер) чистоты окраски	Характеристика волосяного покрова
1	Чистые, без красноватого оттенка или с незначительными признаками горболысости у основания огузка шкурки
2	С наличием горболысости у огузка или слегка расплывчатой полосой горболысости от начала огузка до половины хребтовой части шкурки
3	С ярко выраженной полосой горболысости от начала огузочной до половины хребтовой части или узкой полосой до 2/3 хребтовой части шкурки
4	С ярко выраженной полосой горболысости от начала огузочной до 2/3 хребтовой части шкурки
5	С полосой горболысости от начала огузочной по всей хребтовой части или с ярко выраженной горболысостью по всей площади хребтовой части шкурки

Исходя из результатов исследований цветовых характеристик по топографии выявлено, что средние значения тона, насыщенности и яркости (HSB) по всем шкуркам составляют 25°; 9%; 76% соответственно. Диапазон цветовых характеристик по линии хребта, боковому участку и линии черева составляют: тон – 10...40°, 0...40°, 10...45° соответственно; насыщенность – 0...45%, 0...30%, 0...30% соответственно; яркость – 30...40%, 40...60%, 60...99% соответственно.

Значения тона занимают приблизительно 1/6 часть цветового круга, то есть цветовая палитра меха белки включает оттенки от желтого до красного (по цветовому кругу: желтый, желто-оранжевый, оранжевый, красный). Встречаемые оттенки находятся в диапазоне 12...50 единиц (табл. 3). По значениям тона, насыщенности и яркости большинство шкурок в партии симметричны.

Таблица 3

Топографические участки	Тон (H)	Насыщенность (S)	Яркость (B)	Описание участка
Хребет	13...40	2...40	30...45	Красно-оранжевый и желто-оранжевый средневыраженный оттенок
Бока	22...34	1...30	39...56	Оранжевый и красно-оранжевый слабо и средневыраженный оттенок
Черво левое правое	13...45 9...45	1...27 1...32	61...99 61...99	Красно-оранжевый и желто-оранжевый слабо выраженный оттенок
Душка левая правая	13...40 12...42	1...32 1...21	61...99 71...99	Красно-оранжевый и желто-оранжевый слабо выраженный оттенок

При сортировке шкурок по полученным фотоизображениям в первую очередь учитываются форма и размер цветового участка боковой и хребтовой области, затем оцениваются форма и размеры остальных топографических участков, по разности значений яркости проводится сравнение контрастности смежных участков различных шкурок. Полученные фотоизображения в дальнейшем использовались при проведении виртуальных операций по наборке и укладке шкурок на изделие (на примере женского берета из 6 клиньев), подборе шкурок по тону и

контрасту топографических участков, заданию рисунков и орнаментов на моделях скроев.

ВЫВОДЫ

1. Предложены пути совершенствования метода количественной оценки цвета волосяного покрова натурального меха, повышающие качество и воспроизводимость результатов оценки цвета. Учитывая то, что для реализации предложенной методики применяются лицензионные, не предназначенные для работы сортиров-

щика мехового производства программы, которые требуют выполнения большого числа операций, необходима разработка комплексного программного продукта, позволяющего более специализированно подойти к процессу оценки цветовых характеристик натурального меха.

2. Разработана методика получения и обработки трассированных изображений, оценки площади и формы топографических участков.

3. Проведен анализ оценки топографии цвета пушно-меховых полуфабрикатов на основе трассированных изображений партии шкурок белки. Проведена сортировка шкурок по чистоте окраски, цвету и размеру топографических участков.

1. *Рассадина С.П.* Разработка методов оценки и исследование геометрических и оптических свойств волосяного покрова пушно-меховых полуфабрикатов: Дис...канд. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 2002.

2. *Рассадина С.П., Койтова Ж.Ю., Кавзинадзе И.А.* Оценка цвета волосяного покрова пушно-меховых полуфабрикатов// Кожевенно-обувная промышленность. – 2002, № 3. С. 37...39.

3. *Рассадина С.П., Койтова Ж.Ю., Кавзинадзе И.А.* Оценка естественной окраски волосяного покрова натурального меха методом "цветовых масок"// Кожевенно-обувная промышленность. – 2003, № 4. С. 37...39.

4. *Рассадина С.П., Койтова Ж.Ю.* Естественная окраска волосяного покрова натурального меха, ее учет при проектировании изделия // Кожа и обувь. – 2003, №6(53). С.22...23.

5. *Залогова Л.А.* Практикум по компьютерной графике. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001.

6. *Тайц А.М., Тайц А.А.* Corel DRAW Graphics Suite 11: все программы пакета. – СПб.: БХВ – Петербург, 2004.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 16.06.07.

УДК 667.025

СТРУКТУРА ТРИКОТАЖА ПРЕССОВЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ

А.В. ЖЕНОДАРОВА, В.А. ИСАКОВА

(Костромской государственный технологический университет)

В настоящее время одним из наиболее востребованных на рынке является трикотаж. Однако для проектирования качественных трикотажных изделий и стабильности работы производства необходимо исследование формирования и поведения трикотажного полотна.

Работа посвящена анализу изменения линейных размеров трикотажного полотна в зависимости от степени заполнения рисунчатых комплексами.

Рисунчатый (прессовый) комплекс состоит из прессовой петли и петель, величина строения которых отличается от фоновой структуры (в нашем случае – гладь). Трикотаж прессового переплетения состоит из прессовой петли и наброска.

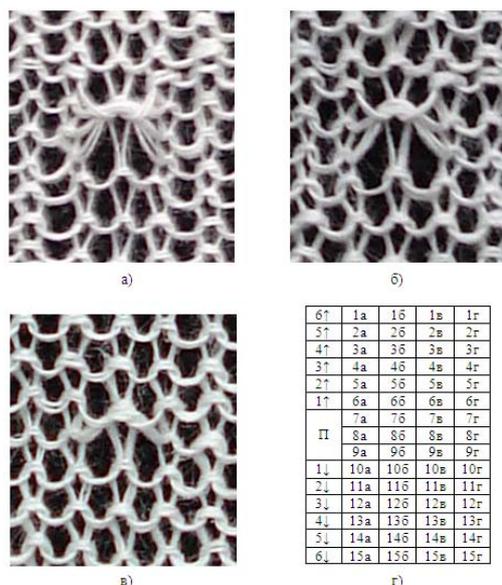


Рис. 1

На рис.1-а, б и в изображены рисунчатые комплексы трикотажа прессового переплетения с индексами 1-3. Для определения границ рисунчатого комплекса разработана схема петельной структуры (рис.1-г, показана только схема для прессовой петли с индексом 2), где обозначены петли, находящиеся над прессовой петлей, находящиеся ниже прессовой петли и в сторону от прессовой петли. Петли, расположенные за пределами прессового комплекса, относятся к трикотажу с фоновым переплетением.

Известно, что прессовая петля влияет на рядом расположенные петли, за счет чего происходит изменение линейных размеров трикотажа. Нами предложена методика исследования прессового комплекса. Образцы трикотажа нарабатывались на плосковязальной машине SILVER REED 60N 5 кл. При этом образцы фотографировались непосредственно на машине (полотно находилось на иглах под оттяжкой), после снятия с машины, несколько раз с течением времени и после длительной отлежки. Каждый образец имел несколько цифровых фотографий, отражающих изменение структуры трикотажа во времени. Далее фиксировались параметры структуры трикотажа (петельный шаг А и высота петельного ряда В дают информацию о размерах образца и расходе сырья, ширина петли D и телескопический заход m определяют конфигурацию, строение петли и внешний вид изделий). Затем фотографии обрабатывались с помощью инструментов графического редактора Adobe Photoshop для измерения параметров строения трикотажа. Окончательно обработка результатов проводилась в математическом пакете MathCAD.

Отличие прессового комплекса от фоновой структуры определялось с помощью критерия Стьюдента. Полученные расчет-

ные значения критерия Стьюдента сравнивались с табличным значением $t_T = 3,25$ (табличное значение при доверительной вероятности 0,99).

Для прессового трикотажа с индексом петли 1 граница рисунчатого комплекса находится наиболее близко к прессовой петле. Для прессового трикотажа с индексом петли 2 и 3 граница рисунчатого комплекса более обширна.

Таким образом, было определено: чем больше индекс прессовой петли, тем граница рисунчатого комплекса больше.

Однако один прессовый комплекс не может оказать существенного влияния на изменение линейных размеров трикотажных изделий. Поэтому было проведено исследование изменения линейных размеров трикотажа по ширине и высоте в зависимости от степени заполнения прессовыми комплексами. Для этого в ходе эксперимента для каждого вида пряжи смешанной (75% лавсана, 25% шерсти) и льняной; и каждого индекса петли 1-3 навязывалось по 6 образцов: менялось количество прессовых петель 4, 16, 36, 64, 100 и 144. Навязывались образцы глади. Объектом исследования являлись линейные размеры рисунчатых (прессовых) комплексов по ширине и высоте. По ширине замер при любом индексе петли оставался неизменным – 45 петель. По высоте размер менялся в зависимости от индекса прессовых петель. Для образцов с индексом петель, равным 1, высота составляла 57 петель. Для образцов с индексом петель, равным 2, высота составляла 69 петель. Для образцов с индексом петель, равным 3, 81 петлю. Эти размеры соответствуют ширине и высоте комплекса с максимальным количеством прессовых петель, то есть с 144. На рис.2 – образцы с наименьшим и наибольшим количеством рисунчатых комплексов.

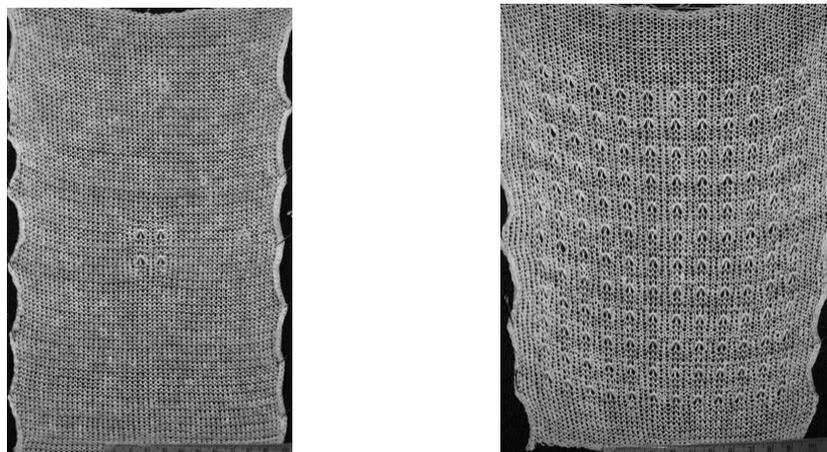


Рис. 2

В результате была разработана методика определения изменения линейных размеров трикотажа в зависимости от степени заполнения рисунчатым комплексом. С помощью графического редактора Adobe Photoshop измерялись линейные размеры выбранных рисунчатых комплексов, а полученные данные обрабатывались с помощью программы MathCAD. Для каждого образца формировались матрицы: A_i – ширина комплекса, B_i – высота комплекса. Затем определялись относительные отклонения $\Delta A_{i,j}$ между шириной образцов с i и j количеством прессовых петель. Эти же отклонения находились для высоты образцов. Осуществлялось сравнение на значимость различий рисунчатого комплекса по отношению к структуре трикотажа переплетения гладь по критерию Стьюдента.

Расчетное значение критерия Стьюдента сравнивалось с табличным значением $t_1=5,841$ (табличное значение при доверительной вероятности 0,99). В результате данного сравнения можно определить значимость рисунчатого комплекса по отношению к структуре трикотажа переплетения гладь. В табл. 1 приведены относительные отклонения прессового трикотажа по ширине и по высоте (ΔA и ΔB) в зависимости от степени заполнения рисунчатыми комплексами по сравнению с гладевой структурой. ΔA рассчитывается по формуле:

$$\Delta A_{0-4} = \frac{\text{mean}(A0) - \text{mean}(A2)}{\text{mean}(A0)} \cdot 100\%$$

Таблица 1

Вид пряжи	Переплетение	Индекс петли	Относительные отклонения при разном заполнении рисунчатыми комплексами, %									
			0-16		0-36		0-64		0-100		0-144	
			ΔA	ΔB	ΔA	ΔB	ΔA	ΔB	ΔA	ΔB	ΔA	ΔB
Полушерстяная	прессовое	1	2,62	1,61	2,68	2,82	5,61	5,06	8,73	5,14	9,02	13,36
		2	4,48	5,65	6,77	7,57	7,11	10,63	6,9	15,25	7,03	20,55
		3	1,47	6,53	2,01	10,95	6,43	11,81	6,44	18	7,72	27,05
Лен	прессовое	1	1	8,66	1,63	10,91	4,56	13,44	5,09	13,88	7,79	19,56
		2	1,65	1,92	3,58	4,97	3,87	10,13	5,69	11,83	6,82	17,04
		3	2,15	2,98	3,49	4,98	5,38	10,28	6,08	16,66	7,66	23,6

Относительные отклонения линейных размеров по ширине и высоте различны. Относительное отклонение по ширине для образцов из полушерстяной пряжи изменяется от 1,47 до 9,02 %. С изменением индекса петли прессового переплетения

отклонение почти не изменяется. Относительное отклонение по высоте изменяется от 1,61 до 27,05 %. С возрастанием индекса петли прессового переплетения отклонение по высоте увеличивается. Относительное отклонение по ширине для образ-

цов из льняной пряжи варьируется от 1 до 7,79 %. С изменением индекса петли пресового переплетения оно меняется незначительно. Относительное отклонение по высоте изменяется от 1,92 до 23,6 %. С возрастанием индекса петли пресового переплетения отклонение по высоте увеличивается.

Рассмотрено изменение линейных размеров трикотажа в зависимости от степени заполнения рисунчатых комплексов у образцов с разным индексом петли. Для этого была составлена программа для сравнения изменений значений линейных размеров рисунчатых комплексов с разными ин-

дексами петель. Были сформированы матрицы значений ширины A_g и высоты B_g рисунчатых комплексов в зависимости от степени заполнения прессовыми петлями этих комплексов и далее составлялись матрицы линейных размеров рисунчатых комплексов с одинаковым количеством прессовых петель для разного индекса петли.

По результатам расчетов определялась дисперсия и строились графики сравнения по ширине и высоте для индекса петли 1, 2, 3 (рис.3).

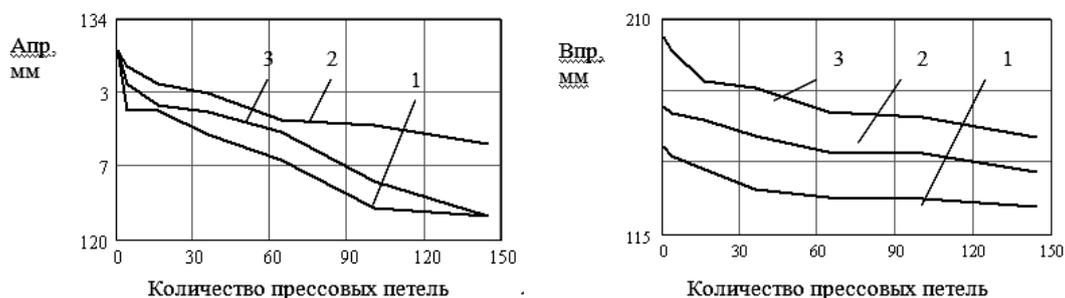


Рис. 3

Анализируя полученные данные, можно сказать, что у образцов из смешанной пряжи при изменении индекса петли ширина рисунчатых комплексов практически не изменяется. У образцов из льняной пряжи пресового переплетения при увеличении индекса петли значения ширины рисунчатого комплекса меньше.

Составлялась программа для сравнения изменений значений линейных размеров образцов из разных видов пряжи (шерсти и льна). Были созданы матрицы значений ширины $A_{ш_i}$, $A_{л_i}$ и высоты $B_{ш_i}$,

$B_{л_i}$ рисунчатых комплексов в зависимости от степени заполнения прессовыми петлями этих комплексов и матрицы линейных размеров рисунчатых комплексов с одинаковым количеством прессовых петель для разного вида пряжи, определена дисперсия. По результатам исследований также были построены графики. На рис. 4 кривым 1 и 2 соответствуют значения ширины и высоты рисунчатых комплексов образцов из полушерстяной и льняной пряжи.

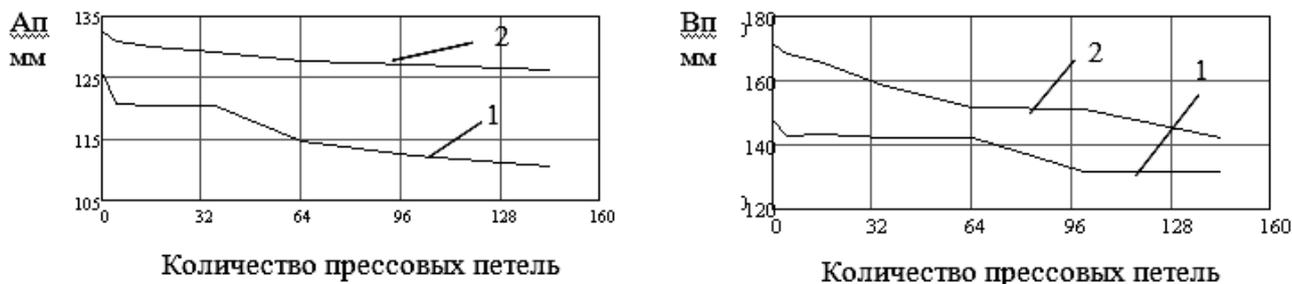


Рис. 4

ВЫВОДЫ

1. Определена граница рисунчатого комплекса трикотажа прессовых переплетений с индексом петли 1-3. Максимальная граница рисунчатого комплекса для прессовой петли с индексом 3.

2. Линейные размеры образцов меняются в зависимости от степени заполнения выбранного рисунчатого комплекса прессовыми петлями. Чем выше индекс петли, тем больше изменения в размерах образца (высоты) при одинаковом заполнении рисунчатым комплексом. При изменении индекса петли ширина рисунчатого комплекса меняется меньше. Изменение высоты рисунчатого комплекса закономерно. При увеличении индекса петли высота рисунчатого комплекса увеличивается.

3. Линейные размеры образцов меняются в зависимости от степени заполнения рисунчатыми комплексами. Это изменение начинается уже при наличии 4-х рисунчатых комплексов. Относительное отклоне-

ние по ширине для образцов из полушерстяной пряжи изменяется от 1,47 до 9,02 %. Относительное отклонение по высоте изменяется от 1,61 до 27,05 %. Относительное отклонение по ширине для образцов из льняной пряжи варьируется от 1 до 7,79 %. Относительное отклонение по высоте изменяется от 1,92 до 23,6 %. Чем выше индекс петли, тем значительней изменения в размерах образца (высоты) при одинаковом заполнении рисунчатыми комплексами.

4. Разработана новая методика изменения линейных размеров трикотажа рисунчатых переплетений, которая позволяет дать рекомендации для прогнозирования изменения линейных размеров трикотажа в зависимости от степени заполнения рисунчатыми комплексами.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 16.06.07.

УДК 675.6.01

ВЛИЯНИЕ ВИДА НИТОЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ НА ДЕФОРМАЦИОННО-РЕЛАКСАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ШУБНОЙ ОВЧИНЫ

Е.Н. БОРИСОВА, Н.Н. ШАПОЧКА, Н.Е. ОДЕГОВА

(Костромской государственной технологической академии)

В последнее время все большим спросом пользуются изделия из шубной овчины (дубленки). Они являются менее дорогостоящими по сравнению с другими видами меха, а кожаная ткань овчины легко подвергается декорированию, что позволяет достигать различных художественных эффектов, выполнять эксклюзивные модели, повышая тем самым конкурентоспособность изделий из шубной овчины на рынке.

Воздействие эксплуатационных факторов приводит к значительному ухудшению внешнего вида изделий, что сокращает срок службы при сохранении прочностных свойств шубной овчины. При проведении

опроса было выяснено, что срок эксплуатации изделий составлял в основном 1...3 года (73%) и лишь 27% пальто из шубной овчины эксплуатировались 4...6 лет.

При этом к основным были отнесены дефекты, связанные с потерей формы изделий (вытянутость спинки – 30%, потеря формы в области локтя – 26%, вытянутость полочки, неровность низа изделия – 21%), и незначительные – с физическим износом (истирание волосяного покрова – 14%, повреждение кожаной ткани и разрушение швов – 3%). Как можно заметить, основная доля эксплуатационных дефектов связана с растяжимостью кожаной ткани изделия и ее релаксационными

свойствами. Также отмечено, что наличие тех или иных дефектов, а также степень их проявления зависят от покроя и вида обработки отдельных узлов изделия.

Поэтому целью исследований было изучение влияния вида ниточного соединения на деформационно-релаксационные свойства шубной овчины. Для исследований взяты образцы шубной овчины отечественного производства с различной толщиной кожаной ткани, на которой выполнены швы, наиболее часто применяемые при обработки узлов на дубленках – накладной шов с открытыми срезами, настрочной, шов вподгибку с открытым срезом, выполненные в соответствии с требованиями НТД [1].

Оценка деформационных характеристик осуществлялась при проведении одноцикловых испытаний, когда деформирование осуществляется по циклу нагрузка – разгрузка – отдых при заданном значении напряжения 5 МПа [2].

Установлено, что наименьшей деформацией обладают настрочные швы, значения их полной деформации достигает лишь 11%. Наибольшая деформация наблюдалась у накладных швов (19%). Они в большей степени подвержены растяжению под действием нагрузки. Значения деформации шва вподгибку с открытым срезом лежат между двумя вышеперечисленными и достигают 14%. Одновременно со швами исследованию подвергалась и кожаная ткань овчины без выполнения на

нем шва. Установлено, что полная деформация кожаной ткани овчины составляет 20%. У накладных швов значения деформации тоже составляют 19...20%. Такой результат может быть объяснен особенностями конструкции накладного шва: наличием только одной соединяющей строчки (в отличие от настрочного шва) и отсутствием перегибания материала (в отличие от шва вподгибку с открытым срезом). Таким образом, накладной шов более других приближен к необработанной кожаной ткани, что и определяет схожесть их деформационных характеристик.

После снятия нагрузки в образце наблюдается релаксационный процесс. Установлено, что самая большая остаточная деформация наблюдается у накладных швов (3...6%), что составляет более 40% от общей деформации, а наименьшая – у настрочных швов – 2% соответственно 13%, швы вподгибку с открытым срезом занимают, как и в случае с деформацией, промежуточное значение (3...5%). В образцах без швов доля остаточной деформации составила 40...44%. Гистограммы полной деформации и ее составляющих различных образцов шубной овчины представлены на рис. 1 (полная деформация и ее составляющие шубной овчины: а) – образец №1 (толщина кожаной ткани 2,3 мм); б) – образец №2 (толщина кожаной ткани 1,4 мм); в) – образец №3 (толщина кожаной ткани 3,9 мм)).

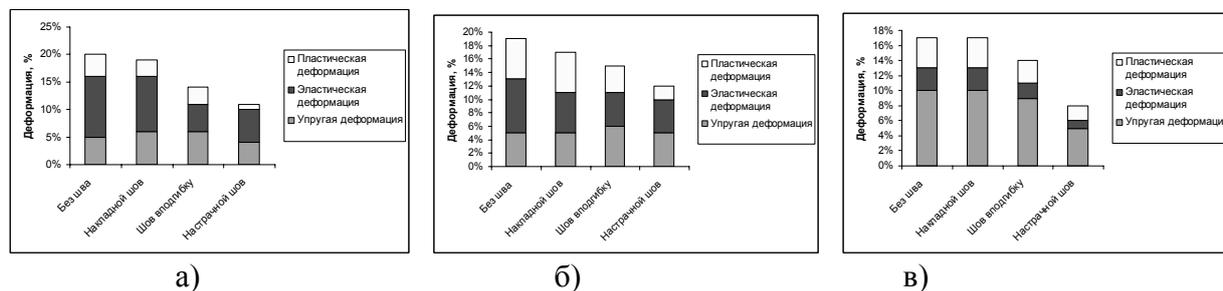


Рис. 1

Необходимо отметить зависимость составляющих деформации от вида шва. Большая доля деформации настрочного шва приходится на эластическую деформацию, и совсем незначительную часть

занимает пластическая деформация. Такой результат свидетельствует о высокой способности настрочных швов постепенно восстанавливать свои первоначальные размеры, практически не деформируясь в

итоге. Как показывают исследования, в накладных швах все составляющие деформации между собой приблизительно равны. Подобную ситуацию можно наблюдать и у образцов овчины без выполненного на них шва.

Зависимость деформации растяжения от толщины кожной ткани шубной овчины носит обратно пропорциональный характер: большему значению толщины кожной ткани соответствует меньшее значение деформации и наоборот. Зависимость же остаточной деформации – напротив, имеет прямо пропорциональную зависимость: большему значению толщины соответствует большее значение остаточной деформации. Таким образом, остаточная деформация образца шубной овчины с большим значением толщины кожной ткани является минимальной и составляет 3%; меньшей толщине соответствует значение необратимой деформации, равное 6%. Эта же зависимость прослеживается и при наличии ниточных соединений на шубной овчине. Влияние толщины кожной ткани на деформационно-релаксационные характеристики шубной овчины показано в виде гистограмм на рис. 2.

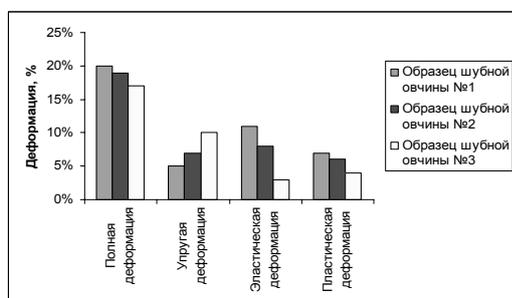


Рис. 2

Результаты исследований деформации растяжения образцов шубной овчины показали, что наиболее устойчивыми к нагрузке оказались настрочные швы. Их применение позволяет снизить деформацию швов, подвергающихся наибольшему растяжению. Однако необходимо отметить двойной характер влияния настрочных швов на качество и внешний вид готового изделия. С одной стороны, настрочные швы, как уже отмечалось выше, способны

выдерживать большие нагрузки, при этом незначительно деформируясь. Но наряду с этим, деформационные свойства кожной ткани и настрочного шва сильно отличаются по величинам друг от друга, что в процессе эксплуатации изделия приводит к наиболее распространенным дефектам – вытянутости полочки, спинки и рукава в области локтя.

Накладные швы больше подвержены растяжению, но его деформационные свойства более других приближены к свойствам самой кожной ткани. Поэтому применение их в изделии позволит предупредить появление многих дефектов.

На основании результатов исследований разработаны рекомендации по выбору способа обработки узла изделия исходя из величин деформации кожной ткани шубной овчины. Для этих целей предложена градация шубной овчины на группы по степени деформации кожной ткани, представленная в табл. 1. В основу градации положена деформационная способность шубной овчины.

Таблица 1

Группа деформации	Общая деформация, %
Малорастяжимые	менее 10,0
Среднерастяжимые	10,0...15,0
Растяжимые	более 15,0

Разработанная классификация шубной овчины по степени растяжимости кожной ткани требует от проектировщика знания значений величин деформации, то есть возникает необходимость проведения экспериментов и использования специального оборудования. Однако в условиях производства это не всегда возможно и не всегда выгодно с экономической точки зрения. Поэтому для оценки степени растяжимости кожной ткани предлагается использовать коэффициент толщины кожной ткани шубной овчины, косвенно оценивающий деформационные свойства материала:

$$K_{\text{толщины}} = \frac{T_{\text{образца}} - T_{\text{среднее}}}{T_{\text{среднее}}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где $T_{\text{образца}}$ – толщина кожной ткани исследуемого образца шубной овчины, мм; $T_{\text{среднее}}$ – средняя толщина кожной ткани шубной овчины. Принимается равным 0,88 мм [3].

Градации шубной овчины по степени растяжимости в зависимости от коэффициента толщины кожной ткани овчины представлена в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Группа деформации	Коэффициент толщины
Малорастяжимые	более 2,5
Среднерастяжимые	1,0...2,5
Растяжимые	менее 1,0

Следует отметить, что предложенные градации распространяются на овчины отечественного производства большой и средней толщины. Меховой велюр – овчины малой толщины с высокими деформационными свойствами требуют отдельного изучения и пополнения сведений об их деформационных свойствах.

В табл. 3 приведены разработанные рекомендации обработки различных узлов изделия, основанные на деформационной способности кожной ткани шубной овчины, позволяющие обеспечить стабильность формы в процессе носки.

Т а б л и ц а 3

Группа деформации	Методы обработки узлов изделия					
	низ рукава	низ изделия	край борта (застежка)	воротник	карманы	соединительные швы
Малорастяжимая	не обрабатывается, окантовка эластичной лентой	не обрабатывается, окантовка эластичной лентой	застежка тесьма-молния, притачанная накладным швом, не обрабатывается, супатная застежка	не обрабатывается, окантовка эластичной лентой	накладной карман, соединенный с изделием накладным швом с открытым срезом	накладной шов, стачной шов, шов встык, расстрачной шов, настрачной шов
Среднерастяжимая	шов вподгибку с открытым срезом, обработка среза обтачкой из эластичного материала, не обрабатывается	шов вподгибку с открытым срезом, обработка среза обтачкой из эластичного материала, не обрабатывается	застежка тесьма-молния, обработка края борта обтачкой из эластичного материала, супатная застежка, не обрабатывается	шов вподгибку с открытым срезом, обработка обтачкой из эластичного материала, не обрабатывается, окантовка среза эластичной лентой	прорезной карман, накладной карман, соединенный с изделием накладным швом	стачной шов, накладной шов, шов встык
Растяжимая	шов вподгибку с открытым срезом, окантовка среза эластичной трикотажной лентой	шов вподгибку с открытым срезом, окантовка среза эластичной трикотажной лентой	застежка на петли и пуговицы, окантовка среза эластичной лентой, не обрабатывается (застежка в виде ленты или кожаного шнура)	шов вподгибку с открытым срезом, окантовка среза эластичной лентой	карман в шве	накладной шов, стачной шов

ВЫВОДЫ

1. На основе проведенных исследований установлена зависимость между де-

формационно-релаксационными характеристиками шубной овчины и ее толщиной.

2. Предложено для обработки вертикальных швов и краев деталей использовать

швы, приближенные по своим деформационным свойствам к свойствам шубной овчины без шва (накладные, использовать необработанные срезы), с целью обеспечения сохранения ровноты низа изделия. С целью стабилизации размеров деталей, испытывающих растягивающие нагрузки, использовать швы, снижающие деформацию растяжения.

3. Предложен экспресс-метод оценки деформационных свойств шубной овчины отечественного производства по толщине кожаной ткани, позволяющий оценить степень ее растяжимости.

4. Предложена градация шубной овчины по степени растяжимости, в соответст-

вии с которой разработаны рекомендации по обработке различных узлов изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция: технические требования к соединению деталей швейных изделий. – М.: Изд-во ОАО «ЦНИИШП», 1991.

2. Бузов Б.А., Алыменкова Н.Д. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство). – М.: «Академия», 2004.

3. Пармон Ф.М. Одежда из кожи и меха: традиции и современность. Монография. – М.: «Триада плюс», 2004.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 16.06.07.

УДК 677.674

ПЛАЗМЕННАЯ ОБРАБОТКА КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ТКАНЕЙ

И.Ш.АБДУЛЛИН, Р.Е.КАМАЕВА, И.Б.ПУГАЧЕВА, В.В. ХАММАТОВА

**(Костромской государственный технологический университет,
Казанский государственный технологический университет)**

В настоящее время весь мир, не так давно отказавшийся от изделий из натуральных материалов ввиду их непрактичности и ненадежности, снова акцентирует свое внимание на хлопчатобумажных и льняных тканях. Но теперь к этим материалам предъявляются более высокие требования, в том числе и повышение прочностных показателей, привлечение энергоэкономических и химически безопасных технологий, а также создание замкнутых циклов утилизации и очистки выбросов, стоков и отходов [1].

Традиционные методы модификации (физико-механический, химический и т.п.) не позволяют комплексно улучшить по-

требительские, технологические и эксплуатационные свойства тканей из целлюлозосодержащих волокон. Они требуют больших энерго-, трудо- и экономоемких затрат, связанных с обеспечением надлежащих безопасных условий производства и утилизации. Поэтому целесообразным является применение новых современных методов обработки тканей с помощью высокочастотной (ВЧ) плазмы пониженного давления. Плазменная модификация относится к сухим, экологически чистым процессам, не требующим использования химических растворов.

Результат воздействия зависит от трех основных процессов, протекающих при

взаимодействии волокнистых материалов с ВЧ плазмой: рекомбинации ионов, бомбардировки ионами и термического воздействия плазмы, а также от природы плазмообразующего газа, природы и структуры обрабатываемого образца.

Целью работы являлось исследование влияния ВЧ плазмы пониженного давле-

ния на прочностные свойства тканей из целлюлозосодержащих волокон; объект исследования – полульняные суровые ткани технического назначения и костюмные хлопчатобумажные, чистольняные и полульняные ткани, характеристики которых представлены в табл.1.

Т а б л и ц а 1

Наименование характеристик	Наименование материалов, артикул			
	4С4Ля4	10СО-1990	161277	2304010
Волокнистый состав, %	ВЛ-52 ВХл - 48	ВЛ-100	ВЛ-52 ВХл - 48	ВХл - 97 ВПЭ -3
Поверхностная плотность, г/м ²	560	242	148	378
Плотность ткани, число нитей на 10 см: основа,	92,5*4	160	240	280
уток	85	130	145	170
Переплетение	полотняное	полотняное	полотняное	саржевое

С целью установления закономерностей взаимодействия ВЧ плазмы пониженного давления с тканями из целлюлозосодержащих волокон использовались методика и ВЧ плазменная установка, настроенная на емкостную нагрузку, функциональная схема которой представлена в [2]. Входные параметры установки варьировались в следующих диапазонах: расход плазмообразующего газа от 0 до 0,3 г/с; мощность разряда от 0,3 до 4 кВт; частота генератора от 1,76 до 18 МГц; расход плазмообразующего газа от 0 до 0,3 г/с; давление в вакуумной камере от 26 до 100 Па. Частота работы генератора принята постоянной и равна $13,56 \pm 10\%$ МГц. Составлен план для четырехфакторного эксперимента. В качестве основных параметров плазменной обработки приняты: X_1 – расход плазмообразующего газа $G_{\text{аргон}}$, г/с; X_2 – рабочее давление в вакуумной камере P , Па; X_3 – мощность разряда W_p , кВт; X_4 – продолжительность плазменной обработки t , мин.

В табл. 2 приведены уровни исследуемых факторов и интервалы их варьирования.

Т а б л и ц а 2

Фактор	X_1	X_2	X_3	X_4
Нижний уровень $X = -1$	0,00	13	1,1	1
Основной уровень $X_0 = 0$	0,04	33	1,5	3
Верхний уровень $X = +1$	0,08	53	1,9	5
Интервал варьирования	0,04	20	0,5	2

Выходным параметром является разрывная нагрузка P_p , %, которая определяется по стандартной методике (ГОСТ 29104.4–91) на разрывной машине марки РТ-250М-2 с постоянной скоростью опускания нижнего зажима.

Обработку результатов экспериментов проводили с помощью программы "Statistica 5.5 А".

Экспериментальные значения разрывной нагрузки после плазменной обработки носили экстремальный характер; происходит как улучшение, так и ухудшение физико-механических свойств по сравнению с контрольными образцами. Это обусловлено изменением распределения доли мощности, вкладываемой в разряд, на уве-

личение энергии ионов, плотности ионного тока или теплосодержания плазмы, являющимися основными факторами,

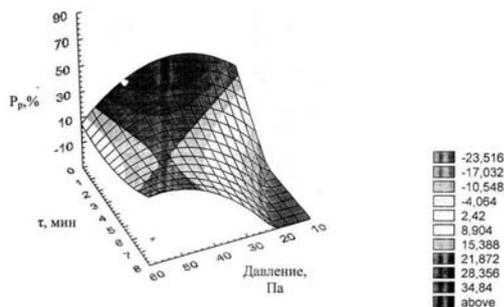


Рис. 1

На рис.1 представлен трехмерный график зависимости разрывной нагрузки ткани ($P_p, \%$) арт. 4С4Ля4 по утку от продолжительности плазменной обработки (τ , мин) и давления в вакуумной камере (P , Па); на рис.2 – график зависимости разрывной нагрузки ткани по основе ($P_p, \%$) арт. 4С4Ля4 от продолжительности плазменной обработки (τ , мин) и мощности разряда (W_p , кВт).

Как видно из рис. 1 и 2, зависимость разрывной нагрузки полульняной ткани арт. 4С4Ля4 от продолжительности плазменной обработки носит локальный экстремальный характер. С помощью объемных изображений удастся выделить области параметров плазменной установки, после обработки в которых материал приобретает наибольшую прочность. На плоскости зависимости выглядят более выразительно (рис. 3 – влияние продолжительности плазменной обработки на прочность полульняной ткани арт. 4С4Ля4 по основе при расходе газа аргона 0,04 г/с и давлении 33 Па).

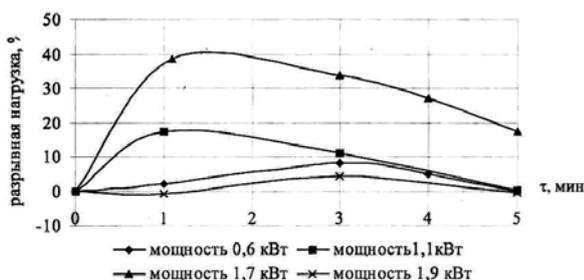


Рис. 3

влияющими на свойства обрабатываемого материала [2].

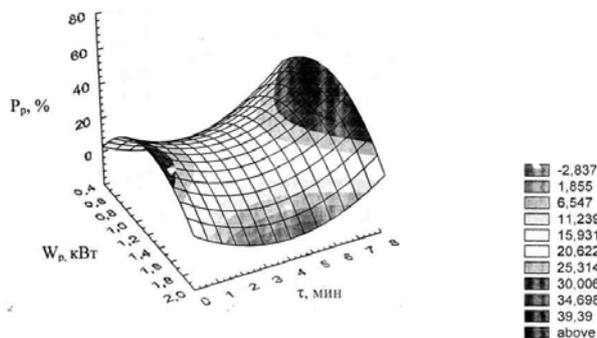


Рис. 2

Анализ графиков позволяет сделать вывод, что при расходе $G=0,04$ г/с и давлении в рабочей камере $P=33$ Па, изменяя продолжительность обработки и мощность разряда, можно получить самые разные результаты. При мощности 0,6 кВт концентрации и энергии заряженных частиц не достаточно для достижения наилучшего эффекта обработки. Дальнейшее увеличение мощности приводит к увеличению прочности ткани и достигает наилучшего значения при мощности 1,7 кВт и продолжительности воздействия 1 мин. При последующем увеличении мощности разряда прочность ткани не увеличивается, что, возможно, связано с чрезмерным разволокнением структуры волокна и термическим воздействием, вызывающим деструкцию.

Наилучшие результаты увеличения прочности на разрыв наблюдаются в режимах: $G_{Ar}=0,04$ г/с, $P=33$ Па, $W_p=1,7$ кВт, $\tau=1$ мин – на 38,86 % по основе и на 35,70% по утку; и в безрасходном режиме, когда аргон подается в начале обработки для загорания плазмы, при $P=33$ Па, $W_p=1,7$ кВт, $\tau=3$ мин – на 34,06 % по основе и на 42,79% по утку. Результаты исследований костюмных тканей подтверждают найденные режимы плазменной обработки, в которых материалы становятся прочнее по основе на 35...40% и по утку на 36...43% по сравнению с исходными. При обработке костюмных тка-

ней изменяется лишь продолжительность воздействия инструмента модификации.

При всех прочих равных условиях обработки, но в среде смеси газов воздуха и аргона и воздуха в чистом виде, прочность целлюлозосодержащих тканей не повышается, по сравнению с обработкой в среде аргона, поэтому для увеличения прочности тканей целесообразно использовать газ – аргон.

ВЫВОДЫ

1. Плазменная модификация является эффективным и экономичным способом для повышения эксплуатационных и технологических свойств текстильных материалов. На основании многофакторного планирования эксперимента выявлены области критических значений параметров работы установки.

2. Для повышения прочности хлопчатобумажных и льняных тканей по основе на 35...40% рекомендуются следующие

параметры обработки: $G_{Ar}=0,04$ г/с, $P=33$ Па, $W_p=1,7$ кВт, $\tau=1$ мин.

3. Для повышения прочности хлопчатобумажных и льняных тканей по утку на 36...43 % рекомендуются следующие параметры обработки: $G_{Ar}=0,04$ г/с, $P=33$ Па, $W_p=1,7$ кВт, $\tau=1$ мин.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Артемов А.В., Фролов С.В.* Льняной комплекс России: наука и практика, проблемы и перспективы // Текстильная промышленность. – 2005, №10. С.38...41.

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 Казан. ун -та, 2000.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 16.06.07.

УДК 67:658.562

ПРИМЕНЕНИЕ ФУНКЦИИ ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ*

Н.А. ГРУЗИНЦЕВА, М.А. СТАШЕВА, Е.Н. НИКИФОРОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

Предстоящее вступление Российской Федерации во Всемирную торговую организацию поставило перед отечественными предприятиями задачу повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции. Оценка конкурентоспособности непосредственно связана с оценкой качества. Наибольшее распространение имеют методы комплексной оценки качества продукции, основанные на использовании одного обобщенного показателя, объединяющего все определяющие единичные показатели качества. Существующая практика построения комплексного показателя

качества основывается на использовании параметрического и функционального методов. Для продукции текстильной промышленности наиболее изученным является параметрический метод [1], недостатками которого являются субъективность при определении коэффициентов весомостей показателей качества и методическая погрешность, связанная с неопределенностью выбора базовых значений. Вследствие этого считаем актуальным совершенствование процесса расчета комплексной оценки качества тканей путем применения функционального метода.

*Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для молодых ученых – докторов наук.

Функция желательности [1] представляет собой функцию, которая является безразмерной непрерывной характеристикой качества, изменяющейся в пределах от 0 до 1 даже при очень большом и неограниченном диапазоне измерения размерных показателей качества. Для определения обобщенной функции желательности $K_{об}$ используют следующую формулу:

$$K_o = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n K_i}, \quad (1)$$

где K_i – функциональный показатель i -го единичного показателя качества X .

Вычисление K_i осуществляют с помощью вспомогательного безразмерного показателя K^* по следующим формулам:

$$K = \frac{1}{e^{1/K^*}}, \quad (2)$$

$$K = \frac{1}{e^{1/e^{K^*}}}, \quad (3)$$

Следует отметить, что формула (3) более универсальна, так как пригодна для положительных и отрицательных значений K^* . Распределение безразмерного вспомогательного показателя K^* устанавливают

по пятибалльной шкале следующим образом: 0 – "плохо"; 0,1...0,85 – "удовлетворительно"; 0,86...1,5 – "хорошо"; 1,6...5,0 – "отлично", что соответствует функциональному показателю качества K : до 0,37 – "плохо"; 0,37...0,63 – "удовлетворительно"; 0,63...0,8 – "хорошо"; 0,8...1 – "отлично" [1].

Поскольку $K^* = \varphi(X)$, то главными задачами при применении функционального метода для количественной оценки качества являются:

- определение необходимого количества единичных показателей качества;
- распределение значений единичных показателей качества в натуральном выражении по уровням градаций качества.

Последнее позволяет осуществить нелинейный переход от одной градации качества к другой, то есть приблизить комплексную оценку качества к оценке потребителя.

Для исследования были выбраны два вида суровых хлопчатобумажных тканей – бязь и диагональ, которые в наибольшем объеме выпускаются текстильными предприятиями Ивановской области. Характеристики объектов исследования представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование (артикул)	Вид отделки	Волокнистый состав, %	Ширина ткани, см	Линейная плотность, текс		Число нитей на 10 см ткани		Поверхностная плотность, г/м ²
				основа	уток	основа	уток	
Бязь (262)	суровая	ВХл–100%	169±5	29	29	228±4	228±4	146
Диагональ (22 ВЧ)	суровая	ВХл–100%	89±1,5	50	50	210±4	164±5	190

Пр и м е ч а н и е. ВХл – волокно хлопковое.

Поскольку исследуемые ткани являются суровыми и не проходят этап заключительной отделки, то за обобщенный показатель качества принимаем совокупность механических свойств.

Первоначально путем экспертного опроса устанавливали наиболее значимые единичные показатели качества, определяющие механические свойства хлопчатобумажных тканей, а именно, поверхностная плотность, разрывная нагрузка и стойкость к истиранию. Для упрощения расче-

тов абсолютная разрывная нагрузка по основе и утку усреднялась.

Далее устанавливали уровни градаций качества отдельно для бязи и диагонали. Выбор уровней значений вспомогательных показателей функции обусловлен тем, что в технических условиях [2] на исследуемые ткани нормативные значения указанных механических свойств (разрывная нагрузка и стойкость к истиранию) зависят от градаций поверхностных плотностей тканей, указанных в табл. 2.

Уровни вспомогательных показателей функции	Для поверхностной плотности, г/м ²	Для абсолютной разрывной нагрузки, даН	Для стойкости к истиранию, цикл
Для бязи (арт. 262)			
1,6...5,0	135...150	26...39	701...1000
0,86...1,5	111...134	21...25	601...700
0,1...0,85	106...110	19...20	501...600
0	105	18	500
Для диагонали (арт. 22 ВЧ)			
1,6...5,0	221...275	54...65	1701...2000
0,86...1,5	191...220	39...53	1501...1700
0,1...0,85	181...190	37...38	1426...1500
0	180	36	1425

Для разных значений единичных показателей качества (X) значительно нагляднее и проще определять величины K и K*

по трехосным номограммам XK*K (рис. 1). Здесь кривые зависимостей строят по данным табл. 2.

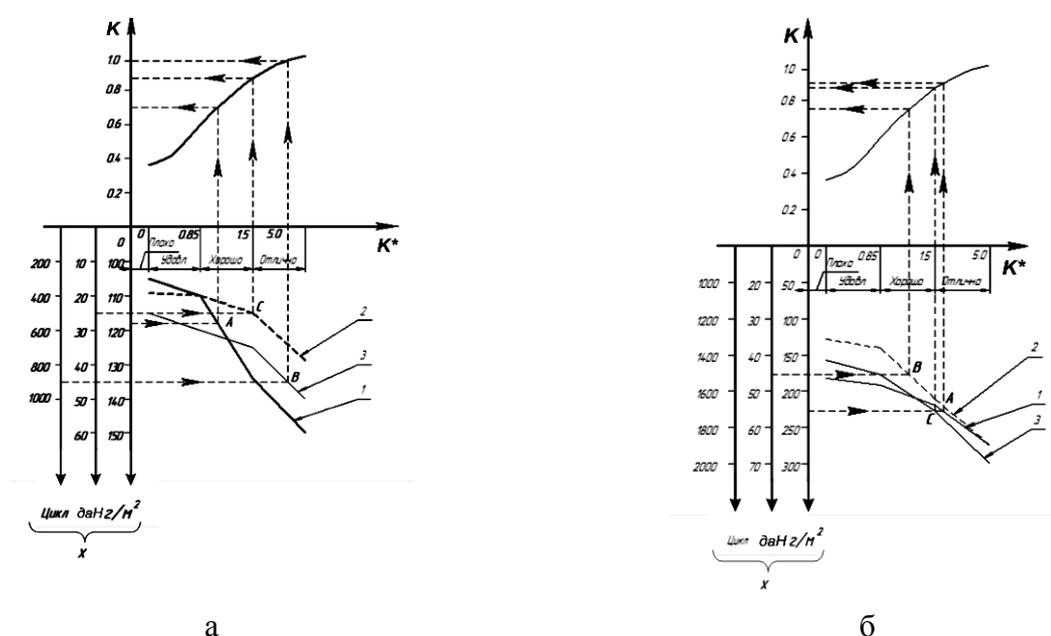


Рис. 1

На номограмме по оси K* намечают зоны четырех качественных градаций. Вертикальная ось координат X единичных показателей качества является продолжением вниз оси показателей K и составляет с осью K* нижнюю половину номограммы. Масштабы по осям K и K* остаются неизменными, а масштаб по оси X изменяется в соответствии с изменяющимися числовыми значениями размерного показателя X.

На рис. 1 по оси X нанесены следующие значения: поверхностная плотность от

50 до 300 г/м², абсолютная разрывная нагрузка от 10 до 70 даН и стойкость к истиранию от 200 до 2000 циклов.

В качестве примера рассмотрим на рис. 1-а прямые, которые выражают функциональную зависимость K*=φ(X). Для пересчета любого размерного показателя X в безразмерный показатель желательности K проведем горизонталь через точки A (118 г/м²), B (900 циклов) и C (25 даН) на ось X. Из точек пересечения с кривой K=φ(K*), а затем из точек пересечения

опустим перпендикуляр на ось К и найдем искомые значения (для поверхностной плотности – 0,7; разрывной нагрузки – 0,9; стойкости к истиранию – 1,0).

Для более точного определения значений вспомогательного показателя К* рассчитаем линейные зависимости в виде:

$$K^* = a_0 + a_1 \|X\| \quad (4)$$

исходя из граничных значений соответствующих градаций качества. Полученные результаты пересчета размерных значений в безразмерные представлены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Диапазон градации КПК	Для поверхностной плотности	Для абсолютной разрывной нагрузки	Для стойкости к истиранию
Для бязи (арт. 262)			
"плохо"	$K^* = -17,85 + 0,17X$	$K^* = -16,15 + 0,85X$	$K^* = -4,25 + 0,0085X$
"плохо – хорошо"	$K^* = -2,12 + 0,03X$	$K^* = -1,75 + 0,13X$	$K^* = -3,05 + 0,0065X$
"хорошо – отлично"	$K^* = -27,82 + 0,22X$	$K^* = -4,75 + 0,25X$	$K^* = -7,00 + 0,012X$
Для диагонали (арт. 22 ВЧ)			
"плохо"	$K^* = -15,3 + 0,085X$	$K^* = -15,3 + 0,425X$	$K^* = -15,65 + 0,011X$
"плохо – хорошо"	$K^* = -3,34 + 0,022X$	$K^* = -0,78 + 0,043X$	$K^* = -4,025 + 0,0033X$
"хорошо – отлично"	$K^* = -12,5 + 0,064X$	$K^* = -13,98 + 0,29X$	$K^* = -18,4 + 0,0117X$

В итоге по формуле (1) определили обобщенные значения функции желатель-

ности, представленные в табл. 4 и 5.

Т а б л и ц а 4

Номер испытания	Значения показателя К по			Значения обобщенного показателя
	поверхностной плотности	абсолютной разрывной нагрузки	стойкости к истиранию	
1	0,686	0,907	0,677	0,750
2	0,692	0,928	0,737	0,779
3	0,669	0,957	0,790	0,797
4	0,709	0,963	0,793	0,815
5	0,819	0,895	0,840	0,851
6	0,978	0,957	0,884	0,939
7	0,938	0,99	0,692	0,863
8	0,764	0,917	0,792	0,822
9	0,965	0,939	0,781	0,891
10	0,733	0,963	0,782	0,820
11	0,689	0,993	0,699	0,782
12	0,706	0,923	0,835	0,816
13	0,754	0,955	0,906	0,867
14	0,687	0,935	0,912	0,837
15	0,908	0,944	0,942	0,931
16	0,964	0,959	0,941	0,955
17	0,819	0,969	0,897	0,893
18	0,723	0,946	0,891	0,848
19	0,747	0,954	0,958	0,881
20	0,881	0,948	0,953	0,927
21	0,717	0,967	0,959	0,873
22	0,724	0,965	0,976	0,880
23	0,745	0,994	0,980	0,899
24	0,776	0,969	0,960	0,897
25	1,000	0,995	0,992	0,996
Среднее значение	0,792	0,953	0,863	0,864
Среднее квадратическое отклонение	0,108	0,026	0,099	0,060

Таблица 5

Номер испытания	Значения показателя К по			Значения обобщенного показателя
	поверхностной плотности	абсолютной разрывной нагрузке	стойкости к истиранию	
1	0,730	0,782	0,685	0,731
2	0,000	0,706	0,563	0,000
3	0,500	0,751	0,750	0,655
4	0,663	0,814	0,934	0,796
5	0,702	0,923	0,661	0,754
6	0,737	0,892	0,809	0,810
7	0,000	0,940	0,752	0,000
8	0,251	0,785	0,927	0,567
9	0,600	0,722	0,656	0,657
10	0,649	0,656	0,800	0,698
11	0,684	0,741	0,935	0,780
12	0,828	0,797	0,905	0,842
13	0,091	0,850	0,814	0,398
14	0,430	0,810	0,671	0,616
15	0,658	0,978	0,742	0,782
16	0,587	0,691	0,752	0,673
17	0,809	0,704	0,892	0,798
18	0,829	0,854	0,978	0,885
19	0,814	0,791	0,716	0,773
20	0,845	0,892	0,765	0,832
21	0,800	0,712	0,747	0,752
22	0,715	0,763	0,879	0,783
23	0,673	0,804	0,940	0,798
24	0,421	0,757	0,674	0,599
25	0,287	0,736	0,653	0,517
Среднее значение	0,572	0,794	0,784	0,660
Среднее квадратическое отклонение	0,260	0,083	0,111	0,232

Анализируя данные табл. 4, 5, можно сделать вывод о том, что значения функции желательности для исследуемых тканей лежат в широких пределах: от 0,52 до 0,97. Следовательно, исследуемая продукция обладает различными уровнями качества: от "удовлетворительно" до "отлично". Значения обобщенного показателя качества, равные нулю, свидетельствуют о нежелательности данной продукции для потребителя вследствие наличия хотя бы одного показателя, единичные показатели качества которого находятся в области неудовлетворительной оценки.

Полученные результаты можно применять на производстве при проектировании хлопчатобумажных тканей по требованию заказчика с разным уровнем качества, а следовательно, конкурентоспособности. Последнее позволит управлять конкурентоспособностью продукции.

ВЫВОДЫ

Рассчитаны обобщенные показатели качества по механическим свойствам суrowых хлопчатобумажных тканей с применением функции желательности, позволяющие управлять уровнем конкурентоспособности продукции на этапе ее проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соловьев А.Н., Кирюхин С.М. Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
2. ГОСТ 29298–92. Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Общие технические условия.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения. Поступила 16.06.07.

УДК 677.11.620.1

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БИЛА С ВОЛОКНОМ
В ПРОЦЕССЕ ТРЕПАНИЯ ЛЬНА***

С.В. БОЙКО, Д.А. ВОЛКОВ

**(Костромской государственный технологический университет,
Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке лубяных культур)**

Эффективность процесса трепания льна определяется условиями взаимодействия обрабатываемых волокнистых прядей с билем.

Одним из упущений известных исследований процесса трепания льна является недостаточное изучение локальных явлений, происходящих на отдельных участках пряди без учета движения и нагружения других участков. В этой связи предлагается принципиально иной подход для моделирования взаимодействия била и пряди волокна при трепании [1]. Он основан на построении дискретной модели нити [2] и теории прочности при интенсивных кратковременных нагрузках [3].

В модели взаимодействия пряди волокна и била, рассмотренной нами в [1], било представлено в виде прямолинейно движущейся полуплоскости. В связи с этим при взаимодействии пряди и била могут иметь место ситуации, когда сила воздействия била на прядь стремится к бесконечности, что не соответствует реальной картине взаимодействия била и пряди.

Дальнейшим этапом по совершенствованию модели взаимодействия пряди волокна и била стало моделирование формы и характера движения била, приближенных к реальной конструкции: било с подбильной решеткой и с вылетом рабочей кромки совершает вращательное движение. Введением в математическую модель

параметров сопротивления моделируется действие на элементы пряди сил внутреннего трения и сил сопротивления воздуха, пропорциональных соответственно первой и второй степени скорости соответствующей массовой точки модели.

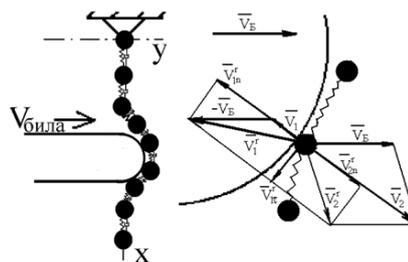


Рис. 1

На рис. 1 (модель взаимодействия пряди и била (скорости точки нити до удара с индексом «1», после удара –«2»)) представлена дискретная модель нити: цепочка $N+1$ одинаковых грузов и N одинаковых безынерционных пружин. Кромка била моделируется цилиндром радиусом r . Предусматривается моделирование как абсолютно упругого взаимодействия точек пряди и била, так и неупругого взаимодействия. Так же возможен учет ударного импульса сил трения.

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук., проф. Е.Л. Пашина.

Разностную систему уравнений, определяющую координаты вектора положения i -й точки дискретной модели нити в момент времени $t+1$, полученную нами в [1], запишем в виде:

$$\overline{\text{Poz}}_i^{t+1} = \overline{\text{Poz}}_i^t + \overline{v}_i^t \Delta t + \frac{\overline{F}_{\Sigma i}^t}{m_i} \Delta t^2 + (\overline{S}_i + \overline{S}_{Ti}) \Delta t,$$

где Δt – шаг по времени; \overline{v}_i^t – вектор скорости точки в момент времени t ; $\overline{F}_{\Sigma i}^t$ – равнодействующая всех сил, действующих на точку; \overline{S}_{ni} – нормальная составляющая ударного импульса силы взаимодействия с биллом; $\overline{S}_{\tau i}$ – вектор ударного импульса сил трения.

Произведение $\overline{v}_i^t \Delta t$ есть приращение вектора положения точки за время Δt : $\overline{v}_i^t \Delta t = \overline{\text{Poz}}_i^t - \overline{\text{Poz}}_i^{t-1}$. В общем случае равнодействующая сил $\overline{F}_{\Sigma i}^t$, действующих на i -ю массовую точку дискретной модели нити, представляет собой сумму сил упругих связей $\overline{F}_{\text{нат}i}^t$ с соседними точками: $i-1$ и $i+1$, сил тяжести \overline{Fg}_i^t , сил сопротивления воздуха $\overline{Fsvnesh}_i^t$, сил внутреннего трения $\overline{Fsvnutr}_i^t$, сил трения о поверхность била \overline{Ftr}_i^t :

$$\overline{F}_{\Sigma i}^t = \overline{Fnat}_i^t + \overline{Fg}_i^t + \overline{Fsvnesh}_i^t + \overline{Fsvnutr}_i^t + \overline{Ftr}_i^t$$

Приведем формулы для расчета этих сил.

Расчет сил натяжения:

$$\overline{Fnat}_i = \frac{-\overline{L}_{i,i-1}}{|\overline{L}_{i,i-1}|} ES \frac{|\overline{L}_{i,i-1}| - \ell_0}{\ell_0} + \frac{-\overline{L}_{i,i+1}}{|\overline{L}_{i,i+1}|} ES \frac{|\overline{L}_{i,i+1}| - \ell_0}{\ell_0},$$

где $\overline{L}_{i,i-1} = \overline{\text{Pos}}_i - \overline{\text{Pos}}_{i-1}$; E – модуль Юнга; S – площадь поперечного сечения нити; m – масса нити; ℓ_0 – длина отрезка нити в ненапряженном состоянии; $L_{i,i-1}$ – фактическая длина отрезка нити между точками i и $i-1$; $L_{i,i+1}$ – фактическая длина отрезка нити между точками i и $i+1$.

Расчет силы тяжести:

$$\overline{Fg}_i = \overline{g} m_i,$$

где m_i – масса отрезка нити; \overline{g} – вектор ускорения свободного падения.

Расчет силы внешнего сопротивления:

$$\overline{Fsvnesh}_i = -\overline{v}_i |\overline{v}_i|^2 Ksvnesh,$$

где $Ksvnesh$ – коэффициент сопротивления воздуха.

Расчет силы внутреннего сопротивления:

$$\overline{Fsvnutr}_i = -\overline{v}_i |\overline{v}_i| Ksvnutr,$$

где $\overline{v}_{i,i-1} = \overline{v}_i - \overline{v}_{i-1}$ – относительная скорость; $Ksvnutr$ – коэффициент сил внутреннего трения.

На каждом временном шаге определяем возможность взаимодействия i -й точки дискретной модели нити и била по следующему алгоритму.

1. Определяем скорость точки нити относительно била; $\overline{V}_1^r = \overline{V}_1 - \overline{V}_B$, где \overline{V}_1 – абсолютная скорость точки пряжи; \overline{V}_B – скорость била.

2. Определяем составляющие скорости \overline{V}_1^r : нормальную к поверхности била \overline{V}_{1n}^r и касательную к ней $\overline{V}_{1\tau}^r$. Их направления указаны на рис. 1.

3. Определение значения ударного импульса силы взаимодействия массовой точки пряжи с кромкой била при условиях:

а) если скорость $\overline{V}_{1n}^r = 0$ или направлена от центра кромки била, то ударного

взаимодействия нет и ударный импульс силы взаимодействия с билом в уравнении

(9) равен нулю: $\overline{S}_i = 0; \overline{S}_{Ti} = 0;$

б) в противном случае на i -ю точку нити действует ударный импульс силы взаимодействия с билом, направленный в противоположную сторону \overline{V}_{In}^r , численное значение которого: $S_i = V_{Ini}^r m_i (1 + k_{восст})$, где $k_{восст}$ – коэффициент восстановления.

4. Определение ударного импульса сил трения, направленного в противоположную сторону $\overline{V}_{I\tau}^r$: $S_{Ti} = k_{тр} S_i$ [4].

Сила реакции била на точку нити N_i равна по модулю и противоположна по направлению нормальной составляющей к цилиндрической поверхности кромки била равнодействующей всех сил, действующих на эту точку.

Модуль силы трения о поверхность била рассчитывали по формуле: $F_{tr} = K_{тр} N_i$. Вектор силы трения направлен противоположно касательной составляющей вектора скорости точки нити относительно била $\overline{V}_{I\tau}^r$.

Усовершенствованная модель взаимодействия пряжи волокна и била позволяет проанализировать влияние на движение пряжи и на ее натяжение геометрических параметров трепального барабана: Δ – вылета рабочей кромки била; δ – ширины планки подбильной решетки; h – расстояния между планками подбильной решетки и их формы; R – радиуса трепального барабана, а также его частоты вращения барабана ω_6 .

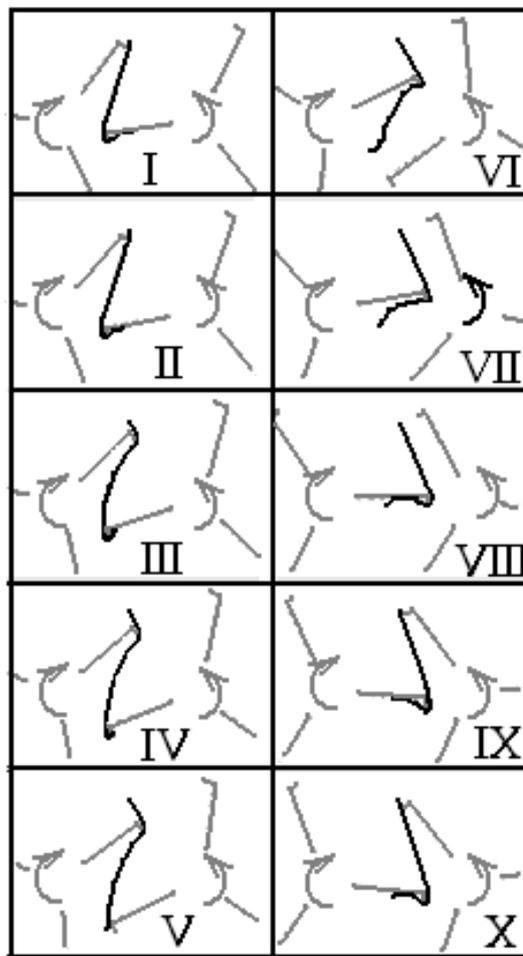


Рис. 2

На рис. 2, в качестве примера, приведены результаты численного моделирования движения пряжи длиной 0,55 м в процессе ее взаимодействия с билом трепального барабана радиусом $R=0,37$ м и частотой вращения $\omega_6=300$ об/мин. Они идентичны кадрам проведенной нами видеосъемки процесса трепания.

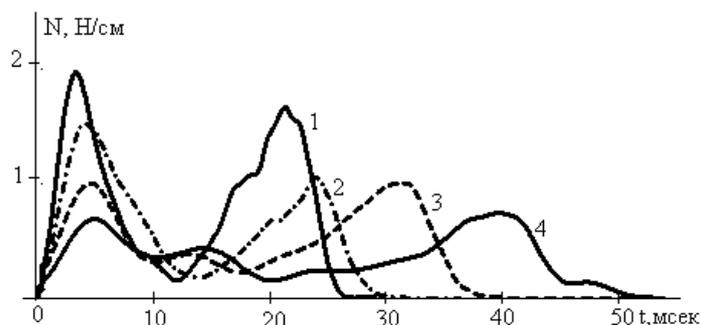


Рис. 3

Для регулирования процесса трепания необходимо знать силы, действующие на прядь. На рис. 3 приведены результаты численного моделирования взаимодействия пряди с билом в процессе трепания: изменение давления на кромку била при одновременном соприкосновении слоя с двумя билами при различной частоте вращения барабанов (кривая 1 – 300; 2 – 250; 3 – 200; 4 – 150 мин⁻¹). Подобные графики были получены Н.Н. Суловым в результате экспериментальных исследований [5]. По результатам сравнения можно сделать вывод, что выбранная модель приемлема для решения задачи взаимодействия пряди с билом в процессе трепания.

Численное моделирование, реализованное с помощью современной компьютерной техники, впервые позволило проанализировать не только изменение силового нагружения пряди в процессе трепания, но и определить, в какой именно момент происходит то или иное изменение.

Так, на рис.4 представлены графики изменения натяжения пряди у точки зажима, сил действия кромки била на прядь в соответствии с положениями пряди, представленными на рис.2. На рис. 4: силы давления слоя на кромку бильной планки: $N_{пр}$ – била правого барабана; $N_{лев}$ – била левого барабана и сила натяжения пряди T в зажиме при двухстороннем трепании трехбильными барабанами.

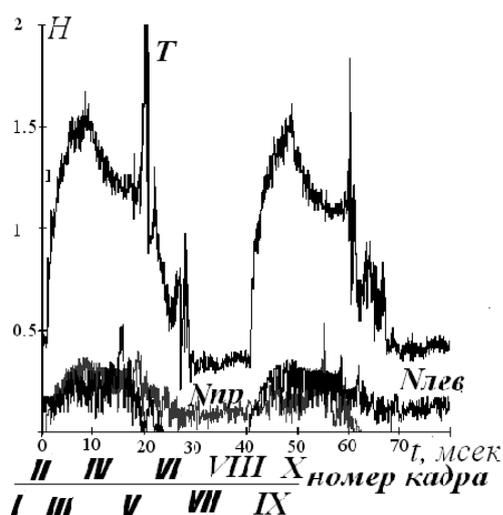


Рис. 4

Анализ результатов расчета позволил определить, что в момент схода с кромки нижнего била концевой участок пряди не распрямлен, как полагалось предыдущими исследователями [6]. Также он не имеет прямолинейную форму и при перелете с била на било. При соприкосновении с подбильной решеткой и при движении по ней, также в момент схода с последней планки подбильной решетки концевой участок пряди далеко не всегда захлестывается за планку подбильной решетки или на тыльную сторону бильной планки. Это зависит от величины и направления начальной для этого этапа взаимодействия скорости концевой участка, которая, в свою очередь, зависит от многих факторов: длины, массы, жесткости пряди, частоты вращения и размеров трепального барабана и т. д.

Таким образом, доброкачественность нашей теоретической модели подтверждена экспериментально. Программа расчета предусматривает возможность одновременно с определением параметров силового нагружения пряди в каждый момент времени зафиксировать ее положение. Усовершенствованная модель взаимодействия пряди волокна и била позволяет проанализировать влияние на движение пряди и на ее натяжение режимно-конструктивных параметров трепальной машины и параметров самой пряди волокна.

Таким образом, в результате проведенных исследований предложен дискретный метод расчета кинематических и силовых параметров нагружения пряди в процессе взаимодействия с билом, основанный на синтезе теории механики нити и удара. С помощью этого метода впервые появилась возможность учесть особенности взаимодействия пряди с билом, которые ранее существенным образом упрощались. Впервые появилась возможность объяснить ряд явлений, имеющих значительное практическое значение, обуславливающих формирование важнейших технологических эффектов.

Предполагается использование предложенного метода при обосновании ряда технологических и технических решений, повышающих эффективность процесса трепания.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бойко С.В., Гришин А.Г.* Моделирование взаимодействия волокна с прямолинейно движущимся билом в процессе трепания льна. – Деп. в ВИНТИ ***07 № ***-В2007. – **с.
2. *Проталинский С.Е.* Развитие теории и вопросы приложения механики нити к задачам текстильной технологии: Дис...докт. техн. наук.– Кострома, 1999.
3. *Рахматуллин Х.А., Демьянов Ю.А.* Прочность при интенсивных кратковременных нагрузках. – М.: Изд-во физ.-мат. лит-ры, 1961.

4. *Голубева О.В.* Теоретическая механика. – М.: Изд-во физ.-мат. лит-ры, 1961.

5. *Суслов Н.Н.* Исследование процесса трепания льна: Дис...докт. техн. наук. – Кострома, 1961.

6. *Лапшин А.Б.* Развитие теории процесса получения трепаного льняного волокна: Дис...докт. техн. наук. – Кострома, 2002.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов КГТУ. Поступила 16.06.07.

УДК 633.521.002.237

ОСОБЕННОСТИ ВАРЬИРОВАНИЯ СВОЙСТВ ТРЕСТЫ НА ЛЬНИЦЕ

И.А. РУМЯНЦЕВА, Л.В. МОЧАЛОВ, А.Н. СОЛДАТЕНКО

(Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке лубяных культур,
Костромской государственный технологический университет)

Стремление к увеличению производительности труда, а также к снижению доли ручного труда в общих затратах в льноводстве привело в последние годы к использованию на практике интенсивных машинных технологий уборки и переработки льна. Однако их внедрение повлияло на качественные показатели льняного сырья, изменилась его структура. На льнозаводы стала поступать льнотреста, имеющая значительное варьирование по цвету стеблей, их длине и растянутости. Появились новые пороки сырья – угловая дезориентация стеблей и их сплюснутость. Это обстоятельство негативно повлияло на результаты переработки льна на льнозаводах.

В этой связи была поставлена задача по изучению особенностей варьирования свойств льняной тресты для разработки рекомендаций, направленных на повышение эффективности ее переработки.

К числу изучаемых свойств были отнесены: длина стеблей, цвет волокна и отделяемость волокна от древесины. Их выбор

был обусловлен результатами исследований, где установлено, что именно эти свойства, в основном, определяют технологический эффект переработки льна на мяльно-трепальном агрегате (МТА) [1].

В течение четырех лет (1998...2000 и 2006гг.) проводились полевые исследования с целью получения исходных опытных данных. Для этого на участках выращивания льна (льнице) в условиях Костромской области, а именно в условиях льносеющих хозяйств «Родина» Красносельского района (1998-2000гг.) и СПК им. М. Горького Нерехтского района (2006 г.) формировали пробы стеблей для анализа. Это осуществляли путем отбора проб стеблей тресты через равные расстояния по длине ленты (длина лент была не менее 250 м). Ленты на льнице выбраны случайно. Выбор длины ленты был обусловлен соответствием массы находящихся в ней стеблей массе одного рулона. Далее в соответствии с существующими общепринятыми методиками определяли упомянутые свойства тресты [2].

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Е.Л. Пашина.

Используя полученные опытные данные, был проведен их статистический анализ. Его суть заключалась в оценке доли участков лент, в которых значения исследуемых свойств выходят за пределы интервала случайного варьирования при

95%-ной доверительной вероятности. Результаты анализа представлены в табл. 1 (объем тресты в рулоне (%), превышающий пределы доверительного интервала варьирования свойств).

Т а б л и ц а 1

Исследуемые свойства	Год исследований	Среднее значение свойства	Среднее значение объема тресты в рулоне (%), превышающие пределы доверительного интервала варьирования свойств
Длина, см	1998	71,18	43,32±8,67
	1999	71,68	45,04±24,72
	2000	78,93	34,02±26,25
	2006	79,18	69,69±3,99
Отделяемость, ед.	1998	4,76	37,49±6,82
	1999	6,96	53,89±10,83
	2000	5,32	32,48±7,73
	2006	4,57	63,85±11,19
Цвет, группа	1998	1,88	45,19±17,15
	1999	1,27	30,41±15,58
	2000	1,66	33,16±14,80
	2006	2,72	9,38±4,75

Анализируя табличные данные, установлено, что в исследуемых лентах имеются системные изменения. Возможно наличие лент, в которых значения свойств находящихся в них стеблей могут выходить за пределы доверительного интервала на участках, составляющих более 30...50% от общей длины ленты. Этот результат свидетельствует о сложности переработки всей тресты из одного рулона одинаково эффективно, так как режимы работы машин, входящих в состав МТА, не будут соответствовать оптимальным для значительной части обрабатываемого сырья.

Из анализа данных, представленных в табл. 1, следует также значительное варьирование исследуемых свойств не только в каждой из лент, но и между лентами, находящимися на льнище. Примечательны также различия по годам изучения в долях массы тресты в рулоне, у которых значения свойств превышают пределы доверительного интервала варьирования. Вероятно, причиной этого является проявление совокупности внешних, случайных факторов и условий производства льна, опреде-

ляющих характер процесса преобразования стеблей соломы в тресту.

Для более точной оценки характера выявленных изменений свойств тресты по длине лент был проведен спектральный анализ опытных данных. На основании работы [3] использовали дискретное преобразование Фурье. Анализ проводили с использованием ППП «Statistica». Его реализацию осуществили для каждого года изучения. Результаты спектрального анализа изменения свойств тресты по длине лент представлены в табл. 2.

Полученные результаты свидетельствуют, что применительно ко всем исследуемым свойствам наряду со случайными высокочастотными изменениями проявляются низкочастотные изменения. Однако их появление может наблюдаться не каждый год. При этом период изменения по годам изучения может быть также различным. Появление максимальной спектральной плотности по длине ленты является случайным.

Исследуемые свойства	Год изучения	Среднее количество наблюдаемых циклов изменений в лентах, шт	Интервал циклов, м	Среднее количество низкочастотных изменений в лентах, шт	Интервал низкочастотных циклов, м
Длина, см	1998	1	118,4-250	1	125-250
	1999	1	36,3-82,8	-	-
	2000	1	83,3-125	-	-
	2006	1,4	14-250	1	62,5-250
Отделяемость, отн.ед.	1998	1,5	39,5-125	1	125
	1999	1,7	35,7-250	1	250
	2000	1,0	35,7-250	-	-
	2006	1,9	10-125	1	50-125
Цвет, группа	1998	2,0	39,5-250	1	236,8-250
	1999	1,5	25-125	-	-
	2000	1,0	62,5-83,3	-	-
	2006	2,6	11,9-125	1	16,7-125

Наибольший интерес вызывает варьирование свойств по длине ленты, необходимой для формирования одного рулона. Спектральный анализ позволил выявить значительную изменчивость изучаемых свойств. При этом трендовая составляющая проявляется незначительно. Особенно это присуще длине стеблей (рис. 1) и показателю отделяемости (рис. 2), корреляционно связанных с цветом стеблей стланцевой тресты [4]. Для примера на рис. 1 и 2

представлены графики изменения упомянутых свойств на одном участке выращивания льна в 2006 году. В скобках на обоих рисунках: $a \pm b$, где a – среднее значение; b – величина доверительного интервала. Очевидны явные изменения, которые следует учитывать при выборе рациональных режимов переработки тресты на льнозаводах [5].

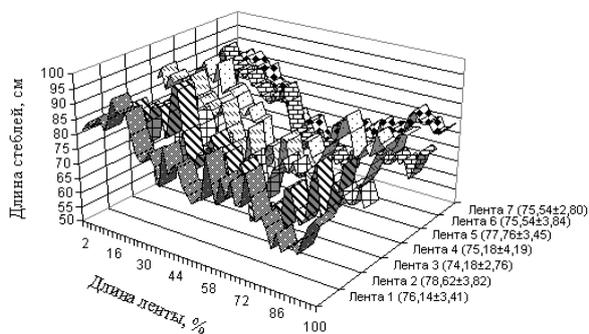


Рис. 1

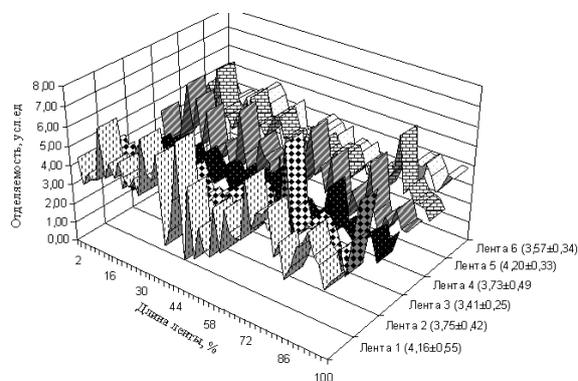


Рис. 2

Из совокупности полученных результатов следуют рекомендации относительно необходимости получения информации об изменении важнейших технологических свойств льняной тресты, находящейся в каждом из рулонов, поставляемых на льнозавод. Наличие такой информации обеспечит дифференцированную переработку каждого рулона с учетом изменения в нем свойств тресты. Однако при этом появля-

ется необходимость в разработке систем контроля свойств тресты и систем управления режимами ее переработки.

ВЫВОДЫ

1. К моменту уборки льняной тресты, находящейся в лентах на льнище, имеет место значительное варьирование иссле-

двумя свойствами не только в каждой из лент, но и между лентами. Установлены также различия по годам изучения. Выявлена высокая изменчивость исследуемых свойств. Интервал указанных изменений не является постоянной величиной.

2. Обоснована целесообразность в получении информации об изменении важнейших технологических свойств льняной тресты, находящейся в каждом из рулонов, поставляемых на льнозавод. Наличие такой информации обеспечит дифференцированную переработку каждого рулона с учетом изменения в нем свойств тресты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пашин Е.Л. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1998, №1. С.19...21.
2. Испытания лубоволокнистых материалов / В.В. Городов, С.Е. Лазарева, И.Я. Лунев и др. – М., 1969.
3. Дроздов Ю.В. Разработка автоматической системы контроля и управления положением слоя стеблей при получении трепаного льна: Дис...канд. техн. наук. – Кострома, 2004.
4. Виноградова А.Е. Совершенствование метода оценки качества льняной тресты: Дис...канд. техн. наук. – Кострома, 2005.
5. Ипатов А.М. Теоретические основы механической обработки стеблей лубяных культур. – М., 1989.

Рекомендована лабораторией новых методов испытаний лубоволокнистых материалов. Поступила 16.06.07.

УДК 677.021

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ МАРКОВСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ПРОЦЕССА ТРЕПАНИЯ ЛЬНА

С.М. ВИХАРЕВ

(Костромской государственной технологической университет)

Процесс трепания является довольно сложным, существенно зависящим от начальных условий и разброса технологических параметров, поэтому для его моделирования наиболее адекватным является применение вероятностных моделей. В ряде работ [1], [2] рассматривались параметры слоя, как вероятностные, однако вероятностного описания трепания в единстве рассмотрения материала и процесса в этих работах не приводится. Получение таких моделей позволит дать рекомендации по разработке новых трепальных машин и настройке параметров самого процесса.

Рассмотрим процесс обработки льна трепанием как изменение доли волокон, находящихся в трех возможных состояниях: n_0 – волокна со связанной костью; n_1 – чистые волокна; n_2 – волокна в отходах трепания. Соответственно P_0 , P_1 и P_2 – доля волокон в каждом из трех состояний. Переходы волокон из одного состояния в

другое рассмотрим как вероятностные процессы. Так как исходя из [3] параметры данной системы изменяются во времени экспоненциально и можно утверждать, что для предсказания поведения системы в будущем достаточно знать ее состояние в текущий момент времени, то по условиям из [4] для описания данных процессов можно использовать марковскую модель. Следует отметить, что при рассмотрении экспериментальных данных понятие доли волокна в том или ином состоянии совпадает с вероятностью нахождения волокна в данном состоянии.

Представим процесс трепания в виде графа состояний и переходов (рис. 1).

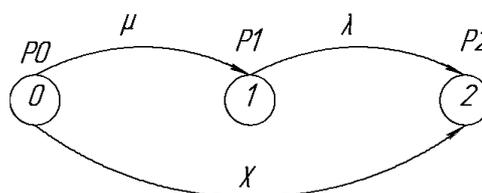


Рис. 1

Считая, что интенсивности соответствующих переходов (рис.1) равны μ , λ и χ , можно записать для процесса следующую систему дифференциальных уравнений Колмогорова-Чепмена [4]:

$$\begin{cases} \frac{dP_0(t)}{dt} = -\mu P_0(t) - \chi P_0(t), \\ \frac{dP_1(t)}{dt} = \mu P_0(t) - \lambda P_1(t), \\ \frac{dP_2(t)}{dt} = \lambda P_1(t) + \chi P_0(t). \end{cases} \quad (1)$$

Исходя из того, что в указанных трех состояниях находится вся масса волокон, к системе (1) можно добавить следующее условие:

$$P_0(t) + P_1(t) + P_2(t) = 1. \quad (2)$$

Для простоты решения системы перейдем к изображениям Лапласа:

$$P_2(z) = 1 - \frac{\mu}{\mu + \chi - \lambda} (-e^{-(\mu + \chi)t} + e^{-\lambda t}) - e^{-(\mu + \chi)t}. \quad (7)$$

Используя экспериментальные зависимости изменения состояния волокна в процессе трепания из [5], можем получить

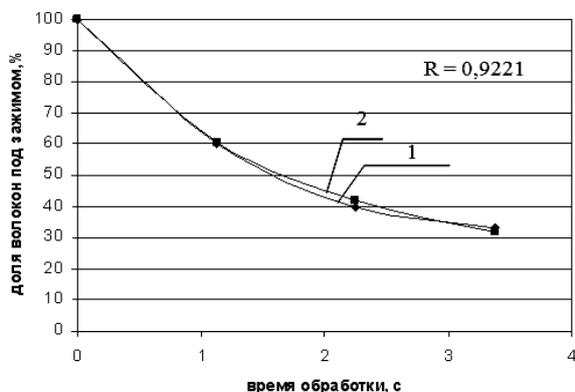


Рис. 2

$$\begin{cases} zP_0(z) = -\mu P_0(z) - \chi P_0(z), \\ zP_1(z) = \mu P_0(z) - \lambda P_1(z), \\ zP_2(z) = \lambda P_1(z) + \chi P_0(z), \end{cases} \quad (3)$$

где z – оператор Лапласа.

Система (3) имеет следующие решения:

$$\begin{cases} P_0(z) = \frac{1}{z + \mu + \chi}, \\ P_1(z) = \frac{\mu}{(z + \mu + \chi)(z + \lambda)}, \\ P_2(z) = \frac{\lambda \mu}{(z + \mu + \chi)(z + \lambda)z} + \frac{\chi}{(z + \mu + \chi)z}. \end{cases} \quad (4)$$

Перейдем от изображений по Лапласу к оригиналам функций:

$$P_0(t) = e^{-(\mu + \chi)t}, \quad (5)$$

$$P_1(t) = \frac{\mu}{\mu + \chi - \lambda} (-e^{-(\mu + \chi)t} + e^{-\lambda t}). \quad (6)$$

Подставив (5) и (6) в (2), получим:

значения интенсивностей перехода волокна по состояниям.

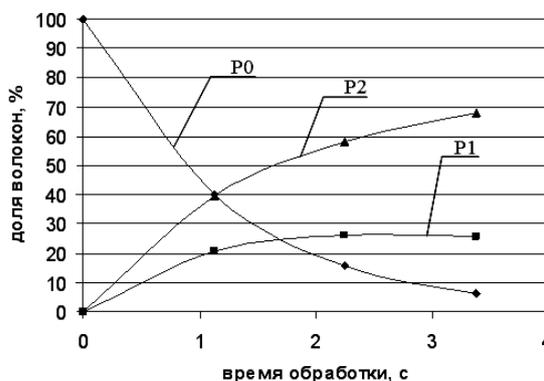


Рис. 3

На рис. 2 (сравнение теоретической модели и экспериментальных данных (1 – эксперимент; 2 – данные по модели)) изображено изменение доли волокна, находящегося под зажимом (то есть не выпавшего в отходы), полученное автором [5] для машины ЛТ-1 при $v=47$ м/мин и количестве воздействий $K_{\max}=55$ и нами для тех же параметров с применением полученной модели. Интенсивности переходов волокон из одного состояния в другое в данном случае будут соответственно равны: $\mu = 0,304 \text{ с}^{-1}$; $\chi = 0,51 \text{ с}^{-1}$ и $\lambda = 0,132 \text{ с}^{-1}$. На рис.3 (изменение состояния волокна: P0 – волокна со связанной кострой; P1 – чистые волокна; P2 – волокна в отходах трепания) приведены расчеты по моделям (5), (6), (7) для данных значений интенсивности.

Использованное нами понятие перехода волокна из одного состояния в другое является аналогом понятия интенсивности обработки волокна, подробно описанного для процессов трепания и очистки в работах [3], [6], [7]. Это позволяет применить полученный подход для описания широкого класса процессов переработки.

ВЫВОДЫ

Получены модели, позволяющие вычислять вероятность недоработки, получения длинного волокна и волокнистых отходов на основе теории марковских процессов, а также оценивать интенсивности перехода волокон по этим состояниям.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ипатов А.М.* Теоретические основы механической обработки стеблей лубяных культур. – М.: Легпромбытиздат, 1989.
2. *Дроздов Ю.В.* Разработка автоматической системы контроля и управления положением слоя стеблей при получении трепаного льна: Дис...канд. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 2004.
3. *Новиков Э.В.* Совершенствование теории и технологии процесса очистки длинного льняного волокна/ Э.В. Новиков, Р.В. Корабельников. – Кострома, 2006.
4. *Острейковский В.А.* Теория надежности. – М.: Высшая школа, 2003.
5. *Трифонов В.Г.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1959, №5.
6. *Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А.* Моделирование технологических процессов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
7. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* Теория и практика совершенствования очистителей волокна. – Кострома, 2001.

Рекомендована кафедрой автоматизации и микропроцессорной техники. Поступила 16.06.07.

УДК 677.11.051

ВЛИЯНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ ВАЛКОВ ПРИ ПРОМИНЕ ЛЬНЯНОЙ ТРЕСТЫ НА ГЛУБИНУ ЗАХОЖДЕНИЯ РИФЛЕЙ

С.Е. МАЯНСКИЙ, А.А. БАРИНОВ, Е.Л. ПАШИН

(Костромской государственный технологический университет,
Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке лубяных культур)

Процесс промина льняной тресты является важнейшей подготовительной операцией при окончательном выделении из стеблей льняного волокна. Установлено, что при промине могут изменяться структурные параметры слоя, влияющие на пригодность стеблей к трепанию [1]. Однако

при этом исходили, что параметры процесса не связаны с неровнотой слоя по его толщине и кинематическими возмущениями валков.

В этой связи поставлена задача по исследованию влияния этих факторов на

возможные изменения параметров процесса промина льняной тресты.

Важнейшим параметром работы мяльной пары является глубина захождения рифлей, которая определяется наружными диаметрами валков D и расстоянием между их осями A [2]:

$$i = D - A. \quad (1)$$

Вместе с тем, расстояние A в процессе мятья изменяется. Это зависит не только от толщины стеблевого слоя, но и от перемещений верхнего валка при его вынужденных колебаниях. Источником этих колебаний в мяльной паре могут быть неровнота стеблевого слоя, неуравновешенность и геометрические погрешности верхнего и нижнего валков, глубина захождения рифлей и др. В частности, в работе [3] исследовались вынужденные колебания верхнего валка, вызываемые силами излома стеблей в поле мятья. Величина амплитуды колебаний валка будет зависеть как от источника возбуждения колебаний, так и от рассогласованности частот в динамической системе.

Рассмотрим модель с кинематическим возмущением y_1 , обусловленным биением рифлей нижнего валка, на амплитуду вынужденных колебаний верхнего валка. При составлении динамической модели примем в первом приближении следующие допущения: слой стеблей является равномерным по толщине и плотности; жесткость слоя подчиняется линейному закону; пружины, прижимающие верхний валок к слою, имеют одинаковую жесткость и линейную характеристику; демпфирующие свойства стеблевого слоя и звеньев механизма нагружения валка пропорциональны первой степени скорости перемещения валка.

С учетом принятых допущений возможно использование одностепенной динамической модели колебаний верхнего валка при кинематическом возмущении в мяльной паре, изображенной на рис. 1.

В этой модели: $C = 2C_{\text{п}}$ – жесткость двух пружин, прижимающих валок к слою; $C_{\text{сл}}$ – жесткость стеблевого слоя; b – ко-

эффициент демпфирования; m – масса верхнего валка.

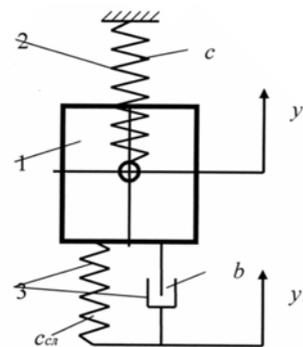


Рис. 1

Частота свободных колебаний валка и коэффициент затухания [4]:

$$k = \sqrt{\frac{C + C_{\text{сл}}}{m}}, \quad (2)$$

$$n = \frac{b}{2m}. \quad (3)$$

В предлагаемой модели амплитуда колебаний верхнего валка находится по формуле из [5]:

$$a = \frac{h}{\sqrt{(k^2 - \omega^2)^2 + 4n^2\omega^2}}, \quad (4)$$

где h – отношение амплитуды возмущающей силы к массе валка,

$$h = \frac{e}{m} \sqrt{b^2\omega^2 + c_{\text{сл}}^2}; \quad (5)$$

ω – частота возмущения,

$$\omega = \frac{\pi n}{30} Z, \quad (6)$$

Z – число рифлей валка; n – частота вращения валка.

На рис. 2 построены зависимости изменения амплитуды колебаний верхнего валка от частоты возмущения при следующих исходных данных: $C = 2 \cdot 10^5$ Н/м; $C_{\text{сл}} =$

$=5,26 \cdot 10^5$ Н/м; $m = 60$ кг; $b = 400$ Н·с/м [3];
 $e = 2 \dots 10$ мм.

Частота свободных колебаний верхнего
 валка $k = 110$ рад/с.

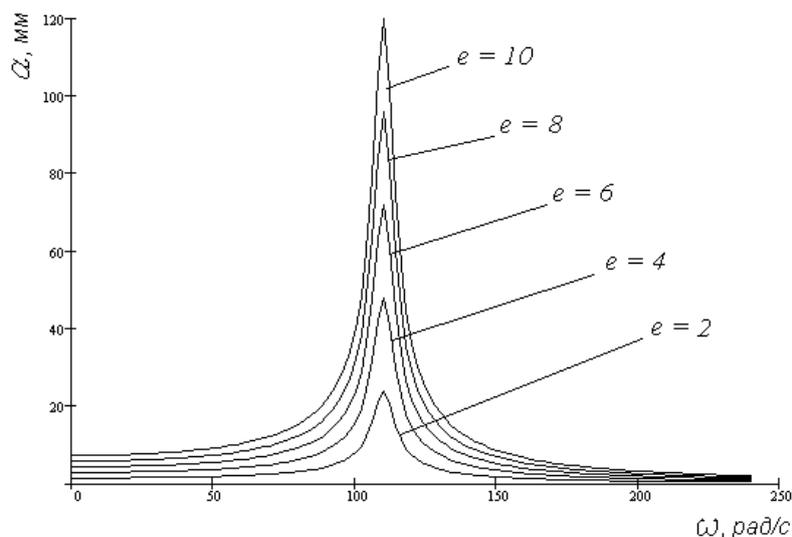


Рис. 2

Рабочим частотам вращения валка в этой модели соответствуют частоты возмущения $\omega = \frac{\pi n}{30} Z = 120 \dots 480$ рад/с, где $n = 95 \dots 380$ 1/мин [6]; $Z = 12$. Как видно из рис. 2, частота возмущения превосходит частоту свободных колебаний, хотя на нижней границе находится близко к частоте свободных колебаний валка, то есть возможна работа системы в зоне резонанса. Это отмечается также и в [3].

Амплитуда колебаний валка в данном диапазоне частот возмущения при $e = 6$ мм находится в пределах $a = 23,0 \dots 0,259$ мм.

Таким образом, полученные значения амплитуд колебаний валка могут повлиять на увеличение межосевого расстояния A . При этом глубина захождения рифлей i может существенно уменьшиться вплоть до принятия отрицательных значений.

В свою очередь, от глубины захождения рифлей зависит длина промятого за один оборот валка участка стеблей (периметр излома P_ϕ), а от этой величины зависит линейная скорость прохождения слоя через мьяльную пару [2]:

$$V = P_\phi n. \quad (7)$$

При $A \gg D$ можно считать, что $V = \pi D n$.

Рассмотрим частный случай изменения периметра излома. Его значение будет определяться по формуле:

$$P_{\phi \text{дин}} = 2Z \sqrt{\left(\frac{t}{2}\right)^2 + i_{\text{дин}}^2},$$

где t – шаг рифлей по наружному диаметру валка. При этом межосевое расстояние и глубина захождения изменятся следующим образом:

$$A_{\text{дин}} = A + a; \quad i_{\text{дин}} = D - A_{\text{дин}}. \quad (8)$$

Примем: $D = 118$ мм; $i = 8$ мм; $Z = 12$; $A = 110$ мм; $t = 30,877$ мм; $n = 150$ 1/мин.

В результате расчета получены следующие значения скорости перемещения слоя в мьяльной паре:

без учета изменения межосевого расстояния в динамике (формула (7)):

$$V_{\text{ст}} = 62,6 \text{ м/мин};$$

с учетом влияния амплитуды колебаний валка (формулы (4) и (8)):

$$V_{\text{дин}} = 58,4 \text{ м/мин.}$$

Относительное изменение скорости составляет 6,7%.

Приведенный пример показывает, что на выходе из мяльной машины слой промятых стеблей может иметь измененные, по сравнению с начальными значениями, параметры структуры. Эти явления будут приводить к ухудшению пригодности слоя к трепанию.

Еще одним обстоятельством, которое может привести к существенному изменению параметров процесса мятья, является случайное изменение параметров слоя в процессе переработки. В работе [7] было показано, что толщина слоя случайным образом (по нормальному закону) изменяется по его длине и ширине. В этой связи можно допустить, что коэффициенты жесткости стеблевого слоя и демпфирования изменяются также случайно. Это, вероятно, может привести к появлению значительных колебаний на рабочей частоте вращения валков. Для проверки этого предположения был проведен машинный расчет максимальной амплитуды колебаний, которая может проявиться при случайном изменении упомянутых коэффициентов. В качестве значений математического ожидания были выбраны значения $C_{\text{сл}} = 5,26 \cdot 10^5 \text{ Н/м}$; $b = 400 \text{ Н·с/м}$. Величину σ для обоих случаев выбрали в размере 20% от математического ожидания. Количество случайных комбинаций принято равным 1000. Величина возмущения $e = 2 \text{ мм}$. Машинный расчет при частоте вращения валков $n = 95 \text{ 1/мин}$ показал, что амплитуда колебаний верхнего валка для модели с кинематическим возмущением, обусловленным биением рифлей нижнего валка, может достигать значения $a = 46...48 \text{ мм}$. При этом около 40% значений амплитуды превышает барьер 10 мм. Увеличение e приводит к резкому увеличению амплитуды и количества ситуаций, при которых значения амплитуды будут превышать величину 10 мм.

Очевидно, что такие ситуации могут существенно влиять на эффективность промина и на изменение структурных параметров слоя стеблей при данном процессе.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что кинематические возмущения, обусловленные глубиной захождения рифлей обоих валков, могут вызывать рост амплитуды вынужденных колебаний верхнего валка, а также увеличение расстояния между осями валков, что приведет к изменению скорости прохождения разных участков слоя через мяльную машину.

2. Имеющие место случайные изменения толщины слоя, приводящие к изменению коэффициентов жесткости слоя и демпфирования, могут привести на рабочих частотах вращения валка к значительному увеличению амплитуды его колебаний, что повлияет на изменение высоты поля мятья, периметра излома и скорости перемещения стеблевого слоя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дроздов Ю.В. Разработка автоматической системы контроля и управления положением слоя стеблей при получении трепаного льна. Дис...канд. техн. наук. – Кострома, 2004.
2. Ипатов А.М. Теоретические основы механической обработки стеблей лубяных культур. – М.: Легпромбытиздат, 1989.
3. Дьячков В.А., Корабельников Р.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, №5. С.19...23.
4. Пановко Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара. – Л.: Машиностроение, 1976.
5. Маянский С.Е. Влияние биений рифлей нижнего валка на амплитуду колебаний верхнего валка мяльной пары // Вестник КГТУ. – 2007, №15.
6. Справочник по заводской первичной обработке льна / Под общ. ред. В.Н.Храмцова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
7. Трегубова Е.В., Пашин Е.Л. Анализ особенностей структуры слоя льняной тресты после слоеутонения // Вестник ВНИИЛК. – 2005, №2.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов КГТУ. Поступила 16.06.07.

УДК 677.11.021.18

**ОТДЕЛЕНИЕ КОСТРЫ ОТ ВОЛОКОН ЛЬНА
ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ГРЕБНЯМИ ЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЫ***В.В. ИВАНИЦКИЙ, В.И. ЖУКОВ***(Костромской государственной технологической университет)**

Отделение костры от волокна в процессе чесания трепаного льна на льночесальных агрегатах марок Ч-302-Л и АЧЛ является одной из основных задач, решение которой позволит получить качественное сырье для дальнейшей переработки волокна в прядении. Реализуемый в этих машинах в настоящее время процесс чесания трепаного льна гребнями нельзя признать удовлетворительным. Так как цель процесса чесания – распрямление и параллелизация волокон, дробление их на более тонкие и очистка от костры, то применяемый сегодня процесс чесания нельзя назвать полноценным, потому что волокна чесаного льна недостаточно хорошо раздроблены и содержат костру. В процессе чесания иглы гребней проникают внутрь горсти волокон и перемещаются вдоль к их концам. Такое движение каждого гребня осуществляет параллелизацию волокон. Это означает, что волокна в процессе чесания остаются всегда параллельными друг другу, а иглы гребней "проглаживают" их в продольном направлении. Данный процесс чесания недостаточно хорошо способствует удалению сорных примесей, особенно присушистой костры. Одновременно с этим следует отметить, что и сам процесс чесания, призванный дробить лубяные волокна в продольном направлении, также не является достаточно напряженным, чтобы считать его удовлетворительным. Такое взаимодействие игл с волокнами при существующей технологии чесания приводит к тому, что для повышения очищающего действия приходится на каждом

следующем переходе использовать гребни с более плотной насадкой игл. Увеличение плотности насадки игл, в свою очередь, ограничено конструктивными решениями, так как не представляется возможным бесконечно уменьшать диаметр игл с сохранением их прочности, достаточной для надежной работы гребенных планок в процессе чесания. Такая технология также способствует чрезмерному натяжению волокон, вследствие чего происходит обрыв длинных волокон и удаление их в очес.

Перечисленные обстоятельства указывают на то, что основным недостатком существующего в настоящее время способа чесания трепаного льна является слабая очищающая способность от костры и сорных примесей и низкая степень дробления лубяных волокон в продольном направлении.

Для интенсификации процесса чесания трепаного льняного волокна с целью повышения степени очистки от костры и лучшего дробления волокон в продольном направлении необходимо применять новые принципы воздействия игл на волокна и новые конструктивные решения. В КГТУ разрабатывается новая технология чесания трепаного льняного волокна, в основе которой используется различие механических свойств волокон и костры, а именно значительное отличие их жесткости на изгиб $G_{\text{кост}} \gg G_{\text{вол}}$ [1].

Исходя из этого волокно условно можно считать абсолютно гибким телом, а костру – жестким. Это условие необходимо учитывать для достижения достаточной

степени очистки волокон от костры. При существующем процессе чесания разница жесткости на изгиб разделяемых компонентов не проявляется в полной мере, так как угол обхвата иглы волокном очень мал

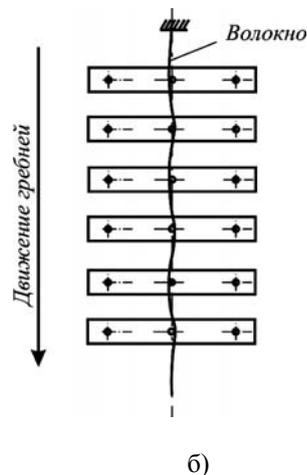
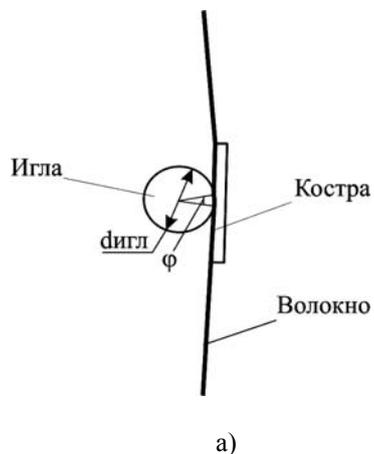


Рис. 1

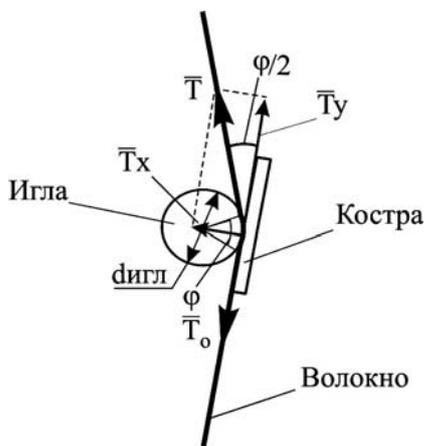


Рис. 2

Рассмотрим процесс обхвата иглы волокном, на котором держится костра (рис.2). Из разложения силы T , определяющей натяжение ведущей части волокна, следует, что составляющая, влияющая на отделение волокна от костры, равна $T_x = T \sin(\phi/2)$. Таким образом, очистка волокон от костры зависит как от угла обхвата иглы ϕ волокном, так и от натяжения волокна T . Следовательно, можно сделать вывод о том, что для увеличения степени очистки волокон от костры целесообразно увеличивать угол обхвата игл волокном.

Для объяснения необходимости увеличения угла обхвата иглы волокном на очистку волокон от костры были проведены

и составляет не более $\phi \approx 4^\circ$ (рис.1) для варианта при диаметре иглы $d_{игл} = 2,2$ мм и расстоянии между гребнями $P = 67,7$ мм.

исследования, характеризующие степень отделения костры от волокна в зависимости от угла обхвата иглы волокном и от натяжения волокна.

Для этого был разработан и изготовлен лабораторный стенд, схема которого представлена на рис.3.

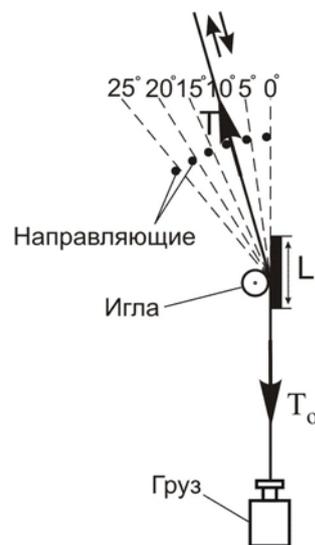


Рис. 3

Эксперимент проводился следующим образом: подготавливался рабочий образец из стланцевой тресты, представляющий из себя полоску волокон, связанной с древесиной – кострой, длиной $L = 40$ мм; производилось протаскивание полоски волокон

по игле под разным углом с помощью направляющих; подсчитывалось количество циклов $n_{ц}$ до момента отрыва древесины от полоски волокон (цикл – протаскивание участка полоски волокон, связанной с древесиной, через иглу и обратно). Испытания проводились при диаметре иглы $d_{игл}=2,2$ мм; начальном натяжении $T_0=50; 100; 200$ сН и ширине отрываемой полоски волокон $b_{п0}=0,5$ мм. Поскольку невозможно подготавливать рабочий образец с постоянной шириной полоски волокон $b_{пi}$, точно равной $b_{п0}$, и отделение волокна от костры в некоторых опытах происходило не полностью – по всей длине костры L , а частично (оставалось не отделенным от костры волокно на длине $L_{ост}$), то в таких вариантах производился пересчет фактических значений числа циклов n_i по формуле:

$$n_{ц} = n_i \frac{b_{п0}}{b_{пi}} \frac{L}{(L - L_{ост})}$$

В результате получена зависимость, имеющая общий характер во всех опытах. Так, для эксперимента при $T_0=50$ сН график имеет вид, представленный на рис.4.

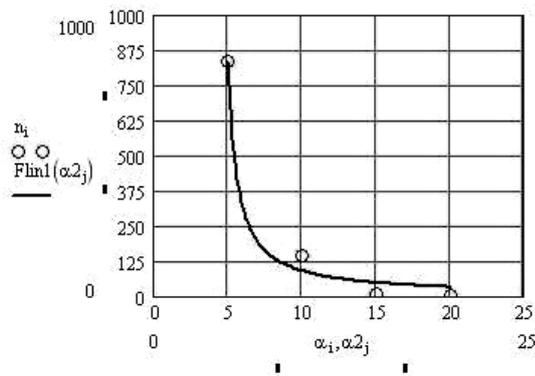


Рис. 4

Полученные данные были аппроксимированы с помощью функции $Y(x) = \frac{c}{x - a}$ (а и с – константы) с достаточно высокой

степенью точности (корреляционное отношение $\eta=0,989...0,99$). Из полученных результатов следует, что для нарушения связи волокна с древесиной наиболее эффективным является увеличение угла обхвата α , нежели увеличение натяжения T_0 . Так, например, целесообразнее увеличить в 4 раза угол α , чем натяжение T_0 , то есть, условно принимая за базовые параметры $T_0=50$ сН и $\alpha=5^\circ$, – количество циклов для отрыва костры от волокна в среднем составило $n_{ц} \approx 850$; в то время как для параметров $T_0=50$ сН и $\alpha=20^\circ$ – $n_{ц} \approx 2$, а для $T_0=200$ сН и $\alpha=5^\circ$ $n_{ц} \approx 150$. Также необходимо отметить, что число циклов $n_{ц}$ резко уменьшается во всех опытах в интервале $\alpha=5...10^\circ$ (примерно в 10 раз), что также служит важной информацией для нахождения оптимального угла обхвата.

Таким образом, для улучшения процесса чесания трепаного льняного волокна необходимо обеспечить угол обхвата иглы волокном $\approx 10^\circ$ и более.

ВЫВОДЫ

1. Доказано влияние угла обхвата иглы волокном на степень очистки волокон от костры в процессе чесания.

2. Найдено минимальное значение угла обхвата иглы волокном, при котором достигается достаточная степень очистки волокон от костры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жуков В.И., Иваницкий В.В. Оценка гибкости льняных волокон и костры //Мат. 59-й научн.-техн. конф. студентов и магистрантов // Вестник Ярославского государственного технического университета. – Ярославль, ЯГТУ, 2006.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 16.06.07.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНТАКТНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ВЫТЯГИВАНИЯ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА

А.М. КИСЕЛЕВ, М.В. КИСЕЛЕВ, А.П. СОРКИН

(Костромской государственной технологической университет)

Процесс вытягивания льняного волокна является одним из основных процессов в технологических операциях его обработки, обеспечивающих качество получаемой нити. Вследствие этого изучению данного процесса посвящено большое количество работ [1], [2] и др. Вместе с тем, все авторы, занимающиеся названной проблемой, имеют единое мнение о сложности исследования этого процесса как теоретическими, так и экспериментальными методами.

Одной из проблем процесса вытягивания является изучение поля сил трения между вытягиваемым продуктом и конструктивными элементами вытяжного прибора. В настоящее время экспериментальными методами определено качественное влияние различных параметров вытяжного прибора на поле сил трения, таких как усилие прижима валиков в питающей и выпускной парах, диаметра данных валиков, шероховатости их поверхности, влияние дополнительных конструктивных элементов в виде планок, прутков и др. Однако учет реальной геометрии комплексов льняных волокон, вероятностный характер их расположения в вытяжном приборе, неоднородные физико-механические свойства представляют большие сложности для проведения исследований экспериментальными методами. В силу названных причин нами для решения поставленных задач применены методы математического моделирования. Поскольку определение "поле сил трения" в классической механике трактуется как контактная задача, то, следовательно, для моделирования таких процессов необходимо использовать хорошо зарекомендовавшие себя математические методы. В частности, в настоящей работе использовался численный метод конечных элементов. Для упрощения построения модели и уменьшения времени

расчетов в качестве вытягиваемого льняного продукта выбран один комплекс, состоящий из 3-45 элементарных волокон. Данное допущение является очень важным, поскольку основной задачей процесса вытягивания является дробление комплексов на элементарные волокна и впоследствии, принимая в качестве граничных условий контактные нагрузки на комплекс, можно моделировать процесс его разрушения. Модель контактного взаимодействия построена для однозонного вытяжного прибора прядильной машины. В модели принято допущение об идеальной цилиндричности валиков и цилиндров вытяжного прибора без учета рифлений цилиндра. Это допущение сделано с целью уменьшения количества конечных элементов, моделирующих рифли, и, как следствие этого, уменьшение времени решения задачи. Однако данное допущение не меняет общую идеологию решения задачи в объемной постановке.

Для построения модели использовалась ранее разработанная вероятностная конечно-элементная модель комплекса льняных волокон [3]. Для практической реализации модели и выполнения расчетов использовался ППП ANSYS 10.0. Комплекс льняных волокон моделировался 8 узловыми конечными элементами SOLID45. С целью повышения точности решения задачи прижимные ролики моделировались 10 узловыми изопараметрическими конечными элементами SOLID92.

Для решения контактной задачи необходимо выбрать вид контактируемых поверхностей и тип контакта. Исходя из реальных свойств льняного волокна и материала валиков и цилиндров вытяжной пары выбран контакт поверхность-поверхность для деформируемых с обеих сторон материалов. Положение целевой и

контактной поверхности определяется исходя из условия задачи. Цилиндры вытяжной пары неподвижны, а валикам задается перемещение по оси Y, воздействуя тем самым на композитный материал комплекса элементарных волокон (рис 1 – распределение целевой и контактной поверхности).

сти в вытяжной паре). В качестве контактных конечных элементов, покрывающих контуры комплекса льняных волокон, цилиндров и валиков выбраны контактные конечные элементы TARGE170 и CONTA174.

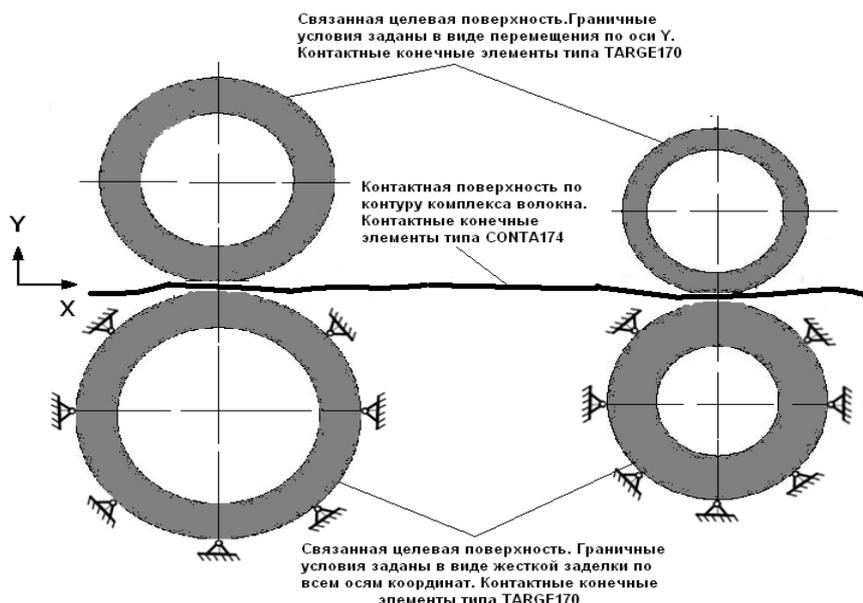


Рис. 1

При задании граничных условий концы комплекса на длине 154 мм закреплялись по всем степеням свободы, учитывая действие отброшенных частей комплекса. Нижние цилиндры вытяжного прибора лишены всех степеней свободы. Верхним нажимным валикам задаем перемещение – 0,003 м, что эквивалентно заданию прижимной силы заданного значения. При решении задачи учтены различные коэффициенты трения о комплекс нажимных валиков и цилиндров вытяжной пары, а также геометрическая нелинейность льняного комплекса под действием сил. Для реализации модели была разработана программа на языке Delphi 7. Данная программа реализует идеологию batch-файла и учитывает возможность задания вероятностных характеристик льняного комплекса.

Результаты расчетов контактных напряжений в выпускающей паре представлены на рис 2.

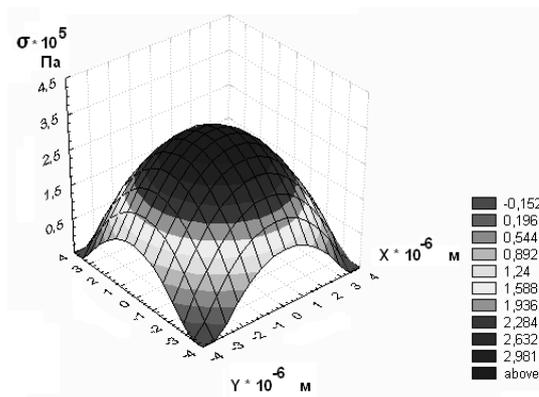


Рис. 2

Эпюра контактных напряжений в подающей паре носит подобный характер в связи с заданием аналогичных граничных условий.

Результаты расчетов показывают, что максимальные контактные напряжения возникают в области плоскости, проходящей через центры роликов, и сильно зависят от задаваемого перемещения по оси Y прижимных валиков.

1. Разработана математическая модель контактного взаимодействия комплекса льняных волокон в вытяжном приборе с учетом его реального строения и фрикционных свойств контактной пары.

2. Модель позволяет прогнозировать не только контактные напряжения льняного комплекса в вытяжной паре но и определять его напряженно-деформированное состояние в зависимости от силы прижима валиков прибора.

1. Гинзбург Л.Н., Хавкин В.П. и др. Динамика основных процессов прядения. – Ч. 1 (Формирование и выравнивание волокнистого продукта). – М.: Легкая индустрия, 1970.

2. Гинзбург Л.Н. и др. Прядение лубяных волокон. – Т.1. Прядение льна. – М.-Л.: Гизлегпром, 1939.

3. Киселев М.В. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №4С. С.14...19.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 16.06.07.

УДК 67705294:677.051.188.9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОЛОЖЕНИЯ РУКОЯТКИ РЕГУЛЯТОРА ОТНОСИТЕЛЬНО КОРПУСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ ЛЕНТЫ

Ю.В. ИВАНОВ, А.Г. ГОРЬКОВА, Е.В. СТАРОСТИНА, С.Л. ХАЛЕЗОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Определение параметров положения рукоятки регулятора относительно корпуса серийных чесальных машин для хлопка типа ЧМД-5, ЧМ-50 и ЧМ50-04 в зависимости от линейной плотности ленты имеет большое практическое значение, так как позволяет не только настраивать регулятор при средних и крайних положениях решетки на коноидах, но и правильно его эксплуатировать в процессе работы оборудования [1], [2].

На рис. 1 изображена верхняя часть корпуса регулятора с контролирующими ленту пазовыми роликами и рукояткой в различных положениях, необходимых для расчетов.

Здесь O_1 – неподвижная ось нижнего вращающегося контролирующего пазового ролика с канавкой, имеющего радиус $R_{пн} = 36$ мм по внутреннему диаметру канавки; O_2 – ось верхнего вращающегося контролирующего пазового ролика с зубом радиусом $R_{пв} = 36$ мм по выступу зуба. Он совершает также качения по дуге окружности вокруг оси O , расположенной в корпусе регулятора. Качения точки O_2 осуществя-

ются на величины, равные изменению линейной плотности ленты в сжатом состоянии – $h_{сж}$; O_3 – точка крепления рукоятки к оси O , причем радиус $OO_3 = R_p$ перпендикулярен к оси рукоятки; O_4 – проекция точки O на горизонталь, проходящую через точку O_1 .

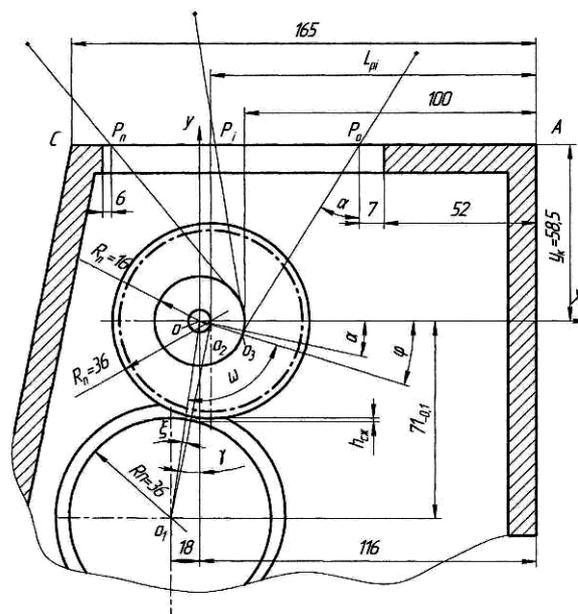


Рис. 1

Через точку О проведем систему координат ХОУ:

$$OO_2^2 = r^2 = X_1^2 + Y_1^2, \quad (1)$$

где X_1 и Y_1 – координаты оси O_2i ; r – эксцентриситет оси О.

Из [3] известно: $r=4$ мм; $O_1O_4=18$ мм; $OO_4=71$ мм; $OO_3=R_p=16$ мм. Тогда из ΔO_1OO_4 отрезок $OO_1 = 73,234$ мм и угол $\gamma = \angle O_1OO_4$:

$$\gamma = \arctg \frac{18}{71} = 14^\circ 13' 33". \quad (2)$$

Рукоятка регулятора закрепляется на оси О с некоторым угловым смещением ($\varphi-\alpha$) от линии OO_2 , причем точка ее креп-

ления O_3 совершает движения по дуге окружности, жестко связанные с движением оси O_2 :

$$OO_3^2 = R_p^2 = X_2^2 + Y_2^2, \quad (3)$$

где X_2, Y_2 – координаты точки O_3i оси рукоятки P_iO_3i .

Параметры положения рукоятки регулятора определяются на верхней плоскости корпуса АС: $Y_K = 58,5$ мм, с которой пересекается ось рукоятки при ее движении, и замеряются относительно вертикальной торцевой плоскости корпуса $X_A = 116$ мм.

Эти параметры заносим в табл. 1. Рассмотрим их по мере заполнения таблицы.

Т а б л и ц а 1

Параметры	-	Наим.	Ср.	Наиб.	Наим.	Ср.	Наиб.	Наим.	Ср.	Наиб.	
$T_{л(ктекс)}$	0	3,3			4,0			4,1			
V_k		3,7						4,2			
$T_{л-р(ктекс)}$		3,507	4,427	5,653	4,25	5,37	6,85	4,36	5,501	7,028	
$h_{св}$	-	19,62	24,77	31,63	23,78	30,05	38,33	21,49	27,12	34,64	
$h_{сж}$	0	1,147	1,486	1,898	1,427	1,803	2,30	1,289	1,627	2,078	
α	0	-33°	-16°20'33"	-11°28'38"	-5°30'56"	-12°19'30"	-6°53'46"	0°25'	-14°18'18"	-9°26'18"	-2°52'31"
X_p	16	57,068	33,816	28,204	21,724	29,160	23,192	15,575	31,429	25,945	18,859
L_p	100	59	82	88	94	87	93	100,5	85	90	97

П р о д о л ж е н и е т а б л . 1

Параметры	Наим	Ср	Наиб	Наим	Ср	Наиб	Наим	Ср	Наиб	Предельное положение
$T_{л}$	4,5			4,6			5,0			-
V_k	4,2			5,2						3,7
$T_{л-р}$	4,782	6,037	7,709	4,888	6,171	7,880	5,313	6,708	8,566	15,806
$h_{св}$	23,57	29,76	38,00	19,46	24,57	31,74	21,15	26,71	34,11	88,448
$h_{сж}$	1,414	1,786	2,28	1,168	1,474	1,904	1,269	1,603	2,047	5,13
α	-12° 30'43"	-7° 02'44"	+0° 08'56"	-16°02'19"	-11° 39'	-5° 25'48"	-14°35'30"	-9° 47'34"	-3°20'03"	-42° 39'
X_p	29,371	23,352	15,848	33,466	28,398	21,632	31,763	26,334	19,436	32
L_p	87	93	100	83	88	94,5	84	90	97	148

П р и м е ч а н и е. Параметры ω, ξ, φ с целью упрощения в табл. 1 не занесены. Все размеры указаны в мм.

Первые 2 строки взяты из [3], где $T_{л}$ – линейная плотность ленты, выходящая из лентоукладчика, ктекс; V_k – ширина канавки нижнего пазового ролика регулятора; $T_{л-р}$ – линейная плотность ленты, посту-

пающей в регулятор и контролируемой пазовыми роликами, ктекс;

$$T_{л-р.ср} = T_{л} \varepsilon_{р.ср} \varepsilon_{р-л.ср} = T_{л} \cdot 1,3 \cdot 1,032, \quad (4)$$

$$T_{л-р.min} = T_{л} \varepsilon_{р.min} \varepsilon_{р-л.min} = T_{л} \cdot 1,05 \cdot 1,012, \quad (5)$$

$$T_{л-р.max} = T_{л} \varepsilon_{р.max} \varepsilon_{р-л.max} = T_{л} \cdot 1,66 \cdot 1,032, \quad (6)$$

где ε_p – вытяжка в регуляторе; $\varepsilon_{л-р}$ – вытяжка между регулятором и лентоукладчиком.

Все величины вытяжки указаны в [3] для средних и крайних положений ремешка на коноидах регулятора, а также в зависимости от сменной шестерни $h = 51; 52$ зуба к приводу лентоукладчика.

Сначала необходимо определить свободную высоту ленты – $h_{св}$, входящую (выходящую) в пазы ролика регулятора по формуле из [2]:

$$h_{св} = \frac{T_{л.р}}{\gamma_{св} B_k}, \quad (7)$$

где $\gamma_{св}$ – удельная масса свободной от грузов волокнистой ленты, которая из [2], [4] и [5] равна $0,0483 \text{ г/см}^3$.

$$L_{сж} = 2(R_{п} + h_k) \sin \left[\arccos \frac{(R_{п} + h_k)^2 + (2R_{п} + h_{сж})^2 - R_{п}^2}{2(R_{п} + h_k)(2R_{п} + h_{сж})} \right], \quad (10)$$

показали, что при изменении длин $L_{сж} = 15 \dots 21,1 \text{ мм}$, а отсюда и площадей сжатия $S_c = 0,56 \dots 1,1 \text{ см}$, удельные давления меняются от $455 \dots 900 \text{ Н/см}$, а такие изменения удельных давлений практически не влияют на величину деформации.

Тогда из [2] высота сжатого волокнистого слоя будет равна

$$h_{сж} = (1 - 0,942) h_{св} = 0,058 h_{св}, \text{ мм.} \quad (11)$$

по формулам:

$$\omega = \arccos \frac{OO_1^2 + OO_2^2 - O_1O_2^2}{2OO_1OO_2} = \arccos \frac{73,243^2 + 4^2 - (72 + h_{сж})^2}{2 \cdot 73,243 \cdot 4}, \quad (13)$$

$$\xi = \arccos \frac{OO_1^2 + O_1O_2^2 - OO_2^2}{2OO_1O_1O_2} = \arccos \frac{73,243^2 + (72 + h_{сж})^2 - 4^2}{2 \cdot 73,243(72 + h_{сж})}. \quad (14)$$

Зная угол ω , определим угол $\varphi = \angle O_2OO_x$:

$$\varphi = 90^\circ + \gamma - \omega, \quad (15)$$

а затем и угол $\alpha = \angle O_3OO_x$:

Из [4] и [5] принимаем при удельном давлении $\approx 500 \text{ Н/см}^2$ величину деформации $D = 94,2\%$.

Предварительные расчеты удельных давлений по формуле:

$$P_{сж} = \frac{P}{S_{сж}}, \frac{H}{\text{см}^3}, \quad (8)$$

где P – нагрузка на пазовые ролики, которая из [3] равна 500 Н ; $S_{сж}$ – площадь сжатия, рассчитанная по формуле

$$S_{сж} = L_{сж} B_k, \text{ см}^2, \quad (9)$$

в которой длина сжатия равна

Зная $h_{сж}$ и учитывая что:

$$O_1O_2 = 2R_{п} + h_{сж} = (72 + h_{сж}) \text{ мм}, \quad (12)$$

а при отсутствии ленты $(O_1O_2)_0 = 72 \text{ мм}$, из треугольника ΔO_1OO_2 в зависимости от величины $h_{сж}$ определим углы ω , γ и ξ :

$$\omega = \angle O_1OO_2, \quad \gamma = \angle OO_1O_2, \quad \xi = \angle OO_1O_2,$$

$$\alpha = \varphi - (\varphi_0 - \alpha_0).$$

Далее определим координату $X_{рi}$ положения рукоятки на линии $Y_{AC} = 58,5 \text{ мм}$ относительно верхней плоскости AC корпуса регулятора:

$$\pm X_{pi} = \frac{P_p}{\cos \alpha} \pm Y_k \operatorname{tg} \alpha, \quad (17)$$

При $\alpha=0$; $X_{po} = R_p = 16$ мм; $X_{pi} = 0$:

$$\alpha_{x=0} = \arcsin \frac{R_p}{Y_k} = \arcsin \frac{16}{58,5} = 15^\circ 52' 22". \quad (18)$$

Окончательно определим положение рукоятки $L_{pi} = AP_i$ относительно вертикальной плоскости корпуса регулятора. $X_a = 116$ по формуле:

$$L_{pi} = 116 - X_{pi}. \quad (19)$$

Зная предельное крайнее положение рукоятки $L_p = 148$ мм, заполним по вышеприведенной методике снизу вверх последний столбец табл. 1.

Из табл. 1 видим, что угол поворота рукоятки α меняется на 75° от -33 до 42° , размер L_p – от 59 до 148 мм. При $\alpha=0$; $L_p = 100$ мм; $X_{pi} = 0$; $L_p = 116$ мм.

Используя табл. 1 и зависимость $L_p = f(T_n)$, можно более эффективно использовать регулятор неровноты чесальной ленты в производственных условиях.

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика, выведены формулы и определены параметры положения рукоятки относительно корпуса регулятора в зависимости от линейной плотности ленты для чесальных машин хлопчатобумажной промышленности ЧМД-5, ЧМ-50 и ЧМ50-04, что позволит работникам фабрик не только правильно настраивать, но и качественно эксплуатировать регулятор и находить быстрее неполадки в его работе.

2. Определенному положению рукоятки относительно корпуса регулятора для определенных ширин канавки его пазового ролика соответствует конкретная линейная плотность ленты.

где знак "-" у второго слагаемого ставится при $a > 0$.

3. При нормальном регулировании ленты для всех диапазонов ее линейных плотностей в рабочем режиме колебания рукоятки незначительны: от 82 до 100 мм, а для конкретных средних линейных плотностей еще уже. Общий диапазон поворота рукоятки во время работы относительно корпуса приблизительно 75° .

4. Как показывают вышеприведенные расчеты в крайнем предельном положении рукоятки, возникающем при намотках волокна на пазовые ролики, линейная плотность ленты увеличивается четырехкратно. При этом механизмы выпуска и регулятор будут электроавтоматикой машины выключены из работы.

5. Приведенные в статье параметры положения рукоятки относительно корпуса в зависимости от изменения регулируемой линейной плотности ленты полностью согласуются с фактическими параметрами на реально работающих регуляторах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов Ю.В., Иванов М.Ю. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №2. С.98...102.
2. Иванов Ю.В., Иванов М.Ю. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №3.
3. Техническая документация на машину ЧМ-50. – ОАО "Ивчесмаш", Иваново, 1998.
4. Балясов П.Д. Сжатие текстильных волокон в массе и технология текстильного производства. – М.: Легкая индустрия, 1975.
5. Иванов Ю.В. Разработка и исследование новых конструкций узлов питания кардочесальных машин: Дис....канд. техн. наук. – Иваново, 1985.

Рекомендована кафедрой маркетинга. Поступила 16.06.07.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ДЛЯ РАСЧЕТА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ВОЛОКНИСТОГО ПРОДУКТА ПО ВЫСОТЕ БУНКЕРА

А.С. МКРТУМЯН, А.Г. ХОСРОВЯН, Я.М. КРАСИК, Г.А. ХОСРОВЯН

(Ивановская государственная текстильная академия)

Представим решение уравнения механики засоренного волокнистого продукта в шахте бункерного питателя [1]:

$$\frac{dq_x}{dx} = -Aq_x + B,$$

где q_x – величина отношения силы, с которой слой смеси высотой x воздействует на нижележащий слой, к площади поперечного сечения бункера; $A = \alpha - Y^{-1}k$, $B = Y^{-1}\rho_b g$, $\alpha = \frac{2\mu f(a+b)}{a+b}$, f – коэффициент

трения волокнистого продукта о стенки бункера; μ – коэффициент поперечного распора (отношение давления волокнистого продукта на стенки бункера к давлению, сжимающему слой в вертикальном направлении); ρ_b – плотность волокна; g – ускорение свободного падения; k – коэффициент сжимаемости волокнистого продукта, учитывающий изменение его плотности при изменении давления; a – расстояние между передней и задней стенками бункера; b – ширина бункера.

Интегрируя дифференциальное уравнение, находим последовательно

Таким образом

$$q_x = [B - (Ap + B)\exp(-Ax)]/A = \frac{B}{A} - \left(p + \frac{B}{A}\right)\exp(-Ax).$$

Дифференцируя полученное соотношение, получим

$$dq_x = (Ap + B)\exp(-Ax)dx.$$

Имеем

$$d\rho_{\text{пр}x} = \frac{k}{Yg} dq_x.$$

$$\frac{dq_x}{-Aq_x + B} = dx,$$

$$-\frac{1}{A} \ln|-Aq_x + B| = x + \ln|C|,$$

где C – постоянная.

Полагая, что начальное условие для q_x задается аналогично [2], определяем константу C из следующего соотношения

$$\ln|C| = -\frac{1}{A} \ln|Ap + B|.$$

Величину q_x находим, подставляя выражение для константы C

$$-\frac{1}{A} \ln \left| \frac{-Aq_x + B}{Ap + B} \right| = x.$$

Последовательно из следующих соотношений выводим формулу для q_x :

$$\frac{-Aq_x + B}{Ap + B} = \exp(-Ax),$$

или

$$Aq_x + B = (Ap + B)\exp(-Ax).$$

Принимая во внимание соотношение для dq_x , имеем

$$d\rho_{\text{пр}x} = \frac{k}{Yg} (Ap + B)\exp(-Ax)dx.$$

Обозначим начальное условие для этого уравнения относительно $\rho_{\text{пр}x}$ через $\rho_{\text{пр}h}$.

Учитывая вышеизложенное, имеем

$$\rho_{\text{пр.н}} = (kp/g + \rho_b) / Y.$$

Интегрируем уравнение и получаем

$$\rho_{\text{прх}} - \rho_{\text{пр.н}} = -\frac{k}{AYg} (Ap + B) [\exp(-Ax) - 1]$$

$$\rho_{\text{прх}} = \rho_{\text{пр.н}} + \frac{kB}{YgA} [1 - \exp(-Ax)] + \frac{kp}{Yg} [1 - \exp(-Ax)].$$

Так как

$$\frac{kB}{YgA} = \frac{k\rho_b g}{Yg \left(\alpha - \frac{k}{Y} \right) Y} = \frac{k\rho_b}{Y(\alpha Y - k)Y},$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{пр}} &= \frac{kp}{Yg} + \frac{\rho_b}{Y} + \frac{k\rho_b}{Y(\alpha Y - k)} [1 - \exp(-Ax)] + \frac{k\rho_b}{Yg} [1 - \exp(-Ax)] = \\ &= \frac{\rho_b}{Y} \left\{ \frac{k}{\alpha Y - k} [1 - \exp(-Ax)] + 1 \right\} + \frac{kp}{Yg} [2 - \exp(-Ax)] = \\ &= \frac{1}{Y} \left\langle \rho_b \left\{ \frac{k}{\alpha Y - k} [1 - \exp(-Ax)] + 1 \right\} + \frac{kp}{g} [2 - \exp(-Ax)] \right\rangle. \end{aligned}$$

или

$$\rho_{\text{прх}} - \rho_{\text{пр.н}} = -\frac{k}{Yg} \left(p + \frac{B}{A} \right) [\exp(-Ax) - 1].$$

Перепишем полученное соотношение в удобной для преобразований форме:

то последовательно приходим к следующим формулам:

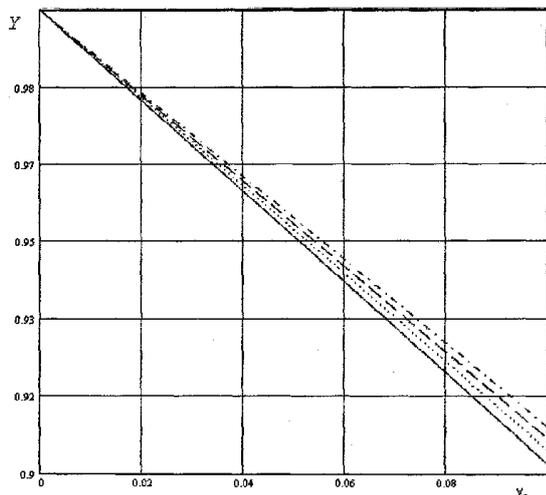


Рис. 1

Плотность засоренного волокнистого продукта на самом нижнем, "нулевом" (рис.1 – график для определения величины Y в зависимости от y_3 при различных R_c , где — — — — — $R_c=0,02$; ····· — $R_c=0,05$; — · — — — $R_c=0,075$; — · — — — $R_c=0,1$) уровне шахты бункерного питателя обозначим через ρ .

Эта величина определяется подстановкой в формулу для $\rho_{\text{прх}}$ вместо x величины h . Отсюда имеем следующую базовую зависимость:

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{Y} \left\langle \rho_b \left\{ \frac{k}{\alpha Y - k} [1 - \exp(-Ah)] + 1 \right\} + \frac{kp}{g} [2 - \exp(-Ah)] \right\rangle = \\ &= \rho_{\text{пр}} \left\{ \frac{k}{\alpha Y - k} [1 - \exp(-Ah)] + 1 \right\} + \frac{kp}{Yg} [2 - \exp(-Ah)]. \end{aligned}$$

Отметим, что выведенная зависимость при $Y=1$, то есть в том случае, когда величина засоренности мала и ею можно в расчетах параметров столба волокна пренебречь, совпадает с результатами, приведенными в [2].

Получена аналитическая зависимость, связывающая величину высоты столба волокнистого продукта с геометрическими параметрами бункера, с механическими характеристиками питающей смеси, с ее засоренностью и величиной давления в распределительном канале.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мкртумян А.С. и др. К расчету модели механики волокон в шахте бункера // Изв. Ивановск. отд. Петровской акад. наук и искусств. Секция технических наук. – Иваново: ИГТА, 2006.
2. Мкртумян А.С. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №. 2. С.75...78.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 16.06.07.

УДК 677.017.4

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ
ПРИ ПОСТРОЕНИИ ГРАФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ
ДЕФЕКТОВ СТРУКТУРЫ ПАКОВОК КРЕСТОВОЙ НАМОТКИ**

Л.Ю. КИПРИНА

(Костромской государственной технологической университет)

Исследование структуры намотки осуществляется в ходе анализа изображений поверхности паковки, получаемых в процессе размотки бобины [1]. В процессе анализа изображения определяется наличие или отсутствие жгутов. Задача распознавания дефектов намотки включает два этапа:

1) построение графической модели поверхности намотки;

2) собственно распознавание образов дефектов в виде жгута или ленты по наличию характерных для них признаков.

На первом этапе необходимо построить математическую модель представления поверхности паковки, то есть составить ее структурированное описание, определив множество элементарных геометрических объектов, посредством которых может быть представлена намотка. Затем на базе этого множества необходимо сформировать набор признаков, определяющих дефекты структуры намотки в виде жгута или ленты.

Под структурой намотки в настоящей работе будем понимать взаимное расположение нитей. В качестве параметров структуры намотки будем использовать расстояние между витками нити Δ в направлении, перпендикулярном витку, и угол подъема витка нити β (рис. 1).

Дефектные структуры намотки образуются тогда, когда

$$\Delta = kd_n, \quad (1)$$

где Δ – расстояние между витками нити; d_n – диаметр нити; k – число от 0 до 3, характеризующее строгость требований, предъявляемых к структуре намотки. При $0 < k < 1$ будет наблюдаться жгутовая намотка, а при $1 < k < 3$ – ленточная [2].

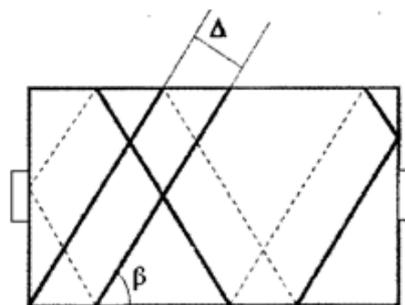


Рис. 1



Рис. 2

Витки нити на поверхности паковки с крестовой намоткой могут быть представлены множеством отрезков (рис. 2). Изображение намотки без дефектов состоит из пересекающихся отрезков определенной длины. Жгут может быть представлен совокупностью параллельных отрезков с углом наклона β к оси Ox , длина которых не меньше некоторого заданного значения l_z , определяемого размерами анализируемого изображения. В качестве главного визуального признака дефектной намотки будем использовать расстояние между витками нити в жгуте (Δ); учитывая (1), оно должно быть не больше некоторого заданного значения ($3d_H$).

Графическая модель поверхности паковки формируется в соответствии с моделью структуры намотки, то есть она должна представлять исходное изображение в виде выделенных структурных элементов. Как правило, построение графической модели включает этапы предварительной обработки изображения, в ходе которой осуществляется фильтрация и уменьшение объема обрабатываемых данных, и кодирования.

Исходное изображение паковки в памяти ЭВМ формируется с помощью цифровой фото- или видеокамеры, что позволяет получить цветное изображение высокого качества, но, как следствие, для его анализа придется обрабатывать огромные объемы информации, что потребует значительных временных затрат. Для сокращения времени анализа изображения предлагается исследовать только его фрагмент. Однако при уменьшении размеров исследуемой области увеличивается вероятность ошибки при распознавании, так как сокращается объем информации о структуре намотки, содержащейся в изображении. Определим оптимальные размеры области изображения, которую будем анализировать.

Очевидно, что необходимо исследовать паковку по всей высоте, поскольку нить располагается на паковке по винтовой линии, а значит ширина выделяемой области l_x задается высотой паковки (рис. 3 – схема намотки на бобине).

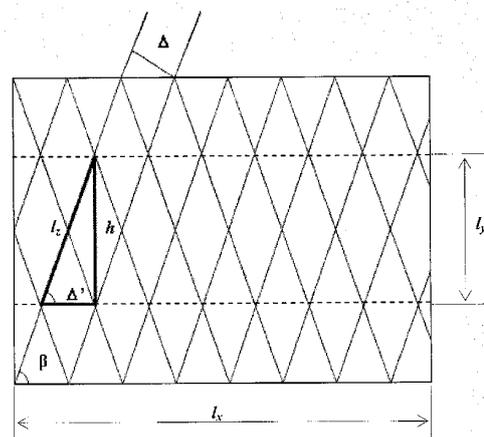


Рис. 3

Как было определено ранее, изображение намотки без дефектов состоит из пересекающихся отрезков. Вычислим минимальную высоту l_y анализируемой области, которая позволила бы утверждать, что линии, изображающие нити пересекаются. Из рис. 3 видно, что эта величина должна быть не меньше h .

Для определения этой величины вычислим расстояние между нитями различных слоев Δ' :

$$\Delta' = \frac{\Delta}{\sin \beta}. \quad (2)$$

Теперь найдем h :

$$h = \Delta' \operatorname{tg} \beta \text{ или } h = \frac{\Delta}{\cos \beta}. \quad (3)$$

Исследуемая область намотки не включает жгут или ленту, если справедливо (1) или:

$$\Delta = h \cos \beta > 3d_H. \quad (4)$$

Значит, для определения жгута или ленты достаточно, чтобы h выбирали учитывая, что

$$l_y = h > \frac{3d_H}{\cos \beta}. \quad (5)$$

Как было отмечено выше, жгут может быть представлен совокупностью параллельных отрезков с углом наклона β к оси Ox , длина которых не меньше некоторого заданного значения l_z , определяемого из соотношения

$$l_z = \frac{\Delta'}{\cos\beta} = \frac{\Delta}{\sin\beta\cos\beta} \text{ или } l_z \geq \frac{3d_H}{\cos\beta\sin\beta}. \quad (6)$$



а) $l_y=125$

б) $l_y=65$

в) $l_y=32$

г) $l_y=15$

Рис. 4

Рекомендации, полученные для определения l_y (ширины исследуемой полосы), проверялись экспериментально. Для чего с помощью программы, реализующей предлагаемый метод [1], оценивалась структура намотки при различной ширине анализируемой области (рис. 4-а...г – фрагменты изображения для распознавания дефектов). В качестве выходного параметра машинного эксперимента использовалась вероятность распознавания дефекта структуры намотки в виде жгута и ленты, которая рассчитывалась по формуле:

$$P_n(l_y) = \frac{m(l_y)}{n}, \quad (7)$$

где $P_n(l_y)$ – вероятность распознавания при ширине исследуемого фрагмента l_y при проведении n опытов; n – общее количество опытов; $m(l_y)$ – число успешных опытов при ширине исследуемого фрагмента l_y .

Изображение на рис. 2 имеет размеры 480 пикселей по ширине и 680 пикселей по высоте. Размер изображения нитей в верхних слоях в среднем имеет ширину в 3 пикселя. Если $d_H \approx 3$, угол $\beta = 70$, то в соответствии с приведенными рассуждениями минимальная высота выделяемой области должна быть больше 27 пикселей: $h > 27$, а пороговое значение $l_z > 29$.

В ходе эксперимента были проанализированы 50 образцов изображений поверхности паковки, содержащие жгуты или ленты. Результаты машинного эксперимента по выявлению дефектов намотки представлены в табл. 1, где показана зависимость выявления жгутовой и ленточной намотки от высоты анализируемой области изображения.

Т а б л и ц а 1

Высота анализируемой области (l_y пикс.)	Вероятность выявления дефектов, %
1...9	0
10...16	10
16...25	60
26...32	90
33...125	100

Представленные результаты подтверждают правильность теоретического обоснования значений параметров фрагментов, выделяемых в исходном изображении, в ходе анализа которых выявляется наличие

или отсутствие дефектов намотки в виде жгутов и лент.

ВЫВОДЫ

Проведенный эксперимент показал, что:

1) предложенный способ, позволяющий уменьшить количество обрабатываемых исходных данных без потери значимой информации, обладает эффективностью, достаточной для идентификации дефектов структуры паковки;

2) минимальные размеры анализируемой области определяются высотой паков-

ки и соотношением диаметра нити и углом наклона витка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киприна Л.Ю., Зеленин Р.Л. Метод оценки качества структуры намотки по мощности пучка параллельных линий // Научн. тр. молодых ученых КГТУ: Сб. научн. тр. Вып. 8. Ч. 1. – Кострома: КГТУ, 2007. С.30...33.

2. Рудовский П.Н., Киприна Л.Ю., Нуриев М.Н. Методика количественной оценки параметров структуры намотки // Вестник КГТУ, № 11. – Кострома: КГТУ, 2004. С.27...30.

Рекомендована кафедрой вычислительной техники. Поступила 16.06.07.

УДК 677.074.017

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И ВОЗМОЖНОСТЕЙ САЕ-СИСТЕМЫ "ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ"

Г.Г. СОКОВА, И.В. ЗЕМЛЯКОВА, М.Ю. ТРУБЕЦКОЙ

(Костромской государственной технологической университет)

В современных условиях рынка сложилась определенная последовательность, связывающая производителя и потребителя продукции (рис. 1).

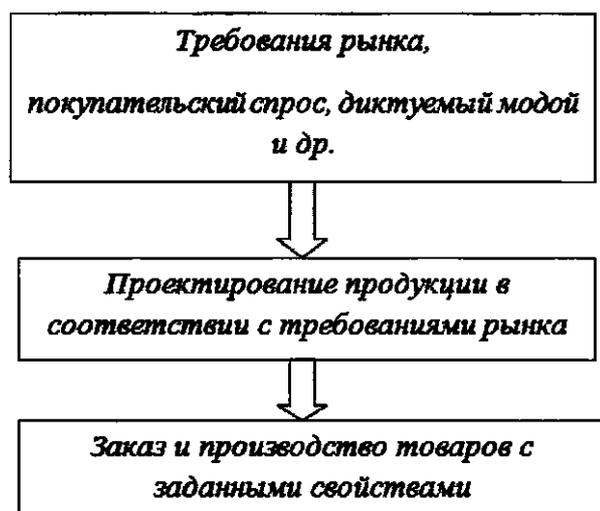


Рис. 1

Рыночные условия заставляют руководителей текстильных предприятий искать новые приемы для привлечения заказчиков. Нами предложена концептуальная схема разработки "Проекта ткани" при размещении заказа на текстильном предприятии с использованием информационных технологий, а именно систем автоматизированного проектирования тканей с заданными параметрами (рис.2).

Ведущий замысел предлагаемой схемы заключается в том, что при размещении заказа максимально учитываются как требования заказчика, так и возможности текстильного предприятия: сырьевая база, вид и параметры установленного оборудования. При этом повышается качество проектирования, сокращаются материальные затраты и сроки разработки нового ассортимента тканей. Учет совокупных требований заказчика и возможностей производителя ткани проводится при автоматизированной разработке дессинатором "Про-

екта ткани" с помощью созданной нами САЕ - системы {computer-aided engineering – поддержка инженерных расчетов), предназначенной для проектирования льняных тканей бытового назначения. "Проект ткани" содержит: основные параметры пряжи и проектируемой ткани; расчет структурных параметров ткани; прогноз ряда эксплуатационных свойств и пара-

метров проектируемой ткани. В результате автоматизированного проектирования заказчику может быть представлен многовариантный "Проект ткани", учитывающий использование различных способов отделки ткани, варьирование сырьевым составом, видом переплетения.



Рис. 2

Известны отечественные и зарубежные САЕ - системы, предназначенные для технических и технологических расчетов хлопчатобумажных, шерстяных и синтетических тканей. Узкая специализация подобных систем связана с существенными отличиями физических, механических, технологических и гигиенических свойств пряжи различного волокнистого состава, используемых для изготовления тканей. При разработке САЕ "Проектирование льняных тканей" нами использован известный подход к проектированию тканей, основанный на использовании эмпирических регрессионных моделей, который вполне удовлетворяет требованиям производства бытовых тканей. Аналитические и эмпирические модели, использованные в

программной реализации, дают точный прогноз о структурных и эксплуатационных параметрах льняных тканей бытового назначения, а их достоверность обеспечена тем, что модели получены в результате углубленного анализа взаимосвязей между геометрическими и механическими характеристиками ткани и свойствами составляющих ее нитей [1], [2]. К числу основных параметров, определяющих показатели качества ткани, нами отнесены: механические и технологические свойства сырья; параметры строения ткани; извитость нитей в ткани на различных этапах канеформирования; параметры отделки ткани. К основным проектируемым характеристикам и свойствам льняных тканей бытового назначения отнесены: порядок фазы

строения; наполнение ткани; заполнение ткани; максимальная плотность ткани; уработка нитей в ткани; поверхностная плотность ткани; прочность ткани на разрыв; стойкость к истирающим воздействиям; усадка ткани после мокрых обработок.

Разработанная САЕ - система представляет собой пакет программ для автоматизированного проектирования льняных тканей и включает следующие модули – прикладные программы:

– "Анализ ткани" – программа для проведения неразрушающего исследования ткани [3];

– "Расчет структуры ткани" – программа для проектирования структурных параметров ткани;

– "Расчет эксплуатационных показателей ткани" – программа для прогнозирования свойств ткани.

САЕ "Проектирование льняных тканей" содержит базы данных, облегчающих процесс разработки "Проекта ткани":

– "Сырьевая база" содержит информацию о механических и технологических свойствах сырья;

– База "Ткацких переплетений" содержит перечень переплетений главного и мелкоузорчатого классов и их параметры;

– База данных "Отделка ткани" хранит информацию о влиянии различных видов отделки на эксплуатационные свойства ткани.

Оценка степени соответствия расчетных значений, полученных при использовании САЕ, экспериментальным данным,

определенным в ходе исследования тканей льняного ассортимента, показала удовлетворительную точность работы автоматизированной системы, при этом отклонение между расчетными и экспериментальными данными не превысило 5 %.

ВЫВОДЫ

Использование разработанной САЕ - системы "Проектирование льняных тканей" на этапе предварительного проектирования ткани с заданными свойствами позволяет определить основные параметры ткани и в зависимости от имеющихся технических возможностей выбрать наиболее приемлемый для заказчика и производителя вариант "Проекта ткани".

ЛИТЕРАТУРА

1. Сокова Г.Г. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, № 6.

2. Исследование макроструктуры льносодержащих тканей в процессах мокрой отделки с целью развития теории и практики проектирования ткани // Грант Министерства образования РФ "Прикладные исследования и разработки по прикладным направлениям науки и техники": Отчет по теме N T02-10.2-1787 / СПбТИД; исп. Сокова Г.Г. и др. – Кострома, 2005.

3. Сокова Г.Г. Бесконтактный метод структурного анализа однослойных тканей // Текстильная промышленность. – 2006, № 8 (спец. выпуск). С.6...9.

Рекомендована кафедрой высшей математики. Поступила 16.06.07.

УДК 677.017.427

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И СТРОЕНИЯ ТКАНЕЙ ИЗ ВТОРИЧНЫХ АРАМИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

С.Д. НИКОЛАЕВ, С.С. ЮХИН, А.И. СЛУГИН, М.Н. ИВАНОВА

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

В работе исследованы основные свойства и параметры строения ткани из пряжи, полученной из вторичных арамидных материалов.

Пряжа имеет следующие свойства: ли-

нейная плотность – 60 текс, разрывная нагрузка пряжи – 1906 сН, разрывное удлинение – 2,89%.

В работе проанализировано влияние отдельных факторов, оказывающих влия-

ние на работу ткацкого станка и физико-механические свойства ткани: X_1 – плотность ткани по утку, нитей/дм; X_2 – величина заступа, мм; X_3 – вынос зева, мм.

Данные факторы отвечают требованиям теории математического планирования эксперимента: отсутствует их взаимозаменяемость, они могут быть измерены имеющимися средствами, изменяться в пределах, не нарушающих нормальной работы ткацкого станка.

Кодированные и натуральные значения факторов и интервалы их варьирования представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Факторы	Уровни варьирования			Интервал варьирования
	-1	0	+1	
X_1 – плотность ткани по утку, нитей/дм	100	120	140	20
X_2 – величина заступа, мм	35	40	45	5
X_3 – вынос зева, мм	380	400	420	20

Для получения математических моделей влияния выбранных факторов на свой-

ства и параметры строения арамидной ткани использован один из наиболее эффективных методов планирования и анализа эксперимента – план Бокса-3.

Матрица планирования представлена в табл. 2.

В работе получены регрессионные модели влияния вышеперечисленных факторов на следующие параметры строения и свойства:

- поверхностную плотность ткани;
- толщину ткани;
- воздухопроницаемость ткани;
- разрывную нагрузку ткани по основе и по утку;
- разрывное удлинение ткани по основе и по утку;
- уработку основных и уточных нитей в ткани.

Показатели физико-механических свойств ткани технического назначения из арамидной пряжи «Русар» определялись по существующим стандартным методикам в соответствии с ГОСТом в лаборатории кафедры ткачества Московского государственного текстильного университета им. А.Н. Косыгина.

Т а б л и ц а 2

№ варианта	Кодированные значения факторов			Натуральные значения факторов		
	X_1	X_2	X_3	X_1	X_2	X_3
1	+	+	+	140	45	420
2	-	+	+	100	45	420
3	+	-	+	140	35	420
4	-	-	+	100	35	420
5	+	+	-	140	45	380
6	-	+	-	100	45	380
7	+	-	-	140	35	380
8	-	-	-	100	35	380
9	+	0	0	140	40	400
10	-	0	0	100	40	400
11	0	+	0	120	45	400
12	0	-	0	120	35	400
13	0	0	+	120	40	420
14	0	0	-	120	40	380

Объектом исследования является ткань технического назначения из арамидной пряжи (табл. 3). Изготовление ткани про-

водилось на челночном ткацком станке АТ-100-5М.

Таблица 3

Параметры заправки	Значения параметров
Линейная плотность нитей основы T_o , текс	60
Линейная плотность нитей утка T_v , текс	60
Плотность ткани по основе P_o , нитей/10см	240
Плотность ткани по утку P_v , нитей/10см	120
Номер берда N_b	70
Число нитей, пробранных в зуб берда Z	4

В табл. 4 представлены исследуемые параметры для тканей шести переплетений.

Таблица 4

Свойства и параметры ткани	Вид переплетения					
	саржа 1/3	саржа 1/5	саржа 1/2 + 1/3 + 1/4	саржа 2/10	рогожка 3/3	сатин с $R_o = 6$
Поверхностная плотность M_S , г/м ²	218,25	222,13	221,49	216,64	206,89	207,90
Толщина b , мм	1,16	1,32	1,16	1,70	1,37	1,24
Воздухопроницаемость Q , дм ³ /(м ² ·с)	412	382	380	652	356	608
Разрывная нагрузка полоски ткани в направлении основы P_{po} , Н	2132,31	2162,46	2154,45	2084,10	2091,63	2158,41
Разрывная нагрузка полоски ткани в направлении утка P_{pv} , Н	916,37	689,87	850,92	957,72	773,52	784,06
Разрывное удлинение полоски ткани в направлении основы ℓ_{po} , %	10,91	8,36	9,99	6,63	6,87	7,51
Разрывное удлинение полоски ткани в направлении утка ℓ_{pv} , %	4,49	3,94	4,41	4,40	4,10	4,73
Уработка основных нитей в ткани a_o , %	8,54	4,24	5,40	3,30	2,94	3,02
Уработка уточных нитей в ткани a_v , %	1,04	0,96	1,06	1,34	1,44	1,22

Анализ таблицы показывает следующее.

Наименьшая поверхностная плотность наблюдается у образцов переплетения рогожка 3/3 (206,89 г/м²) и неправильный сатин с $R_o = 6$ (207,9 г/м²).

Максимальную воздухопроницаемость имеют образцы ткани саржа 2/10 и неправильный сатин с раппортом, равным 6. Наибольшую толщину имеет ткань, выработанная переплетением саржа 2/10, наименьшую – ткани, выработанные переплетениями саржа 1/3 и сложная саржа 1/2 + 1/3 + 1/4.

Максимальную разрывную нагрузку имеют ткани, выработанные переплетением саржа с минимальной длиной уточного перекрытия, либо переплетением неправильный сатин с $R_o = 6$.

Разрывное удлинение тканей в направлении основы максимальное у ткани сар-

жа 1/3, разрывное удлинение ткани в направлении утка для тканей различного переплетения отличается друг от друга незначительно.

Максимальную уработку основных нитей имеют образцы ткани переплетением саржа 1/3, уработка уточных нитей в ткани небольшая для всех переплетений.

В работе для ткани переплетением саржа 1/3 получены следующие регрессионные уравнения:

поверхностной плотности ткани:

$$Y_R = 228,40 - 3,24X_1 - 1,47X_2 + 3,22X_3 - 4,14X_1X_2 - 1,69X_1X_3 + 0,23X_2X_3 - 5,31X_1^2 + 0,74X_2^2 + 5,08X_3^2,$$

толщины ткани

$$Y_R = 1,24 - 0,01X_1 - 0,02X_2 - 0,01X_3 - 0,03X_1X_2 - 0,01X_1X_3 - 0,01X_2X_3 - 0,01X_1^2 - 0,07X_2^2 + 0,01X_3^2,$$

воздухопроницаемости тканей:

$$Y_R = 332,33 - 61,58X_1 - 5,62X_2 - 20,88X_3 + 12,35X_1X_2 - 8,40X_1X_3 - 12,30X_2X_3 + 1,77X_1^2 - 36,23X_2^2 + 34,07X_3^2,$$

разрывной нагрузки полоски ткани в направлении основы:

$$Y_R = 1958,09 - 40,36X_1 - 5,01X_2 + 82,43X_3 + 49,19X_1X_2 + 82,77X_1X_3 - 43,40X_2X_3 + 173,83X_1^2 + 185,76X_2^2 - 229,04X_3^2,$$

разрывной нагрузки полоски ткани в направлении утка:

$$Y_R = 1002,99 + 123,57X_1 + 10,65X_2 + 39,93X_3 - 11,28X_1X_2 - 10,33X_1X_3 + 15,34X_2X_3 - 58,99X_1^2 + 58,39X_2^2 + 30,84X_3^2,$$

разрывного удлинения полоски ткани в направлении основы:

$$Y_R = 12,34 + 1,23X_1 + 0,17X_2 + 0,32X_3 - 0,38X_1X_2 + 0,04X_1X_3 - 0,31X_2X_3 - 0,39X_1^2 + 0,35X_2^2 - 0,50X_3^2,$$

разрывного удлинения полоски ткани в направлении утка:

$$Y_R = 4,39 + 0,12X_1 - 0,07X_2 + 0,07X_3 + 0,01X_1X_2 + 0,02X_1X_3 + 0,04X_2X_3 - 0,029X_1^2 + 0,13X_2^2 + 0,08X_3^2,$$

урработки основных нитей:

$$Y_R = 8,37 + 1,03X_1 + 0,15X_2 + 0,25X_3 - 0,18X_1X_2 + 0,04X_1X_3 - 0,27X_2X_3 - 0,37X_1^2 + 0,30X_2^2 - 0,40X_3^2,$$

урработки уточных нитей:

$$Y_R = 1,58 + 0,10X_1 - 0,05X_2 + 0,3X_3 + 0,01X_1X_2 + 0,02X_1X_3 + 0,04X_2X_3 - 0,02X_1^2 + 0,05X_2^2 + 0,06X_3^2.$$

Анализ полученных регрессионных моделей показывает, что основным фактором, влияющим на параметры строения и свойства ткани, является плотность ткани по утку.

Полученные модели позволяют прогнозировать основные свойства и параметры строения арамидной ткани.

В Ы В О Д Ы

1. Нарботаны ткани из пряжи, полученной из вторичных арамидных материалов, и исследованы основные физико-механические свойства и параметры их строения для шести различных переплетений.

2. Получены регрессионные уравнения влияния плотности ткани по утку, величины заступа и выноса зева на основные параметры строения и свойства арамидных тканей переплетением саржа 1/3, позволяющие прогнозировать качество выпускаемой продукции.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 16.06.07.

УДК 687.016.001

ОСОБЕННОСТИ СКЛАДКООБРАЗОВАНИЯ В ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЯХ С КОНСТРУКТИВНЫМИ ЧЛЕНЕНИЯМИ

О.В.ИВАНОВА, Н.А.СМИРНОВА

(Костромской государственный технологический университет)

В настоящее время популярным элементом при проектировании текстильных изделий являются складчатые поверхности, которые могут быть образованы группами вертикальных, радиальных, горизонтальных и ниспадающих складок, расположенных в определенном порядке на всей поверхности формы, либо на ее участке [1...3].

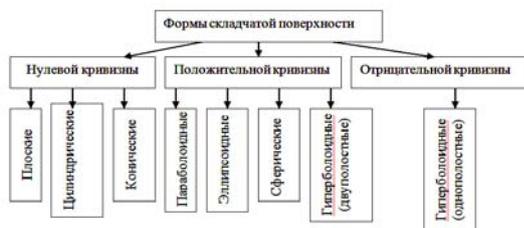


Рис. 1

Формы с различными драпировками и складками в отношении формообразования представляют особую группу (рис. 1), в отличие от форм с гладкой поверхностью [4]. Зачастую, эстетическое восприятие складчатой формы определяется конструктивными членениями, которые позволяют проектировать определенный ритм складок, усиливать зрительный эффект. При изменении основных геометрических параметров форма каждого типа может изменяться.

В существующей практике проектирования изделий с вертикальными и ниспадающими складками выбор конструктивного решения – направление и месторасположение членений (швов), направление нитей ткани в деталях – основывается на

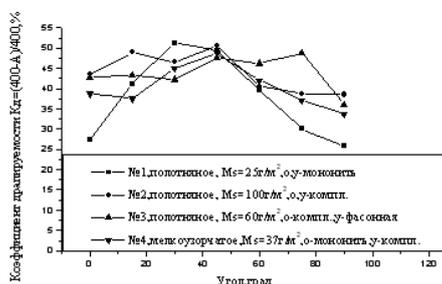
личном опыте конструктора и осуществляется без оценки целесообразности и эффективности возможных вариантов. Сведения о влиянии конструктивных членений на зрительное восприятие складчатой формы в литературе ограничены.

Для проектирования складчатых форм в швейных изделиях используются текстильные материалы различного волокнистого состава. Анализ современного рынка показывает увеличение темпов роста производства химических волокон благодаря привлекательному соотношению цена – качество, красивому внешнему виду, хорошей драпируемости. Маркетинговые исследования показали, что мировой объем химических волокон на 90% состоит из синтетических волокон. Наибольшую долю из них составляют полиэфирные волокна, занимающие 80% от общего объема портьерных тканей и более 50% тканей для одежды [5].

Актуальность исследований складок в полиэфирных тканях подтверждается большой популярностью использования складчатых элементов не только в одежде, но и для декоративного оформления окон. Шторы, как основной вид текстильного оформления окон, сочетающий в себе декоративную и практическую функции являются одним из главных стилеобразующих элементов интерьера. Современные комплекты штор – это совокупность вертикальных, радиальных, горизонтальных и ниспадающих складок, которые в полной мере представлены в ламбрекенах [6].

С целью изучения влияния конструктивных членений на образование вертикальных и ниспадающих складок в элементах одежды и портьер проведены экспериментальные исследования методом определения анизотропии драпируемости [7] и способности текстильных материалов к образованию ниспадающих складок.

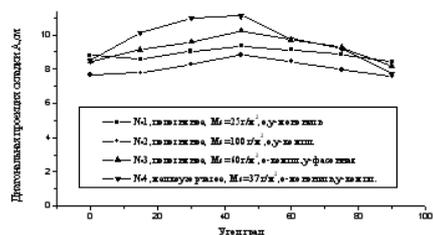
Объектами исследования выбраны полиэфирные ткани различных переплетений с поверхностной плотностью $M_s = 20 \dots 120$ г/м², относящиеся к портьерному и одежному ассортименту. На пробах выполнены конструктивные членения (стачные швы в подгибку с обметанным срезом) в направлениях основы, утка и под углом 45°, как



а - вертикальные складки

наиболее часто используемых при изготовлении рассматриваемых изделий.

Экспериментальные исследования показали, что первостепенное влияние на драпируемость оказывают следующие факторы: структура ткани, направление складкообразования и направление конструктивных членений. Наиболее благоприятное направление для образования вертикальных и ниспадающих складок в большинстве исследуемых тканей без конструктивных членений соответствует 45° к нитям основы (рис. 2: анизотропия драпируемости ПЭ тканей без конструктивных членений).



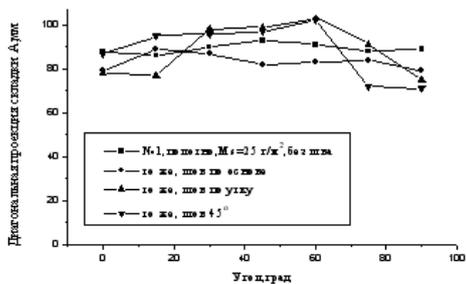
б - ниспадающие складки

Рис. 2

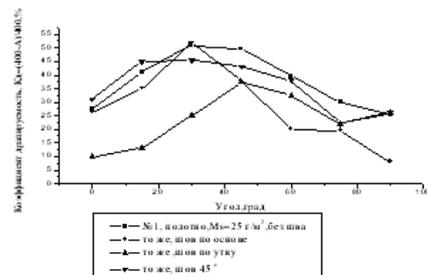
Анизотропия драпируемости полиэфирных тканей с вертикальными и ниспадающими складками носит различный характер. Вертикальные складки в тканях с одинаковой структурой основных и уточных нитей лучше формируются в направлениях основа-45°(рис.2-а), ниспадающие – уток-45°(рис.2-б). Строение нитей полиэфирных тканей оказывает большое влияние на формообразование складчатой поверхности. Наличие в одной из систем мононитей, фасонных нитей и нитей большей линейной плотности по сравнению с противоположной системой приводит к смещению максимальных показателей драпировочных свойств. Это справедливо как для вертикальных, так и для ниспадающих складок, так как способность к складкообразованию увеличивается при совпадении направления закрепления пробы с более жесткой системой нитей. При проектиро-

вании складчатой поверхности необходимо учитывать влияние переплетения. Полиэфирные ткани полотняного переплетения имеют меньшую анизотропию драпируемости, чем ткани мелкоузорчатых переплетений.

Применение вертикальных швов целесообразно для создания форм с вертикальными складками. Горизонтальные швы и другие конструктивные элементы в направлении параллелей формы препятствуют качественному процессу образования вертикальных складок [3]. Это утверждение распространяется не на все материалы. Результаты исследований показали, что при доминирующем влиянии массы (в случае применения мягких, хорошо драпирующихся ПЭ тканей) горизонтальные конструктивные элементы не оказывают существенного влияния на формообразование и геометрию формы.



а – ниспадающие складки



б - вертикальные складки

Рис. 3

Для ниспадающих складок наличие швов в направлении основы снижает драпируемость по всем направлениям (рис.3-а). Швы в уточном направлении повышают способность к складкообразованию под углами 30...60°. Этот момент рекомендуется учитывать в качестве приема проектирования обтачных свагов и перекидов на подкладке. Диагональные швы снижают драпируемость по ортогональным направлениям тканей и увеличивают в направлении 30...60°. Выявленную особенность целесообразно учитывать при проектировании свагов с подрезами из тканей компаньонов. Швы по основе практически не влияют на форму вертикальных складок в направлении основы и близких к нему, но вызывает резкое снижение драпируемости в направлениях близких, к уточному (рис.3-б). Вертикальные членения по основе рекомендуется использовать для получения сложного ритма различно чередующихся групп складок в случае применения неравноплотных тканей, у которых складки, как правило, отклоняются от вертикального направления. Для получения формоустойчивых жестких складчатых поверхностей следует применять крой по утку и швы в направлении основы. Конструктивное членение в уточном направлении снижает способность к складкообразованию в направлениях 0...60°. Следовательно, шов по утку можно использовать только в вертикальном направлении при уточном крое, например, в портьерах, выработываемых шириной более 2,5 м.

Особого внимания требуют швы в диагональном направлении. Они влияют на характер анизотропии драпируемости, способствуют образованию неэстетичных складок с изломами и вносят асимметрию в складчатые формы. Поэтому при проектировании конструктивных членений под углом 45° к нитям необходимо провести экспериментальные исследования методом [7] и оценить целесообразность его использования. В портьерных тканях с мононитями в основе или утке следует избегать диагональных конструктивных членений, так как показатели драпируемости снижаются независимо от массы материала и возрастает неуравновешенность складчатой формы за счет смещения и "закручивания" шва.

Таким образом, при проектировании складчатых форм одежды или портьер с конструктивными членениями из полиэфирных тканей необходимо оценить их драпируемость во избежание появления дефектов в готовых изделиях. Несмотря на популярность полиэфирных тканей для проектирования складчатых форм, необходимо учитывать сложность их поведения при складкообразовании. Расположением конструктивных членений можно невелировать влияние структуры тканей, создавая определенные складчатые эффекты.

ВЫВОДЫ

1. Исследовано влияние конструктивных членений на способность текстильных

материалов к образованию форм с вертикальными и ниспадающими складками.

2. Выявлена возможность управления процессом складкообразования в изделиях из полиэфирных тканей путем введения конструктивных линий и их рационального расположения.

3. Разработаны рекомендации по рациональным вариантам расположения конструктивных членений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бузов Б. А. Материаловедение швейного производства: Учебник для вузов /А.Б. Бузов, Н. Д. Алыменкова. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр "Академия", 2004.

2. Жихарев А.П. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности: Учеб. для вузов / А. П. Жихарев, Д. Г. Петропавловский, С. К. Кузин, В. Ю. Мишаков. – М.: Издательский центр "Академия", 2004.

3. Гусейнов Г.М. Композиция костюма. – М.: Издательский центр "Академия", 2004.

4. Тамаркина М. А. // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 1969, № 1. С.108...111.

5. Жуков Ю. В. Рынок тканей // Швейная промышленность. – 2005, № 4. С.2...11.

6. Юрасик Т. Сваги // Шторы. – 2004, № 8. С.16...17.

7. Способ определения анизотропии драпируемости; пат. 225535 Российская Федерация: МПК G 01 N 33/36 / Смирнова Н. А., Иванова О. В., Смирнов А. В.[и др.];заявитель и патентообладатель Костромской гос. технол. ун-т.- № 2004105354/12; заяв.24.02.04;опубл. 27.06.05. Бюл. № 18.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 16.06.07.

УДК 687.016.5

ИЗМЕНЕНИЯ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МУЖСКОГО КЛАССИЧЕСКОГО КОСТЮМА XX – НАЧАЛА XXI ВЕКА

О.Л. АККУРАТОВА, Л.Т.ЖУКОВА

(Костромской государственный технологический университет)

Исторический анализ костюма показывает, что его развитие неминуемо, более того, его можно выразить при помощи синусоиды, относительно взятых или рассматриваемых характеристик она будет то стремительно идти вверх, то ниспадать. Характеристики, которые занимают главенствующее место – это форма, декор, цвет и рисунок ткани. Большое влияние оказывают стилевые особенности, а порой несут основную характеристику. Разброс во времени дает наиболее четкий график синусоиды или цикличную спираль [1].

Для того, чтобы определить развитие мужской моды, в частности, классического костюма на протяжении XX – начала XXI века, стоит обратить внимание на те события в области моды, которые произошли в полный динамики, поворотов и скачков период прошедшего века, значение которых было так велико, что привело к принципиальным изменениям. Корни этого процесса уходят в глубь истории, экономики, политики, и, самое главное, базируются на развитии и внедрении новых тех-

нологий, которые прямым образом оказывают влияние на тенденции в мире моды.

Традиционная одежда мужчины — это классический костюм. Ансамбль костюма классического стиля ("английского")

сформировался еще во второй половине XIX века [2]. Это классические двойки и тройки, представляющие собой прямой или слегка приталенный пиджак в сочетании с жилетом и брюками.

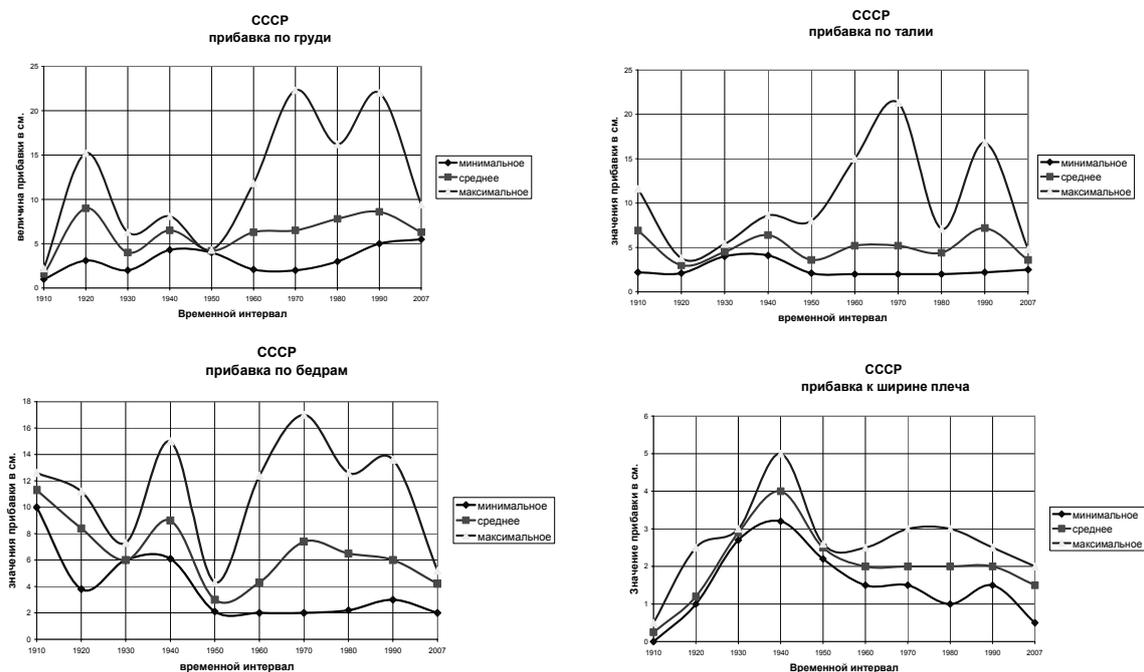


Рис. 1

В течение десятилетий классический мужской костюм подвергался изменениям в зависимости от господствующей моды, стиля, внешних факторов, в том числе технических внедрений в текстильном производстве. В некоторые сезоны изменения в мужском костюме были незначительны, и их могли заметить лишь специалисты. Другие были периодами внезапных и значительных изменений формы, объема, декора. Изменения в покрое происходили за счет перераспределения масс, объемов и некоторого изменения пропорций. Менялись длина и ширина костюма и ее отдельных деталей: прибавка на "свободу облегания", линия плеча (ее ширина и высота), конфигурация оформления горловины (форма воротника и лацкана, расположение верхней пуговицы) (рис. 1 – изменения основных прибавок в классическом мужском костюме России XX – начала XXI века).

Периоды выявления и подчеркивания мужественности и силы вели к расширению, повышению линии плеч, увеличению объема в области грудной клетки, к более упрощенным, прямолинейным формам костюма. Периоды подчеркивания, элегантности, женственности вели к большему прилеганию, обрисовке форм фигуры, к преобладанию в костюме плавных криволинейных линий, к облегчению массы и зрительному вытягиванию силуэта.

Все параметры мужской одежды классического стиля тесно связаны между собой, и изменение основных пропорций костюма ведет за собой изменение всех остальных второстепенных деталей [3]. Эти изменения, даже наиболее значительные, происходят в определенных пределах, ограниченных характером классической формы, нарушение которых привело бы к разрушению общей концепции формы и отходу от стиля.

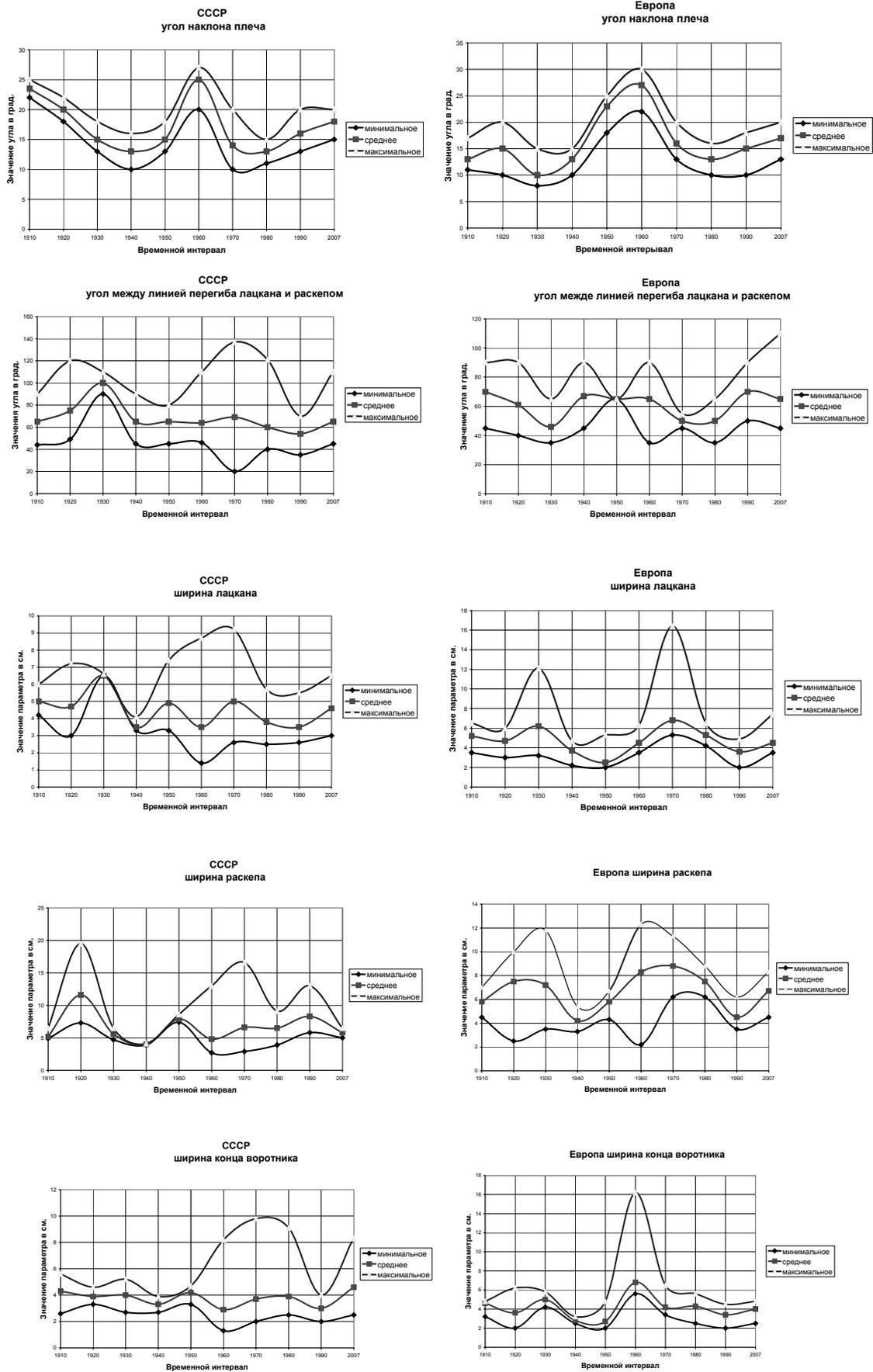


Рис. 2

В процессе разработки новых моделей очень часто приходится сталкиваться с проблемой анализа эскиза или фотографии проектируемого изделия с целью определения конструктивного решения модели и установления основных параметров конструкции. Для решения этой проблемы разрабатываются различные методики. Одной из них является методика изучения и анализа модели по основным антропометрическим уровням. Достоинство данной методики – относительно малая трудоемкость и быстрота анализа конструкции и получения величин основных прибавок для конкретной фигуры.

Масштабная система, используемая в данной методике для определения размеров отдельных участков и конструктивных элементов изделия, может помочь при анализе, с условием использования в качестве базовой одной фигуры (то есть с одним ростом и размерными признаками) при рассмотрении различных фотографий и эскизов. Мы сможем определить приблизительный интервал значений искомой величины, так как при изменении базовой фигуры будет изменяться масштаб, и, как следствие, искомая величина. Но, например, при определении прибавки к ширине плеча мы от каждого эскиза получим определенное число. Ряд полученных таким образом величин анализируется, и выбирается наиболее часто встречающееся значение, которое и принимается за используемое в рассматриваемом периоде времени.

Еще одним из направлений поиска информации является рассмотрение широкого круга литературы соответствующего содержания за интересующий нас временной интервал. А именно: изучена и проанализирована информация о параметрах классического мужского костюма за период 1900-2006 гг., представленная в журналах, связанных со швейной промышленностью, и книжных изданиях по конструированию и технологии изготовления мужского костюма. В данных источниках приведен либо анализ изменения конструктивных параметров костюма, сделанный разными авторами, либо непосредственно рекомендуемые прибавки для построения

конструкции в данный временной промежуток.

Непосредственный анализ фотографий и эскизов с помощью средств измерения (транспортира), при котором определяются углы наклона плечевых скатов и углы лацканов, характерные для различных периодов на протяжении XX начала XXI века дает достоверную информацию с учетом наличия множества фотографий и эскизов за исследуемый период времени.

Результатом проделанной работы явилось составление визуального ряда, на котором схематично представлена форма и детали классического мужского костюма XX начала XXI века, наиболее характерные для соответствующих периодов, с указанием изменений конструктивных параметров. Кроме этого, полученные данные представлены в виде графиков, которые позволяют увидеть динамику и цикличность изменения основных параметров конструкции (рис. 2 – изменения основных внешних признаков в классическом мужском костюме России и Европы XX – начала XXI века).

ВЫВОДЫ

Достоинством применяемой методики является достоверность данных, возможность их систематизации, на основе которых составляется четкое определение стилизованных особенностей; недостатком — значительные затраты времени на поиск и анализ нужной литературы и вероятность отсутствия некоторых данных. Все параметры мужской одежды классического стиля тесно связаны между собой, и изменение основных пропорций костюма ведет к изменению остальных второстепенных деталей. Изменения происходят в определенных пределах, ограниченных характером классической формы, нарушение которых привело бы к разрушению общей концепции формы и отходу от стиля.

Актуальность темы исследования определяется потребностями современной науки в новом подходе к анализу особенностей развития мужской моды. Научные исследования и многочисленная литература

по этой теме имеют, в большинстве случаев, односторонний характер и не раскрывают значимости костюма. Тема развития формы мужского костюма XX – начала XXI века вызывает обоснованный интерес у теоретиков и практиков моды.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Петушкова Г.И.* Проектирование костюма: Учебник для высших учебных заведений. – М.: Издательский центр "Академия", 2004.

2. *Гусейнов Г.М., Ермилова В.В., Ермилова Д.Ю. и др.* Композиция костюма: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – М.: Издательский центр "Академия", 2004.

3. *Хонгуанг Е., Кузьмичев В.Е., Колодезная Т.Н.* Конструктивные параметры мужских пиджаков второй половины XX – начала XXI века. Ч. I // Швейная промышленность. – 2005, №3.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 16.06.07.

УДК 687.016.5:[687.03:677.017]

К ВОПРОСУ УЧЕТА ФОРМОВОЧНЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОДЕЖДЫ

Н.Л. КОРНИЛОВА, А.Е. ГОРЕЛОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

При проектировании параметров формообразующих элементов конструкции (вытачек, контуров соединительных швов) важен учет способности материала повторять сложную неразвертываемую поверхность. Предлагаемый набор формовочных характеристик (изменение сетевых углов, драпируемость, жесткость, упругость и др.) не может быть напрямую использован в процессе проектирования или уточнения развертки изделия. Поэтому актуальным является разработка экспресс-метода оценки поведения материала на объемной форме одеваемого участка фигуры.

Известно, что поведение материала отличается на различных участках изделия. В зависимости от степени соответствия поверхностей фигуры и одежды, надетой на нее, выделяют три зоны: опорную (зона повторения), условно-опорную (зона образования складок) и неопорную (зона свободного падения материала). Топография распределения зон определяется силуэтно-конструктивными параметрами изделия.

Для описания поведения материала на опорной зоне одежды авторами разработан новый показатель – одевающая способность, который определяет способность материала повторять форму одеваемой им объемной поверхности. В качестве харак-

теристики данного показателя предложено использовать коэффициент одевания k_o , определяющий отношение площади области покрытия материалом поверхности (непосредственного контакта поверхности материала и поверхности одевания) к общей площади одеваемой поверхности. Тогда при построении разверток деталей конструкции одежды максимальный размер детали, одевающей выпуклость фигуры (чашка бюстгальтера, часть полочки в области груди, спинки в области лопаток и др.) без использования вытачек или других конструктивных элементов $S_{од}^{max}$, может быть определен как

$$S_{од}^{max} = 4\pi R_{\phi}^2 k_o, \quad (1)$$

где R_{ϕ} – радиус кривизны рассматриваемого участка фигуры.

Для экспресс-оценки одевающей способности материала в качестве поверхности одевания предложено использовать шар, поскольку опорная поверхность фигуры и поверхность шара обладают общим свойством – являются абсолютно неразвертываемыми телами. Поэтому можно предположить, что поведение материала

на поверхности шара будет аналогичным поведению на опорной поверхности фигуры.

Определение одевающей способности заключается в размещении плоского образца материала на шаре и определении площади поверхности полусферы, покрытой материалом без образования складок и зазоров (рис. 1).

При этом коэффициент одевания k_o определяет отношение размеров сектора полусферы, одетой материалом, к общей площади полусферы:

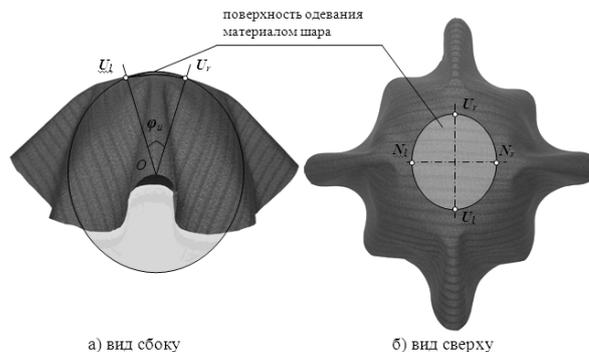


Рис. 1

$$k_o = \frac{S_{oc}^{TK}}{S_{oc}^{max}} = \frac{\int_0^{2\pi} d\alpha_o \int_{-R \sin \frac{\phi_o}{2}}^{R \sin \frac{\phi_o}{2}} \frac{R r_o dr_o}{\sqrt{R^2 - r_o^2}} + \int_0^{2\pi} d\alpha_u \int_{-R \sin \frac{\phi_u}{2}}^{R \sin \frac{\phi_u}{2}} \frac{R r_u dr_u}{\sqrt{R^2 - r_u^2}}}{4\pi R^2}, \quad (2)$$

где S_{oc}^{TK} – площадь поверхности одевания материалом шара; S_{oc}^{max} – площадь максимально-возможной поверхности одевания (площадь полусферы); $\alpha_o, r_o, \alpha_u, r_u$ – полярные координаты проекции поверхности одевания по нити основы и утка на горизонтальную плоскость; ϕ_o, ϕ_u – центральные углы секторов больших кругов поверхности одевания, измеренные вдоль нитей основы и утка; R – радиус шара (рис. 2).

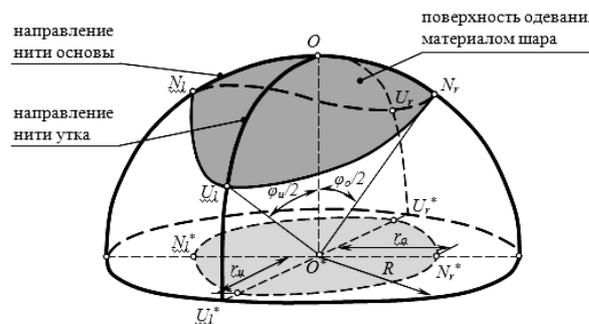


Рис. 2

Преобразуем выражение (2):

$$k_o = \frac{2R \int_0^{\pi/2} d\alpha_o \int_0^{R \sin \frac{\phi_o}{2}} \frac{r_o dr_o}{\sqrt{R^2 - r_o^2}} + 2R \int_0^{\pi/2} d\alpha_u \int_0^{R \sin \frac{\phi_u}{2}} \frac{r_u dr_u}{\sqrt{R^2 - r_u^2}}}{4\pi R^2}. \quad (3)$$

Теперь рассмотрим подынтегральное выражение:

$$\int_0^{R \sin \frac{\phi_o}{2}} \frac{r_o dr_o}{\sqrt{R^2 - r_o^2}} = R(\cos \frac{\phi_o}{2} - 1). \quad (4)$$

Тогда

$$\int_0^{\pi/2} R(\cos \frac{\phi_o}{2} - 1) d\alpha_o = 0,5\pi R(\cos \frac{\phi_o}{2} - 1). \quad (5)$$

Подставляя полученное выражение в (3), имеем:

$$k_o = \frac{\pi R^2 (\cos \varphi_o / 2 - 1) + \pi R^2 (\cos \varphi_u / 2 - 1)}{4\pi R^2}. \quad (5)$$

В итоге:

$$k_o = \frac{\sin^2 \varphi_o / 4 + \sin^2 \varphi_u / 4}{2}. \quad (6)$$

Таким образом, в качестве абсолютной характеристики одевающей способности целесообразно использовать угол одевания – центральный угол сектора большого круга области непосредственного контакта поверхности материала и шара. Значение предлагаемой характеристики зависит от расположения области измерения относительно направления нитей ткани, поэтому угол φ измеряют отдельно по нити основы – φ_o , и нити утка – φ_u .

Предлагаемые характеристики одевающей способности материалов могут быть использованы при решении задачи размещения конструктивных элементов (вытачек, рельефных швов, кокеток). Максимальное расстояние от центра выпуклости до конца вытачки или места расположения шва $L_{цв}$ может быть определено как:

$$L_{цв} = \frac{\pi R_\phi \varphi_{тк}}{360}, \quad (7)$$

где R_ϕ – радиус кривизны рассматриваемого участка фигуры в направлении расположения вытачки; $\varphi_{тк}$ – угол одевания ткани, измеренный по направлению, совпадающему с направлением вытачки: при вертикальном расположении измеряют вдоль нити основы φ_o , при горизонтальном – вдоль нити утка φ_u .

Расчет показателей одевающей способности рационально осуществлять путем фотографирования и обработки фотоизображения в пакетах Corel Draw или Matlab. Установлено, что при этом систематическая погрешность измерения (фотографи-

рования образца, передачи данных в компьютер и расчета угла) составляет $\theta = 0,416\%$, случайная $S(A) = 0,261\%$, а общая погрешность эксперимента – $0,74\%$. Отношение систематической и случайной погрешностей имеет вид $0,8 < \theta/S(A) < 8$ при доверительной вероятности $0,95$. Предлагаемые характеристики материала при использовании шара не зависят от его радиуса и слабо зависят от размера образца. Опытным путем установлены рациональные значения радиуса шара $R = 5 \dots 7,5$ см и размера образца $S = 25 \dots 36$ см. Разработанный экспресс-метод оценки одевающей способности может быть использован для разных видов материалов и их пакетов.

Знание одевающей способности материала на стадии разработки конструкции изделия позволит специалистам более полно учитывать формовочные свойства материала при выборе средств формообразования.

ВЫВОДЫ

1. Для описания поведения материала на опорной зоне одежды разработан новый показатель – одевающая способность. Относительной характеристикой данного показателя является коэффициент одевания, абсолютной – угол одевания. Предложена методика оценки нового показателя.

2. Разработаны рекомендации по учету одевающей способности при проектировании конструкции швейных изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Выгодский М.Я.* Справочник по высшей математике. – М.: Наука, 1969.

Рекомендована кафедрой технологии швейных изделий. Поступила 16.06.07.

УДК 677.052

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ЧЕРВЯЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДВУХМЕСТНОГО ПРЯДИЛЬНОГО МОДУЛЯ

Н.И. ФИЛАТОВА, А.А. ТЕЛИЦЫН, В.А. ШАСТИН

(Костромской государственной технологической университет)

На кафедре деталей машин и ПТУ Костромского государственного технологического университета была создана оригинальная конструкция червячного привода вытяжного прибора (рис. 1), защищенная патентом РФ [1].

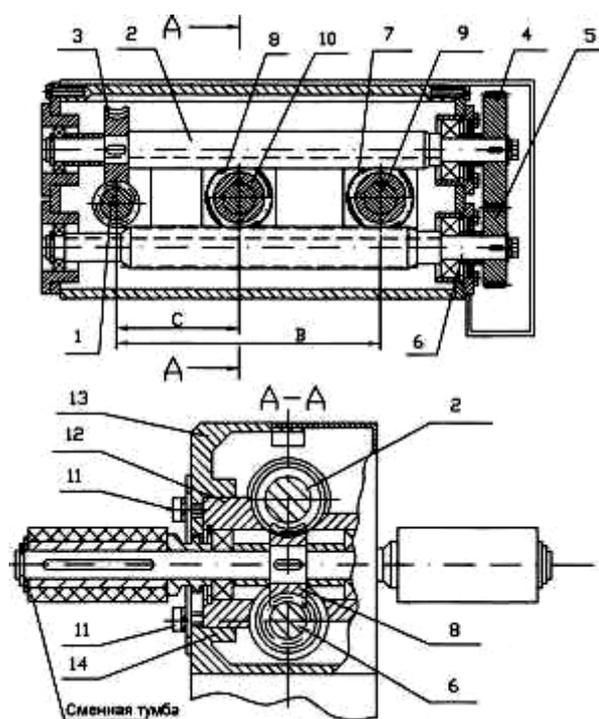


Рис. 1

Данная конструкция привода вытяжного прибора имеет небольшие габариты, обеспечивает регулирование разводок в широких пределах с малыми трудозатратами, содержит значительно меньшее количество деталей по сравнению с традиционным решением, используемым в пря-

дильных машинах. Привод работает следующим образом. От вала 1 выпускного цилиндра вытяжного прибора через червячную передачу 3 вращение передается на промежуточный вал 2, далее через пару сменных зубчатых колес 4 и 5 – на червяк 6, а затем с помощью червячных колес 7, 8 – на валы 9 и 10 питающего и среднего цилиндров. Величина общей вытяжки продукта регулируется при помощи пары сменных зубчатых колес 4 и 5. Для изменения разводок между цилиндрами (размеры В и С на рис.1) нужно ослабить винты 11 крепления стаканов 12 к корпусу 13 и переместить стакан 12 вместе с валом 9 или 10 вдоль направляющих 14, при этом червячные колеса 7 или 8 свободно перекатываются вдоль червяка 6. После изменения разводки винты 11 вновь затягиваются.

Однако главным преимуществом данного компоновочного решения является возможность двухстороннего консольного расположения цилиндров, что позволяет использовать его в конструкции высокоскоростных модульных прядильных машин, причем модуль при этом из одноместного превращается в двухместный. Такие машины предназначены для реализации нетрадиционных способов формирования пряжи, при которых скорость выпуска составляет сотни метров в минуту (например, самокруточный способ). При этом каждый модуль, требующий обслуживания (обрыв, смена питающих катушек, съем наработанной пряжи), отключается и включается в работу независимо от

других. Произведенные расчеты показывают, что применение двухместных модулей взамен одноместных позволяет на 26% уменьшить полезную площадь, занимаемую оборудованием и на треть снизить его цену [2].

Однако остается вопрос недостаточной долговечности червячных передач, что ограничивает их применение в конструкции текстильных машин за исключением тихоходных и малоответственных узлов. Анализ опубликованных научных трудов позволил выявить целый ряд конструктивных и технологических приемов для повышения нагрузочной способности червячной передачи. Можно выделить три основных направления, по которым сгруппировались усилия исследователей рассматриваемых передач.

1. Синтез передач с максимальными радиусами приведенной кривизны (передачи с выпукло-вогнутым профилем червяка и колеса).

2. Обеспечение локализации пятна контакта.

3. Создание между активными поверхностями элементов передачи жидкостного трения.

Первая разновидность передач с выпукло-вогнутым профилем была предложена Г. Ниманном (ФРГ) в 1953 году. В нашей стране усилиями ученых Ф.Л.Литвинова, И.С.Кривенко, И.П. Бернацкого и др. были созданы и исследованы червячные передачи с выпукло-вогнутым профилем (обозначение ZT по ГОСТу 18498–73). Результаты исследований показали, что срок службы передач ZT выше в 1,5...3 раза по сравнению даже с глобоидной передачей эвольвентного профиля. Авторы отмечают также, что "...особенно ярко преимущество ZT передач проявляется при работе в области малых нагрузок".

В.И. Парубец [3] предложил смещать пятно контакта на участок поверхности зуба колеса, расположенный со стороны выхода витка червяка из зацепления, и экспериментально доказал качественное улучшение режима трения и повышения эксплуатационных показателей испытываемых редукторов. Смещение пятна кон-

такта может осуществляться путем обеспечения несколько различных значений углов наклона витков червяка (поз. 1) и зубьев червячного колеса (поз. 3), чтобы в зацеплении образовался клиновидный зазор, сужающийся в направлении вращения червяка. По рекомендациям гарантированное значение угла клина с учетом допусков на углы (± 24 минут) должно составлять величину порядка 10 минут.

Такая геометрия передачи позволяет производить расчет ее нагрузочной способности с применением теории жидкостной смазки клиновых подпятников скольжения, поскольку пятно контакта на зубе червячного колеса по размеру близко площадке контакта отдельных клиновых сегментов подпятников скольжения [4]. Примем следующие допущения: постоянство нагрузки в зацеплении (что вполне корректно при работе модуля в установившемся режиме); постоянство скорости скольжения по центру контакта; ламинарность потока смазки в пятне контакта; осреднение значения вязкости смазки; движение смазки происходит вдоль зуба колеса; утечка смазки из пятна контакта по высоте зуба отсутствуют. Принятая модель графически представлена на рис. 2 (зона образования масляного клина в зацеплении).

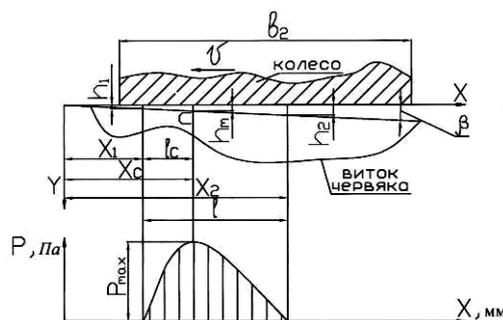


Рис. 2

При принятых допущениях основное уравнение гидродинамической смазки Рейнольдса, относящееся к плоскому потоку несжимаемой жидкости, примет следующий вид:

$$\frac{dp}{dx} = 6\mu V \frac{h - h_m}{h^3}, \quad (1)$$

где p – давление в любой точке масляного клина, Па; V – скорость скольжения в зацеплении, м/с; h – толщина слоя, $h = x \operatorname{tg} \beta \approx x \beta$; h_m – толщина слоя смазки, где давление $p = p_{\max}$, $h_m = x_m \operatorname{tg} \beta \approx x_m \beta$; μ – динамическая вязкость смазки в точке контакта, Па·с; β – угол в клиновом зазоре контакта, $\beta = h_1/x_1$.

Далее представим поверхность контакта в формуле (1) прямоугольником со сторонами $\ell = x_2 - x_1$ и b и, проведя необходимые преобразования, получим выражение для определения нагрузочной способности площадки контакта:

$$F = 0,125 \frac{\mu v b \ell^2}{h_1^2 \left[1 + \left(\frac{\ell}{b} \right)^2 \right]}, \quad (2)$$

где b – высота пятна контакта, мм (рис.1); ℓ – длина пятна контакта, мм (рис.1); h_1 – минимальный зазор в зацеплении, мм, принимаемый равным удвоенной сумме высоты микронеровностей поверхности зуба колеса и витков червяка. По ГОСТу 2789–51 принимаем $h_1 = 0,014$ мм.

Определим возможность возникновения режима жидкостного трения в червячной ZT передаче высокоскоростного двухместного прядильного модуля (червячное колесо поз. 3, червяк поз. 4 на рис.1). Исходным импульсом для этой попытки явилось, на взгляд авторов, весьма удачное сочетание высокой скорости в зацеплении при относительно небольших значениях моментов сопротивления вращению цилиндров вытяжного прибора модуля, имеющего только 2 рабочих места. Параметры исследуемой червячной передачи известны: модуль зацепления $m = 2,5$ мм; передаточное отношение $u_{\text{черв}} = 5$; межосевое расстояние $a_w = 45$ мм; делительный диаметр колеса $d_2 = m z_2 = 2,5 \cdot 20 = 50$ мм; делительный диаметр червяка $d_1 = m q = 2,5 \cdot 16 = 40$ мм; число заходов червяка $z_1 = 4$; угол подъема винтовой линии $\gamma = \arctg(z_1 / q) = 14,036^\circ$.

По данным испытаний передач ZT после обкатки червячного зацепления для

определения теоретического пятно контакта принимаем $b \approx (0,7 \dots 0,75) h_{\text{зуба}}$, $\ell \approx (4 \dots 5) m$ [5]. В качестве смазочного материала принимаем масло Цилиндровое 52 ГОСТ 6411–76, имеющее динамическую вязкость при 50°C , равную $\mu = 0,185$ Па·с. Нами экспериментально были определены значения статических моментов сопротивления вращению всех рабочих валов вытяжного прибора самокруточной прядильной машины. После их приведения к валу червячного колеса 3 (рис.1) и суммирования были рассчитаны нормальные силы в червячном зацеплении. Значения этих сил составили от 44 Н при общей вытяжке 30 до 70 Н при общей вытяжке 8. Значения общей вытяжки соответствуют паспортным данным прядильных самокруточных машин марки ПСК-225-ШГ. Далее были рассчитаны динамические моменты всех вращающихся масс модуля, возникающие в период пуска модуля в работу. После их приведения к валу червячного колеса были определены значения нормальных сил в червячном зацеплении, возникающих в пусковом режиме с учетом статических и динамических нагрузок. Расчеты производились при скорости скольжения, соответствующей скорости выпуска пряжи 200 метров в минуту и времени пуска, равном 2 с. Значения нормальных сил в червячном зацеплении в пусковом режиме составили от 108 Н при общей вытяжке 30 до 179 Н при общей вытяжке 8. Расчет нагрузочной способности масляного клина, выполненный по выражению (2) при скорости выпуска пряжи 200 метров в минуту, дал значение, равное 107 Н. Результаты расчета для наиболее используемого на практике значения общей вытяжки графически показаны на рис. 3 – график разгона двухместного модуля при общей вытяжке $OB=30$.

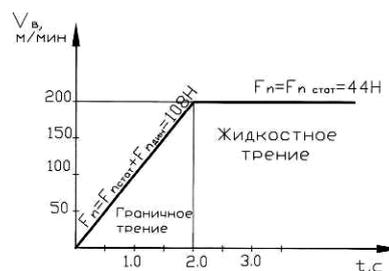


Рис. 3

1. Расчеты, выполненные с помощью разработанной методики, показывают, что в высокоскоростной червячной передаче созданного авторами двухместного прядильного модуля режим жидкостного трения возможен при установившемся режиме на всем диапазоне вытяжек в вытяжном приборе.

2. Высокоскоростную червячную передачу необходимо выполнить закрытой, в герметичном корпусе, имеющем масляную ванну.

3. В пусковом режиме в червячной передаче возникает режим смешанного (граничного) трения.

4. На основании изложенного предложено использовать в приводе высокоскоростного двухместного прядильного модуля модифицированную червячную ZT передачу с площадкой контакта, смещенной в зону выхода червяка из зацепления.

1. Привод вытяжного прибора высокоскоростной текстильной машины / Телицын А.А., Миндовский С.К., Горячкин Г.М., Филатова Н.И. (РФ): Патент № 2155248 от 27 августа 2000 г.

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

3. Парубец В.И. Повторный контакт в цилиндрической червячной передаче. – Вестник машиностроения, 1984, № 1. С.15...19.

4. Дмитриев В.А. Детали машин. – Л.: Судостроение, 1970.

5. Кривенко И.С. Новые типы червячных передач на судах. – Л.: Судостроение, 1967.

Рекомендована кафедрой деталей машин и подъемно-транспортных устройств. Поступила 16.06.07.

УДК 677.054.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ПРОФИЛЕЙ КУЛАЧКОВ БАТАННОГО МЕХАНИЗМА СТАНКА СТБ

В.А. ГУСЕВ, В.В. ДАНИЛОВ, Д.М. ЦВЕТКОВ, А.Б. СМИРНОВ

(Костромской государственной технологической университет)

Особенностью батанного механизма станков СТБ является наличие в нем высших кинематических пар, которые имеют ограниченные возможности передачи больших усилий из-за значительных контактных напряжений. Применение кулач-

ков с геометрически сопряженными профилями (рис. 1: 1 – кулачок А; 2 – кулачок Б) требует высокой точности их изготовления, сборки и высокой износостойкости материалов кулачков и роликов [1].

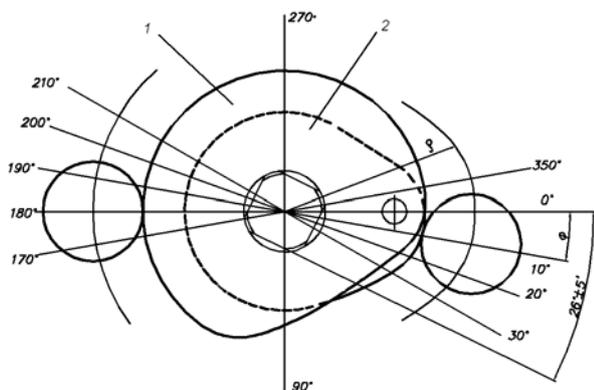


Рис. 1

Нормальная работа механизма достигается выбором теоретически правильного закона построения профиля кулачков, обеспечивающего плавность движения толкателя и минимальные величины динамических нагрузок (отсутствие условий “жестких и мягких ударов”) [1], в сочетании с высокой точностью выполнения профиля при обработке.

Износ профилей кулачков ведет к изменению закона движения батана и к увеличению динамических нагрузок, что вызывает неровный бой батана, недолет прокладчика утка из-за повышенной вибрации батана и другие [2].

Для повышения работоспособности кулачкового привода станков СТБ нами разработана методика оценки геометрической точности профилей кулачков, которая позволяет выбрать оптимальную технологию восстановления профилей с использованием металлизации или наплавки с последующим копирувальным шлифованием.

В настоящее время разработано достаточно много методов расчета профилей кулачков как аналитических, так и автоматизированных с использованием пакетов программ, которые позволяют легко адаптировать их к любому закону движения рабочего органа [1].

Значительно сложнее обстоит дело с обеспечением и контролем точности факти-

ческого радиус-вектора фасонного профиля кулачка, определенного чертежом детали. При изготовлении радиус-вектор задается таблично с интервалом 1° и точностью 1 мкм. Технология изготовления кулачкового вала является специфической с точки зрения методов обработки и измерения, применяемого оборудования и оснастки [2].

Высокая точность профиля кулачков и правильность геометрической формы требуют использования высокоточного оборудования, режущего инструмента и контрольно-измерительных устройств.

Точность контурной обработки оценивают вектором результирующей погрешности, представляющим собой отклонение фактического радиус-вектора фасонной поверхности от заданной чертежом детали. К основным погрешностям, влияющим на точность обработки, относят погрешность технологической оснастки, погрешность установки, погрешность обработки и погрешность измерения, основной из которых является погрешность установки на станке. Вектор погрешности, формируемый на всех этапах технологического процесса обработки, переносится на обрабатываемую поверхность детали в процессе резания. Поэтому формирование погрешности рассматривают как комплексный процесс, происходящий в технологической системе [3].

Суть применяемой методики заключается в измерении рабочих профилей кулачков батанного вала на трехкоординатной измерительной машине. Исследования были выполнены в условиях ЦЗЛ ООО "Пегас" г. Костромы на координатно-измерительной машине (КИМ) "OMICRON A0.01" фирмы "Digital Electronic Automation S.p.A." с системой управления "The partner". Для испытания были взяты два новых и два изношенных кулачковых вала.

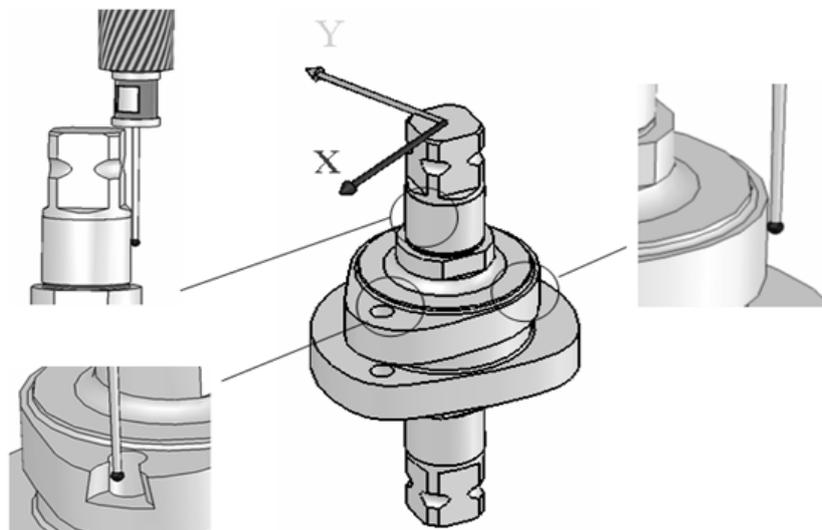


Рис. 2

Кулачковый вал устанавливался на столе КИМ и закреплялся при помощи призм в вертикальном положении таким образом, чтобы плоскость измерения располагалась горизонтально (рис. 2 – схема снятия точек профиля кулачка). Затем определялись координаты оси вала и центра технологического отверстия. Для этого с помощью щупа КИМ снимались координаты 4 точек с цилиндрической поверхности вала и координаты 4 точек с технологического отверстия, а компьютер автоматически определял координаты центров, которые служат началом отсчета при выборе системы координат.

После задания системы отчета измерялись координаты точек профиля путем последовательного перемещения щупа КИМ вдоль контура кулачка с фиксированием координат центра щупа в каждой точке касания. Полученные координаты профиля в декартовой системе координат каждого измеренного кулачка записывались в отдельные файлы. В качестве опорных координат взяты координаты расчетных точек теоретических профилей кулачков из чертежа.

Определение вектора результирующей погрешности фасонных профилей кулачков производилось в программе MathCAD. Поскольку перемещение щупа, для каждого кулачка, производилось вручную, то получаемые при измерении координаты профиля соответствовали неравным шагам по длине контура кулачка. Из полученных

данных выделяли замкнутый профиль кулачка, затем координаты его профиля переводили из декартовой системы координат в полярную и интерполировали полиномом Лагранжа четвертой степени через равные промежутки по всей длине профиля:

$$P(x) = \sum_{j=0}^N f_j \prod_{j \neq k} \frac{x - x_k}{x_j - x_k}. \quad (1)$$

После этого определяли действительный профиль кулачков путем построения эквидистантных кривых. Каждая точка эквидистанты определяется как равноотстоящая к исходной кривой и лежащая на нормали, проведенной через искомую точку $(x_i; y_i)$ (рис. 3 – определение координат точек эквидистанты).

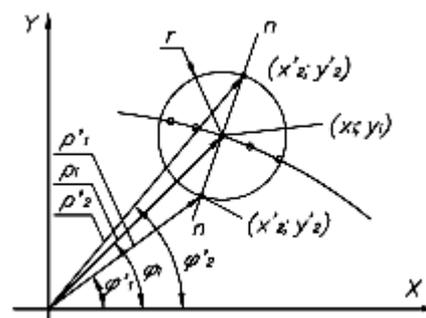


Рис. 3

В каждой точке исходного профиля выделялся участок кривой, который аппроксимировали полиномом Лагранжа (1). Дифференцируя полученный полином и

вычисляя значение производной в искомой точке $(x_i; y_i)$, определяем угловой коэффициент касательной k_i :

$$k_i = P'(x). \quad (2)$$

Используя известные математические зависимости, определили уравнение нормали:

$$y_i = n_i x_i + b_i, \quad (3)$$

где $n_i = -\frac{1}{k_i}$ – угловой коэффициент нормали; b_i – свободный член.

Далее строили окружность с центром в искомой точке $(x_i; y_i)$ и радиусом, равным радиусу шупа r . Пересечение окружности с нормалью дает две точки (x'_1, y'_1) и (x'_2, y'_2) , которые принадлежат эквидистантам к исходной кривой. Поскольку радиус-вектор искомого профиля должен быть меньше радиус-вектора исходного, то из полученных двух точек выбирали ту, у которой ρ' был меньше.

Далее определяли отклонения действительных профилей новых и изношенных кулачков от расчетных ΔR (рис. 4). Для этого для каждой точки $(x_i; y_i)$ расчетного профиля кулачка находили расстояние между данной точкой и действительным профилем кулачка, измеряемое по нормали к расчетному профилю.

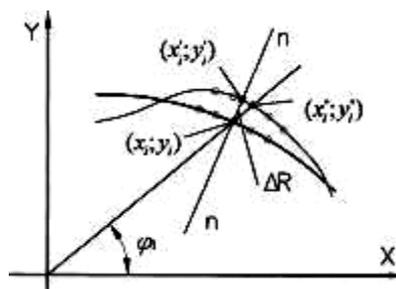


Рис. 4

Расчетный и действительный профили кулачков аппроксимировались полиномом Лагранжа (1) в окрестностях точки $(x_i; y_i)$ и $(x''_i; y''_i)$ соответственно. Затем проводили нормаль (3) к расчетному профилю кулачка в точке $(x_i; y_i)$ и определяли точку пересечения $(x'_i; y'_i)$ нормали с действительным профилем кулачка.

Отклонение действительного профиля кулачка от расчетного определяли как расстояние между двумя точками:

$$\Delta R^2 = (x'_i - x_i)^2 + (y'_i - y_i)^2. \quad (4)$$

На рис. 5 изображены графики отклонений действительных профилей новых кулачков от расчетных (а – кулачок А; б – кулачок Б), а на рис. 6 – характер распределения отклонений по длине контуров кулачков (а – кулачок А; б – кулачок Б).

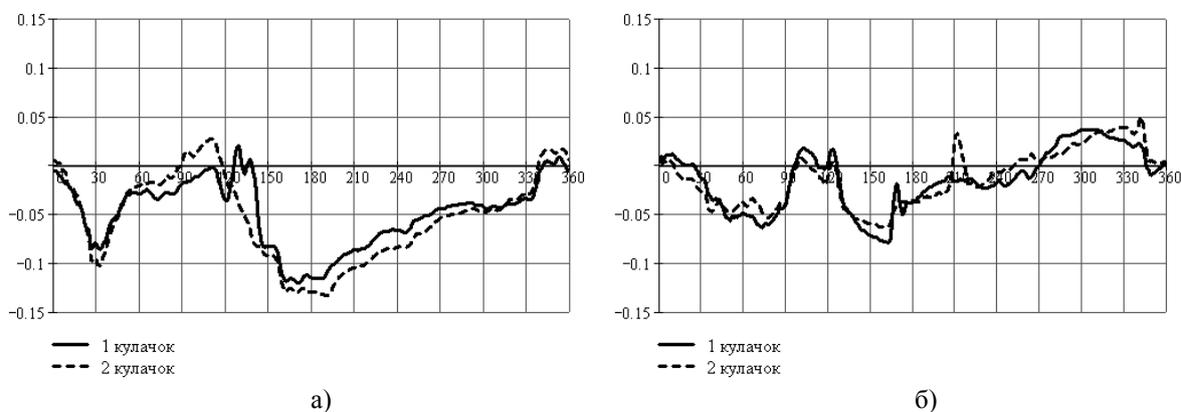


Рис. 5

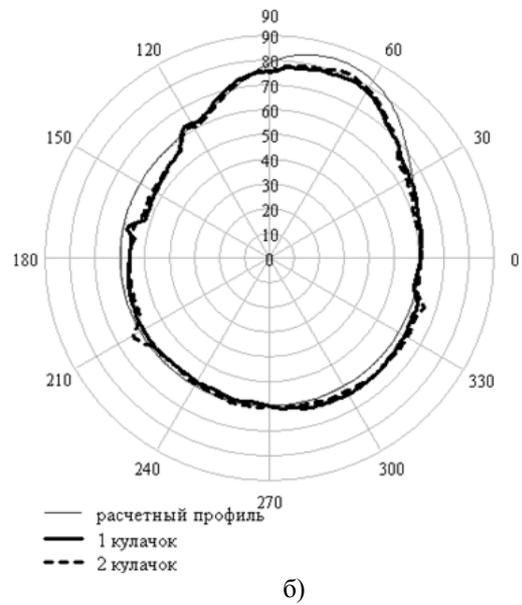
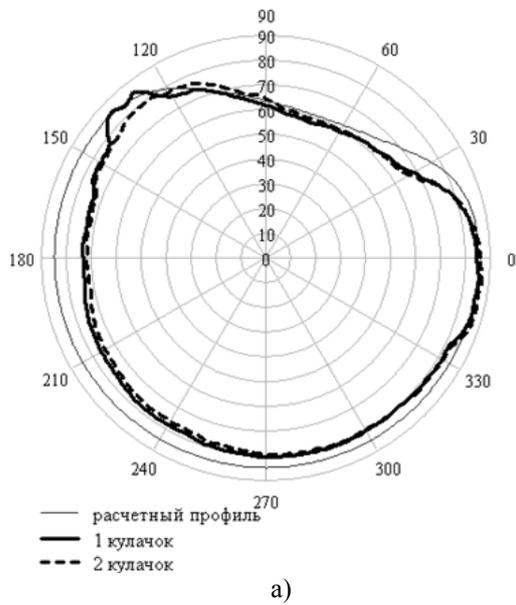


Рис. 6

Максимальная величина погрешности формы фасонной поверхности составляет на первом валу для кулачка А – 0,12 мм,

для кулачка Б – 0,079 мм; на втором – для кулачка А – 0,133 мм, для кулачка Б – 0,063 мм.

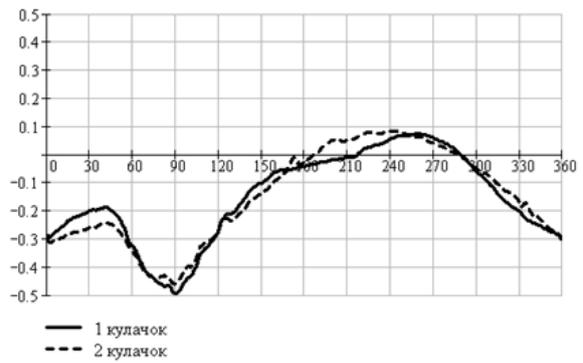
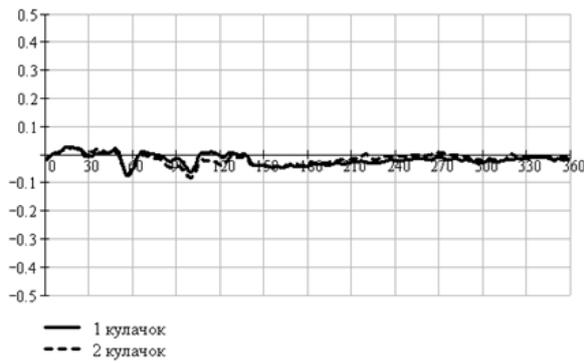


Рис. 7

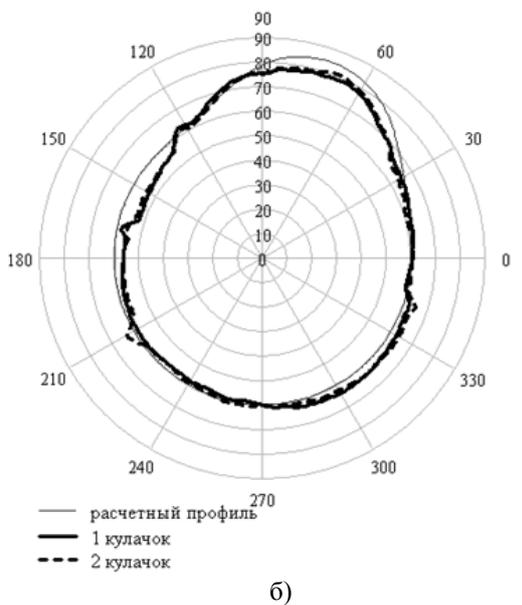
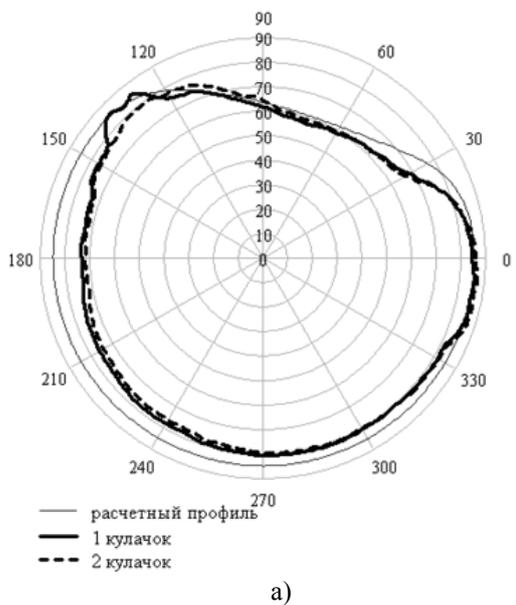


Рис. 8

В Ы В О Д Ы

На рис. 7 изображены графики отклонений действительных профилей изношенных кулачков от расчетных профилей, а на рис. 8 – характер распределения отклонений по длине контуров кулачков (для обоих рисунков: а – кулачок А; б – кулачок Б).

Из графиков видно, что наибольшее отклонение профиля наблюдается у кулачка Б и составляет для первого вала – 0,497 мм и 0,459 мм – для второго. Кулачок А имеет значительно меньшие отклонения профиля, так для первого вала – 0,074 мм и 0,082 мм – для второго. Наибольшее отклонение профиля кулачка Б происходит на участке, соответствующем движению батана к опушке ткани, а у кулачка А – в начале обратного движения батана к положению выстоя. Это объясняется наличием на данных участках профиля максимальных нагрузок и контактных напряжений [4].

Не вызывает сомнений тот факт, что появление отклонений действительных профилей кулачков от расчетных в процессе работы станка приводит к изменению зазора между кулачками и роликами. Установлено [5], что зазор в зависимости от угла поворота изношенного кулачкового вала распределяется неравномерно. Это связано с изменением величины действующих нагрузок на различных участках рабочих поверхностей кулачков. Неравномерный характер нагрузки за один рабочий цикл обуславливает и неравномерный характер радиального износа.

1. Разработана методика оценки геометрической точности профилей кулачков батанной коробки станка СТБ, которая позволяет определять отклонения действительного профиля от расчетного.

2. Действительные фасонные профили новых кулачков отличаются от расчетных, что является результатом проявления комплексной погрешности механической обработки.

3. Наибольший износ наблюдается на рабочей поверхности кулачка Б, обеспечивающего прибой утка к опушке ткани.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Шан Бао Пин*. Исследование батанного механизма ткацких станков типа СТБ и разработка технических мероприятий по увеличению его ресурса: Дис...канд. техн. наук. – Иваново, 2005.

2. *Технология текстильного машиностроения: Учебник для вузов/ Л.К. Сизенов, А.А. Мизери, Е.В. Григорьев и др.* – М.: Машиностроение, 1988.

3. *Кулик В.К. и др.* Прогрессивные процессы обработки фасонных поверхностей.– Киев: Техника, 1987.

4. *Худых М.И.* Технология ремонта оборудования ткацкого производства: учебник для сред. спец. учеб. заведений. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.

5. *Данилов В.В.* Восстановление работоспособности кулачковых валиков батанных коробок станка СТБ // Вестник КГТУ. – Кострома, 2003, №7. С.58...59.

Рекомендована кафедрой технологии художественной обработки материалов и технического сервиса. Поступила 16.06.07.

МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ ТОВАРНЫЙ РЕГУЛЯТОР СТАНКА СТБ

В.Ю. СЕЛИВЕРСТОВ, А.П. ГРЕЧУХИН

(Костромской государственной технологической университет)

Из работы [1] известно, что установка товарного регулятора, позволяющего во время приобоя уточной нити подавать ткань в зону формирования, дает возможность значительно снизить нагрузку на нити основы во всех циклах тканеформирования. Товарный регулятор, рассмотренный в данной работе, установлен на станке АТПР-120-ЛМ. Продолжением работы в данном направлении является разработка и создание конструкции товарного регулятора станка типа СТБ, аналогичного по принципу действия товарному регулятору, рас-

смотренному в [1]. Предложенная конструкция механизма отвода ткани предположительно должна позволить вырабатывать как более плотные структуры тканей, так и ткани с переменной программируемой плотностью по утку при введении в конструкцию устройства, управляющего плотностью ткани по утку.

Устройство модернизированного товарного регулятора (без механизма управления плотностью ткани) представлено на рис. 1.

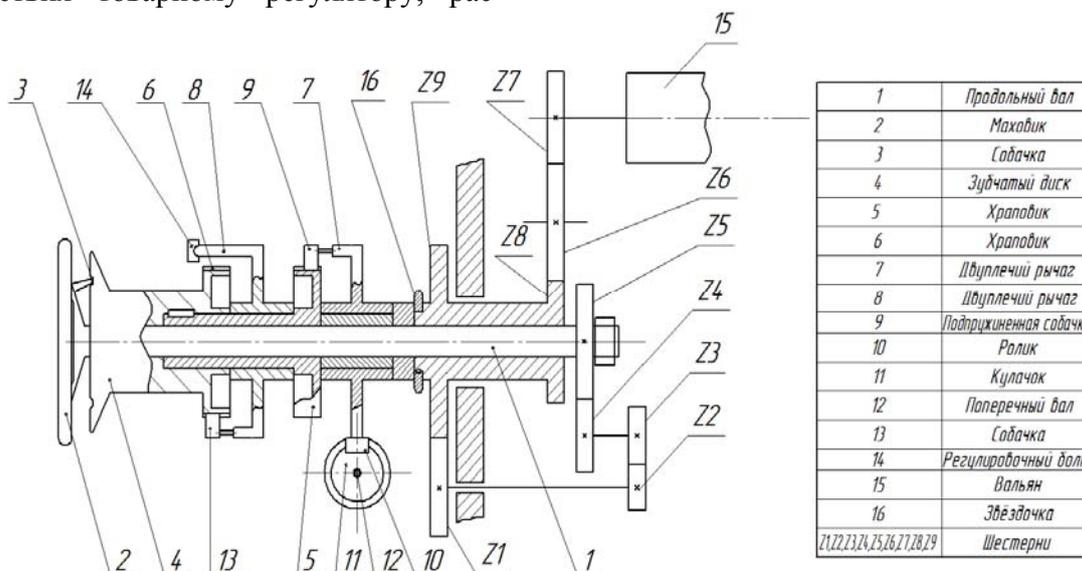


Рис.
1

Регулятор состоит из продольного вала 1, на котором смонтирован узел сцепления, состоящий из маховика 2 с собачкой 3, и свободно установленного зубчатого диска 4, на втулке которого закреплены храповики 5 и 6 и свободно посажены 2 двуплечих рычага 7 и 8, на одном из плеч рычага 7 установлена подпружиненная собачка 9, находящаяся в зацеплении с храповиком 5. На другом плече рычага установлен ролик 10, контактирующий с кулачком 11, жестко закрепленном на поперечном валу 12

станка. На одном из плеч двуплечего рычага 8 установлена подпружиненная собачка 13, находящаяся в зацеплении с храповиком 6. Другое плечо рычага 8 может контактировать с ограничителем обратного поворота, состоящего из регулировочного болта 14 и упора (на рисунке не показано). На продольном валу 1 регулятора жестко посажена шестерня Z5, которая кинематически связана через шестерню Z1, Z2, Z3, Z4, Z6, Z7, Z8, Z9 с вальяном 15.

Работа товарного регулятора осуществляется следующим образом. От кулачка 11, получающего движение от вала 12 станка, через ролик 10 получает качательное движение рычаг 7. За начало движения принят момент, когда ролик 10 находится во впадине кулачка 11, а рычаг 7 занимает вертикальное положение. При вращении кулачка 11 ролик 10 перекачивается на его горку, отклоняя рычаг 7 на угол α . Собачка 9, установленная на другом его плече, нажимает на зуб храповика 5, закрепленного на втулке зубчатого диска 4, и поворачивает его. От зубчатого диска 4 за счет собачки 3 и маховика 2 вал 1 и закрепленная на нем шестерня Z5 повернутся на тот же угол. Через шестерни Z1...Z7 вращательное движение получит вальян 15, который отведет ткань из зоны формирования на величину большую, чем необходимо для получения заданной плотности. Одновременно второй двуплечий рычаг 8 за счет сил трения поворачивается в ту же сторону до регулировочного болта 14 на угол α_1 , меньший α .

Собачка 13, установленная на втором плече рычага 8, проскальзывает по храповику 6. При дальнейшем повороте кулачка 11 ролик 10 скользит с горки, и рычаг 7 под воздействием пружины поворачивается в обратную сторону, а собачка 13 проскальзывает по зубьям храповика 6. Под воздей-

ствием натяжения ткани, передаваемого через вальян 15, зубчатые передачи Z1...Z7, продольный вал 1 поворачивается в обратную сторону, вызывая поворот в эту же сторону храповика 6, который через собачку 13 поворачивает двуплечий рычаг 8 на угол α_1 , характеризующий величину обратной подачи ткани навстречу берду. После этого цикл работы регулятора повторяется. Изменяя угол α_1 и значение зубьев сменной шестерни, можно в широких пределах изменять плотность ткани по утку.

Для проверки предположения о снижении динамических нагрузок на нити основы и проверки работоспособности разработанного товарного регулятора был проведен эксперимент по выработке ткани с максимальной плотностью по утку, с которой справился бы станок с серийным товарным регулятором. При этом определение такой плотности производилось пошаговым способом, путем установки соответствующих сменных шестерен. Опушка ткани контролировалась визуально так, чтобы не было явления набивания уточных нитей. Особое внимание уделялось тому, чтобы опушка ткани в зоне формирования кромки не затрудняла вход кромочных игл в зев. В результате выбрана плотность ткани по утку, соответствующая заправочным данным, приведенным в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Показатели	Значения
Линейная плотность, текс и вид пряжи основной уточной	29 (С х/б) 56 (БМВЛ)
Ширина проборки по берду, см	166,47
Количество зубьев берда, число нитей основы, пробираемых в зуб берда	1698/2
Номер берда	102
Число нитей основы	3396
Плотность суровой ткани, нитей/10 см по основе	210
по утку	200

На станке с серийным товарным регулятором для достижения приемлемых условий формирования ткани величина заступа устанавливалась в 0° поворота глав-

ного вала станка. Фрагмент тензограммы натяжения нитей основы для станка с серийным товарным регулятором представлен на рис. 2.

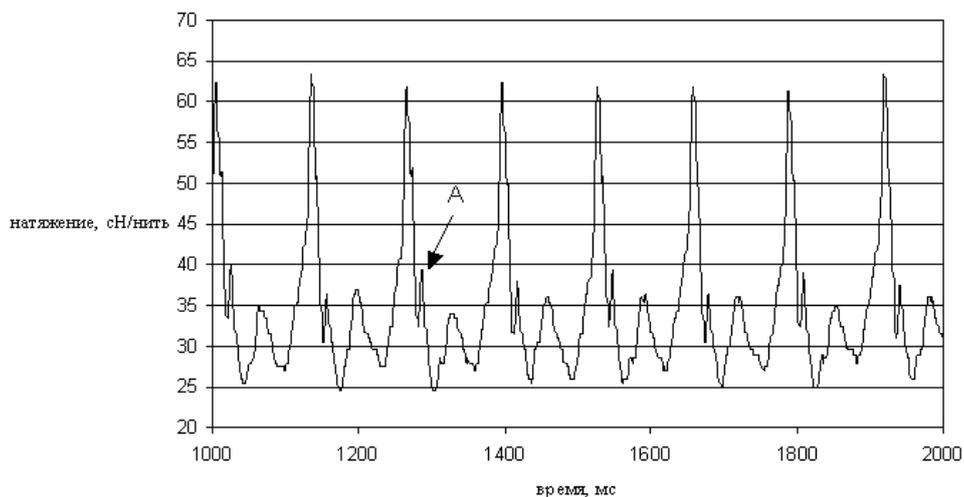


Рис. 2

На рис. 3 представлен фрагмент тензограммы натяжения для станка с модернизированным товарным регулятором, мо-

мент заступа соответствовал 0° поворота главного вала станка.

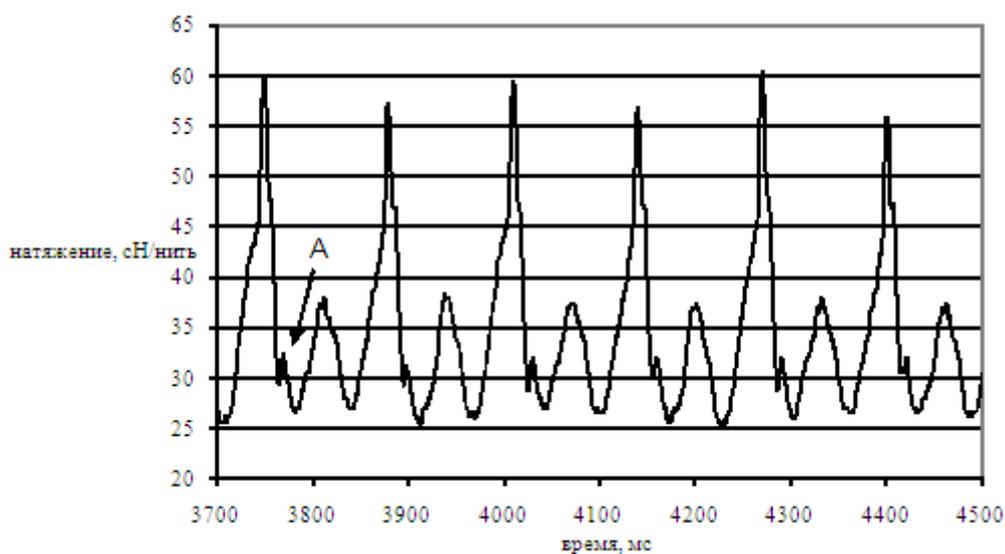


Рис. 3

Характер изменения натяжения нитей основы за цикл работы станка мало отличается. Заметным различием является лишь наличие выделяющегося всплеска натяжения (поз. А на рис.2 и рис.3). На

станке с серийным товарным регулятором средняя амплитуда всплеска составляла 7 сН/нить, с модернизированным – 2,5 сН/нить. Показатели значения натяжения нитей основы представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели	Значения	
	серийный товарный регулятор	модernизированный товарный регулятор
Среднее значение, сН / нить	35	34
Минимальное значение, сН / нить	24,5	24
Максимальное значение, сН / нить	65	58
Среднее квадратическое отклонение, сН / нить	8,4	7,7
Коэффициент вариации натяжения, %	23,7	22,6

Из табл. 2 видно, что отличия несущественны, хотя снижение натяжения, а также его неравномерности есть. Однако, как отмечалось выше, на станке типа АТПР модернизированный товарный регулятор обеспечивал значительное снижение натяжения. Одно из основных отличий у станков типа СТБ и АТПР – меньшая длина ткани от опушки до вальяна в заправке последнего. Это положение согласуется с исследованиями, проведенными в работе [2], где делается вывод о введении в систему заправки станка минимальной длины ткани для снижения нагрузок на нити основы, а также снижения величины приборной полосы.

ВЫВОДЫ

1. Конструкция модернизированного товарного регулятора станка типа СТБ позволяет вырабатывать ассортимент тканей с различной плотностью по утку.

2. Разработанный товарный регулятор обеспечивает снижение натяжения в момент приборя по сравнению с серийным товарным регулятором на 8%.

3. Для получения плотных структур тканей на станке с разработанным товарным регулятором необходимо введение дополнительного узла, повышающего коэффициент жесткости ткани в заправке станка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Селиверстов В.Ю., Тягунов В.А., Борисова М.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №6. С.66...68.
2. Быкадоров Р. В. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1989, №3. С.42...45.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 16.06.07.

УДК 658.512.6

МОДУЛЬНЫЙ ПРИНЦИП ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ПРОИЗВОДСТВА УЗЛОВ И МЕХАНИЗМОВ ТЕКСТИЛЬНОГО ОТДЕЛОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В.А. САДОВ, С.А. ТИМОФЕЕВ

(Костромской государственной технологической университет)

Современное состояние российской экономики требуют активизации усилий по наращиванию динамики инвестиционной привлекательности производства текстильного оборудования. Однако отмечается [1], что текстильная и легкая промышленность являются наименее перспективными отраслями российской экономики. Повышение привлекательности к про-

изводству текстильного оборудования может быть достигнуто за счет применения рациональных форм организации, которые обеспечивали бы получение прибыли при наименьших затратах и соответствовали условиям потребительского рынка. В этом случае необходимо привести в соответствие повышенные требования к продукту и его разработке, обеспечив конкурентоспо-

способность выпускаемого изделия. В современных условиях повышение эффективности продукции текстильного машиностроения возможно за счет организации смежных производств по оснащению текстильного оборудования. Такие производства могут с наименьшими затратами обеспечить выпуск узлов, агрегатов и механизмов с различной дисперсией, обусловленной неоднородностью рынка.

Формирование компонентов продукта должно осуществляться в такой последовательности, чтобы появлялась возможность изолирования потребительских требований на отдельные его компоненты,

производственные линии, участки и процессы. Необходимость такого формирования возникает на стадии разработки и усовершенствования продукта. К основным рабочим органам отделочного оборудования относят отжимные валы, обогреваемые цилиндры, ролики, механизмы прижима, привод, ванны и емкости, специальные устройства и др. [2]. В качестве примера можно рассмотреть формирование компонентов структуры ванн (емкостей), предназначенной для пропитки материала красящим раствором. Конструкция емкости представлена на рис. 1.

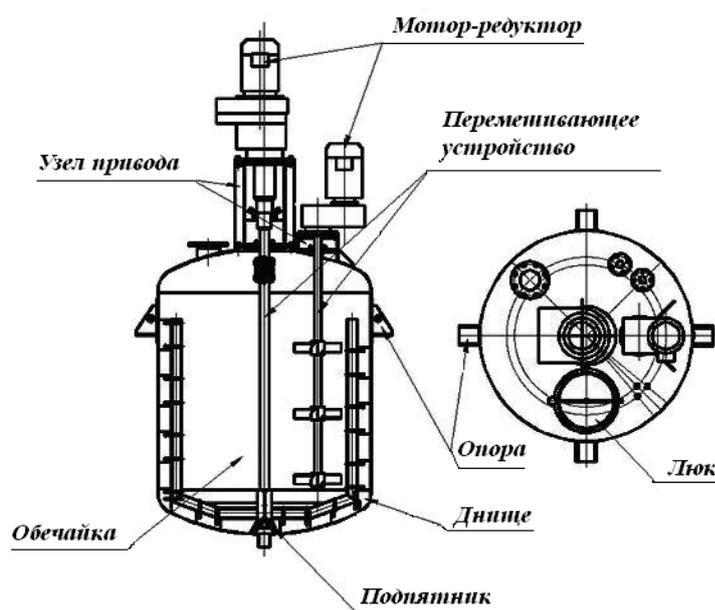


Рис. 1

Компоненты структуры продукта (емкости) должны формироваться на основе анализа его агрегатной матрицы [3]. Такую матрицу можно представить в виде табл. 1 (агрегатная матрица структуры емкости), в которой отображаются признаки продукта, частота их изменений, число проявлений признаков продукта, а также сами компоненты продукта. В случае если признак продукта проявляется в его компоненте, то ячейка закрашивается, в противном случае – нет. Частоту изменений признаков и

компонентов продукта определяют на основании АВС-анализа, представляющего способ определения главного направления деятельности (важнейшей задачи), путем деления ее на три части – самая важная – В, средней важности – С, наименее важная – Н. Каждый компонент продукта описывается корреляционным фактором (9 – сильный носитель, 3 – умеренный носитель и 1 – слабый носитель) в соответствии со значимостью признака продукта [4].

Таблица 1

Признак продукта	Обозначение признака	Частота изменений	Количество проявлений признаков продукта	Компонент продукта (агрегат)						
				днище	обечайка	опора	люк	узел при-вода	смеситель	подпятник
				количество вариантов						
				4	1	3	3	2	3	2
				частота изменений						
С	Н	Н	С	С	С	В				
Диаметр емкости	A	С	6	9	9	1	9	3	3	3
Высота емкости	H	С	8	1	9	1	1	3	3	3
Рабочая среда	U _p	H	4	1	1	1	3	1	9	1
Давление	P	H	2	9	9	1	9	1	3	1
Необходимость наблюдения	K	H	2	1	1	1	1	1	3	1
Окружающая среда	U _o	H	4	1	1	1	1	1	1	1
Способ установки	V	С	2	3	1	3	3	1	1	1
Необходимость перемешивания	N	С	2	3	3	1	1	1	9	1
Мощность перемешивания	M	В	3	9	3	1	1	1	9	1
Сумма факторов (оценка)				37	34	11	29	13	41	13

Основанием для определения претендента на образование модуля является анализ сумм факторов по вертикали. Претендентом на образование модуля организационной структуры являются компоненты с наибольшими оценками. Таким образом, в нашем случае можно рекомендовать образовывать производственные модули по изготовлению днища, обечайки и люка. Для разработки мероприятий по формированию производственной системы на уровнях производственной линии, рабочего места и процесса необходима дальнейшая дифференциация агрегатной матрицы с разбиением сборочных единиц на детали.

В этом случае проводится анализ матрицы, состоящей из деталей: днища и обечайки, а также сборочных единиц: люка и смесителя, представленной в табл. 2.

В этом случае столбцы компонента продукта описываются зависимостями компонента от признака продукта: a_{ij} – если i -й признак продукта проявляется в j -м

компоненте, то $a_{ij}=1$, в противном случае – $a_{ij}=0$. Матрица дополняется значимостями компонента $Z_{\text{комп}}$ и значимостями признака $Z_{\text{пр}}$, которые определяются следующими выражениями:

$$Z_{\text{комп}i} = n_i \cdot v_i \sum_{j=1}^N a_{ij},$$

$$Z_{\text{пр}i} = f_i \cdot m_i \sum_{k=1}^M a_{ik},$$

где n_i – число вариантов i -го компонента продукта; v_i – частота изменений i -го компонента продукта; N – количество признаков продукта; f_i – частота изменений i -го признака продукта; m_i – число проявлений признаков продукта; M – число компонентов продукта.

Т а б л и ц а 2

Обозначение признака	Частота изменений	Число проявлений признаков	Компонент продукта											$Z_{пр}$ значимость признака		
			днище	обечайка	опора	люк					узел привода	смеситель				
						кольцо верхнее	кольцо нижнее	днище	прокладка	замок		вал	лопатка		муфта	
																количество вариантов
			4	1	3	3	3	3	3	3	3	2	2		2	1
частота изменений																
A	5	6	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	120
H	5	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	120	
U _p	2	4	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	72	
P	2	2	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	24	
K	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	
U _ц	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8	
V	5	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	
N	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	20	
M	8	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	120	
Значимость компонента, $Z_{комп}$ или узла $Z_{узл}$			100	2	12	30	30	45	45	45	36	30	30	4	-	

На основе анализа значимостей компонента и признака продукта можно на ранних стадиях разработки организационной структуры производства рекомендовать последовательность формирования компонентов продукта. При этом следует придерживаться следующих условий.

1. Последовательность формирования компонентов должна соответствовать нарастанию значимости компонентов. Это может снизить затраты по идентификации продукта на поздних этапах изготовления.

2. При формировании компонентов продукта следует объединять участки по изготовлению узлов, у которых значимости компонентов продукта в узле мало изменяются, то есть $Z_{узл} \approx \text{const}$. В этом

случае частичные затраты, например, на сборку компонентов, могут уменьшаться.

3. При формировании узла с большим значением значимости следует разделять участки по его изготовлению. В этом случае может достигаться изолирование влияния признака продукта на компонент (узел), что в конечном итоге приводит к сокращению затрат.

4. Формирование компонентов продукта следует вести таким образом, чтобы значимость признака в узле стремилась к наименьшему значению.

Так, при соблюдении первого и третьего условий, матрица формирования структуры емкости будет иметь вид, представленный в табл. 3.

Обозначение признака	Частота изменений	Число проявлений признаков	Компонент продукта										
			обечайка	опора	узел привода	смеситель	люк 1		днище	Люк 11			
							прокладка	замок		кольцо верхнее	кольцо нижнее	днище	
			количество вариантов										
			1	3	2	4	3	3	4	3	3	3	
			частота изменений										
1	2	6	5	5	5	5	5	5	5				
A	5	6	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
H	5	8	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
U _p	2	4	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
P	2	2	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
K	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
U _ц	2	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
V	5	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
N	5	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
M	8	3	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Значимость компонента, $Z_{\text{комп}}$ или узла $Z_{\text{узл}}$			2	12	36	60	90		100	105			

Окончательный вариант структуры производства принимается на основе оценочной модели производственной системы, состоящей из частичных парциальных моделей "продукта", "программы продукта", "производства" и "оценки", а также проверки модели на чувствительность [6]. Однако уже на ранних стадиях разработки системы можно наметить первоначальные пути, позволяющие рационально распределить оборудование, осуществить его загрузку и снизить количество возможных вариантов формирования компонентов продукта.

Разработку продукта условно можно подразделить по степени новизны продукта и производства. Поводом для разработки продукта может быть новая технология продукта, требования потребителя, измененные условия конкуренции, новый стандарт и т.д. При рационализации производства, заключающегося в его совершенствовании для выпуска конкурентоспособного (нового) продукта, предлагаемый метод может использоваться лишь частично.

Могут осуществляться только те мероприятия, которые не связаны с изменением продукта. Кроме того, мероприятия, требующие повышенных инвестиций в производственные линии, могут не применяться. Данный метод может полностью с успехом использоваться при разработке нового продукта, интегрированного в производство.

ВЫВОДЫ

1. Формирование компонентов продукта, составленного из узлов (частей), может основываться на анализе матрицы структуры продукта, ориентированной на соответствующие признаки продукта, на воздействия изменений между признаками и компонентами продукта, а также на компоненты продукта.

2. Компоненты продукта могут формироваться (изготавливаться) в производственной системе сменой последовательности производства, интеграцией, дифференцированием и изменением влияния признака продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Темнова Н.К. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №6. С.3...8.
2. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет К.В. Фролов (пред.) и др. – М.: Машиностроение. Машины и агрегаты текстильной и легкой промышленности. Т. IV – 13 / И.А. Мартынов, А.Ф. Прошков, А.П. Якин и др.; Под общ. ред. И.А. Мартынова. 1977.
3. Martin, M. V., Ishii, K.: „Design for Variety“; ASME Design Engineering Technical Conferences and Computers in Engineering Conference. – 22-28 Aug. 1996.

4. Caesar C. „Kostenorientierte Gestaltungsmethodik für variantenreiche Serienprodukte – Variant Mode and Effects Analysis (VMEA)“; Dissertation RWTH Aachen; Aachen 1991.

5. Садов В.А. Формирование производственных систем на уровне производственной линии // Вестник КГТУ. – 2006, № 13. С.78...82.

6. Капустин Н.М. Автоматизация машиностроения. – М.: Высшая школа, 2003.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроения. Поступила 16.06.07.

УДК 677.057.121

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА СПЕКТРА ЧАСТОТ И ФОРМ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ ВАЛОВ ДВУХВАЛКОВОГО МОДУЛЯ

В.А. МАРТЫШЕНКО, А.В. ПОДЪЯЧЕВ, Р.В. ЗАЙЦЕВ

(Костромской государственный технологический университет)

Предложенный ранее [1] аналитический метод определения собственных частот свободных колебаний двухвалкового модуля не позволяет определить весь спектр частот и формы свободных колебаний двухвалкового модуля.

Предлагаемый нами метод позволяет получить весь спектр частот, а также их форму по всей длине вала.

Для решения поставленной задачи весь модуль разбивается на участки постоянной жесткости и выполняется статический расчет конструкции с целью определения коэффициентов упругости основания на контактирующих участках валов.

Свободные колебания простого элемента рассмотрены ранее [2].

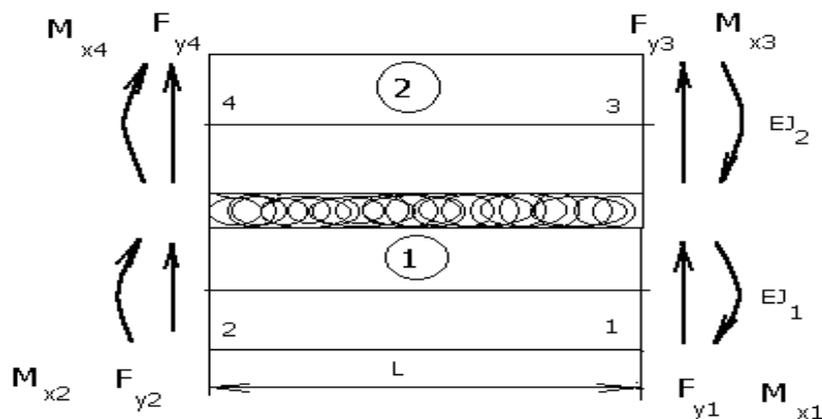


Рис. 1

Свободные колебания парного сэндвич-элемента (рис. 1) предлагается описывать

системой дифференциальных уравнений в частных производных:

$$\begin{cases} EI_1 \partial^4 V_1 / \partial z^4 + \chi(V_1 - V_2) + m_1 \partial^2 V_1 / \partial t^2 = 0, \\ EI_2 \partial^4 V_2 / \partial z^4 + \chi(V_2 - V_1) + m_2 \partial^2 V_2 / \partial t^2 = 0, \end{cases} \quad (1)$$

где EI_1, EI_2 – изгибные жесткости элемента нижнего и верхнего валов; m_1, m_2 – погонные массы валов; χ – коэффициент упругости основания; $V_1 = V_1(z, t), V_2 = V_2(z, t)$ – функции прогибов валов.

Разделяя переменные по методу Фурье:

$$\begin{aligned} V_1(z, t) &= v_1(z)T(t), \\ V_2(z, t) &= v_2(z)T(t), \end{aligned} \quad (2)$$

где $v_1(z), v_2(z)$ – узловые перемещения парных элементов для нижнего и верхнего вала соответственно; функция $T(t)$ удовлетворяет уравнению, описывающему гар-

монические колебания

$$d^2T/dt^2 + \omega^2 T = 0, \quad (3)$$

где ω – частота собственных колебаний системы валов.

Приводим систему уравнений (1) к виду:

$$\begin{cases} EI_1 d^4 v_1 / dz^4 + \chi(v_1 - v_2) - m_1 v_1 \omega^2 = 0, \\ EI_2 d^4 v_2 / dz^4 + \chi(v_2 - v_1) - m_2 v_2 \omega^2 = 0. \end{cases} \quad (4)$$

Для численного решения поставленной задачи представим функции v_1, v_2 в виде рядов [3]:

$$v_1 = \sum \omega^{2(i-1)} v_{1(i-1)}, v_2 = \sum \omega^{2(i-1)} v_{2(i-1)} \quad (i = 1, 2, \dots, n). \quad (5)$$

Подставим (5) в (4):

$$\begin{cases} EI_1 \sum \omega^{2(i-1)} d^4 v_{1(i-1)} / dz^4 + \chi(\sum \omega^{2(i-1)} v_{1(i-1)} - \sum \omega^{2(i-1)} v_{2(i-1)}) - m_1 \omega^2 \sum \omega^{2(i-1)} v_{1(i-1)} = 0, \\ EI_2 \sum \omega^{2(i-1)} d^4 v_{2(i-1)} / dz^4 + \chi(\sum \omega^{2(i-1)} v_{2(i-1)} - \sum \omega^{2(i-1)} v_{1(i-1)}) - m_2 \omega^2 \sum \omega^{2(i-1)} v_{2(i-1)} = 0. \end{cases} \quad (6)$$

Чтобы уравнения (6) тождественно выполнялись при любых значениях ω , необходимо сгруппировать все слагаемые, имеющие одинаковые множители $\omega^{2(i-1)}$ ($i=1, 2, \dots, n$) и приравнять их к нулю.

Так, при удержании двух членов разложения (5) получаем систему четырех линейных однородных дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} EI_1 d^4 v_{10} / dz^4 + \chi(v_{10} - v_{20}) = 0, \\ EI_1 d^4 v_{20} / dz^4 + \chi(v_{20} - v_{10}) = 0, \\ EI_2 d^4 v_{11} / dz^4 + \chi(v_{11} - v_{21}) - m_2 v_{10} = 0, \\ EI_2 d^4 v_{21} / dz^4 + \chi(v_{21} - v_{11}) - m_2 v_{20} = 0. \end{cases} \quad (7)$$

Первые два уравнения (7) образуют независимую систему уравнений, для которых строится общее решение. Третье и четвертое уравнения (7) образуют систему неоднородных дифференциальных уравнений относительно функций v_{11} и v_{21} , в

которой функции v_{10} и v_{20} являются возмущающими членами. Для этой системы уравнений необходимо построить частное решение неоднородных дифференциальных уравнений, которое зависит от вида частных решений однородной системы первого и второго дифференциальных уравнений (7).

$$\begin{aligned} X_{2i-1} &= V_{10}/\ell_0; & X_{2i} &= dX_{2i-1}/d\zeta; & X_{2i+3} &= dX_{2i+4}/d\zeta; & X_{2i+4} &= I_i/I_0 dX_{2i}/d\zeta; \\ X_{2i+7} &= V_{20}/\ell_0; & X_{2i+8} &= dX_{2i+7}/d\zeta; & X_{2i+11} &= dX_{2i+12}/d\zeta; & X_{2i+12} &= I_i/I_0 dX_{2i+8}/d\zeta, \end{aligned} \quad (8)$$

(i=1,2)

где I_0, ℓ_0 – нормирующие множители.

Уравнения (7) и (8) образуют систему шестнадцати дифференциальных уравнений первого порядка:

$$dX/d\zeta = AX, \quad (9)$$

где $X = [X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}]^T$ – вектор кинематических и статических начальных параметров.

$$A = \begin{array}{|c|c|} \hline A_1 & 0 \\ \hline A_2 & A_1 \\ \hline \end{array} \quad (10)$$

Здесь A_1 – блочная матрица восьмого порядка, совпадающая с матрицей связи уравнения состояния статического равновесия сэндвич-элемента двухвалкового модуля; 0 – нулевая квадратная матрица восьмого порядка; A_2 – квадратная матрица восьмого порядка, содержащая только два ненулевых элемента $A_2(5,1) = m_1/m_0$ и $A_2(7,3) = m_2/m_0$; m_0 – нормирующий множитель.

Искомый параметр частоты колебаний

$$\begin{array}{|c|c|} \hline V_2 \\ \hline P_2 \\ \hline \end{array} = \left[\begin{array}{|c|c|} \hline A_{11} & A_{12} \\ \hline A_{21} & A_{22} \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|c|} \hline B_{11} & B_{12} \\ \hline B_{21} & B_{22} \\ \hline \end{array} \right] \cdot \begin{array}{|c|c|} \hline V_1 \\ \hline P_1 \\ \hline \end{array} \quad (11)$$

где A – матрица восьмого порядка, расположенная в левом верхнем углу, а B – матрица восьмого порядка, расположенная в левом нижнем углу матрицы (16x16), полученной после интегрирования системы уравнений.

Краевые кинематические и статические условия представлены в [1].

Введем новые безразмерные переменные, связанные с функциями V_{10} и V_{20} и их производными соотношениями:

валкового модуля выражен в этом случае через нормирующие множители $k = \omega^2 m_0 \ell_0^4 / (E_0 I_0)$.

Систему шестнадцати однородных дифференциальных уравнений первого порядка (9) интегрируем последовательно восемь раз при различных начальных краевых условиях. Первое интегрирование выполняем при начальном векторе $X = (1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)^T$ и восьмой раз – $X = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)^T$.

Решение задачи Коши при начальном векторе, содержащем лишь одну ненулевую компоненту, приводит к нахождению в численном виде одного частного решения однородной системы дифференциальных уравнений на другом конце интервала интегрирования.

Проинтегрировав систему уравнений восемь раз, получаем восемь линейно независимых частных решений на другом конце интервала интегрирования, которые связаны с начальными параметрами уравнением:

Представим систему (11) в виде системы двух матричных уравнений:

$$\begin{cases} V_2 = (A_{11} + kB_{11})V_1 + (A_{12} + kB_{12})P_1, \\ P_2 = (A_{21} + kB_{21})V_1 + (A_{22} + kB_{22})P_1. \end{cases} \quad (12)$$

Преобразуем уравнение (12) с целью получения уравнения состояния колебаний двухвалкового модуля. Для этого разрешим первое уравнение системы (12) отно-

$$\begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{21} & C_{22} \end{bmatrix} + K \cdot \begin{bmatrix} D_{11} & D_{12} \\ D_{21} & D_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}. \quad (13)$$

Так как исходная система дифференциальных уравнений решается с точностью до ω^2 или k , то и уравнение состояния имеет смысл получать с той же степенью точности.

После получения матриц уравнения (13) необходимо в матрицах последовательно изменить знаки элементов столбцов $2i$ и строк $4+i$ ($i=1, 2, 3, 4$).

Уравнение (13) представляет собой известную алгебраическую задачу о нахождении собственных значений и векторов матричного уравнения типа $\|F - \lambda E\| = 0$, где $F=CD^{-1}$. Собственными числами являются нормирующие множители k , а соот-

ветственно P_1 и подставим во второе уравнение (12). Объединяя в одно матричное уравнение, получаем уравнение состояния свободных колебаний :

ветствующие им собственные векторы определяют формы свободных колебаний двухвалкового модуля.

Предложенный алгоритм реализован в среде Delphi. Динамические исследования проведены на математической модели валкового модуля отжимной машины О-180 (рис. 2). Для проведения расчетов были наложены следующие условия закрепления: опорные сечения нижнего вала не имеют линейных перемещений, а сечения верхнего вала, в которых приложены силы, могут перемещаться в вертикальном направлении.

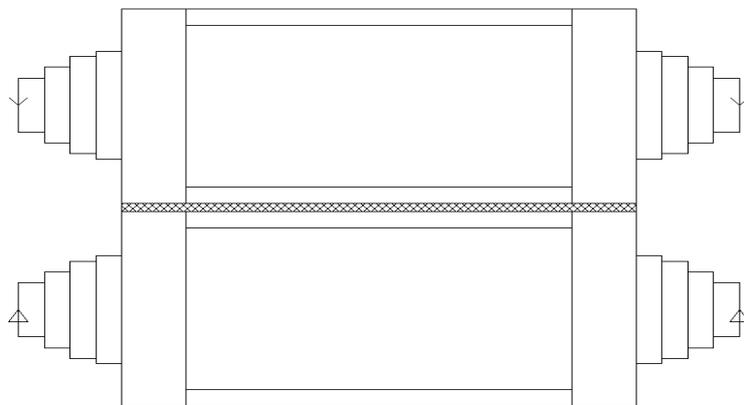


Рис. 2

Для данной пары валов был получен весь спектр частот свободных колебаний (1-я частота – 1724 об/мин, 2-я частота - 2025 об/мин и т.д.). Полученные результаты хорошо согласуются с аналогичными

расчетами, выполненными аналитически методом сканирования [1].

На рис. 3 представлены графики форм первых двух частот свободных колебаний парных сэндвич-элементов двухвалкового модуля О-180.

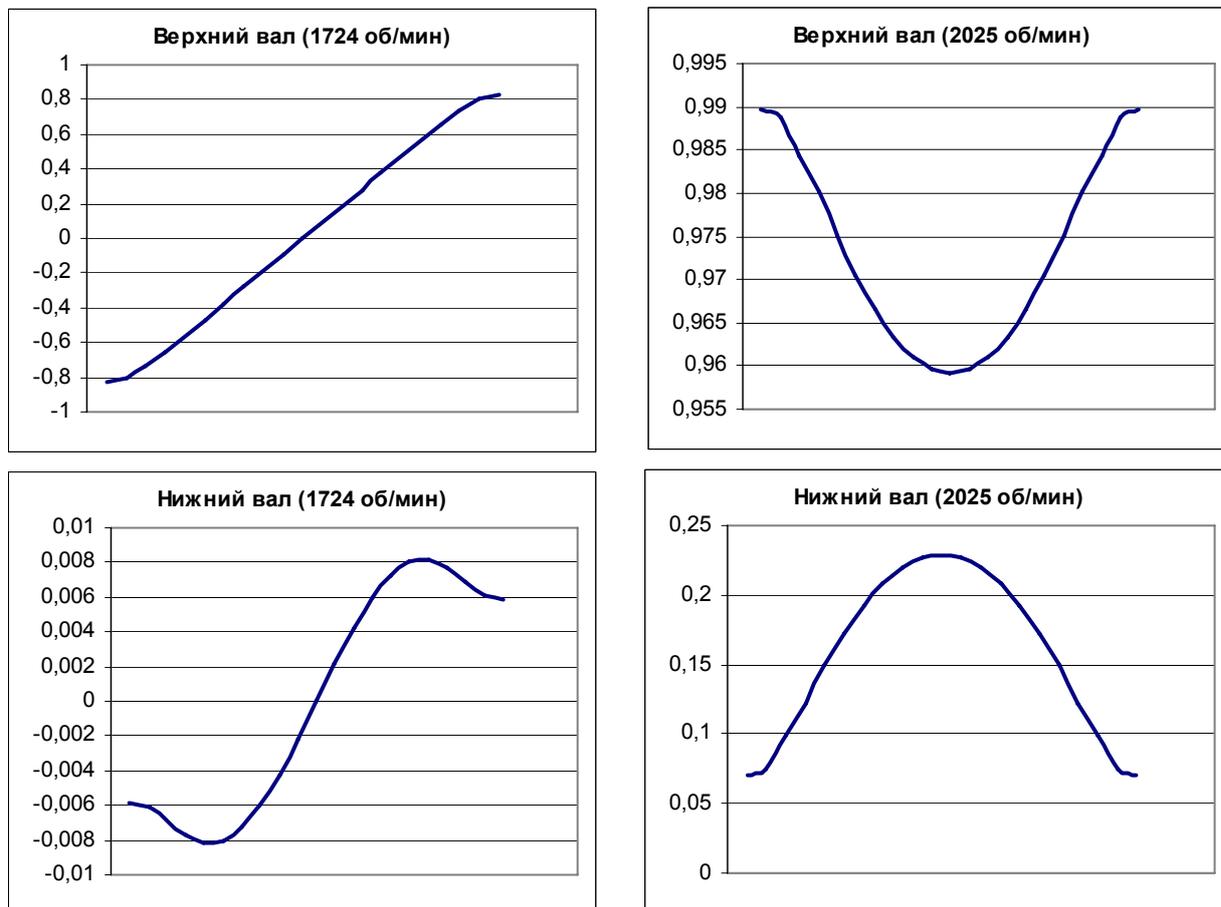


Рис. 3

ВЫВОДЫ

1. Впервые разработан и реализован алгоритм автоматизированного численного расчета спектра частот и форм свободных колебаний валов двухвалкового модуля (колебания стержня на упругом основании, находящемся на упругом стержне).

2. С помощью созданного программного обеспечения показано влияние эластичного покрытия валов на формы свободных колебаний рубашек валов двухвалкового модуля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мартышенко В.А., Подъячев А.В. Свободные колебания валов двухвалковых механизмов текстильного отделочного оборудования // Межвуз. сб. научн. тр. Ленинградского института текстильной и легкой промышленности. – Л., 1987.

2. Мартышенко В.А. Уравнения состояния изгиба, устойчивости и поперечных колебаний стержня // Изв. вузов. Строительство и архитектура. – 1981, №9. С.43...47.

3. Мартышенко В.А. К автоматизированному расчету вынужденных изгибных колебаний двухвалковых модулей текстильного отделочного оборудования // Вестник КГТУ №13, 2006.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 16.06.07.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ МЕХАНИЗМА НАГРУЖЕНИЯ НАЖИМНОГО ВАЛИКА ВЫТЯЖНОЙ ПАРЫ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ*

Ф.И. ГРУЗДЕВ

(Костромской государственный технологический университет)

В настоящее время применяются несколько способов нагружения нажимных валиков прядильных машин. Это пневматический и пружинный механизмы нагружения [1].

Существует множество факторов, которые могут влиять на неравномерность работы вытяжной пары: форма рифлей цилиндров, сминаемость и неравномерный износ эластичного покрытия нажимного валика, биение осей нажимного валика и цилиндра, эллипсность формы нажимного валика, силы трения скольжения в шарнирах, неравномерность мычки по линейной плотности, намоты волокна на нажимной валик. Более существенными факторами являются намоты волокна на нажимной валик, вследствие чего происходит перекося осей нажимного валика, а также сминаемость и неравномерный износ эластичного

покрытия, который приводит к появлению колебаний в рычажном механизме. При наличии одного или нескольких вышесказанных условий в механизме появляются колебания оси нажимного валика, связанного с приклоном, вследствие чего нагрузка на нажимной валик меняется, что сказывается на самом процессе вытягивания и увеличении неравномерности выходящего продукта по линейной плотности.

На рис.1 показана схема механизма нагружения нажимного валика выпускной пары вытяжного прибора машины мокрого прядения льна ПМ-88-Л8, где 1 – приклон; 2 – нажимной валик; 3 – тяга; 4 – фиксирующий рычаг приклона; 5 – седловина оси нажимного валика; 6 – запорная пружина; 7 – ось нажимного валика; 8 – вытяжной цилиндр; 9 – двулучий рычаг.

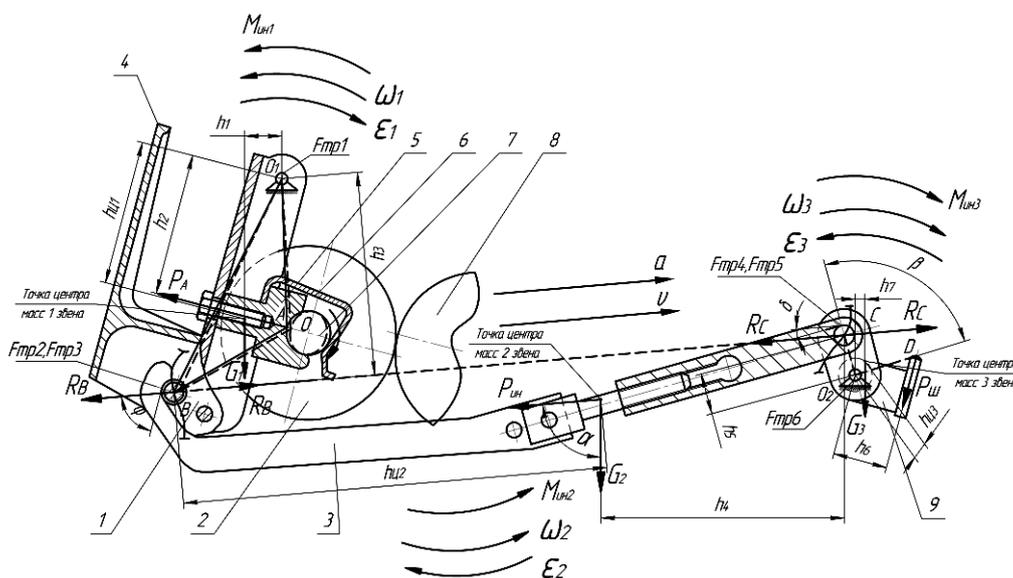


Рис. 1

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

Механизм представлен в статическом состоянии без перемещения самой системы. Он обеспечивает создание прижима нажимного валика P_A за счет давления штока P_{III} на двуплечий рычаг. В нашем случае в точке O располагается ось нажимного валика. Для удобства последующего анализа работы механизма примем, что перемещение приклона осуществляется за счет вращения «кулачка» эллипсной формы вокруг одного из его полюсов, совпадающих с центром оси нажимного валика. При этом величина перемещения при-

клона, вызванная поворотом «кулачка» равна реальной величине его перемещения, вызванная износом покрытия, эллипсностью формы валика и другими вышеназванными факторами. Точка A – точка контакта кулачка и приклона. Точка B – точка контакта приклона и тяги. Точка C – точка контакта тяги и рычага. Точка D – точка контакта рычага со штоком пневмокамеры. Рассматривая механизм как четырехзвенный с кулачком, вращающимся вокруг $t.O$, рассчитаем данный механизм.

$$R_B = \frac{P_A h_2 - G_1 h_1 - M_{ин1} - F_{тр1} h_{тр1} + F_{тр2} h_{тр2}}{h_3}, \quad (1)$$

$$R_C = R_B + G_2 \cos \alpha + P_{ин} + F_{тр3} \cos \varphi + F_{тр4} \cos \delta, \quad (2)$$

$$P_{III} = \frac{-G_3 h_7 - M_{ин3} - F_{тр5} (h_{тр3} + h_5) - F_{тр6} h_{тр4} + R_C h_5}{h_6}, \quad (3)$$

где $h_1, h_2, h_3, h_4, h_5, h_6$ – плечи сил, мм; $h_{ц1}, h_{ц2}, h_{ц3}$ – расстояния до точки центра тяжести, мм; G_1, G_2, G_3 – приведенные силы тяжести, Н; $F_{тр1}, F_{тр2}, F_{тр3}, F_{тр4}, F_{тр5}, F_{тр6}$ – силы трения, Н; $h_{тр1}, h_{тр2}, h_{тр3}, h_{тр4}, h_{тр5}, h_{тр6}$ – плечи от действующих сил трения, мм; $M_{ин1}, M_{ин2}, M_{ин3}$ – моменты инерционных сил звеньев, Н·мм; $P_{ин}$ – сила инерции, Н; φ, δ – углы действия сил трения, град; P_A – общая нагрузка на нажимной валик, Н; R_B, R_C – реакции со стороны отброшенных связей, Н; J_O^1, J_O^3 – осевые моменты инерции звеньев, кг·мм²;

Для кинематического исследования используется программа для визуального моделирования плоских механизмов. Для определения положения приведенного центра масс отдельных звеньев и осевого момента инерции используется трехмерное моделирование (SolidWorks, Kompas) [2].

Общая зависимость P_A от P_{III} в статическом состоянии выглядит следующим образом [3]:

$$P_A = P_{III} \frac{h_3 h_6}{h_2 h_5}, \text{ Н.} \quad (4)$$

Используя приведенные расчетные системы уравнений (1), (2), (3) и (4) проведены расчеты теоретического изменения усилия P_A в зависимости от величины перемещения кулачка при максимальном ускорении в точке A , при перемещении оси нажимного валика на 0,25 мм и скорости выпуска 10 м/мин.

Расчет показал, что значение усилия P_A за счет перемещения оси нажимного валика снижается с 560 до 480 Н, то есть на 14% меньше от первоначальной величины нагружения и это является значительной величиной.

Конструкция пневматической системы включает множество элементов, которые в процессе работы изнашиваются и подвергаются коррозии, поэтому в настоящее время текстильные фабрики стараются применять пружинную систему нагружения, при этом пружина может быть витой или плоской [4].

Перемещение оси нажимного валика негативно сказывается на процессе вытягивания, поэтому нами были проведены экспериментальные исследования действительного отклонения оси нажимного валика от первоначального положения при перемещении механизма нагружения и выявления главных факторов воздействия на

данный механизм. Нагрузка, действующая на ось нажимного валика установленного на прядильной машине, приводит к общей деформации в узле нажимной валик-рифцилиндр, что влияет на изменение профиля кулачка. Проведены замеры отклонений оси нажимного валика в трех случаях: при отсутствии мычки (холостой ход), при обычной работе машины с вытяжкой и при намоте волокна на нажимной валик.

Для измерений был использован специальный кронштейн, который закреплялся к тумбочке контрольной горки. Кронштейн имеет держатель для установки индикатора часового типа и настройки его рабочего положения. Исследования проводили с использованием цифрового фотоаппарата с серийной фотосъемкой. Боковая поверхность нажимного валика разбивалась на секторы, по которой фиксировался угол поворота валика при исследованиях и проверялись показания индикатора. Исследования проводились на прядильной машине ПМ-88-Л8 с пружинной нагрузкой при выработке пряжи № 14,5 из беленой ровницы (№ 1,5) при скорости выпуска около 10 м/мин. Результаты исследований представлены в виде графиков на рис. 2 – показания перемещения оси нажимного валика.



Рис. 2

Колебания оси нажимного валика вытяжной пары происходят в диапазоне 0,11...0,16 мм на холостом ходу, 0,11...0,18 мм при наличии мычки, а при намоте на эластичное покрытие валика одного из выпусков наблюдается постепенный перекосяк и подъем оси нажимного валика от первоначального положения с увеличением амплитуды колебаний его оси.

Таким образом, рычажная система нагружения при работе на машине в условиях прядильного производства испытывает

динамические нагрузки в пределах от минимальных значений перемещения от 0,11 мм до максимальных значений 0,24 мм.

Проведены замеры величин перемещения оси нажимного валика при различной скорости вращения вытяжного цилиндра на холостом ходу и установлены фактические изменения отклонения нажимного валика, представленные в виде графиков на рис.3.



Рис. 3

Исследования показали, что в рычажном механизме системы нагружения ось нажимного валика имеет перемещение, что приводит к появлению динамических сил и сил сопротивления в шарнирах и влияет на изменение величины нагружения нажимного валика.

ВЫВОДЫ

Предложена методика силового расчета механизма нагружения выпускной пары вытяжного прибора прядильной машины мокрого прядения льна ПМ-88-Л8 с учетом колебаний оси нажимного валика и проведен экспериментальный анализ величин изменения положения оси нажимного валика от своего первоначального положения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Груздев Ф.И., Моденов А.А., Козырева Н.А. Модернизация механизмов нагружения нажимных валиков прядильных машин мокрого прядения // Научн. тр. молод. ученых/ Костромской гос. техн. ун-т. — Кострома: КГТУ, 2007. Вып.8. Ч. 1. С.36...42.
 2. Титов С.Н. Инерционные характеристики звеньев механизмов. — Кострома: КГТУ, 2001.
 3. Незеленов С.В. Расчет и конструирование вытяжных приборов и крутильно-мотальных механизмов льнопрядильных машин. — Кострома: КТИ, 1994.
 4. Фарукишин В.В. Совершенствование методов расчета вытяжных механизмов для мокрого прядения льна: Дис...канд.техн.наук. — Кострома, 1999.
- Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 16.06.07.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРЯДКИ ВОЛОКНА С КОЛОСНИКОМ В ПРОЦЕССЕ ОЧИСТКИ С УЧЕТОМ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Е.И. ГРОМОВА, Д.А. ЛЕБЕДЕВ

(Костромской государственный технологический университет)

При обработке в волокноочистителях слой волокнистого материала подвергается воздействию пыльных цилиндров, колосниковой решетки и воздушных потоков. Последние появляются от вращательного движения пыльных цилиндров и оказывают существенное влияние на технологию обработки сырья. Аэродинамическое воздействие может быть настолько активным,

что практически исключит соприкосновение волокна с колосниками, поэтому оценка сил аэродинамического сопротивления очень важна.

В данной работе нами исследуется влияние аэродинамических сил на волокно в процессе очистки [1...5].

Поставленная задача решалась аналитическим и экспериментальным методами.

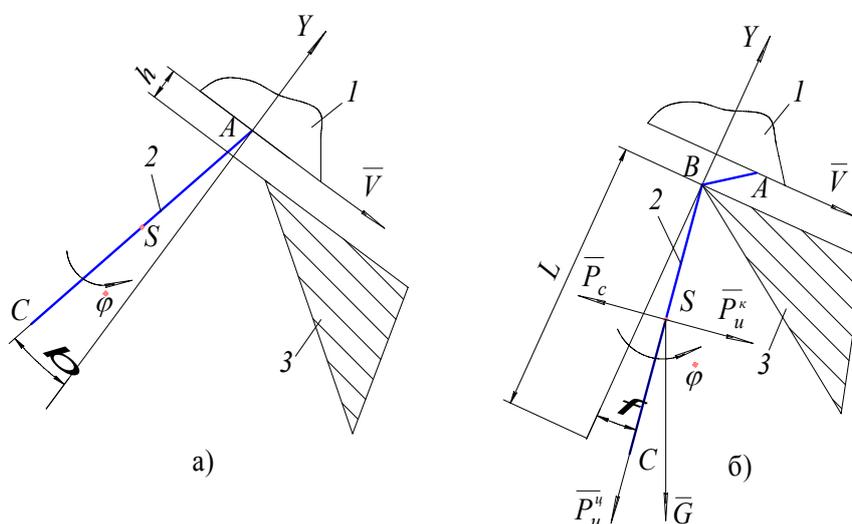


Рис. 1

Рассмотрим движение свободного конца пряди (АС), закрепленного на пыльном цилиндре в точке А (рис. 1-а и б – схема сил, действующих на волокно: 1 – пыльный цилиндр; 2 – прядка волокна; 3 – колосник). До взаимодействия с колосником свободный участок пряди АС совершает движение вместе с пыльным цилиндром вокруг его оси. После начала взаимодействия с колосником прядь волокна будет совершать сложное движение. Помимо прямолинейного движения вдоль своей оси свободный участок прядки волокна будет совершать вращательное движение по отношению к колоснику, в результате чего происходит огибание рабочей кромки ко-

лосника В. Таким образом, на прядь волокна при ее переносном вращательном движении вокруг оси пыльного цилиндра и относительном движении по колоснику будут действовать следующие силы: сила сопротивления воздуха – P_c , центробежная сила инерции – $P_{\text{ц}}$, сила тяжести – G , кориолисова сила инерции – $P_{\text{и}}$.

Для удобства анализа нами были приняты следующие допущения:

– заменяем распределенные силы $P_{\text{ц}}$, G , P_c и $P_{\text{и}}$ равнодействующими силами, сосредоточенными в центре тяжести прядки волокна;

– поскольку скорость относительного движения пряжи волокна по передней грани зуба невелика, будем полагать прядь, закрепленной в точке А.

Таким образом, уравнение движения пряжи при взаимодействии с колосником полученное в работе [1], с учетом силы аэродинамического сопротивления примет вид:

$$\ddot{\varphi} - \frac{2}{L} \frac{dL}{dt} \dot{\varphi} + \frac{g}{L} \sin\varphi = \frac{-M_c}{mL^2}, \quad (1)$$

где L – длина свободной части прядки ($L=BC$); φ – угол поворота пряжи при движении свободного конца; m – масса прядки волокна; M_c – момент от силы сопротивления воздуха при вращательном движении прядки.

Величина L переменная и может быть определена из выражения [2]:

$$L = L_B - \sqrt{V^2 t^2 + 2V t h \operatorname{tg}\beta + \frac{h^2}{\cos^2\beta}}, \quad (2)$$

где h – величина технологической разводки (расстояние между пыльным цилиндром и колосником); β – угол отклонения пряжи волокна от радиального направления при вращении пыльного диска под действием сил аэродинамического сопротивления; V – скорость движения пыльного цилиндра; L_B – длина захваченной пыльным цилиндром пряжи волокна ($L_B = AC$).

Дифференциальное уравнение (1) может быть решено численным методом. Для решения надо задаваться параметрами, характеризующими процесс взаимодействия V , h , L_B и M_c . Величина M_c нам не известна. Для того, чтобы учесть момент сопротивления при решении уравнения (1), сделаем следующее.

Известно [3], что при вращательном движении пряжи с пыльным цилиндром она отклоняется на угол β от радиального направления (рис. 1-а). Величина этого уг-

ла определяется аэродинамическим сопротивлением. Величина соотношения сил аэродинамического сопротивления и центробежных сил может быть выражена как:

$$P_c = kP_{и}^{\text{ц}}, \quad (3)$$

где P_c – сила сопротивления воздуха; k – коэффициент соотношения силы аэродинамического сопротивления и центробежной силы инерции. Определяется экспериментально в зависимости от характеристик пряжи волокна; $P_{и}^{\text{ц}}$ – сила инерции при вращательном движении прядки.

Для рассматриваемого случая вращательного движения прядки вокруг точки В при взаимодействии с колосником можно записать:

$$P_{и}^{\text{ц}} = m\dot{\varphi}^2 L. \quad (4)$$

Таким образом, выражение для момента сопротивления примет вид, который позволит нам уравнение (1) решить численным методом.

$$M_c = km\dot{\varphi}^2 \frac{L^2}{2}. \quad (5)$$

Дифференциальное уравнение (1) решалось с помощью прикладного математического пакета MathCAD. При этом задавались следующие параметры системы: угол β примем согласно опытам постоянным и равным 25 град; технологическую разводку h – 1 мм; длину волокна L_B – 35 мм; скорость движения пыльного цилиндра V – 10 м/с. Поскольку длина волокна $L_B=35$ мм, то время взаимодействия прядки с колосником выбираем не более 0,003 с. Коэффициент соотношения сил k согласно исследованиям работы [3] изменяется в пределах от 0,5...0,7.

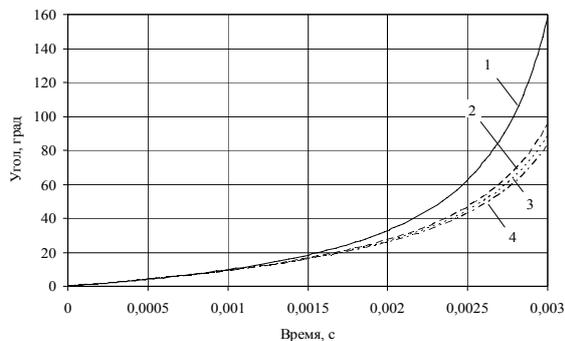


Рис. 2

На рис. 2 и 3 приведены соответственно графики изменений угла поворота пряжи волокна Φ и угловой скорости $\dot{\Phi}$ от времени t (для обоих рисунков: кривые 1 – без учета аэродинамического сопротивления; кривые 2, 3, 4 – с учетом его при $k=0,5$; 0,6 и 0,7).

Анализ графиков позволяет говорить,

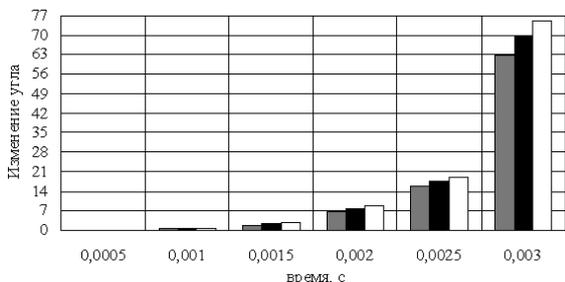


Рис. 4

На рис. 4 представлено падение роста угла при различных коэффициентах соотношения сил k ; на рис. 5 – потери угловой скорости вращения пряжи волокна относительно кромки колосника при различных коэффициентах k .

Анализируя приведенные графики, можно видеть, что с течением времени взаимодействия скорость вращения пряжи волокна относительно кромки колосника падает в результате сил аэродинамического сопротивления. Причем потеря скорости будет тем больше, чем больше коэффициент соотношения сил k . Так, в случае неучета сопротивления воздушной среды угловая скорость захлестываемого участка пряжи волокна достигает значения 7020,1 рад/с, а при его учете – 3134,9 рад/с (при коэффициенте соотношения сил $k = 0,5$). Поэтому для более точного описания про-

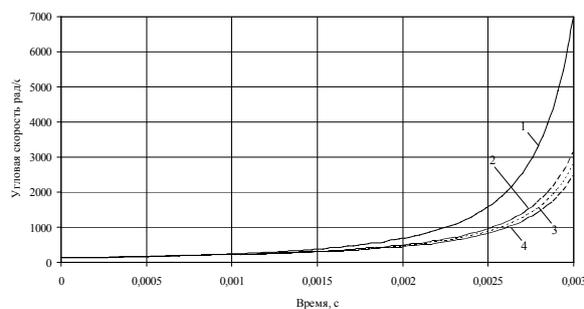


Рис. 3

что наибольшее изменение угла поворота пряжи волокна и ее угловой скорости наблюдается при времени взаимодействия свыше 0,002 с. Поэтому нами дополнительно представлен характер изменения Φ и $\dot{\Phi}$ на рис. 4 и 5.

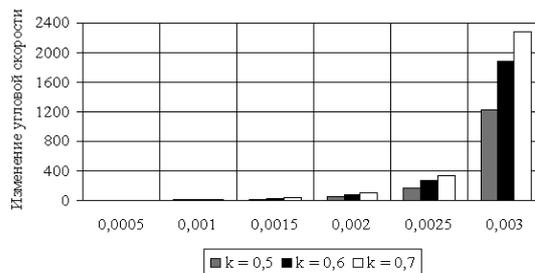


Рис. 5

цесса очистки необходимо учитывать данные силы.

ВЫВОДЫ

1. Разработана математическая модель взаимодействия пряжи волокна с колосником треугольного профиля, которая описывает процесс взаимодействия пряжи волокна с элементом колосниковой решетки с учетом аэродинамического сопротивления.

2. Воздушные потоки существенно влияют на взаимодействие пряжи волокна с колосником в процессе очистки. Они могут значительно уменьшать скорость огибания пряжью колосника, а следовательно, и силовые характеристики взаимодействия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Корабельников А.Р., Лебедев Д.А., Громова Е.И.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 4С.
2. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 1.
3. *Корабельников А.Р., Лебедев Д.А.* Определение сил аэродинамического сопротивления в процессе очистки натуральных волокон // Научн. тр. молод. ученых КГТУ. – 2007, № 8.

4. *Корабельников Р.В.* Теория и практика совершенствования очистителей волокна: монография. – Кострома: КГТУ, 2001.

5. *Разин С.Н.* Теоретические основы совершенствования механической модификации льна: монография. – Кострома: КГТУ, 2005.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 16.06.07.

УДК 677.051.256.004

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ТРАНСПОРТИРУЮЩИХ РЕМНЕЙ ТРЕПАЛЬНЫХ МАШИН НА ОСНОВЕ ИХ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Н.И. КОВАЛЕНКО

(Костромской государственной технологической университет)

Одним из основных рабочих органов трепальных машин, используемых в первичной обработке лубяных волокон, является зажимной транспортирующий механизм. Его задача заключается в обеспечении надежного зажима слоя сырца в процессе перемещения последнего вдоль секций машины и обработки его бильными барабанами. Конструктивное исполнение зажимных транспортирующих механизмов трепальных машин различных марок существенно отличается друг от друга. Это отличие определяется в основном способом зажима прядей обрабатываемого материала в транспортирующих ремнях зажимного транспортирующего механизма [1].

Существующие в настоящее время транспортирующие механизмы не обеспечивают в полной мере решения поставленной задачи. Анализ их работы показывает, что в результате действия на слой бил трепальных барабанов в нем возникают такие силы натяжения, которые значительно превышают силы зажима слоя. В результате этого происходит выдергивание отдельных прядей из зажима транспортирующих ремней, и большое количество ценного длинного волокна попадает в отходы. Кроме того, в силу несовершенства слое-

формирования отдельные стебли в слое оказываются смещенными относительно друг друга и попадают под зажим транспортирующих ремней частично. Этот фактор уменьшает надежность удержания прядей сырца, что приводит также к большим потерям волокна.

В силу этих причин на протяжении многих лет велись разработки в направлении создания более совершенных зажимных транспортирующих механизмов, одним из направлений которых является изменение формы транспортирующих ремней, что позволит исключить выдергивание прядей сырца и снизить потери длинного волокна.

Многие из этих разработок не нашли широкого промышленного применения, но имеют ряд оригинальных решений, позволяющих использовать их для обеспечения более надежного зажима сырца в транспортирующих ремнях. Каждое конструктивное решение не лишено своих достоинств и недостатков. Следует заметить, что эти конструктивные решения форм транспортирующих ремней были получены на основе экспериментальных данных, эмпирических зависимостей, не имея в своей основе теоретической базы исследо-

вания, такой как теория упругости, теория прочности.

В данной работе на основе метода конечных элементов проанализированы конструктивные исполнения различных форм транспортирующих ремней с целью определения наиболее рациональной их формы, отвечающей предъявляемым к ним требованиям.

Для проведения исследования было выбрано математическое моделирование как метод исследования. Математическая модель строилась на основе трехмерного представления ремней. Трехмерные модели строились в системе AutoCAD. Полученная трехмерная модель экспортировалась в среду стандартного программного продукта Design Space. Далее моделировались нагрузки и физические, и геометрические характеристики исследуемого объекта. На основе пакета Design Space оценивали напряженно-деформированное состояние моделей ремней.

Для удобства анализа конструктивных решений различных форм транспортирующих ремней рассматривали линию сопряжения ремней, вдоль которой располагаются пряди зажимаемого материала. Линия

сопряжения (рис.1, где 1 – верхний ремень, 2 – нижний ремень; 3 – слой, зажатый между двумя ремнями) условно была разбита на пять участков, которые в дальнейшем будем называть: 1 и 5 – вертикальные, 2 и 4 – радиальные, 3 – горизонтальный.

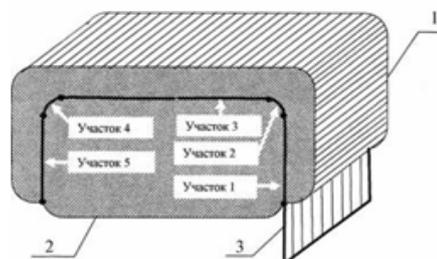


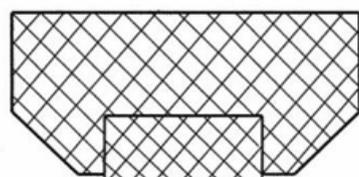
Рис. 1

Для оценки конструктивного решения использовались следующие критерии.

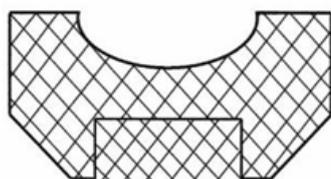
1.Равномерность распределения напряжений вдоль линии сопряжения транспортирующих ремней.

2.Распределение напряжений по участкам линии сопряжения транспортирующих ремней.

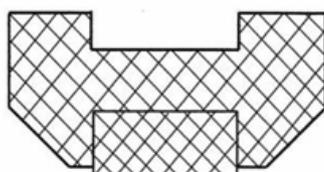
3.Максимальные значения напряжений вдоль линии сопряжения.



Модель 1



Модель 2

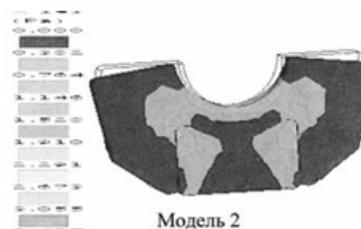


Модель 3

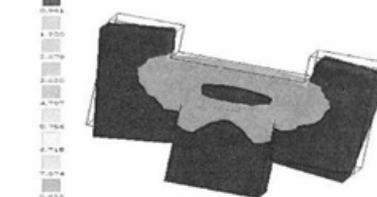
Рис. 2



Модель 1



Модель 2



Модель 3

Рис. 3

Анализировалось несколько вариантов конструктивных решений моделей ремней (рис.2 – сечения транспортирующих ремней).

Результаты расчета исследуемых моделей представлены в виде картин напряженно-деформированного состояния (рис.3), на основе анализа которых построены зависимости изменения нормального напряжения

от координаты точки на линии сопряжения для моделей 1...3 (рис.4). При этом координата изменялась от 0 до 37 мм, что соответствует половине длины линии сопряжения. График представлен в таком виде, поскольку исследуемые модели симметричны относительно вертикальной оси. Точками на графике показаны границы участков линии сопряжения.

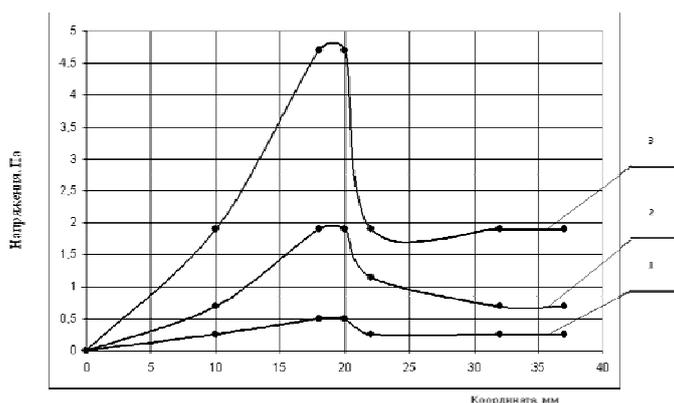


Рис. 4

Сравнивая распределение нормального напряжения по длине вертикального участка линии сопряжения ремней (0...18 мм) для моделей 1, 2 и 3, можно заключить, что величина нормального напряжения для модели 1 в 4 раза меньше аналогичного для модели 3, а для модели 2 – в 2 раза меньше напряжения модели 3.

Проводя анализ результатов расчета напряженно-деформированного состояния для горизонтального участка линии сопряжения (23...37 мм), можно заключить, что здесь нормальные напряжения для модели 1 примерно в 4 раза меньше, чем у модели 2, для модели 2 – в 2 раза меньше, чем у модели 3.

Также можно сказать, что напряжение на горизонтальном участке модели 1 меньше внешнего давления примерно в 4 раза, а для модели 2 – в 2 раза меньше внешнего давления. Для модели ремней 3 примерно соответствует нормальное напряжение внешнему давлению.

Из графиков видно, что максимальное значение нормального напряжения имеет место на радиальном участке линии со-

пряжения ремней (20...23 мм), причем для модели 3 они имеют самую большую величину. Следовательно, на основании выбранных критериев можно сделать заключение, что модель 3 отвечает требованиям надежности зажима прядей.

Анализ подобных графиков для других моделей ремней позволяет на основе предложенных критериев выбрать наиболее оптимальную конфигурацию ремней, которая обеспечит наиболее надежную фиксацию прядей, зажатых в транспортирующих ремнях в процессе трепания. Очевидно, что для наиболее надежной фиксации прядей необходимо, чтобы площадь криволинейной трапеции, расположенной под соответствующей диаграммой, была максимальной.

Представленную методику расчета напряженно-деформированного состояния моделей транспортирующих ремней трепальных машин можно использовать и для анализа ремней, имеющих другие формы сечения, что позволит выбрать ту конфигурацию, которая отвечает предъявляемым к ней требованиям.

Использование компьютерного моделирования позволяет на этапе проектирования выбрать конструктивное решение, удовлетворяющее требованиям надежности зажима пряжей обрабатываемого материала в транспортирующих ремнях трепальных машин.

1. Лапшин А.Б. Развитие теории получения трепаного льняного волокна: Дис...докт. техн. наук. – Кострома, 2002.

Рекомендована кафедрой вычислительной техники. Поступила 16.06.07.

УДК 677.057.121

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ВЫПУСКНОЙ ПАРЫ И ЕЕ РЕАЛИЗАЦИЯ В ФОРМЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

В.В. ФАРУКШИН

(Костромской государственной технологической университет)

Выпускные пары текстильных машин (ленточных, ровничных, прядильных и т.д.) по своей сути относятся к валковым механизмам. В [1] для воспроизведения логики функционирования изучаемого объекта, отражения структуры исследуемой системы, свойств ее элементов, причинно-следственных связей, присущих системе, строится концептуальная модель процесса взаимодействия валкового устройства с текстильным материалом. В [2] для анализа динамических параметров

валкового механизма разработанная концептуальная модель представляется в виде механической цепи. Предложенная модель в большей степени отражает функционирование валковых устройств отделочного оборудования и не может быть использована при исследовании выпускных пар текстильных машин, существенно отличающихся от механизмов отделочного производства по ряду конструктивных и технологических признаков.

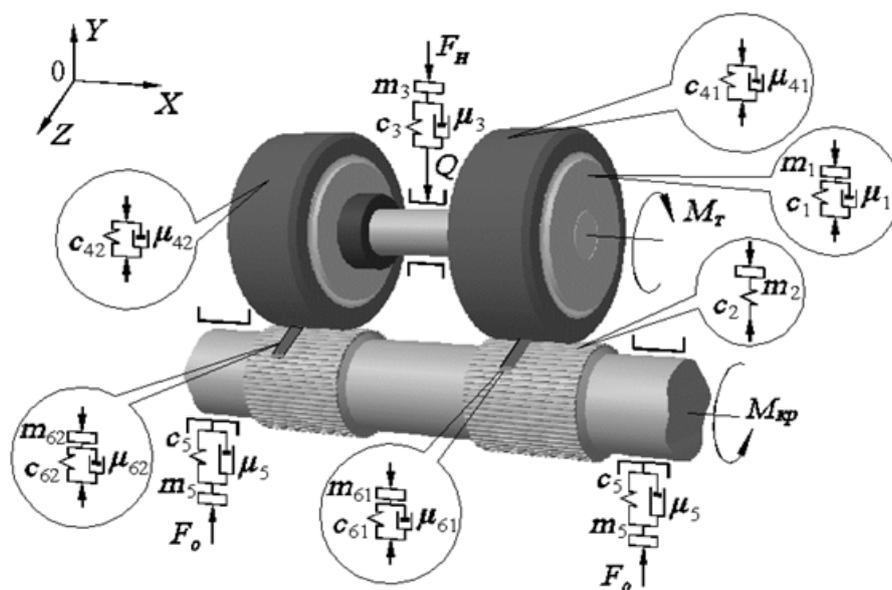


Рис. 1

Концептуальная параметрическая модель взаимодействия элементов выпускной пары (на рис. 1 в качестве примера показана модель выпускной пары машины мокрого прядения льна) состоит из восьми одностепенных систем: m_1 – нажимного валика, m_2 – рифленого цилиндра, m_3 – системы нагружения, m_{41} и m_{42} – эластичных покрытий, m_5 – подшипниковых опор, m_{61} и m_{62} – выпускаемого продукта, на которые действуют внешние силовые факторы: сила, F_n , вращающий момент $M_{кр}$, нагрузка F_o , возникающая вследствие неточности изготовления остова машины, а также возмущающие силы, обусловленные общей неуравновешенностью системы, неточностью изготовления ее элементов (эксцентриситеты валика и цилиндра, наличие рифлей, некруглость формы поперечного сечения покрытия и т.д.), непрерывного внешнего воздействия, вызываемые неровнотой продукта, проходящего через жало валов. Возникающие при этом динамические процессы отрицательно влияют на качество выпускаемого продукта (появляется дополнительная неровнота) и снижают показатели надежности и долговечности оборудования.

Концептуальная модель выпускной пары строится с учетом параметров ее структурных элементов: рифленого цилиндра, нажимного валика, эластичного покрытия и выпускаемого продукта, которые определяются комплексными моделями элементов, обобщающими все возможные варианты конструктивного исполнения пары.

Учитывая упруговязкие свойства каждого из элементов системы и приложенные к ним динамические нагрузки, для анализа динамики исследуемого объекта концептуальную модель выпускной пары представим в виде параллельно-последовательного сочетания звеньев механической цепи (рис. 2), которое, согласно теории построения таких цепей [3], рассматривается как совокупность элементарных пассивных и активных двухполосников, соединенных между собой и отражающих соответствующие свойства элементов системы

(упругие, диссипативные, инерционные), а также идеализированных источников силы и кинематических величин.

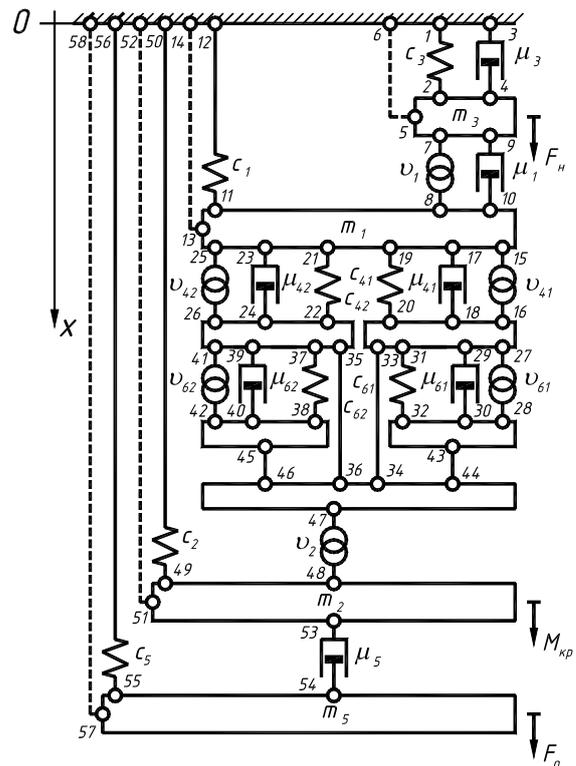


Рис. 2

Динамические характеристики системы нагружения представляются в виде параллельно соединенных упругости c_3 и демпфера μ_3 . Полосы 1 и 3 принадлежат неподвижной поверхности, относительно которой происходит перемещение элементов динамической системы (абсолютная система отсчета). Полосы 2 и 4 соединены инерционным элементом – массой m_3 (полосы 5, 6), являющейся приведенной массой элементов системы нагружения, которая воздействует через полюсы 7, 9 на нажимной валик, характеризуемый инерционным элементом m_1 (полосы 13, 14), диссипативным элементом μ_1 , отражающим вязкие свойства материала объекта, и упругостью c_1 . Так как упругость c_1 имеет двойную связь с подвижной массой m_1 (полосы 11) и с неподвижной поверхностью (полосы 12), то рассматриваемая механическая цепь может быть определена как непланарная. Источник кинематического

возмущения U_1 обуславливается эксцентриситетами тумбочек валика.

Упруговязкие характеристики эластичных покрытий нажимного валика в соответствии с реологическими свойствами полимерного материала представлены в виде упругостей c_{41} (полюсы 19, 20), c_{42} (полюсы 21, 22) и демпферов μ_{41} (полюсы 17, 18), μ_{42} (полюсы 23, 24), соединенных невесомыми балками (вырожденные безынерционные элементы). Влиянием масс покрытий пренебрегаем ввиду их относительной малости. Источниками кинематических возмущений U_{41} и U_{42} могут служить некруглость формы поперечного сечения покрытия и намоты продукта.

Продукт в системе характеризуется упругими c_{61} , c_{62} и демпфирующими μ_{61} , μ_{62} элементами, соединенными невесомыми балками. Влияние массы продукта не учитываем ввиду ее малости, она служит в разработанной модели лишь для количественной оценки продукта (лента, ровница, пряжа), находящегося в технологической зоне. Кинематические возмущения технологического характера U_{61} и U_{62} вызываются неровнотой продукта. Возмущения как от эластичных покрытий, так и от продукта воспринимаются рифленным

цилиндром через безынерционный элемент (полюс 47).

Цилиндр представляется инерционным элементом – массой m_2 (полюсы 51, 52) и упругостью c_2 , обладающей двойной связью с подвижной массой m_2 (полюс 49) и неподвижным остовом (полюс 50), образующей очередную непланарность. Источником кинематического возмущения U_2 могут служить эксцентриситеты тумбочек цилиндра, а также наличие рифлей. Так как цилиндр является приводным, то он подвержен воздействию вращающего момента $M_{кр}$.

Подшипниковые опоры рифленого цилиндра представлены в виде массы m_3 (полюсы 57, 58), демпфера μ_5 (полюсы 53, 54) и упругости c_5 , обладающей двойной связью (полюсы 55, 56).

На основании вышеизложенного построена механическая цепь модели взаимодействия элементов выпускной пары в виде параллельно-последовательного сочетания колебательных контуров (рис. 3). Для реализации пространственной модели выпускной пары использовался пакет Autodesk Inventor, механической цепи – Matlab, включая Simulink.

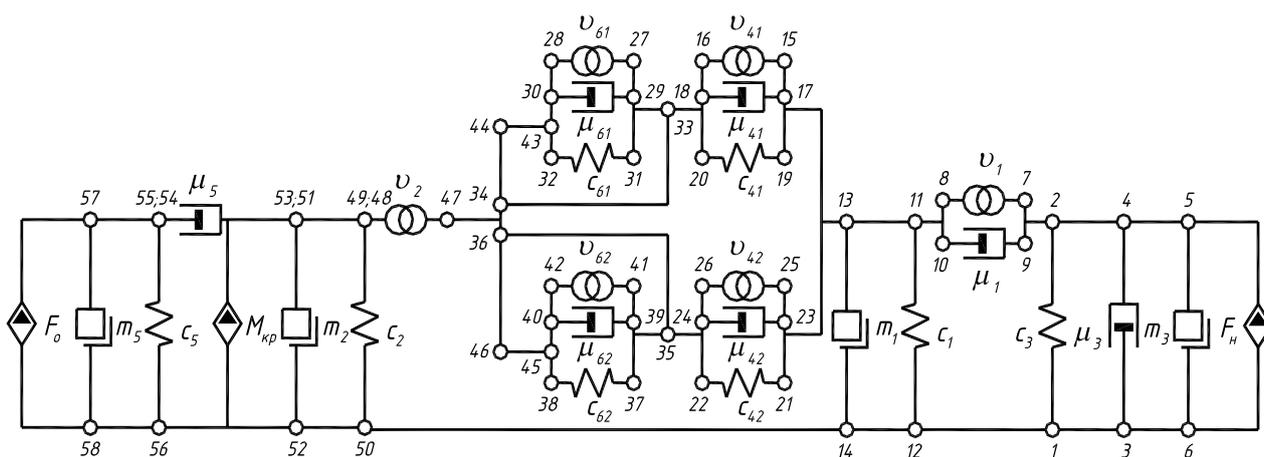


Рис. 3

ЛИТЕРАТУРА

1. Калинин Е.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 2. С.106...108.

2. Калинин Е.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 5. С.118...120.

3. Дружинский И.А. Механические цепи. – Л.: Машиностроение, 1977.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 16.06.07.

УДК 677.051

ОЦЕНКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТКАНИ С ЭЛЕМЕНТОМ ШИРИТЕЛЯ

С. Н. ТИТОВ, А. А. НОСОЧКОВ, А. Ю. СМИРНОВ

(Костромской государственной технологической университет)

Теоретический анализ технологических усилий, возникающих при взаимодействии ткани с рабочим элементом винтового или планчатого ширителя [1], показал, что усилие ширения Q зависит от угла наклона рабочего элемента по отношению к продольной оси ткани α и от продольной силы взаимодействия ткани с этим элементом F следующим образом:

$$Q = \frac{1}{2} F \sin 2\alpha .$$

При этом сила F применительно ко всему ширильному устройству представляет собой интегральное усилие воздействия ткани на рабочий орган ширителя, численно равное разности натяжений ткани до и после ширителя. Эффект ширения пропорционален этой силе и, следовательно, возрастает с увеличением энергозатрат на перемещение ткани по рабочей поверхности ширителя. Если ввести понятие эффективности ширения, как отношения усилия ширения к продольной силе, то теоретически ее величина будет зависеть лишь от угла α :

$$Q/F = 0,5 \sin 2\alpha .$$

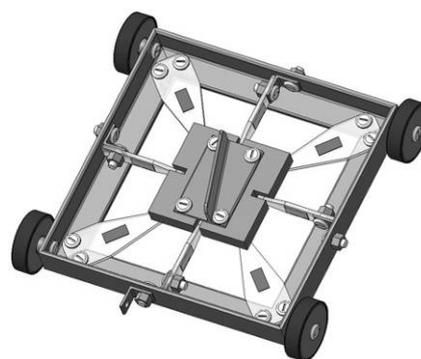


Рис. 1

Для экспериментальной оценки взаимодействия ткани с элементом ширителя нами было разработано и изготовлено устройство (рис. 1), представляющее собой квадратную тележку, снабженную четырьмя обрешиненными, свободно вращающимися на своих осях, колесами, четырьмя горизонтальными и четырьмя вертикальными упругими чувствительными элементами, представляющими собой балочки равного сопротивления изгибу с наклеенными на них тензорезисторами. На горизонтальных упругих элементах свободно лежит платформа, представляющая собой прямоугольный параллелепипед, на верхней грани которого закреплен имитатор рабочего элемента ширителя, а в середи-

нах боковых граней имеются пазы, в которые помещены концы вертикальных упругих элементов. Такая конструкция обеспечивает шесть степеней малых перемещений платформы, позволяя тем самым регистрировать как вертикальную силу давления со стороны ткани на имитатор элемента ширителя, так и две составляющих горизонтальных сил – сопротивление перемещению тележки со стороны ткани и возникающее при этом перемещении усилие ширения. Обрезинка колес препятствует боковому смещению тележки при ее движении под действием усилия ширения.

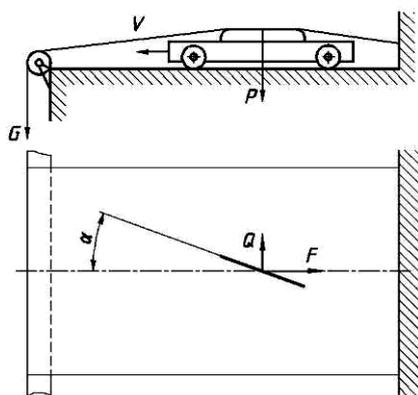


Рис. 2

При проведении измерения тележку устанавливали на горизонтальный стол (рис. 2), над ней натягивали полосу ткани (использовалось полотно простынное полотняное) шириной около 30 см таким образом, чтобы ткань постоянно оказывала давление P на выступающий над тележкой имитатор элемента ширителя, не касаясь при этом остальных элементов устройства. Для обеспечения постоянства натяжения ткани применялись грузы массой от 2 до 9 кг, а сама ткань проводилась через направляющий пруток. Далее тележку тянули в направлении V со скоростью около 10 см/с, регистрируя при этом с помощью светолучевого осциллографа как вертикальное давление P , так и горизонтальные усилия F и Q .

Результаты измерений для четырех значений натяжений ткани G и четырех значений угла α после соответствующей математической обработки сведены в табл. 1, куда дополнительно включены теоретические значения эффективности ширения для тех же углов.

Таблица 1

Вес груза G , Н	Угол α , град	Давление P , Н	Продольная сила F , Н	Поперечная сила Q , Н	Эффективность ширения Q/F	Эффективность ширения теор. $0,5 \cdot \sin 2\alpha$
20	10	4,7	0,95	0,15	0,158	0,171010
40		9,5	2,30	0,35	0,152	
70		17,0	4,60	0,85	0,185	
90		21,5	6,25	1,25	0,200	
20	20	4,5	0,95	0,30	0,316	0,321394
40		9,5	2,45	0,75	0,306	
70		16,6	4,65	1,55	0,333	
90		21,0	6,50	2,15	0,331	
20	30	4,5	1,00	0,40	0,400	0,433013
40		9,2	2,40	1,00	0,417	
70		16,9	4,75	1,95	0,411	
90		21,5	6,65	2,65	0,398	
20	40	4,6	1,05	0,50	0,476	0,492404
40		9,1	2,45	1,15	0,469	
70		17,1	4,95	2,25	0,455	
90		21,5	7,10	3,00	0,423	

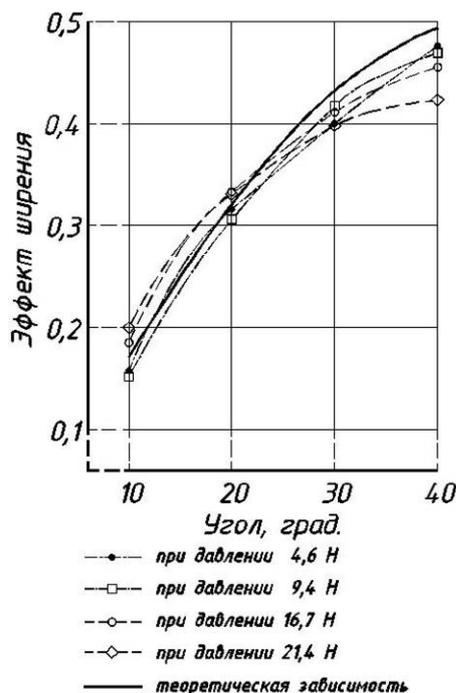


Рис. 3

Теоретическая и экспериментальные зависимости эффективности ширения представлены также в форме графиков на рис. 3, из которых следует, что с ростом угла α более 30° наблюдается существенное снижение экспериментальной величины эффективности ширения по сравнению с теоретическим уровнем. При этом величина снижения увеличивается с ростом силового воздействия на ткань со стороны ширителя, обусловленного натяжением ткани. Если же углы α относительно малы (до 20°), то может наблюдаться и увеличение экспериментального уровня эффективности ширения по отношению к теоретическому, увеличивающееся с ростом натяжения ткани.

Объяснить такой эффект можно тем, что с ростом давления ткани на рабочий элемент ширителя увеличивается ее де-

формация, приводящая к увеличению угла охвата элемента ширителя тканью в плоскости, перпендикулярной его оси. Это явление приводит, в свою очередь, к увеличению трения ткани по элементу ширителя в направлении, перпендикулярном его оси, а в направлении вдоль оси высокий уровень давления приводит к сглаживанию неровностей ткани, облегчая ее скольжение по рабочему элементу ширителя.

Безусловно, что этот эффект требует дальнейшего детального теоретического и экспериментального изучения.

Проведенные экспериментальные исследования претендуют лишь на роль предварительных. Их основной задачей была апробация метода физического моделирования и пригодности экспериментальной установки для дальнейших исследований.

Однако даже предварительные исследования позволяют сделать вывод о том, что для достижения высокого технологического эффекта ширения ткани не следует располагать рабочие элементы ширительно-го устройства под углами, превышающими 25° по отношению к направлению движения ткани. При этом может быть достигнут оптимальный щадящий режим обработки ткани.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Городисский Л. Г., Кузнецов Г. К., Титов С. Н.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — №5, 2006.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 16.06.07.

АНАЛИЗ УСИЛИЯ ЗАЖИМА ЛЕНТЫ В ПИТАЮЩЕЙ ПАРЕ ВЫТЯЖНОГО ПРИБОРА*

Е.С. КИРИЛЛОВА, Е.П. ПОГОНЩИКОВА

(Костромской государственной технологической университет)

В рамках работы по совершенствованию технологии получения льняной некрученной ровницы [1] проводился анализ усилия зажима ленты в питающей паре

вытяжного прибора. Экспериментальная ровничная машина создана на базе ленточной машины третьего перехода ЛЧ-4-Л [2].

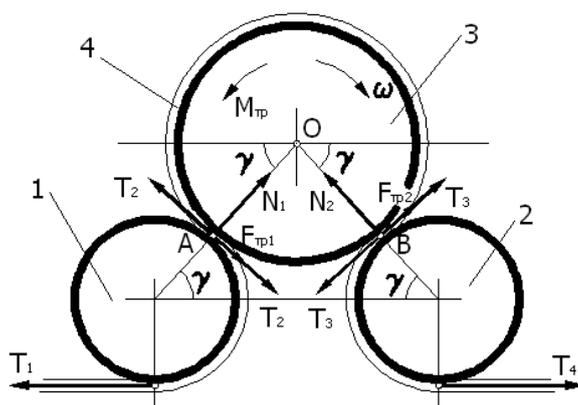


Рис. 1

Питающая пара (рис.1) представляет собой пару приводных валиков 1 и 2, нагруженных накладным валиком 3 – «жокеем». Лента 4 зажимается между ним и приводными валиками за счет собственно веса накладного валика 3. Для улучшения контроля за движением волокон в конструкцию вытяжного прибора внесен ряд изменений: уменьшен шаг гребней и увеличена плотность игл в гребенном механизме.

Совершенствование конструкции гребенного поля вызвало негативное явление, описанное в работах [3], [4]. При ударе гребня по ленте не все волокна прокалываются иглами, часть волокон изгибается и располагается выше гребенного поля. В результате волокна не контролируются в процессе вытягивания, что приводит к возникновению дополнительной неровности. Испытания показали, что добиться

полного погружения волокна в гребенное поле можно за счет увеличения натяжения ленты путем притормаживания накладного валика питающей пары. Таким образом, причиной выхода части волокон из гребенного поля является недостаточный зажим ленты в питающей паре вытяжного прибора. Проведем анализ натяжения ленты в зависимости от конструктивных параметров вытяжного прибора, пренебрегая толщиной ленты.

Такой анализ проводился в [5], однако при составлении уравнений не учитывалось, что натяжение ленты приводит к дополнительному прижиму валика 3 к поверхности приводных валиков 1 и 2, что приводит к увеличению силы зажима ленты в питающей паре. В вытяжном приборе при огибании лентой питающих цилиндров и накладного валика натяжения распределяются в соответствии с рис. 1.

*Работа выполнена под руководством д.т.н., профессора Рудовского П.Н.

Натяжение T_4 , необходимое для извлечения ленты из зажима выпускной пары, должно быть больше натяжения, создаваемого в ленте при ударе по ней гребенной планки. Для его определения рассмотрим силы, действующие на накладной валик (рис. 1).

Силы трения $F_{тр1}$ и $F_{тр2}$ накладного валика о ленту определяются как:

$$F_{тр1} = N_1 f, \quad (1)$$

$$F_{тр2} = N_2 f, \quad (2)$$

где f – коэффициент трения ленты по стали; N_1, N_2 – нормальные реакции в месте контакта приводных валиков с накладным.

Неизвестные силы N_1, N_2 и T_3 определим из условия равенства нулю моментов сил относительно точек O, A и B :

$$M_{тр} + (T_2 + F_{тр1} + F_{тр2} - T_3) \frac{D}{2} = 0, \\ -G \frac{D}{2} \cos \gamma + N_2 D \sin \gamma \cos \gamma + F_{тр2} D \cos^2 \gamma - T_3 D \cos^2 \gamma + M_{тр} = 0, \quad (3) \\ G \frac{D}{2} \cos \gamma - N_1 D \sin \gamma \cos \gamma + F_{тр1} D \cos^2 \gamma + T_2 D \cos^2 \gamma + M_{тр} = 0.$$

В результате подстановки в систему (3) выражений (1) и (2) и преобразования по-

лучившихся уравнений получим:

$$N_2 = G \frac{1}{2(\sin \gamma - f \cos \gamma)} + T_2 \frac{\cos \gamma}{\sin \gamma - f \cos \gamma} + M_{тр} \left(\frac{2 \sin \gamma \cos \gamma (f^2 + 1)}{D(\sin^2 \gamma - f^2 \cos^2 \gamma)} - \frac{1}{D \cos \gamma (\sin \gamma + f \cos \gamma)} \right), \quad (4)$$

$$N_1 = G \frac{1}{2(\sin \gamma - f \cos \gamma)} + T_2 \frac{\cos \gamma}{\sin \gamma - f \cos \gamma} + M_{тр} \frac{1}{D \cos \gamma (\sin \gamma - f \cos \gamma)}, \quad (5)$$

$$T_3 = G \frac{f}{\sin \gamma - f \cos \gamma} + T_2 \frac{\sin \gamma + f \cos \gamma}{\sin \gamma - f \cos \gamma} + M_{тр} \frac{2 \sin \gamma (f^2 + 1)}{D(\sin \gamma - f \cos \gamma)}. \quad (6)$$

Оценим диапазон изменения T_3 при изменении тормозного момента, действующего на накладной валик. Если валик движется, то момент трения $M_{тр}$ изменяется в пределах:

$$0 \leq M_{тр} \leq (T_3 - T_2) \frac{D}{2}. \quad (7)$$

В предельном случае, когда накладной валик останавливается, а лента скользит по нему

$$T_3 = T_2 e^{f(2\gamma + \pi)}. \quad (8)$$

Тогда

$$0 \leq M_{тр} \leq T_2 (e^{f(2\gamma + \pi)} - 1) \frac{D}{2}. \quad (9)$$

Подставляя предельные значения мо-

мента трения $M_{тр}$ в выражение (6), получаем значения T_3 для подвижного накладного валика без торможения:

$$T_3 = G \frac{f}{\sin \gamma - f \cos \gamma} + T_2 \frac{\sin \gamma + f \cos \gamma}{\sin \gamma - f \cos \gamma} \quad (10)$$

и неподвижного накладного валика

$$T_3 = G \frac{f}{\sin \gamma - f \cos \gamma} + T_2 \frac{\sin \gamma + f \cos \gamma}{\sin \gamma - f \cos \gamma} + T_2 (e^{f(2\gamma + \pi)} - 1) \frac{\sin \gamma (f^2 + 1)}{\sin \gamma - f \cos \gamma}. \quad (11)$$

Натяжение ленты T_2 определяется по формуле Эйлера:

$$T_2 = T_1 e^{f(\gamma + \frac{\pi}{2})}, \quad (12)$$

где T_1 – определяется весом ленты на участке от таза до ролика питающей рамки.

Натяжение T_4 , при котором будет происходить продергивание ленты в питающей паре, можно рассчитать по формуле:

$$T_4 = T_3 e^{f(\gamma + \frac{\pi}{2})}. \quad (13)$$

В качестве исходных данных для расчета натяжения T_4 использовались значения конструктивных параметров опытного образца новой бескруточной ровничной машины РБ-4-ЛЮ: диаметр накладного валика 55 мм, диаметр цилиндров 45 мм, расстояние между цилиндрами 50 мм. Натяжение $T_1 = 0,2$ Н. Проанализировав выражения для T_3 и T_4 , отметим возможность представления натяжения в виде трех составляющих: в зависимости от веса накладного валика, от геометрических параметров линии заправки и от тормозного момента, приложенного к накладному валику. Наиболее удобной для варьирования представляется третья составляющая – от тормозного момента.

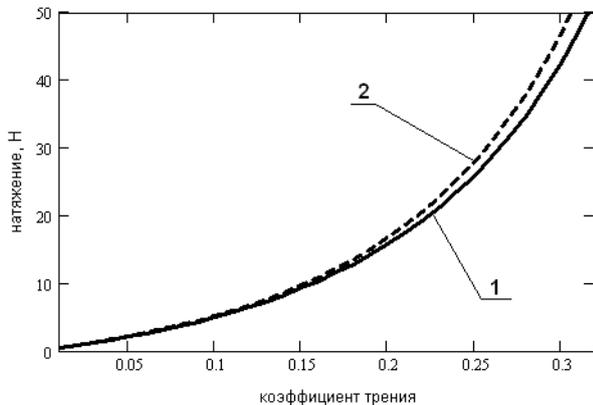


Рис. 2

На рис. 2 показана зависимость натяжения T_4 от коэффициента трения для неподвижного и свободно вращающегося накладного валика. Как видно из графиков, значение натяжения T_4 растет при увели-

чении коэффициента трения. Натяжение, полученное для неподвижного накладного валика, выше натяжения для валика без торможения. Разница между значениями также растет: если при коэффициенте трения в 0,1 разница составляет около 4%, то при коэффициенте трения 0,35 она увеличивается до 15%. Таким образом, торможением валика можно добиться более надежного зажима ленты в питающей паре и за счет этого обеспечить правильную укладку ленты в гребенном поле вытяжного прибора.

ВЫВОДЫ

1. Получена зависимость усилия, необходимого для извлечения ленты из питающей пары вытяжного прибора, от тормозного момента, действующего на накладной валик, и коэффициента трения.
2. Показано, что путем торможения накладного валика можно увеличить зажим ленты в питающей паре вытяжного прибора и таким образом обеспечить надежную укладку ленты в гребенное поле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент РФ №2208070. Способ формирования ровницы и устройство для его осуществления. Соркин А.П., Рудовский П.Н., Гаврилова А.Б., Филиппок А.Н., Гоголинский А.Г. – Оpubл. 10.07.2003. Бюл. №19.
2. Пиковский Г.И., Сальман С.И. Прядение льна. – М.: Легкая индустрия, 1968.
3. Патент РФ №58542. Питающая пара вытяжного прибора. Рудовский П.Н., Соркин А.П., Кириллова Е.С.
4. Кириллова Е.С. Улучшение контроля за движением волокон при формировании бескруточной ровницы // Научн. тр. молод. ученых КГТУ. – Кострома: КГТУ, 2006. Вып.7.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 16.06.07.

УДК 681.532.1

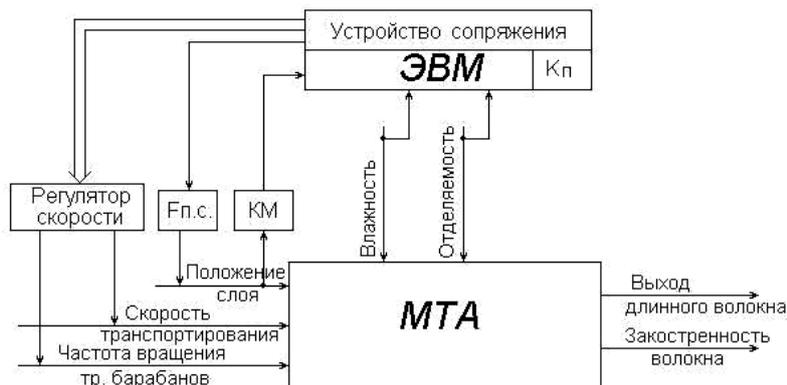
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ДЛИННОГО ВОЛОКНА

А.С. ЕФРЕМОВ, В.Г. ДРОЗДОВ

(Костромской государственной технологической университет)

Сложность оптимизации процесса получения длинного волокна на мьяльно-трепальном агрегате обусловлена одновременным изменением отделяемости и влажности исходного сырья. Это в свою очередь связано с особенностями процессов получения льняной тресты во время ее вылежки. Наиболее существенное влияние на эти процессы оказывают погодные условия, особенности рельефа почвы, технология формирования и условия хранения рулонов.

Для оптимизации режимов обработки тресты необходимо осуществлять контроль отделяемости и влажности тресты на входе в мьяльно-трепальный агрегат, разработать алгоритм формирования управляющих воздействий на частоту вращения трепальных барабанов и скорость перемещения сырца в трепальной машине [1...4]. Реализация системы управления режимами работы МТА может быть проведена с использованием схемы, приведенной на рис. 1.



МТА – мьяльно-трепальный агрегат;
 ЭВМ – персональный компьютер;
 Ф.п.с. – регулятор положения слоя льнотресты на питающем транспортере;
 КМ – компьютерная мышь, дающая обратную связь по положению слоя;
 Кп – подстроечный коэффициент для управляющей программы на ЭВМ.

Рис. 1

Возмущающими воздействиями для системы являются: влажность слоя льнотресты, отделяемость и положение слоя на питающем транспортере относительно зажимного конвейера. Именно эти показатели оказывают наиболее существенное влияние на выход длинного волокна. На

схеме информация о влажности и отделяемости поступает в управляющую ЭВМ, где она обрабатывается при помощи соответствующей программы. Оптимальный выход длинного волокна определяется исходя из модели, полученной Е.Л. Пашиным [1]:

$$B = 45,597 - 0,021x_1 + 1,601x_2 + 0,198x_3 - 0,187x_4 - 0,992x_5, \quad (1)$$

где V – выход длинного волокна, %; x_1 – частота вращения трепальных барабанов, об/мин; x_2 – скорость транспортирования сырца, м/с; x_3 – отделяемость волокна, ед; x_4 – диаметр стебля, мм; x_5 – влажность, %.

Данная модель получена в лабораторных условиях и в условиях реального производства может быть использована только после ввода поправочных коэффициентов.

Оптимальным значением выхода длинного волокна будем считать максимальный выход волокна, рассчитываемый по формуле (1), с учетом наименьшей заостренности.

Задача состоит в оптимизации выхода длинного волокна (V) при изменении отделяемости волокна (x_3), влажности (x_5) за счет частоты вращения трепальных барабанов (x_1) и скорости транспортирования сырца (x_2).

Алгоритм работы системы автоматизации следующий:

1. Информация о значениях влажности и отделяемости льнотресты на входе в МТА поступает в управляющую ЭВМ.

2. В соответствии с моделью (1) вычисляется ожидаемое значение выхода длинного волокна.

3. Программа рассчитывает процент выхода длинного волокна при возможных изменениях величин.

4. Определяется вариант, дающий наибольший выход длинного волокна.

5. Программа выдает сигналы на изменение соответствующих параметров. Полученные сигналы через плату сопряжения

передаются на регулятор скорости, который влияет на частоту вращения трепальных барабанов и скорость транспортирования.

Наибольшую опасность для влажного волокна представляют максимальные силы натяжения, появляющиеся в момент удара бильной планки по натянутой пряди сырца, что приводит к повреждению ослабленных волокон и, как следствие, к снижению выхода длинного волокна. Натяжение обрабатываемого материала, а также силы нормального давления и трения, прямо пропорциональны квадрату линейной скорости бил трепальных барабанов [2]. Таким образом нельзя беспредельно увеличивать частоту вращения трепальных барабанов.

Увеличение скорости транспортирования также не может быть бесконечным, так как при увеличении скорости сокращается время на обработку сырца в трепальных секциях, что приведет к сильной заостренности получаемого волокна. Следовательно изменение частоты вращения трепальных барабанов нужно проводить вместе с изменением скорости транспортирования сырца. Увеличение скорости движения зажимного конвейера необходимо компенсировать некоторым увеличением частоты вращения трепальных барабанов и наоборот.

В конечном итоге с учетом формулы (1) алгоритм выбора оптимальных значений скорости транспортирования и частоты вращения трепальных барабанов будет иметь вид, представленный на рис. 2.

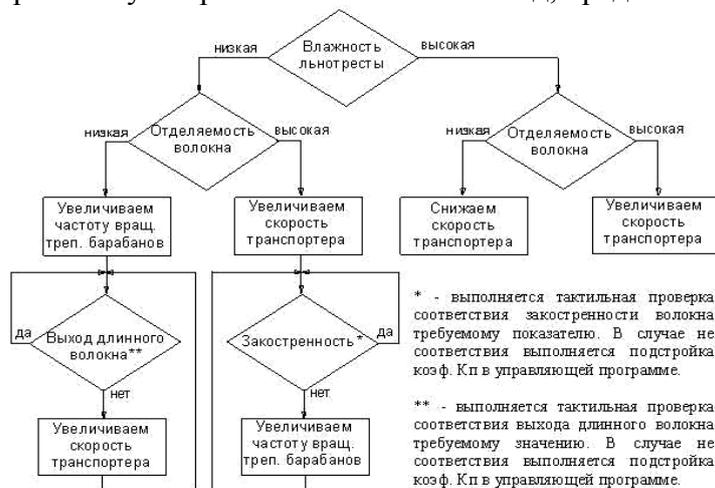


Рис. 2

При влажности сырца 20% обработка производится при пониженных значениях частоты вращения трепальных барабанов. Частота вращения барабанов трепальных секций не должна превышать 220...230 об/мин. Регулирование процесса осуществляется за счет изменения времени на обработку сырца в трепальных секциях, что достигается путем изменения скорости движения зажимного конвейера. Если отделяемость волокна достаточно высокая, порядка 6,5...8,0 единиц, то время обработки сокращается путем увеличения скорости движения зажимного конвейера до 1,1...1,3 м/с. При отделяемости менее 6 единиц требуется большее число воздействий на сырец, что достигается снижением скорости движения зажимного конвейера до 0,8...1,0 м/с.

Если влажность сырца находится в пределах 15...20%, то силы натяжения не столь велики и выход длинного волокна изменяется незначительно. При отделяемости волокна порядка 6,5...8 единиц, для уменьшения повреждений прядей время обработки должно быть сокращено путем увеличения скорости транспортирования

до 1,1...1,3 м/с. В случае, если заостренность волокна на выходе МТА не соответствует требуемым значениям, то в соответствии с алгоритмом увеличивается частота вращения трепальных барабанов до 230...250 об/мин. При низкой отделяемости (менее 6 единиц), чтобы обеспечить более интенсивную обработку сырца, частота вращения трепальных барабанов увеличивается до 250...280 об/мин. Если в таком режиме выход длинного волокна не соответствует заданному, то в соответствии с алгоритмом сокращается время обработки в трепальных секциях путем увеличения скорости транспортирования до 1,0...1,2 м/с. Для определения более строгих значений частоты вращения трепальных барабанов и скорости транспортирования можно воспользоваться графиками, построенными на основании формулы модели (1).

Графики зависимости выхода длинного волокна от влажности, отделяемости и скорости движения зажимного конвейера, частоты вращения барабанов приведены на рис. 3.

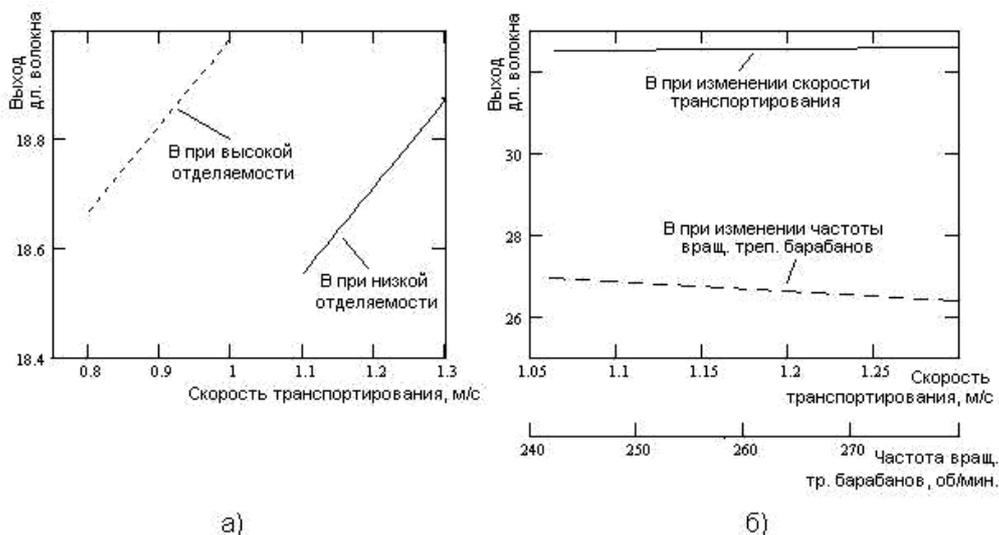


Рис. 3

На рис.3-а приведены графики выхода длинного волокна при влажности 25%, частоте вращения трепальных барабанов 220 об/мин, отделяемости 5 и 8 единиц и соответствующих диапазонах скоростей

движения зажимного конвейера: 1,1...1,3 м/с; 0,8...1,0 м/с.

На рис.3-б приведены графики выхода длинного волокна при влажности 16%, отделяемости 5 и 8 единиц. Верхний график

при частоте вращения трепальных барабанов 250 об/мин и диапазоне скорости зажимного конвейера 1,1...1,3 м/с. Нижний график при изменении частоты вращения трепальных барабанов в диапазоне 240...280 об/мин и скорости транспортирования 1,0 м/с.

Из графиков видно, что более существенное влияние на выход длинного волокна оказывает изменение частоты вращения трепальных барабанов.

Выход длинного волокна также зависит и от ряда других параметров. Неправильное положение слоя льнотресты при входе в МТА приводит к значительному сокращению выхода длинного волокна, так как отдельные стебли просто не попадают в зажимной механизм или слабо в нем закрепляются. Чтобы обеспечить надежное зажатие сырца, на входе в МТА слой должен иметь определенное положение. Положение слоя льнотресты отслеживается оптическими датчиками; в случае смещения слоя выдается сигнал на управляющую ЭВМ, а с нее – необходимое управляющее воздействие на сдвигающий механизм. В данном случае это просто сигнал на включение двигателя Дпм в прямом или реверсивном направлении. Также на управляющую ЭВМ приходит сигнал с датчика обратной связи (компьютерной мыши КМ). Компьютерная мышь определяет величину, на которую сместился сдвигающий механизм [4].

Наличие подстроечного коэффициента позволяет откорректировать коэффициенты в управляющей программе в случае ухудшения выходных показателей по сравнению с расчетными.

Таким образом, получаем разомкнутую систему автоматического регулирования с возможностью подстройки параметров в соответствии с требуемым качеством.

ВЫВОДЫ

1. Разработан алгоритм расчета оптимальных параметров обработки льнотресты исходя из регрессионной модели для мяльно-трепального агрегата.

2. Предложен алгоритм работы управляющей программы для ускорения вычисления оптимальных параметров обработки льняной тресты на МТА.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пашин Е.Л. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1998, №1. С.19...21.
2. Марков В.В. Первичная обработка лубяных культур. – М.: Легкая индустрия, 1969.
3. Лапшин А.Б. Развитие теории процесса получения трепанного льняного волокна: Дис....докт. техн. наук. – Кострома, 2002.
4. Ефремов А.С. Устройство сопряжения датчиков с управляющей ЭВМ для автоматизации МТА //Сб. тр. молод. ученых КГТУ. – 2005.

Рекомендована кафедрой автоматизации и микропроцессорной техники. Поступила 16.06.07.

УДК 677.057

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО МИКРОКЛИМАТА
ЗОНЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ СУШИЛЬНОЙ МАШИНЫ СП8-2Л**

В.М.КАРАВАЙКОВ, И.С.СМИРНОВ

(Костромской государственной технологической университет)

В условиях производства, где технологический процесс основан на термической обработке сырьевого материала, особое влияние на производственный микроклимат приобретает воздействие высокой температуры воздуха, его влажности и движения, а также излучения от нагретого оборудования, изделий и материалов. Совокупность этих факторов рабочей среды составляет понятие «производственный микроклимат», зависящий от сезонных колебаний метеорологических показателей внешней атмосферы и состояния санитарно-технических средств борьбы с избыточными тепловыделениями. К числу производств, на которых может возникать неблагоприятный "производственный микроклимат" относятся и производства текстильной промышленности.

В существующих методиках проектирования систем, организующих микроклимат в рабочей зоне, не производится оценка распределения температурных полей в трехмерном пространстве в зависимости от источников теплоты, их геометрического

расположения, наличия тепловых потерь в пространстве рабочей зоны. Решения по распределению температурных полей осуществляются с рядом допущений: ограничивается область исследования – чаще всего это одномерное пространство, изменение физических параметров среды в зависимости от температуры и т.д.

Отметим, что температурное поле есть совокупность значений температуры во всех точках изучаемого пространства для каждого момента времени. В общем виде нестационарное температурное поле описывается уравнением

$$t = f(x, y, z, \tau). \quad (1)$$

Для того, чтобы аналитически определить поля температур, скоростей и определить плотность теплового потока, необходимо располагать соответствующими уравнениями.

Дифференциальное уравнение (уравнение энергии), описывающее температурное поле в движущейся жидкости [1]:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} + \omega_x \frac{\partial t}{\partial x} + \omega_y \frac{\partial t}{\partial y} + \omega_z \frac{\partial t}{\partial z} = a \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) + \frac{q_g}{\rho c_p}. \quad (2)$$

Из дифференциального уравнения видно, что температурное поле в движущейся жидкости зависит от составляющих скорости. Чтобы сделать систему уравнений замкнутой, необходимо добавить уравнения, описывающие изменение скорости во

времени и пространстве. Такими уравнениями являются дифференциальные уравнения движения.

В общем случае трехмерного движения скоростное поле описывается тремя урав-

нениями движения – уравнениями Навье-Стокса [1]:

для оси Oх

$$\rho \frac{d\omega_x}{d\tau} = \rho g_x - \frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left(\frac{\partial^2 \omega_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial z^2} \right), \quad (3)$$

для оси Oy

$$\rho \frac{d\omega_y}{d\tau} = \rho g_y - \frac{\partial p}{\partial y} + \mu \left(\frac{\partial^2 \omega_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \omega_y}{\partial z^2} \right), \quad (4)$$

для оси Oz

$$\rho \frac{d\omega_z}{d\tau} = \rho g_z - \frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left(\frac{\partial^2 \omega_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega_z}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \omega_z}{\partial z^2} \right). \quad (5)$$

Уравнения (3)...(5) получены без учета зависимости физических параметров жидкости от температуры, в частности, не учтена зависимость плотности от температуры. В то же время свободное движение жидкости определяется разностью плотностей неравномерно нагретых частиц жидкости. Поэтому дополнительно необходимо учитывать изменение массы жидкости, которая обусловлена изменением плотности жидкости, то есть необходимо добавить еще одно уравнение – уравнение неразрывности потока.

Для сжимаемых жидкостей уравнение неразрывности или сплошности потока имеет вид [1]:

$$\frac{\partial \rho}{\partial \tau} + \frac{\partial(\rho \omega_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho \omega_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho \omega_z)}{\partial z} = 0. \quad (6)$$

Таким образом, конвективный теплообмен в изучаемой среде описывается дифференциальными уравнениями (3)...(6), которые включают описание бесчисленного множества конкретных процессов. Чтобы выделить рассматриваемый процесс и определить его однозначно, к системе дифференциальных уравнений необходимо присоединить условия однозначности, которые дают математическое

описание всех частных особенностей рассматриваемого явления.

Проведенный нами расчет распределения температурных полей основан на методе конечных элементов, на идее аппроксимации непрерывной функции (в физической интерпретации – температуры, давления, перемещения и т.д.) дискретной моделью, которая строится на множестве кусочно-непрерывных функций, определенных на конечном числе подобластей, называемых конечными элементами. Исследуемая геометрическая область разбивается на элементы таким образом, чтобы на каждом из них неизвестная функция аппроксимировалась пробной функцией (как правило, полиномом). Причем эти пробные функции должны удовлетворять граничным условиям непрерывности, совпадающим с граничными условиями, налагаемыми самой задачей. Выбор для каждого элемента аппроксимирующей функции будет определять соответствующий тип элемента.

Из-за сложности определения динамического изменения температурных полей при расчете используется пакет программ инженерных расчетов STAR-CD VERSION 3.24. Программа позволяет рассчитать и наглядно демонстрирует изменение темпе-

ратурных полей во времени под воздействием заданного источника нагрева.

На первом этапе геометрически задается область или форма исследования. После задания области тела производится задание количества элементов, на которые происходит деление тела. На следующем этапе происходит ввод граничных условий для данного случая. Граничные условия задаются для проведения анализа кинетики тепловых полей, к ним относятся место ввода или отвода тепла. Для анализа изменения тепловых полей во времени задаются временной интервал и количество расчетов. При необходимости интервал времени можно продлить и рассмотреть дальнейшее распространение теплового поля по заданной области.

Результаты расчетов представляются в виде графического цветового поля. Распределение теплового поля по заданной области отображается соответствием цвета определенной температуре. Таким образом снижение температуры по мере удаления от источника нагрева представляется в виде градиента, переходящего от воспринимаемых теплыми красно-желтых цветов до "холодных" сине-зеленых. Также возможно представление результатов расчета в графической форме.

Температурное поле рассматривается в вертикальном и горизонтальном сечениях, определяются средние колебания температур по вертикали и горизонтали.

Оценка воздействия на человека тепловых потоков в рабочей зоне производится по следующим показателям теплового состояния человека [2...4]. 1. Температура тела. 2. Средняя температура тела. 3. Изменение теплосодержания организма. 4. Индекс средней температуры тела.

1. Температура тела, °С, определяется по формуле [5]:

$$t_T = 36,61 + 0,007Q_{э,Т} / S, \quad (7)$$

где $Q_{э,Т}$ – энергозатраты в зависимости от вида работ, Вт; S – площадь поверхности тела, м².

$$S = 0,0167\sqrt{mh}, \quad (8)$$

где m – масса человека, кг; h – рост человека, см.

2. Средняя температура тела определяется по формуле [6]:

$$\bar{t} = \kappa t_T + \beta t_{стк}, \quad (9)$$

где $t_{стк}$ – средневзвешенная температура "оболочки", °С, для комфортных теплоощущений:

$$t_{стк} = 36,07 - 0,0354Q_{э,Т} / S, \quad (10)$$

где κ и β – коэффициенты смешивания для температуры тела "ядра" и "оболочки", связанные следующим образом:

$$\kappa + \beta = 1. \quad (11)$$

Соотношения этих коэффициентов для различных условий теплообмена приведены в [6].

3. Изменение теплосодержания организма:

$$\pm Q_T = \pm Q_{Т,П} - Q_{исп} - Q_{п}, \text{ Вт} \quad (12)$$

где $\pm Q_{Т,П}$ – отдача теплоты (тепловой поток) со всей поверхности тела, Вт:

$$Q_{Т,П} = 0,75Sq, \text{ Вт}, \quad (13)$$

где 0,75 – коэффициент, характеризующий долю поверхности тела, участвующую в теплообмене; S – поверхность тела, м²; q – средневзвешенная величина плотности тепловых потоков с поверхности тела человека, Вт/м²:

$$q = \alpha(t_{п,тела} - t_{окр,ср}), \quad (14)$$

где α – коэффициент теплоотдачи от поверхности тела к окружающей среде, Вт/(м²·К). По результатам расчета коэффициента теплоотдачи при помощи теории подобия получено значение

$$\alpha = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К},$$

$t_{\text{п.тела}}$ – температура поверхности тела, °С.

При фактических измерениях определяется средняя температура поверхности тела по результатам приборного обследования, при расчетном методе принимается равной $t_{\text{п.тела}} = 36,6^\circ\text{С}$.

$t_{\text{окр.ср}}$ – температура окружающей среды, °С:

$$Q_{\text{исп}} = 0,675 \Delta m, \quad (15)$$

где $Q_{\text{исп}}$ – величина теплоотдачи испарением, Вт; 0,675 – скрытая теплота парообразования, Вт·ч/кг; Δm – количество испарившейся влаги, кг/ч, (количество испарившейся влаги в зависимости от средней температуры тела определяется из справочных данных [6]):

$$Q_{\text{в}} = c_{\text{в}} v (t_{\text{т}} - t_{\text{окр.с}}) \cdot 3600, \quad (16)$$

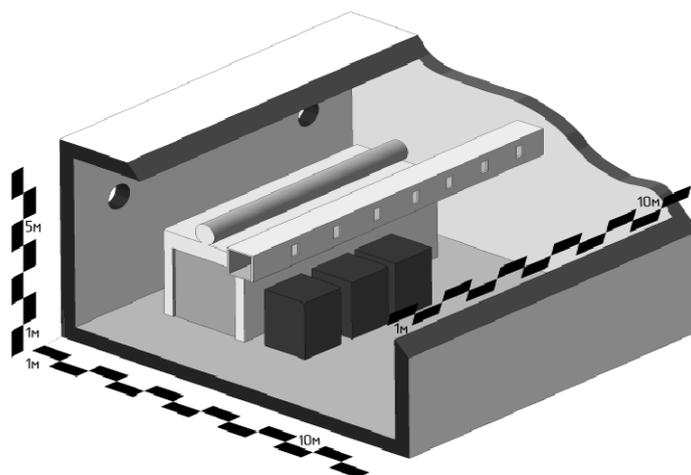


Рис. 1

2. Производим вычитание из общего объема помещения объемы технологического оборудования, систем приточно-вытяжной вентиляции. Определяем расчетную область температурного поля.

3. Задаем граничные условия – температуры на поверхностях технологического оборудования, температуры и скорости воздуха в приточно-вытяжных системах вентиляции, определенные экспериментально.

4. Осуществляем построение геометри-

где $Q_{\text{в}}$ – отдача теплоты на нагрев вдыхаемого воздуха, Вт; $c_{\text{в}}$ – удельная теплоемкость воздуха, Дж/м³К; V – объем легкой вентиляции, приведенный к стандартным условиям, м³.

4. Индекс средней температуры тела:

$$\bar{t} = 0,0173(\bar{t} - 26,1)^{2,5} - 6,0. \quad (17)$$

По результатам экспериментальных исследований, проведенных на ООО "Льно-объединение им. И.Д. Зворыкина" были определены средние температуры поверхностей технологического оборудования и параметры воздуха приточной вентиляции.

Исследования теплового режима проводим в следующей последовательности.

1. Строим геометрическую модель для исследования температурных полей рабочей зоны обслуживания сушильных установок СП8-2Л для сушки пряжи с соблюдением масштаба (рис.1).

ческой сетки для дальнейшего расчета основных систем уравнений в узловых точках рассматриваемого объема.

5. Производим расчет температурного поля и поля скоростей воздуха при условиях открытия створок сушильной установки для выгрузки высушенной пряжи и фактических температур на поверхностях машины.

Изменение температуры определяем в вертикальном и горизонтальном сечениях (рис.2 и 3).

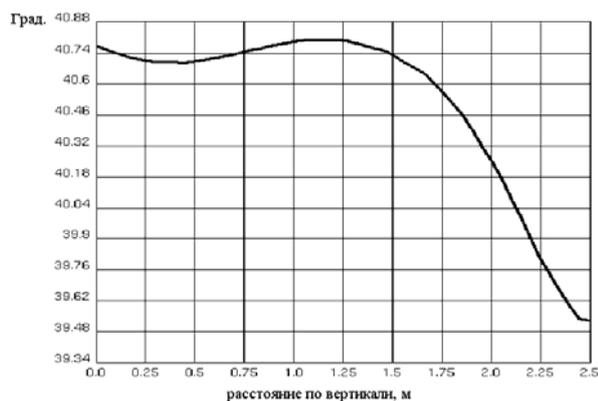


Рис. 2

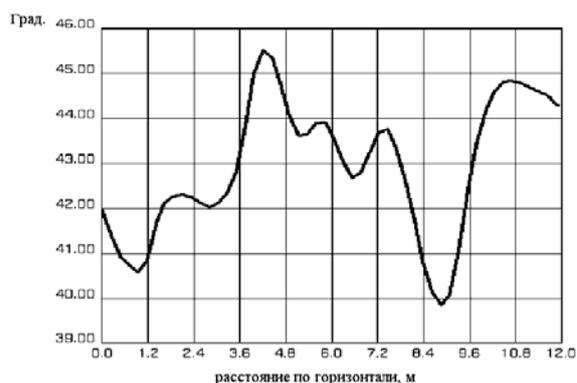


Рис. 3

Согласно ГОСТу 12.1.005–88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны колебания температуры воздуха по горизонтали в рабочей зоне, а также в течение смены допускаются до 4°C (при легких работах) и до 6°C (при тяжелых работах).

Из анализа графиков температур (рис.2 и 3) следует:

1) температура воздуха в рабочей зоне сушилки СП8-2Л выше допускаемой нормативами;

2) колебания температуры воздуха как по вертикальной, так и по горизонтальной поверхностям превышают нормативно установленные значения.

По формулам (7)...(17) рассчитаем показатели теплового состояния организма человека, работающего в данных условиях (табл. 1 – результаты расчета параметров теплового состояния).

Т а б л и ц а 1

Температура тела, °С	Средняя температура тела, °С	Изменения теплосодержания, кДж	Индекс средней температуры
37,92	37,6	273,04	0,77

По результатам расчета можно сделать вывод о тепловом состоянии организма человека, которое показывает, что организм находится в условиях перегрева.

Для создания условий оптимального теплового равновесия необходимо выполнить ряд организационно-технических мероприятий.

1. Изолировать тепловые поверхности для достижения нормативных температур на поверхностях технологического оборудования. Температура на поверхности не должна превышать 45°C.

2. В местах выгрузки и загрузки организовать вытяжную вентиляцию для удаления избытков тепла.

После выполнения указанных мероприятий были рассчитаны параметры микроклимата и построены графики изменения температуры воздуха рабочей зоны по горизонтали в продольном сечении (рис.4) и по вертикали в продольном сечении (рис.5), которые показали эффективность указанных энергосберегающих мероприятий: температура в рабочей зоне снизилась до 22°C.

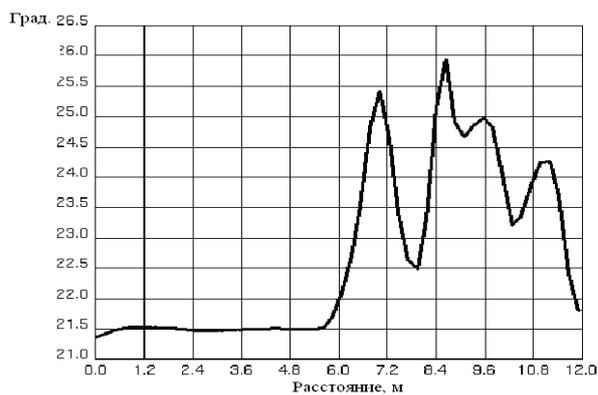


Рис. 4

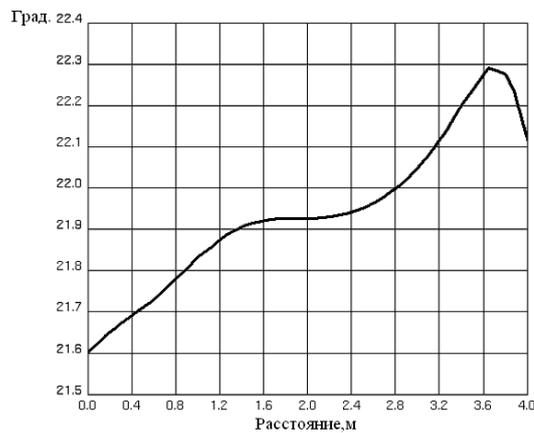


Рис. 5

Колебания температуры рабочей зоны в вертикальной плоскости составляют от 21,6 до 22°C; в горизонтальной плоскости – от 21,5 до 25°C, что соответствует нормированным колебаниям температуры в соответствии с ГОСТом 12.1.005–88. Подвижность воздуха также отвечает требованиям ГОСТа 12.1.005–88 и составляет от 0,152 до 0,4 м/с.

ВЫВОДЫ

1. Предложена новая методика мониторинга и проектирования производственного микроклимата в зоне обслуживания теплопотребляющего оборудования на основе моделирования пространственного нестационарного температурного поля и с учетом показателей теплового состояния человека.

2. Приведен пример организации производственного микроклимата в зоне обслуживания установки для сушки пряжи в паковках СП8-2Л.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача: Учебник для вузов. – 4-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1981.
2. Воздействия на организм человека опасных и вредных экологических факторов. Метрологические аспекты. В 2-х томах. Под ред. Исаева Л.К. Том II. – М.: ПАИМС, 1997.
3. Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Утверждены Госкомсанэпиднадзором России 12.07.94, Р2.2.013-94.
4. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: Санитарные правила и нормы. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997.
5. Салазкин В.И., Малкиман И.И., Заратуйченко И.К., Карпов В.В. Критерий классификации теплового состояния человека / В. кн.: Физиология экстремальных состояний и индивидуальная защита человека – М., 1982. С.163...164.
6. Скляников В.П., Афанасьева Р.Ф., Машикова Е.Н. Гигиеническая оценка материалов для одежды. – М.: Легпромбытиздат, 1985.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 16.06.07.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ВИХРЕВОГО СЛОЯ ГАЗОВЗВЕСИ

А.С. БЕЛОУСОВ, Б.С. САЖИН

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

Режимы течения газозвеси в виде вихревого слоя дисперсной фазы, поперечного по отношению к оси устройства, реализуются в вихревых камерах для сушки волокнообразующих полимеров или в многофункциональных аппаратах для сушки с одновременным улавливанием [1]. Аналогичный режим применяется в некоторых моделях устройств вихревого прядения (УВП). Здесь он называется поперечно-круговым способом стационарного вихря [2], причем формирование слоя волокнистой мычки может происходить как за счет встречного вихревого потока, так и за счет переливного порога на выходе материала. Материал в рассматриваемой группе устройств обычно вводится в пристеночную область, а выходит вблизи оси. В некоторых прядильных камерах MVS материал выводится вместе с воздушным потоком [3]. Ввиду общности аэродинамической схемы течения результаты, полученные на одних устройствах, могут быть использованы для характеристики всей группы, что представляет особый интерес для малых устройств с большими скоростями, где эксперимент затруднителен.

Эффективным инструментом для анализа характера течения газозвеси является информация о спектрах отклика устройств на импульсное возмущение по трассеру, внесенному в дисперсную фазу. Для выявления характеристик течений обычно применяется метод моментов спектров отклика, совместно с уравнениями связи и типовыми моделями структуры потоков [4]. В области малых значений числа Пекле, как показано в работе [5], более эффективно применение методики нелинейного оценивания, основанной на алгоритмах поисковой оптимизации.

Имеющиеся представления о структуре потоков вихревого слоя в сушильных ка-

мерах приведены в работах [6], [7]. В [6] рассматривался аппарат с горизонтальной осью и относительным диаметром выхода $\bar{d}_T = d_T / D = 0,25$, где D – диаметр камеры. Было установлено, что во всем рабочем диапазоне расхода газа структура потоков описывается ячеечной моделью с монотонно возрастающим числом ячеек. Для аппарата с вертикальной осью (горизонтальная вихревая камера – ГВК) и диаметром выхлопа $\bar{d}_T = d_T / D = 0,5$ в [7] также была предложена ячеечная модель, однако полученные зависимости числа ячеек от концентрации материала на входе в аппарат имеют немонотонный характер. Примененный в [7] метод моментов практически не позволяет оценивать адекватность модели. Можно предположить, что немонотонные зависимости связаны с недостаточностью степеней свободы однопараметрической ячеечной модели и интегральным характером идентификации по методу моментов. Поэтому в данной работе предпринята попытка исследовать структуру потоков в вихревом слое с помощью более общих моделей, а также увеличить разрешающую способность процедуры идентификации.

Необходимо отметить, что в рассматриваемых устройствах под воздействием вращения двухфазной среды наряду с активизацией гидродинамики может происходить расслоение течений, обусловленное неоднородным влиянием полей вращения на материал в рабочем объеме. Это явление может вызывать крупномасштабные динамические неоднородности, внешне аналогичные неоднородностям распределения времени пребывания в химических реакторах [4].

Для моделирования и расчета рассматриваемых структур предлагается группа

многопоточных моделей, которая учитывает наблюдаемое в экспериментах реальное разделение потоков с различными свойствами. Модели имеют однотипные элементы (ячейки смешения) и блоки (поток или несколько параллельных потоков). Например, рассмотрим группу моделей с последовательно возрастающим числом параметров: однонаправленная ячеечная модель (1 параметр); ячеечная модель с обратным потоком (2 параметра); секционная двухпоточная модель (3 параметра); смешанная двухпоточная (4 параметра); секционная трехпоточная (5 параметров) и т.д. Процедура выбора адекватной модели и одновременного определения ее параметров (идентификации) реализуется в виде последовательности M_k – моделей приближения. На каждом k -м этапе выполняется идентификация M_k модели по k параметрам методом нелинейного оценивания [5] с использованием F -статистики и сравнением рельефа функции интенсивности [8], полученной по модели, с экспериментальной. Если F -критерий уменьшается, то процесс продолжается до достижения адекватности. Если последовательность M_k не дает уменьшения F -критерия, то в анализ необходимо вклю-

чить дополнительные комбинированные модели [8].

Для реализации процедуры идентификации рассматриваемые модели и функции интенсивности должны рассчитываться в достаточно широком диапазоне значений параметров. Кроме того, желательно знать границы корректного применения расчетных процедур. Уравнения ячеечной модели с обратным потоком (ЯМОП) в относительных координатах имеют вид:

первая секция

$$\frac{dC_1}{d\theta} = N(1 - C_1(1+f) + C_2f), \quad (1)$$

секции от 2 до $N-1$

$$\frac{dC_i}{d\theta} = N(C_{i-1}(1+f) - C_i(1+2f) + C_{i+1}f), \quad (2)$$

секция N

$$\frac{dC_N}{d\theta} = N(C_{N-1}(1+f) - C_N(1+f)). \quad (3)$$

В случае импульсного возмущения модель имеет решение [4]:

$$C(\theta) = -2N(f/(1+f))^{-N/2} \sum_{i=1}^N (\sin(p_i)^2 / D'(p_i)) \exp(K_i \theta), \quad (4)$$

где $K_i = N(1+f) \left\{ 2(f/(1+f))^{1/2} \cos(p_i) - \left[(1+2f)/(1+f) \right] \right\}$; $f = r/Q$; Q – прямой

поток; r – рециркуляционный поток, а p_i – корни уравнения:

$$D(p) = x^{-0.5} \sin[(1+N)p] - 2 \sin[Np] + x^{0.5} \sin[(N-1)p], \quad (5)$$

где $x = f/(1+f)$, а $D'(p_i)$ – значение производной от $D(p)$ при $p = p_i$. Параметрами модели ЯМОП являются число секций N и относительный обратный поток x . Наибольшую сложность в модели представляет расчет N трансцендентных уравнений (5), который, в случае применения методов оптимизации, должен проводиться на каж-

дом шаге поиска в достаточно широком диапазоне параметров. Предложен алгоритм расчета корней методом секущих и найдено уравнение вычисления начальных условий, обеспечивающее сходимость к соответствующему решению:

$$P_i^0 = \pi(i - (x - 0,15))/(N + 0,8). \quad (6)$$

Найдена область значений параметров, в которой обеспечивается устойчивая сходимость ряда (4), в случае применения алгоритма (6):

при $0,1 \leq x \leq 0,55$

$$N \leq 25 + 300(x - 0,1)^2, \quad (7)$$

при $0,55 \leq x \leq 0,97$

$$N \leq 2,7(x - 0,35)^2 \exp(-0,5(1-x)). \quad (8)$$

$$C(\theta) = S \left[(1-\varphi) \frac{A_1(\theta) N_1^{N_1} e^{\left(\frac{-N_1 a \theta}{k}\right)}}{\Gamma(N_1)} + \varphi \frac{A_2(\theta) N_2^{N_2} e^{(-N_2 a \theta)}}{\Gamma(N_2)} \right], \quad (9)$$

где $S = (\varphi + (1-\varphi)k)^2 / (\varphi + (\tau - \varphi)k^2)$;
 $a = (\varphi + (1-\varphi)k^2) / (\varphi + (1-\varphi)k)$; $A_1(\theta) = (a\theta/k)^{N_1-1}$;
 $A_2(\theta) = (a\theta)^{N_2-1}$; $k = \tau_1/\tau_2$; $\varphi = Q_1/Q$; τ_1 и τ_2 – среднее время пребывания в соответствующих частях потока; N_1 и N_2 – числа секций в каждой ветви потока; Q – общий поток; Γ – гамма-функция. Параметрами модели являются числа секций N_1 , N_2 и относительный расход первого потока φ . Секционные многопоточные модели большей размерности формируются аналогично с учетом соотношения между передаточной функцией системы $W_c(s)$ и передаточными функциями отдельных потоков $W_i(s)$:

$$W_c(s) = \sum_{i=1}^{N_{\Pi}} \lambda_i W_i(s),$$

где λ_i – относительные доли объемных расходов потоков, s – комплексная переменная, N_{Π} – число потоков в системе.

Функции интенсивности [8] могут давать значительно большее отклонение экспериментальных кривых от расчетных, чем S -кривые, что дает возможность идентифицировать неоднородности в потоке. Однако анализ показал, что в случае дискрет-

Отметим, что в области $x \leq 0,1$ модель ЯМОП практически совпадает с ячеечной моделью, а при $x \geq 0,97$ обратный поток превышает основной более чем в 30 раз, что для рассматриваемых устройств маловероятно.

Уравнения двухпоточной секционной модели в относительных координатах аналогичны (1)...(3) при $f = 0$. В настоящей работе при импульсном возмущении на входе рассчитывалось их решение для случая равномерной подачи трассера по ширине потока:

ных замеров спектров отклика при построении функций интенсивности достаточно быстро накапливается ошибка. Для уменьшения влияния накопления ошибки предлагается нелинейная сплайн-интерполяция экспериментальных спектров. В этом случае экспериментальная $L(\theta)$ – функция интенсивности рассчиты-

вается как $L(\theta) = -d \left[\ln(1 - F^*(\theta)) \right] / d\theta$, где интегральная функция распределения времени пребывания частиц материала $F^*(\theta)$ рассчитывается по сплайн-интерполяции экспериментальных данных. В случае отсутствия специальных опытов по воспроизводимости F -критерий определялся как:

$$F = (0,03 \cdot C_{\max})^2 / S_{\text{ост}},$$

где C_{\max} – максимум экспериментальной S -кривой, а $S_{\text{ост}}$ – остаточная дисперсия для соответствующей модели. Аналогично для функции интенсивности оценкой относительной накопленной ошибки служила величина:

$$L_{\Delta} = 0,03 / (1 - F^*(\theta)).$$

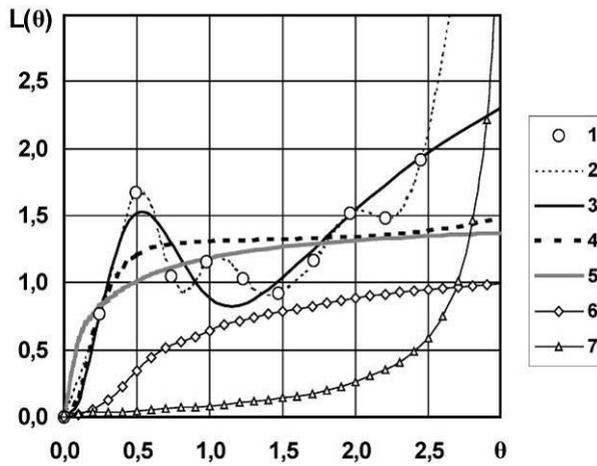


Рис. 1

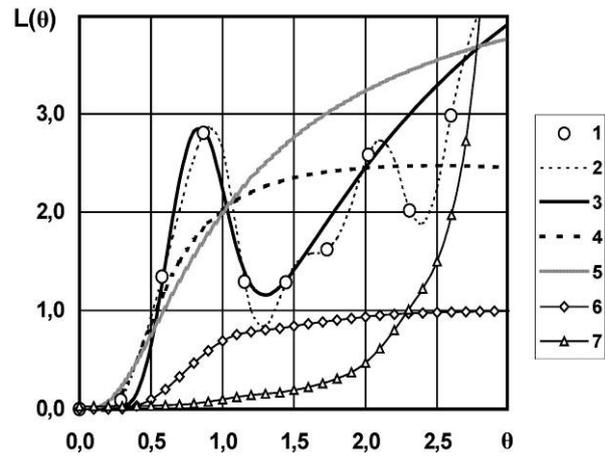


Рис. 2

На рис. 1 и 2 представлены экспериментальные и расчетные кривые L -функций, характеризующие структуру потоков в камере ГВК с диаметром выхлопа $\bar{d}_T = 0,5$ и высотой переливного порога на выхлопе $\bar{h} = h/D = 0,03$ [7]. Входная весовая концентрация материала рассчитывалась как $Z_{\text{вх}} = G_M/G_T$, где G_M и G_T – соответственно входные расходы материала и газа. Данные на рис. 1 получены при концентрации $Z_{\text{вх}} = 3,1 \cdot 10^{-2}$; на рис. 2 – при $Z_{\text{вх}} = 6,2 \cdot 10^{-2}$. Временем пребывания в циклонной части аппарата пренебрегали ввиду его малости. Другие характеристики экспериментальной установки приведены в работе [7]. На рис. 1 соответствующие кривые обозначают: 1,2 – экспериментальная $L(\theta)$ – функция интенсивности в точках замеров и между ними; 3 – $L(\theta)$ – функция двухпоточной секционной модели, $F = 3,21$; 4 – $L(\theta)$ для модели ЯМОП, $F = 9,6$; 5 – $L(\theta)$ для стандартной ячеечной модели, $F = 14,26$; 6 – экспериментальная функция распределения времени пребывания $F^*(\theta)$; 7 – L_Δ – относительная ошибка экспериментальной функции интенсивности. Обозначения кривых на рис. 2 соответствуют обозначениям на рис. 1, отличаются лишь цифры F -статистики: 3 – двухпоточная секционная модель, $F = 1,31$; 4 – модель ЯМОП, $F = 21,4$; 5 – ячеечная модель, $F = 33,0$.

В результате применения процедуры идентификации на шаге $k = 3$ адекватной оказалась двухпоточная секционная модель (табличное значение критерия $F_T = 4,7$). Однопараметрическая ячеечная модель и двухпараметрическая ЯМОП не описывают основные особенности рельефа L -функции. Таким образом, в обоих случаях происходит разделение течения на два потока с разными характеристиками. Как видно из рис. 1, 2, характер структуры потоков при различных входных концентрациях принципиально не меняется.

При увеличении высоты переливного порога до величины $\bar{h} = 0,15$ характер течения существенно меняется. Для этой конструкции адекватна ячеечная модель при $N = 1,25$, то есть практически реализуется режим идеального смешения, при этом исчезает явление разделения потоков и максимально возрастает среднее время пребывания. При высоте перелива $\bar{h} = 0,075$ также адекватна ячеечная модель ($N = 1,67$) и нет разделения потоков. Характерно, что в конструкциях УВП типа MVS [3] произошло значительное увеличение высоты перелива, по сравнению с первыми польскими патентами [2], что практически привело к появлению шпинделя довольно больших относительных размеров. Для вихревой камеры, применяемой в многофункциональном аппарате, достаточна величина $\bar{h} = 0,075$, при этом

устраняется динамическая неоднородность потоков.

ВЫВОДЫ

1. Предложена методика идентификации неоднородных структур в вихревых слоях газозвеси.

2. Установлены закономерности структуры потоков при различных значениях входной концентрации и высоты перелива в вихревых устройствах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сажин Б.С., Сажин В.Б. Научные основы техники сушки. – М.: Наука, 1997.

2. Павлов Г.Г. Аэродинамические основы безверетенных способов прядения. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.

3. Basal G., Oxenham W. Vortex Spun Yarns vs. Air-Jet Spun Yarn//AUTEX Research Journal. – V.3, № 3, 2003. P.96...101.

4. Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств. – М.: Высшая школа, 1991.

5. Белоусов А.С., Сажин Б.С. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №2. С.96...100.

6. Белоусов А.С., Кочетов Л.М., Сажин Б.С., Милованов А.В. Гидродинамическая структура потоков в вихревой сушильной камере. В кн.: Успехи в химии и химической технологии. – Т. XVII, №13(38), 2003. С.94...97.

7. Сажин Б.С., Акулич А.В., Лукачевский Б.П. и др. Исследование гидродинамики многофункционального вихревого аппарата. Деп. в ВИНТИ, 1986, №6883–В86.

8. Кафаров В.В., Дорохов И.Н. Системный анализ процессов химической технологии. – М.: Наука, 1976.

Рекомендована кафедрой процессов, аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности. Поступила 16.06.07.

УДК 677.057:532.5

О ВЛИЯНИИ НЕРАВНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОЧИХ СРЕД МЕЖДУ СТОЛБами ПАКОВОК НОСИТЕЛЯ МАТЕРИАЛА НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА СУШКИ*

Н.В.КИСЕЛЕВ

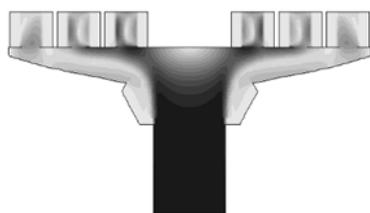
(Костромской государственный технологический университет)

Ранее, в рамках исследования одномерной модели течения идеальной жидкости по тарелке носителя материала для аппаратов серии АКД, СКД, показано, что неравномерность распределения воздуха между рядами столбов паковок льняной пряжи при сушке может достигать при двусто-

ронней циркуляции 18...75%. Однако при этом полагалось, что воздух подается в тарелку и движется по ней только в радиальном направлении, а распределение скоростей и давлений в поперечных сечениях потока является равномерным, что существенно идеализирует реальный процесс.

Работа выполнена под руководством заслуженного деятеля науки и техники Российской Федерации, проф., докт. техн. наук [Г.К.Кузнецова]

В связи с этим разработана пространственная модель течения вязкой несжимаемой среды при турбулентном режиме в среде САЕ-системы Star CD, предназначенной для решения задач гидро- и газодинамики методом конечных элементов. Чтобы избежать неточности задания закона распределения скорости во входном сечении носителя, скорость задавалась на значительном удалении от него, в подводящих воздуховодах сушилки СКД-6. Во избежание чрезмерного усложнения моде-



ли столбы паковок заменялись единичными паковками с пропорционально увеличенной проницаемостью. Рассмотрим расчетное поле скоростей течения воздуха в тарелке носителя НБЦ-6Н при расходе $2 \text{ м}^3/\text{с}$ (номинальная производительность турбокомпрессора ТВ-125-5,5) и коэффициенте сопротивления столбов паковок 10 кг/с/дм^3 , что соответствует сухим паковкам льняной пряжи с плотностью намотки $0,33 \text{ г/см}^3$ (рис. 1).

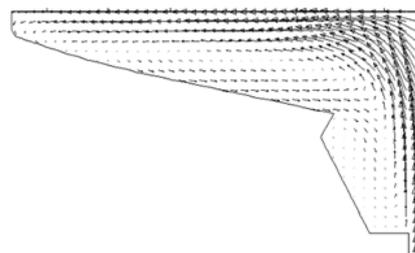


Рис. 1

Видно, что при прямой циркуляции происходит отрыв потока от стенок с прижатием его к верхней плите тарелки, а в нижней части полости тарелки образуются зоны возвратного течения с интенсивным рассеиванием энергии, за счет чего рост статического давления по радиусу тарелки получается значительно меньшим, чем в рамках одномерной модели без учета вязкого трения.

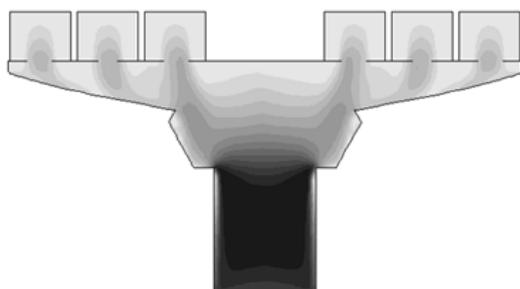


Рис. 2

При обратной циркуляции (рис. 2) поле скоростей отличается большей равномерностью, с некоторым преимуществом центральных столбов паковок, поскольку вытекающие из них потоки почти не испытывают влияния стенок днища тарелки. В результате расчета средних значений давле-

ния в полостях паковок на их внутренней поверхности, определяющих расход воздуха через паковки, установлено, что при прямой циркуляции неравномерность распределения расходов между столбами паковок для тарелки носителя НБЦ-6Н составляет при прямой циркуляции $61,5\%$, при обратной – $15,7\%$ и при двусторонней – $24,7\%$. При коэффициенте сопротивления столбов паковок 22 кг/с/дм^3 , что соответствует льняной пряже с влажностью $110...120\%$, неравномерность снижается весьма незначительно и составляет соответственно $52,2; 10,5$ и $21,5\%$.

Для оценки влияния неравномерности распределения воздуха между столбами паковок носителя на время сушки произведена модернизация программы DRY-ING1 [1], что позволило моделировать процесс сушки трех концентрических рядов столбов паковок, расположенных на различных радиусах тарелки носителя, с учетом изменения гидравлического сопротивления каждого ряда в процессе сушки и неравномерности распределения давления на входе в столбы, задаваемого по вышеприведенным данным. Моделирование производилось при температуре воздуха на

входе 115°С, общем расходе 2 м³/с и избыточном давлении 0,4 МПа, с учетом неравномерного распределения влажности по высоте столбов паковок перед сушкой. Расчеты показали, что даже при двусторонней циркуляции начальная неравно-

мерность распределения расходов между столбами паковок тарелки носителя НБЦ-6Н в первом периоде сушки с течением времени усиливается (рис.3), что отрицательно влияет на продолжительность сушки партии в целом.

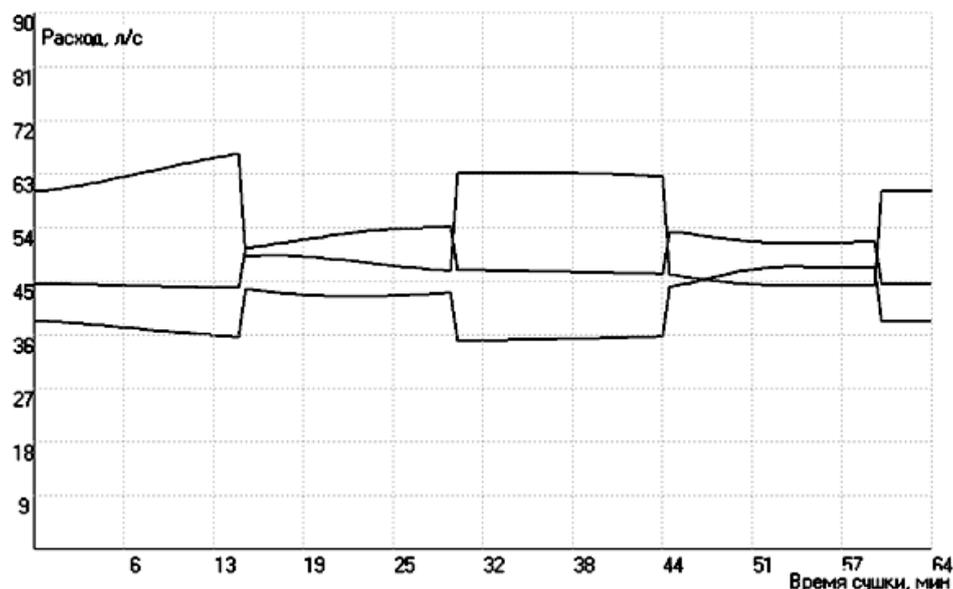


Рис. 3

Снижение данной неравномерности путем изменения геометрии тарелки носителя, установки в ней различного рода рассекателей, перфорированных перегородок и т.п., по результатам расчета соответствующих моделей, дает эффект лишь при односторонней циркуляции, а при смене ее направления, напротив, ухудшает ситуацию. Простейшим решением в данном случае является повышение сопротивления столбов паковок путем установки на входе в них дополнительных сопротивлений, например, в виде дроссельных шайб. Установка дроссельных шайб даже не требует изменения конструкции носителя, так как они могут насаживаться на стержни в процессе формирования партии льняной пряжи и сниматься при обработке текстильных материалов с высоким коэффициентом сопротивления (хлопчатобумажной пряжи). Если используются стержни с однополостным движением среды (для аппаратов АКДС), достаточно установки на стержень одной шайбы; для носителей аппаратов АКДН, имеющих стержни с дву-

сторонним подводом среды, необходимо устанавливать шайбы под нижней и над верхней паковкой, что усложняет операцию насадки. Аналогичный выравнивающий эффект должно дать и повышение коэффициента сопротивления перфорации патронов, улучшающее также распределение среды по высоте столба паковок, что, однако, потребует разработки патронов новой конструкции.

Анализ конечно-элементных моделей тарелки носителя при диаметре проходного сечения шайбы 40 мм (для патронов диаметром 90 мм) показывает, что неравномерность только за счет шайб снижается при прямой циркуляции до 15%, при обратной – до 6% и при двусторонней – до 7% (для сухой пряжи). При использовании дополнительно теоретического профиля днища тарелки, обеспечивающего, в рамках одномерной модели, постоянство скорости течения среды в радиальном направлении, эти цифры составляют соответственно 9,8; 12,7 и 7,6%, что практически не улучшает ситуацию.



Рис. 4

Предварительные результаты моделирования процесса сушки в программе DRYING1 при фиксированном расходе воздуха $2 \text{ м}^3/\text{с}$ на серийном стержне носителя НБЦ-6Н, представленные на рис.4, позволяют заключить, что предлагаемые мероприятия позволяют ожидать снижения времени сушки партии паковок льняной пряжи примерно на 12%. Следует отметить, что установка шайб повышает гидравлическое сопротивление носителя с пряжей в среднем с 1700 до 11500 Па, что может несколько понизить расход через паковки за счет смещения рабочей точки турбокомпрессора. Повышение сопротивления в данном случае не является значительным, так как, например, хлопчатобу-

мажная пряжа сама по себе имеет примерно в 12 раз большее сопротивление, чем льняная. Тем не менее, приведенная оценка должна рассматриваться как максимальная.

ВЫВОДЫ

1. Построена конечно-элементная модель распределительной тарелки носителя материала НБЦ-6Н, упрощающая расчет и оптимизацию его гидродинамических характеристик.

2. Показано, что наиболее простым способом снижения неравномерности распределения воздуха между рядами столбов паковок является повышение их сопротивления путем установки на стержни съемных дроссельных шайб.

3. Расчетное снижение времени сушки за счет выравнивания расходов воздуха между рядами столбов паковок для льняной пряжи составляет при двусторонней циркуляции 12%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киселев Н.В. //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №4С. С.106....110.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 16.06.07.

УДК 677 - 487.5.23.275

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ О ФОРМЕ ОБРАЗУЮЩИХ ПАКОВОК КРЕСТОВОЙ НАМОТКИ*

М.Н. НУРИЕВ, П.Н. КИСЕЛЕВ

(Азербайджанский государственный экономический университет, Костромской государственный технологический университет)

С помощью устройства [1] получают изображения теневых проекций боковой и торцевых поверхностей бобин крестовой намотки, которые фиксируются с помощью цифровой камеры. В процессе съемки бобина вращается, что позволяет получить данные о всей наружной поверхности бобины. Полученные данные хранятся в памяти компьютера. Эти видеоролики содержат достаточно полные сведения о

фактической форме бобины. После соответствующей обработки они могут использоваться для получения трехмерной визуальной модели паковки [2] и количественных оценок различных дефектов.

Укрупненная схема алгоритма получения исходных данных и их обработки для получения визуальной модели и показателей качества, характеризующих форму бобины, приведена на рис. 1.

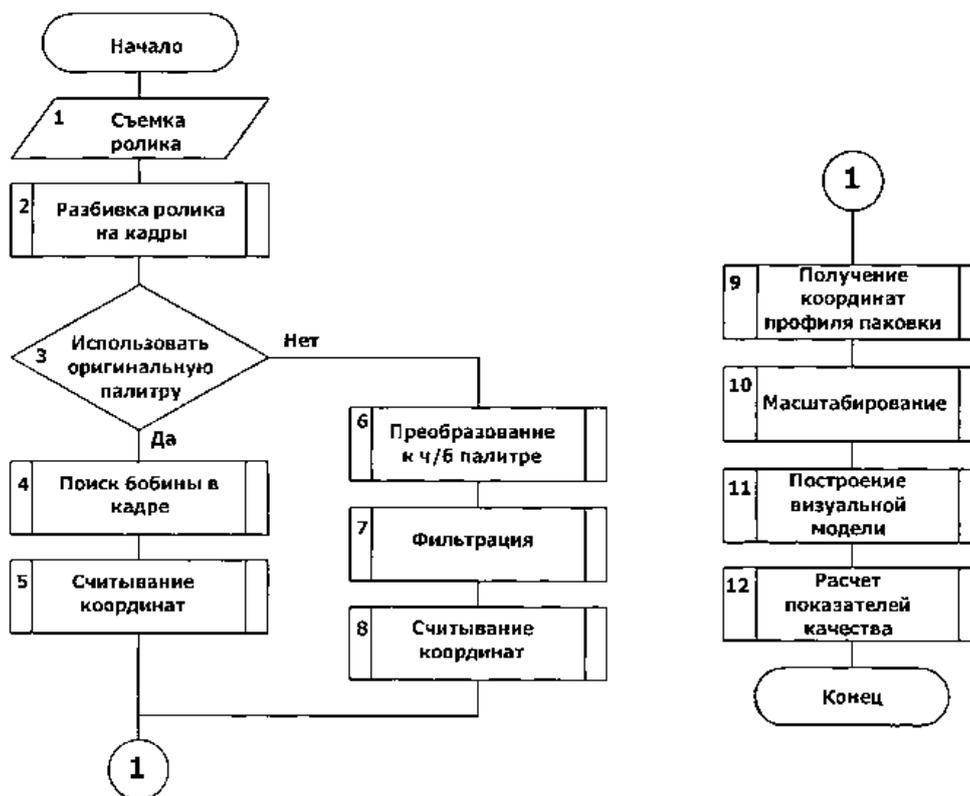


Рис. 1

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук П.Н. Рудовского.

Реализация операций, составляющих содержание блока 1, достаточно полно описана в [1]. Рассмотрим подробнее содержание остальных блоков.

Разбивка видеороликов на кадры. Первичной информацией, получаемой программно-аппаратным комплексом, являются видеоролики, отснятые с помощью цифровой камеры. Ролики записаны в формате QuickTime с расширением mov, который определяется программным обеспечением цифровой камеры. Данный формат является стандартом для работы с видеоизображением в операционных системах семейства MacOS на компьютерах фирмы Macintosh. [3].

Стандартно этот формат невозможно воспроизвести в ОС Windows. Для этого необходимо установить набор специализированных библиотек QuickTime. Для решения данной задачи есть, по крайней мере, два способа. Первый заключается в преобразовании формата mov в формат, поддерживаемый Windows, то есть avi. Второй предполагает использование специальной библиотеки qtmlClient.dll [4], содержащей набор функций. Функции из данной библиотеки позволяют напрямую работать с кадрами видеоролика формата mov.

При анализе возможностей применения первого подхода было установлено, что для преобразования из одного формата в другой существует достаточное количество программных продуктов [5...7]. Однако все они работают посредством GUI (Graphical User Interface) и не позволяют выполнять преобразование из командной строки в пакетном режиме. Это ограничение является неприемлемым потому, что скорость обработки видеороликов существенно снизится за счет того, что пользователь должен будет «вручную» преобразовать все видеоролики и только потом осуществлять процедуру их дальнейшей обработки.

Однако самым главным недостатком всех конвертеров форматов является потеря оригинальных данных при преобразовании файлов.

Второй способ сложнее в реализации, но при его использовании пользователь освобождается от такой рутинной работы, как преобразование каждого ролика из формата mov в формат avi посредством GUI. В этом способе преобразованием формата занимается специализированная библиотека qtmlClient.dll из QuickTime.

На начальной стадии разработки было предложено сохранять каждый кадр, полученный в результате разбивки видеоролика, в отдельном файле формата bmp на жестком диске и затем обрабатывать полученный набор файлов. Как показала практика, данный способ при обработке большого количества видеороликов требует много места на жестком диске, кроме того, процесс записи-считывания с жесткого диска является значительно более медленной операцией по сравнению с обращением к оперативной памяти. А так как при обработке кадра необходимы многократные обращения к хранилищу данных, то процесс обработки может выполняться неприемлемо медленно. Этот процесс можно выполнить гораздо быстрее за счет того, что каждый кадр, полученный с помощью функции из библиотеки qtmlclient.dll, загружается в оперативную память компьютера и обрабатывается непосредственно в ней. Данный способ применен в разработанном программном обеспечении. Это позволило в несколько раз повысить скорость разделения видеоролика на кадры. Соответствующие алгоритмы приведены на рис. 2.

Получение координат профиля паковки. Координаты профиля паковки могут быть получены двумя способами. Алгоритм процедуры разделения видеоролика на кадры представлен на рис. 2: блоками 6-7-8 или 4-5.

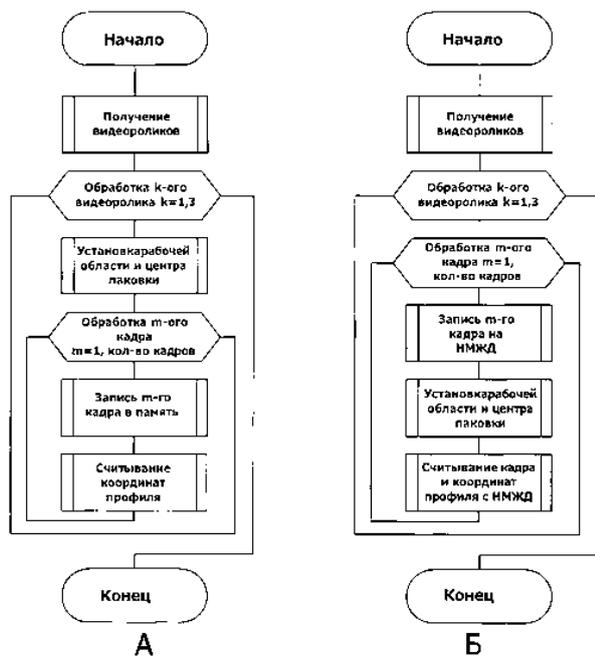


Рис. 2

Первый из них был применен на начальном этапе разработки. Он заключается в следующих операциях. После разделения видеоролика на кадры получают исходное изображение профиля боковой или торцевой поверхности паковки (рис. 3-а). На нем паковка представлена некоторым набором цветов более светлым, чем цвета фона. На границе профиля паковки происходит плавный переход от цветов паковки к цветам фона.

Исходное изображение преобразуется к черно-белой палитре (рис. 3-б). Для этого в программном обеспечении задано пороговое значение, которое получено опытным путем на основе обработки партии паковок. Данный порог может быть изменен пользователем в настройках. При этом на границе контура наблюдается ряд точек черного цвета на белом фоне и белого цвета на черном фоне, которые могут затруднять однозначное определение координат профиля при последующей обработке. Кроме того, в кадр попадает изображение фона, которое необходимо минимизировать для сокращения объема файлов, хранящих промежуточное изображение, и исключения лишних элементов изображения, на обработку которых требуется дополнительное время.

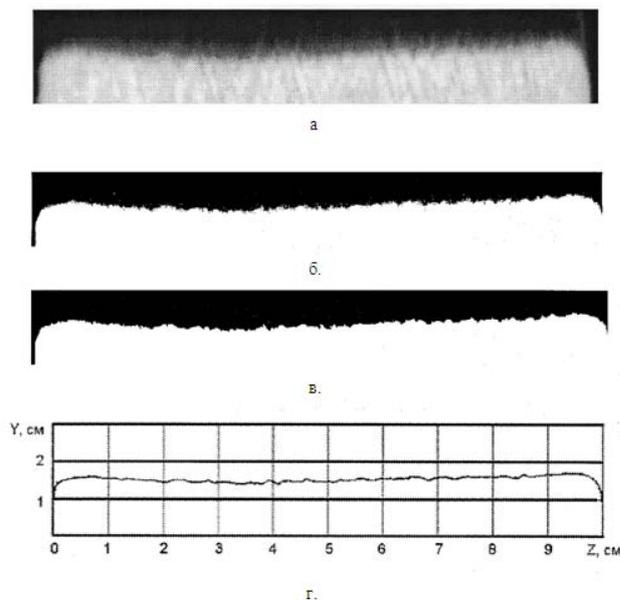


Рис. 3

При разработке алгоритма было принято, что изображение профиля паковки находится в центре кадра с заранее известными полями, то есть значимая область изображения была задана статически. На практике границы кадра задавалась оператором. После выделения значимой области кадра производилась фильтрация изображения, которая заключалась в замене цвета на контрастный для черных областей в окружении белых и для белых в окружении черных. Площадь обрабатываемой области ограничивалась квадратом три на три пикселя. Изображение профиля боковой поверхности после фильтрации приведено на рис. 3-в.

Затем производилось считывание координат профиля. Оно заключалось в последовательном опросе цвета точек изображения по вертикали начиная с верхней точки, принадлежащей фону и имеющей черный цвет. Первая точка, имеющая белый цвет, считается принадлежащей профилю паковки. Ее координаты умножаются на масштабные коэффициенты, учитывающие масштаб преобразования, оптическое и цифровое увеличение регистрирующей камеры и заносятся в массив, хранящий информацию о форме профиля боковой поверхности паковки. Иллюстраци-

ей полученных результатов может служить график, приведенный на рис. 3-г. Ось Z на графике направлена вдоль оси бобины, а Y по радиусу бобины.

Аналогичным образом обрабатывались изображения торцевых поверхностей паковки. Полученные данные могут быть использованы для расчета единичных показателей, характеризующих отклонение формы паковки от заданной. На их базе возможно также обнаружение дефектов формы и построение трехмерной визуальной модели паковки.

ВЫВОДЫ

На основе анализа существующих решений произведен выбор рационального способа преобразования первичной информации о профиле паковки в формат, удобный для его последующей обработки.

1. Киселев П.Н., Рудовский П.Н., Палочкин С.В. Способ контроля формы паковки и устройство для его осуществления. Патент РФ №2275320, МПК В65Н 63/00, заявл. 19.07.2004., опублик. 27.04.2006, бюл. №12.

2. Рудовский П.Н., Нуриев М.Н., Киселев П.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №3. С.124...125.

3. Техническая документация на операционную систему MacOS. [Электронный ресурс] Режим доступа, www.apple.com

4. Инструкция пользователя QuickTime [Электронный ресурс] Режим доступа, [http:// developer, apple.com/ documentation/ QuickTime/ APIREF/ AlphabeticalIndexofFunctions. htm](http://developer.apple.com/documentation/QuickTime/APIREF/AlphabeticalIndexofFunctions.htm).

5. Digital Media Converter [Электронный ресурс] Режим доступа [http:// www.filetrial.com /convert/ mediaconverter.html](http://www.filetrial.com/convert/mediaconverter.html)

6. Alive Video Converter [Электронный ресурс] Режим доступа [http://www. alivemedia.net/videoconverter.htm](http://www.alivemedia.net/videoconverter.htm)

7. QuickVideoConverter [Электронный ресурс] Режим доступа [http://www.video2x.com/ ?oqvc&OVRAW=mov%20to%20avi&OVKEY=mov %20to%20avi&OVMTS=standard](http://www.video2x.com/?oqvc&OVRAW=mov%20to%20avi&OVKEY=mov%20to%20avi&OVMTS=standard)

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов КГТУ. Поступила 16.06.07.

УДК 677.024

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ МНОГОСЛОЙНЫХ ТКАНЕЙ

А.В. ФИРСОВ, Г.Л. СЛОСТИНА

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

Многослойные ткани широко используются в технических и декоративных целях. При проектировании многослойных тканей особое значение имеет выбор переплетения [1].

На рис.1 представлена блок-схема алгоритма проектирования переплетений многослойных тканей.

1. На первом шаге построения многослойного рисунка переплетения нужно выбрать:

- число систем основных и уточных нитей (блок 1);
- раппорт переплетения слоев по осно-

ве и утку (блок 2).

2. Если пользователь ввел правильные данные (блок 3), то выполняется переход к блоку 4, иначе к блоку 1.

3. Далее осуществляется выбор систем нитей (блок 4) из следующего списка:

- основные нити верхнего слоя;
- основные нити нижнего слоя;
- основные нити среднего слоя;
- уточные нити верхнего слоя;
- уточные нити нижнего слоя;
- уточные нити среднего слоя;

и выбор цвета для каждой системы основных нитей (блок 5).

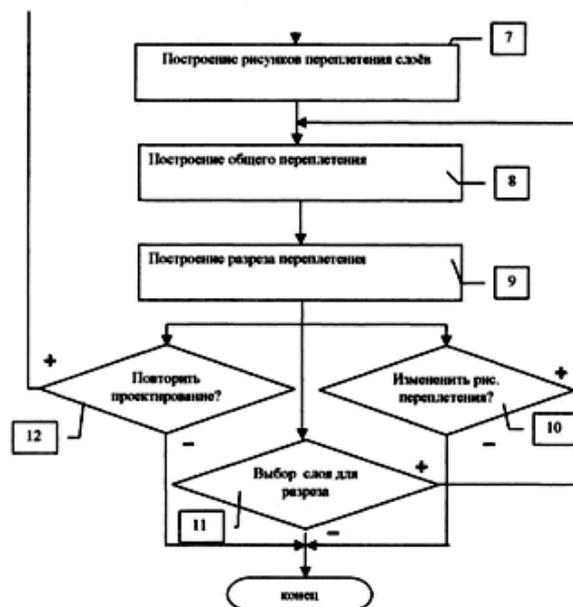
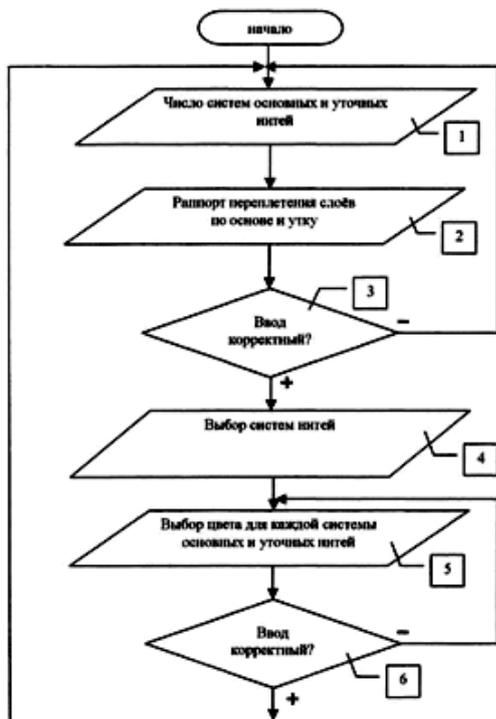


Рис. 1

4. Если пользователь ввел неправильные данные (блок 6), то возврат к блоку 5, иначе переход к блоку 7.

5. Далее выбираются (блок 7):
переплетение верхней основы:

- с верхним утком;
- с нижним утком;
- с прижимным утком;

переплетение нижней основы:

- с нижним утком;
- с верхним утком;
- с прижимным утком;

переплетение прижимной основы:

- с нижним утком;
- с прижимным утком;
- с верхним утком;

переплетение средней основы:

- с нижним утком.

6. Осуществляется построение общего переплетения (блок 8). В зависимости от заданных параметров (раппорта переплетения слоев и числа систем, основных и уточных нитей) строится таблица для расстановки перекрытий переплетений слоев. Определяется назначение каждой основной и уточной нитей: верхняя, нижняя, прижимная или средняя. Далее, в построенной таблице, расставляются основные и

уточные перекрытия переплетений слоев следующим способом:

1) берется одно из переплетений слоев (например, переплетение верхней основы с верхним утком);

2) основные перекрытия этого переплетения переносятся в таблицу на пересечении соответствующих нитей.

3) далее берется следующее переплетение слоя и алгоритм повторяется (переход к пункту 1).

Каждая система основных нитей в таблице отображается цветом, который был выбран в блоке 4.

7. Осуществляется построение разреза переплетения по первому слою (блок 9). Для этого определяется расположение уточных нитей в разрезе. Порядок их расположения должен быть такой: нить нижнего слоя, нить среднего слоя, нить верхнего слоя и прижимной уток. Затем параллельно соответствующим нитям в рисунке переплетения строятся сами уточные нити.

Далее берется первая основная нить в слое, по которому строится разрез, и проверяется наличие основных и уточных перекрытий по этой нити сверху вниз. Если перекрытие основное, то в разрезе основ-

ная нить огибает уточную с правой стороны, а если перекрытие уточное – то с левой.

Выбирается вторая основная нить слоя и алгоритм повторяется. Таким образом перебираются все нити. В результате получается разрез переплетения.

7. Возможно изменение рисунка переплетения (блок 10) или выбор другого

слоя для разреза (блок 11), при этом происходит возврат к блоку 8.

8. Имеется возможность повторить проектирование сначала (блок 12) –с переходом к блоку 1.

Ниже в табл. 1 и на рис. 2 приводится пример построения многослойного переплетения и разреза.

Таблица 1

1. Переплетение нитей в нижнем слое (прижимной основы с прижимным утком)		6. Переплетение верхней основы с прижимным утком	
2. Переплетение прижимной основы с прижимным утком		7. Переплетение средней основы с нижним утком	
3. Переплетение прижимной основы с нижним утком		8. Переплетение средней основы с верхним утком	
4. Переплетение верхней основы с верхним утком		9. Переплетение прижимной основы с верхним утком	
5. Переплетение верхней основы с нижним утком		-	-

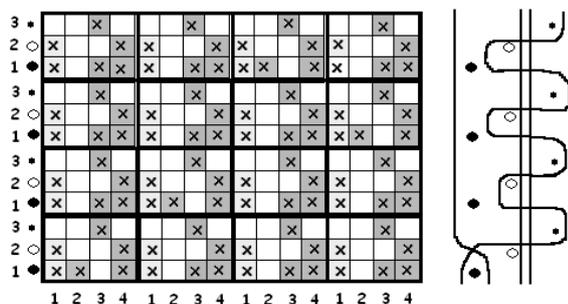


Рис. 2

ВЫВОДЫ

1. Разработан универсальный алгоритм проектирования переплетений многослойных тканей.

2. Данный алгоритм может использоваться для проектирования многослойных тканей разного назначения, в том числе технического и декоративного назначения

3. Алгоритм может быть использован для разработки программного обеспечения в составе САПР тканей.

ЛИТЕРАТУРА

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

Рекомендована кафедрой информационных технологий и вычислительной техники. Поступила 16.06.07.

УДК 628.19: 577.4

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Н.Е. ЕГОРОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

Технология обработки текстильных материалов требует значительных затрат водных ресурсов. Постоянное ужесточение требований к предприятиям в области экологии заставляет искать более эффективные формы природоохранной деятельности. В настоящее время одним из решений этой проблемы является введение постов экологического мониторинга. По данным экологического мониторинга выявляются источники загрязнения окружающей среды и определяется вклад каждого конкретного предприятия. С помощью комплексной системы наблюдения за состоянием окружающей среды также оценивается эффективность проводимых природоохранных мероприятий. Пост экологического наблюдения организуется в виде автономных систем контроля и единого центра сбора и обработки информации. Одним из параметров, подлежащих контролю, является расход воды в реке.

Для определения расхода воды в реке с медленным течением предлагается использовать поплавковый датчик. Такой датчик отличается высокой чувствительностью сравнительно с традиционными "вертушками".

Датчик представляет собой поплавок в виде шара из легкого материала, связанного прочной нитью или тонкой леской с неподвижной точкой на дне. В точке крепления находится устройство, определяющее угол отклонения нити от вертикального положения.

При течении воды шарик отклоняется от вертикального положения, угол отклонения передается по радиоканалу на центральный компьютер, где вычисляется скорость течения воды.

Для определения расхода воды в реке в заданном сечении русла устанавливаются несколько датчиков скорости, показания которых усредняются традиционным образом. Такой способ сложно осуществить технически.

В данной работе используется следующий подход. Скорость измеряется в одной точке. Уравнения Рейнольдса и модель турбулентности Спеллинга при известной конфигурации сечения русла реки дают возможность по скорости в одной точке восстановить профиль скоростей во всем сечении и рассчитать расход воды.

Уравнения Рейнольдса для поля скоростей в сечении в стационарном случае принимают вид:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(D \frac{\partial U}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D \frac{\partial U}{\partial y} \right) + P = 0.$$

Здесь x, y – координаты поперечного сечения русла; U – величина скорости; D – кинематическая турбулентная вязкость; P – составляющая ускорения потока под действием силы тяжести.

Принимаем, что D зависит от глубины реки в данной точке. Предполагается, что на дне реки скорость обращается в ноль, а на поверхности воды обращается в ноль

первая производная от скорости по вертикальной координате.

Ведется поиск такого значения P , при котором вычисленная скорость в данной точке потока совпадает с показаниями прибора, измеряющего скорость течения в этой же точке. Когда это условие выполнено, восстанавливается поле скоростей во всем сечении русла:

$$Q = \int_{\Omega} U(x, y) dx dy .$$

Здесь Q – расход; Ω – область, ограниченная, с одной стороны, дном реки, с другой – ее поверхностью.

ВЫВОДЫ

На основе изложенной математической модели разработано программное обеспечение, позволяющее проводить расчеты поля скоростей по всему сечению русла реки. Таким образом, пост экологического мониторинга имеет регулярную информацию о состоянии водных ресурсов и оперативно реагирует на все изменения.

Рекомендована кафедрой прикладной математики и информационных технологий. Поступила 16.06.07.
