

Федеральное агентство по образованию

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

**ТЕХНОЛОГИЯ
ТЕКСТИЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

**№ 4С (310)
2008**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор *Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ.*

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

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

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ.*

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

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

E-mail: ttp@igta.ru

<http://www.igta.ru>

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 01.08.2008. Подписано в печать 01.09.2008. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. 14,88 усл.-печ. л.; 15,13 усл. кр.-отт. Заказ 3787.

Тираж 450 экз.

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

УДК 658.3.01

ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ САМООБУЧАЮЩЕЙСЯ ОРГАНИЗАЦИИ НА ТЕКСТИЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

В.П. ДУДЯШОВА, Н.А. КИПЕНЬ

(Костромской государственной технологической университет)

Переход экономики России на рыночные отношения привел к резкому ухудшению ситуации в текстильной промышленности. Причинами кризиса послужили отсутствие сырья и оборотных средств, конкуренция с дешевыми импортными товарами, отсутствие у большинства предприятий эффективного собственника, низкая производственная и управленческая инновационность. Таким образом, наряду с совершенствованием организации производства необходимо решать вопросы, связанные с развитием технологий управления, стимулирующих выпуск наукоемкой продукции и позволяющих занять лидирующие позиции на мировых рынках [1].

Одной из таких инновационных технологий является самообучающаяся организация (СОО) [2], [3]. В настоящее время СОО признается зарубежными и отечественными руководителями как основной источник конкурентных преимуществ, самый действенный способ выживания в изменяющихся условиях окружающей среды, так как именно она дает приращение организационных знаний и необходимую инновационность. С этой целью на промышленных предприятиях, в том числе текстильных, необходимо создавать такую искусственную систему, как СОО.

В экономической литературе самообучающаяся организация определена как искусственно созданная организационная система, функционирующая на следующих принципах: 1) динамичность самих принципов работы организации, которые выра-

батываются и совершенствуются путем приобретаемого опыта согласно изменениям и требованиям внешней среды; 2) преобладание групповой формы организации труда; 3) совершенствование внутрифирменных коммуникаций на основе активного вовлечения работников в процесс принятия решений; 4) нацеленность деятельности на приращение корпоративных знаний [2]. Данная система состоит из элементов, которые представлены дисциплинами П. Сенге: системное мышление, мастерство в совершенствовании личности, интеллектуальные модели, формирование общего видения, групповое обучение [3].

Комплекс методик по формированию СОО, предложенный авторами, включает в себя: оценку необходимости формирования такой формы организации, оценку фактического соответствия организации принципам самообучения, оценку готовности персонала к принятию стратегии СОО [2]. Данные методики были апробированы авторами на одном из текстильных предприятий г. Костромы. Результаты практического применения методик состоят в следующем.

1. Оценка необходимости формирования СОО на текстильном предприятии г. Костромы.

На первом этапе была проведена диагностика факторов, определяющих выбор оптимальной стадии развития СОО (стабильность внешней среды, характер выпускаемой продукции, тип производства, стратегия предприятия, когнитивный по-

тенциал работников, уровень производственной и управленческой инновационности). В результате было выявлено, что для анализируемого текстильного предприятия необходима изучающая стадия развития СОО, которая в сложившихся условиях является оптимальной. Следует отметить, что изучающая стадия – это третья из четырех стадий развития СОО, которые соответственно определяют степень развития дисциплин П. Сенге (1 стадия – заимствующая организация, 2 стадия – когнитивно-трансформирующаяся организация, 4 стадия – научающаяся организация).

2. Оценка фактического соответствия организации принципам самообучения на текстильном предприятии г. Костромы.

Уровень развития дисциплин СОО данного предприятия представлен на рис. 1 – диаграмма оценки фактического соответствия текстильного предприятия г. Костромы принципам самообучения (СМ – системное мышление, М – мастерство в совершенствовании личности, ИМ – интеллектуальные модели, ФОВ – формирование общего видения, ГО – групповое обучение).

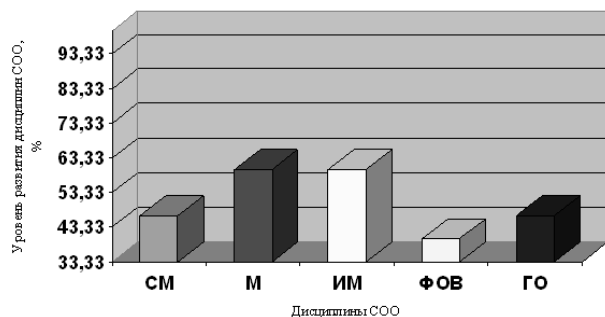


Рис. 1

По результатам проведенного исследования можно сделать вывод, что фактической стадией развития СОО на предприятии является когнитивно-трансформирующаяся организация. Однако необходимо заметить, что данный показатель располагается почти на границе со стадией изучающей организации, а соответственно может изменяться в меньшую сторону.

Наиболее оптимальной стадией развития СОО для данного предприятия, как было показано ранее, является изучающая

организация. Таким образом, предприятию необходимо дальнейшее развитие процессов, связанных с самообучением, и переход на более высокие стадии. В качестве рекомендаций по дальнейшему формированию и развитию СОО на предприятии нами предложен "банк" мероприятий [2].

3. Оценка готовности персонала к принятию стратегии СОО на текстильном предприятии г. Костромы.

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1) единственная дисциплина, принятие которой возможно работниками предприятия, – системное мышление;

2) мастерство в совершенствовании личности сотрудникам принять достаточно сложно, так как творческое напряжение, являющееся основой данной дисциплины, как правило, отсутствует;

3) несколько лет назад состояние предприятия было плачевным с финансовой точки зрения, что повлияло на интеллектуальные модели и формирование общего видения, которые сотрудникам принять также достаточно сложно;

4) предпосылок для принятия группового обучения на предприятии также не создается, что затрудняет принятие этой дисциплины персоналом предприятия;

5) способность персонала к принятию стратегии СОО достаточно низка по всем предложенным дисциплинам (средний показатель в целом по предприятию составляет 58,97%).

Для того, чтобы получить наглядную картину готовности персонала к принятию стратегии СОО, построим матрицу готовности (рис. 2 – матрица готовности персонала предприятия к принятию стратегии СОО).

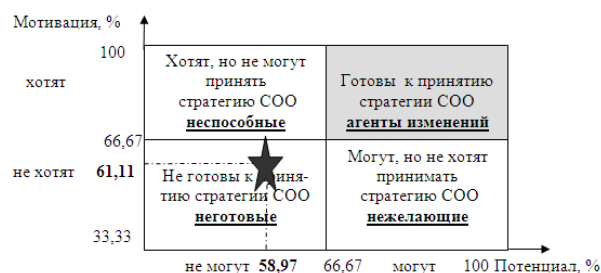


Рис. 2

Таким образом, по результатам проведенного социологического исследования можно сделать вывод, что работники предприятия не готовы принять стратегию СОО. Соответственно, в случае дальнейшего движения по пути самообучения наиболее важной становится задача подготовки персонала предприятия к изменениям. В качестве рекомендаций можно также предложить проведение мероприятий по подготовке персонала к принятию дисциплин СОО [2].

ВЫВОДЫ

Исследование показало, что в качестве перспективных направлений по формированию и развитию СОО в условиях текстильного предприятия можно назвать:

1) введение в штат текстильных предприятий должности ЗУН-менеджера или СОО-менеджера, который будет нести ответственность за формирование и развитие в компании дисциплин, а также за другие процессы, характерные для СОО;

2) развитие сотово-сетевых управленческих отношений вместо функционально-иерархических [1];

3) регулярное и целенаправленное проведение с работниками мероприятий, способствующих формированию и развитию СОО;

4) отказ от формального обособления отделов и рабочих групп;

5) повышение роли инновационной

деятельности, ориентированной на производство и самостоятельное продвижение на рынки новых изделий и технологий;

6) создание проблемных групп (команд), постоянное повышение инициативности и творческой отдачи персонала;

7) переход от узкой специализации к интеграции в управленческой деятельности;

8) осуществление децентрализации ряда функций управления, прежде всего, производственных и сбытовых; с этой целью в рамках предприятий можно создавать полуавтономные или автономные отделения, бизнес-единицы, полностью отвечающие за прибыли и убытки;

9) повышение статуса информационных и кадровых средств интеграции (например, организация процессных команд).

ЛИТЕРАТУРА

1. Дудяшова В.П., Моторов А.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №2. С.16...20.

2. Кипень Н.А., Дудяшова В.П., Денисова А.В. Формирование и развитие самообучающейся организации: Монография. – Кострома : Изд-во КГТУ, 2008.

3. Сенге П. Пятая дисциплина: искусство и практика самообучающейся организации / Пер. с англ. – М.: Олимп-Бизнес, 2003.

Рекомендована кафедрой экономики отраслей.
Поступила 30.06.08.

УДК 658.512.6

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ПЛАНИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ УЗЛОВ И МЕХАНИЗМОВ ТЕКСТИЛЬНОГО ОТДЕЛОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

С.А. ТИМОФЕЕВ, В.А. САДОВ

(Костромской государственной технологической университет)

Среди многочисленных задач производства одной из основных является разработка и изготовление высококачественного продукта, что возможно лишь при

высококачественных оптимальных процессах. При производстве продукта его качество следует непрерывно создавать на всех этапах создания стоимости, а не кон-

тролировать качество продукции на конечной стадии ее изготовления [1]. В этой связи деятельность предприятия должна переместиться в фокус планирования качества, цель которого не должна состоять в оценивании через усиление контроля. Задача планирования качества должна заключаться в идентификации существенных признаков продукта с точки зрения потребительских и технических свойств и их оценке к соответствующему времени, на соответствующем месте и в соответствующем объеме. Для этого необходимо согласование процесса планирования качества с другими процессами при учете влияния изменяющихся граничных условий.

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.

Планирование мероприятий по обеспечению качества продукта должно проводиться параллельно с процессом его возникновения. Установлено [2], что максимальный объем информации имеется лишь в том месте, на котором эти сведения образуются (возникают). По этой причине рационально сокращать внешние интерфейсы производственной сферы для планирования мероприятий по всей цепи создания стоимости продукта, выполнение которых обеспечит получение высококачественного продукта. Анализ показывает, что только процессы системного анализа возможностей возникновения брака в продукте во время выполнения процесса по его изготовлению находят применение в рамках планирования качества.

Следует учитывать, что общее планирование должно подчиняться производственным функциям, поэтому необходимо выполнить анализ производственной сферы, которая включает в себя функции планирования качества, конструирования и разработки, подготовки производства, из-

готовления и сборки. Эти функции представляют интегрированную составную часть общей цепи процессов выполнения заказа.

Сведения или документы, выданные производственными подразделениями для планирования, распределяются соответствующей записью в каталоге данных. Документы и сведения, которые функционально не обмениваются между собой и не обладают никакими прямыми связями в отношении планирования оценки качества, не представляются, чтобы гарантировать наглядность разрабатываемых унифицированных функциональных узлов. По этой же причине требуется предоставить необходимые вспомогательные средства, которые оказывают влияние на выходные данные. На первой фазе планирования формируется каталог данных, который формируется внешними интерфейсами. На основании этого каталога осуществляется общее планирование. Этот каталог должен включать в себя следующее.

1. План работ.
2. Результаты системного анализа возможностей возникновения брака во время процесса.
3. Детальный технологический маршрут.
4. Документы для контроля.
5. Результаты системного анализа возможностей возникновения брака в продукте.
6. Сборочные чертежи.
7. Спецификации.
8. Отчет о проверках (испытаниях).
9. Отчет о повреждениях (браке).
10. Этапы создания стоимости.
11. Сведения о заказах.
12. Требования к производству.
13. Признаки продукта.
14. Сведения о качестве продукта.

В качестве входных данных для планирования качества предоставляются сведения относительно места проведения проверок и испытаний, количества контролеров и средств контроля. По этим данным устанавливаются затраты на проведение испытаний, которые выводятся в качестве выходной информации.

Издержки повреждений продукта описывают все расходы, которые возникают в производстве из-за продукта, который был поставлен с браком. Они включают в себя затраты по замене вышедшей из строя детали в пределах гарантийного срока, затраты, определяемые законной ответственностью за качество произведенных продуктов и предоставленных услуг, а также затраты, вызванные потерей прибыли из-за утраты престижа [3]. Для новых разработок, для которых не имеется никаких данных, эти сведения должны выводиться по данным подобного продукта.

На основе этих данных при оценочном планировании можно ответить на вопрос о необходимости проверки детали. Если речь идет о детали, для которой нет в договоре предписывающих стандартами и нормами проверок, то от них можно отказаться в том случае, если издержки повреждений являются меньше, чем затраты, необходимые для проведения проверок [3].

Отчеты о повреждениях и браке необходимы для планирования оценки качества продукта, в них содержатся дополнительные сведения о признаках повреждений, которые классифицируют потери продукции. На базе этих данных могут идентифицироваться признаки для проведения ис-

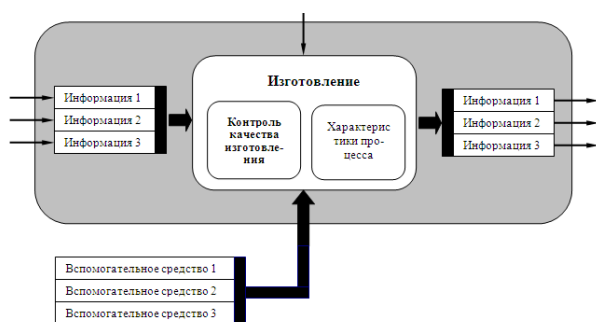


Рис. 1

Интерфейсы контроля качества и сборки дополняют сведения о маршруте и качестве продукта. В качестве примера на рис. 1 представлены взаимосвязи в интерфейсе изготовления продукта, а рис.2 раскрывает схему контроля качества его изготовления.

пытаний и проверок и приниматься решения о жесткости контроля.

Внешние интерфейсы оценочного планирования включают в себя следующие интерфейсы.

Интерфейс технико-коммерческого общего планирования, на выходе которого формируются отчет о проверках (испытаниях), отчеты о повреждениях (браке), поэтапные сведения создания стоимости и сведения о заказах.

Интерфейс планирования качества, на выходе которого формируются требования к производству, признаки продукта и сведения о качестве.

Интерфейс конструирования (разработки), формирующий процесс системного анализа возможностей возникновения брака в продукте, сборочные чертежи и спецификации.

Интерфейс планирования работ, формирующий план работ и системный анализ возможностей возникновения брака во время процесса.

Интерфейсы разработки технологического маршрута и управления процессом изготовления, которые выдают сведения о маршруте обработки и сборки с необходимыми параметрами.



Рис. 2

Исходной информацией контроля качества изготовления являются характеристики и параметры процесса, а также документы для проведения проверок, которые представляются в форме карт, отображающих допустимые стандартом значения величин или идентифицированных признаков каче-

ства. Контроль качества является производственной функцией по разработке плана проверок. В части разработки инструкций и указаний приводятся все задачи в последовательности их выполнения.

Входная информация в форме генерированного плана проверочных испытаний содержит все без исключения данные, необходимые для проверки качества. Признаки, которые должны контролироваться, такие как средства контроля и виды контроля, точно задаются в документах. В дальнейшем устанавливается персонал для проведения контроля и определяется место, где должны проходить контрольные мероприятия. Кроме того, должен быть определен объем и время проведения проверок или отбор выборок.

Параметры процесса, которые устанавливаются в рамках контрольно-проверочных мероприятий, характеризуют данный процесс изготовления продукта, который в свою очередь подгоняется в зависимости от входных параметров. При помощи результатов измерений появляется возможность подрегулировать процесс (сделать его более точным), что происходит в контуре регулирования между изготовлением и контролем качества изготовления. В другом контуре эта информация передается на оценочное планирование таким образом, чтобы можно было облегчить обоснование выбора контрольно-измерительных средств на примерах из оперативной практики. Получаемые во время проверок величины, допускаемые стандартами качества, направляются в планирование оценки качества продукта, где производится сравнение заданных величин с их истинными значениями. Эти сведения могут находить применение в следующем этапе планирования, причем жесткость контроля может снижаться, если речь идет о достаточно надежном процессе.

Проанализированные информационные потоки могут моделироваться в замкнутой системе. При таком моделировании предоставляется возможность анализа комплексных взаимосвязей между оценочным планированием и другими сферами производства.

В рамках технической разработки про-

цесс возникновения продукта должен осуществляться параллельно с планированием оценки качества. Общая модель представляет необходимые, существенные интерфейсы с другими сферами производства независимо от времени.

Поскольку в составленной модели речь идет о замкнутой информационной системе, могут определяться контуры регулирования, с помощью которых составление плана проверок превращается в итеративный процесс.

На основе полученного каталога данных в дальнейшем могут быть разработаны внутренние интерфейсы оценочного планирования, позволяющие точно выбрать контрольные средства, назначить контролеров, разработать инструкции и указания для выполнения контрольно-измерительных работ.

Результатом детализации внутренней модели планирования оценки качества является полный план осуществления проверок, который включает в себя:

1. определение признаков контроля;
2. оценку необходимости выполнения контроля;
3. установление объема и вида проверок;
4. установление сроков проведения испытаний и проверок, а также контрольных пунктов по ходу технологического процесса;
5. определение персонала (контролеров);
6. выбор контрольно-измерительных средств;
7. разработку инструкций для проведения контроля.

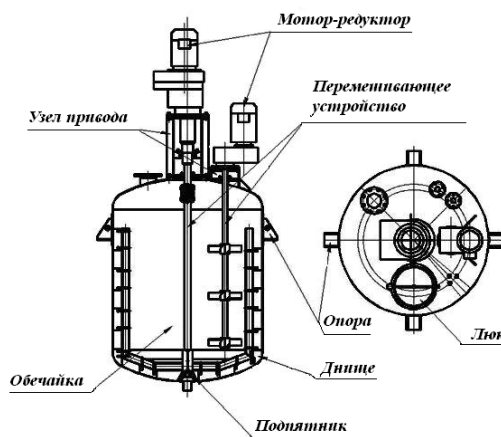


Рис. 3

Например, при изготовлении емкости со смесителем (она показана на рис. 3), предназначенной для пропитки текстильных материалов красящим раствором, признаки контроля выводятся на основе матрицы структуры продукта [4].

Наиболее существенные признаки при-

ведены в табл. 1 – матрица структуры емкости и существенные признаки контроля в соответствии с признаком продукта (частота изменений: В – высокая, С – средняя, Н – низкая; необходимость контроля обозначена закрашенной ячейкой при компоненте продукта).

Т а б л и ц а 1

Признак продукта	Количество проявлений признаков продукта	Компонент продукта (агрегат)						
		днище	обечайка	опора	люк	узел привода	смеситель	подпятник
		Количество вариантов						
		4	1	3	3	2	3	2
		Частота изменений						
С	Н	Н	С	С	С	В		
Диаметр емкости	6							
Высота емкости	8							
Рабочая среда	4							
Давление	2							
Необходимость наблюдения	2							
Окружающая среда	4							
Способ установки	2							
Необходимость перемешивания	2							
Мощность перемешивания	3							

ВЫВОДЫ

1. На основе анализа внешних и внутренних интерфейсов планирования качества продукта следует заключить, что планирование качества тесно связано с другими сферами производственной деятельности и с внутренними информационными потоками между единичными функциями планирования оценки качества.

2. Планирование качества продукта должно производиться параллельно с его разработкой.

3. Разработана методика планирования оценки качества, которая основывается на анализе внутренних и внешних связей модели планирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Richter M., Raschke D., Kooperation. Kooperation hat Zukunft: Potenziale der Automobilentwicklung in Deutschland, in: QZ Qualität und Zuverlässigkeit. 49. Jg., 2004. Nr. 5. S. 38...40.
2. Neumann A. Prüfplangenerierung Automatische Prüfplangenerierung, hrsg. v. H. Schulz, Hanser Verlag. – Darmstadt, 1992.
3. Pfeifer T. Qualitätsmanagement. Qualitätsmanagement, Hanser Verlag. – München, 2001.
4. Садов В.А., Тимофеев С.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 6С. С. 101...106.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроения. Поступила 30.06.08.

УДК 677.017: 687.1

МЕТОД ОЦЕНКИ ФОРМОУСТОЙЧИВОСТИ МАТЕРИАЛОВ И ПАКЕТОВ ОДЕЖДЫ

Л.Л. ЧАГИНА, Н.А. СМИРНОВА, В.В. ЛАПШИН

(Костромской государственной технологической университет)

Потребительская ценность и надежность одежды, ее внешняя привлекательность неразрывно связаны с понятием формоустойчивости. Анализ литературных источников показал, что задача объективной оценки и повышения формоустойчивости остается актуальной, несмотря на большое количество научных исследований в этой области. В настоящее время не существует единого общепринятого метода оценки формоустойчивости, регламентируемого стандартами. Методики разрабатываются авторами применительно к объектам и целям эксперимента. Методы оценки формоустойчивости условно подразделяют на прямые, когда производится оценка объемной формы посредством специальных измерительных приборов, и косвенные, при которых формоустойчивость оценивается с использованием различных показателей физико-механических свойств. Более объективные результаты эксперимента обеспечивают методы, использующие объемную форму пробы, имитирующую реальную форму деталей швейного изделия [1...3]. Существующие методики оценки формоустойчивости объемных проб зачастую требуют сложных экспериментальных установок, использование которых в производственных условиях не представляется возможным.

Применительно к оценке устойчивости формы для текстильных полотен, деталей одежды и швейных изделий в целом наиболее приемлемым и объективным критерием оценки формоустойчивости является упругость – способность восстанавливать форму после снятия нагрузки. С понятием упругости неразрывно связана способность ткани или пакета материалов изде-

лия сопротивляться деформации изгиба – жесткость. Многие исследователи признают эти показатели определяющими при оценке формоустойчивости, так как они оказывают существенное влияние на стабильность формы.

Анализ современных методов определения жесткости и упругости показывает их недостаточную информативность для целей проектирования и изготовления одежды. Существующие методы используют ввиду своих методических и конструктивных особенностей объект исследования в форме прямоугольной пробы (метод "кольца", метод "петли", метод фирмы Каннегиссер и другие). Плоская проба не всегда позволяет получать объективные результаты, поскольку форма большинства деталей изделий является сложной – неразвертываемой.

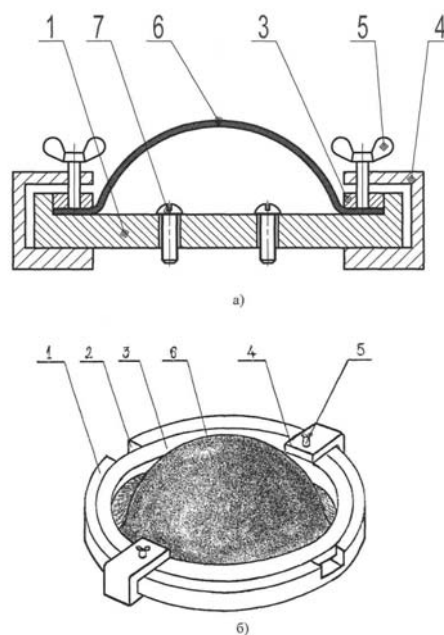


Рис. 1

Для получения информации о пространственной устойчивости объемных деталей предлагается доступный метод, в котором реализуется возможность использования объемной пробы с неразвертываемой поверхностью. Отличительной особенностью является то, что сформованные пробы закреплены по контуру (рис. 1-а – сечение вида спереди; 1-б – закрепление в приспособлении образца объемной формы; 1 – съемная площадка; 2 – пазы в бортике съемной площадки; 3 – прижимная пластина; 4 – зажимы-скобки; 5 – винты; 6 – образец; 7 – штифты). Подобный вариант пробы, повторяя целостную структуру швейного изделия, в котором сложная пространственная форма закреплена посредством кромок, швов, других деталей изделия, отражает реальное поведение тканей и пакетов при эксплуатации, позволяет воспроизвести сложную картину явлений, возникающих в материале, и оценить работу нитей внутри структуры полотна и пакета одежды. Предлагаемая методика может быть реализована как на стандартном приборе ПЖУ-12М [4] с использованием разработанного устройства для закрепления пространственных проб [5], так и на автоматизированном устройстве [6].

Объемную форму пробы получают формованием на установке в виде шарового сегмента. Радиус кривизны и высота объемной пробы выбраны в соответствии с размерами и конфигурацией подушек оборудования для формования деталей швейных изделий. Параметры формования выбираются в соответствии с рекомендациями для используемого материала.

В качестве критериев оценки формоустойчивости предложены стандартные и новые показатели:

- условная жесткость на изгиб, сН;
- упругость объемных сферических проб после однократного изгиба, %;
- изменение жесткости и упругости сферических проб после многоциклового изгиба;
- гладкость поверхности пробы.

Жесткость оценивается способностью образца сопротивляться изменению формы под действием внешних сил; упругость – способностью восстанавливать форму по-

сле снятия нагрузки. Гладкость определяется визуально по отсутствию или наличию заломов, морщин, складок на поверхности пробы после многократного изгиба. Количество изгибающих циклов определяется видом изделия и условиями эксплуатации.

Устройство для закрепления пробы [5] является унифицированным и может применяться для испытания проб иной конфигурации, например, крестообразных, а также прямоугольных проб различной ширины. С помощью предлагаемого устройства можно осуществлять экспериментальные исследования однослойных пакетов (швов различной конструкции), что позволяет количественно оценить упругие свойства швов и решать вопросы оптимального расположения конструктивных линий изделия с целью обеспечения стабильности формы деталей одежды в процессе эксплуатации. Возможность испытания проб различной ширины позволяет определить рациональную величину припуска на шов как для прямолинейных участков, так и для срезов с различным радиусом кривизны.

Анализ результатов экспериментального исследования жесткости и упругости материалов и пакетов одежды по стандартной и предлагаемой методикам позволил сделать вывод, что стандартная методика [4] в ряде случаев не позволяет дать объективную оценку способности восстановления объемной формы после приложения нагрузки. По стандартному методу высокая жесткость обуславливает высокую упругость, а, следовательно, и формоустойчивость. Предлагаемый метод показывает, что высокая жесткость не всегда обеспечивает высокую упругость. Оценка гладкости поверхности образца после испытания и изменения жесткости и упругости после многоциклового изгиба позволяет прогнозировать формоустойчивость изделий в процессе эксплуатации.

ВЫВОДЫ

1. Предложен метод определения показателей формоустойчивости материалов и пакетов одежды с использованием устрой-

ства для закрепления проб пространственной формы, что позволяет приблизить условия испытаний к условиям эксплуатации одежды.

2. Предложены новые показатели (жесткость и упругость сферических проб после многоциклового изгиба), определяющие кинетику изменения формы в процессе эксплуатации швейных изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова Н.А. Оценка формоустойчивости костюмных тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1977, №2. С.18...21.

2. Кириллова Л.И. Исследование упругих свойств материалов пакета одежды // Сб. научн. тр. – М., Легпромбытиздат, 1989.

3. Мостовая А.А. Исследование комплексных свойств, обеспечивающих формоустойчивость текстильных изделий: Дис...канд. техн. наук. – Л., 1980.

4. ГОСТ 8977–74 Методы определения жесткости и упругости. – М.: Изд-во стандартов, 1974.

5. Патент № 15138 РФ, МКИ G 01R 1/04. Устройство для закрепления образца на приборе для определения жесткости и упругости материалов и пакетов одежды. / Смирнова Н.А., Чагина Л.Л., Смирнов А.В.

6. Лапшин В. В. Автоматизированное устройство для определения жесткости и упругости материалов и пакетов материалов// Вестник КГТУ. – Кострома, 2004, №9.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 30.06.08.

УДК 675.6.03

К ВОПРОСУ О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ИГЛЫ И КОЖЕВОЙ ТКАНИ В ПРОЦЕССЕ ИЗМЕРЕНИЯ ЕЕ ТОЛЩИНЫ

Е.В.КОСТИНА, В.Н.ЛОМАГИН

(Костромской государственный технологический университет)

При измерении толщины кожаной ткани пушно-меховых полуфабрикатов при помощи устройства [1] измерительным инструментом является швейная игла, которая представляет собой тело вращения. Основная часть иглы имеет цилиндрическую форму, а рабочий конец – эллипсоид. В процессе измерения толщины кожаной ткани игла прокалывает ее до контакта с поверхностью предметного столика. В момент касания процесс измерения заканчивается.

При своем движении игла сначала уплотняет кожаную ткань, не вызывая ее разрушения. При достижении в кожаной ткани напряжения, равного и более напряжению среза, начинается процесс ее разрушения. В каждой точке боковой поверхности иглы создается элементарное усилие, воздействующее на кожаную ткань и вызывающее ответную реакцию с ее стороны.

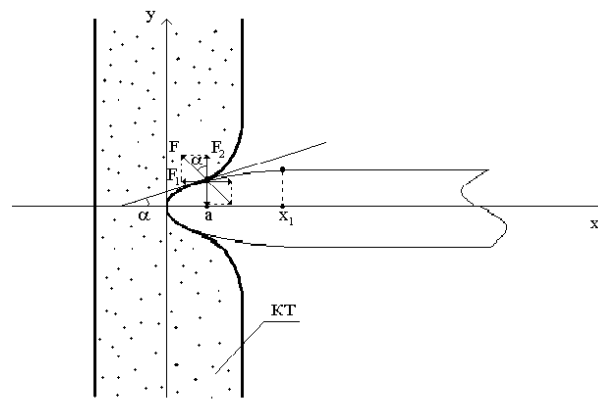


Рис. 1

Суммарная сила сопротивления кожаной ткани измеряется силоизмерителем, на который воздействует обратный конец измерительной иглы, преодолевающий это сопротивление. До точки x_1 образующая боковой поверхности иглы (рис.1 – взаимодействие иглы и кожаной ткани) описы-

вается уравнением $y^2(x) = 2px$. При $x > x_1$ образующая описывается уравнением $y(x) = \text{const}$.

Элементарная сила F воздействует на кожную ткань перпендикулярно касательной к боковой поверхности иглы, проведенной через данную точку.

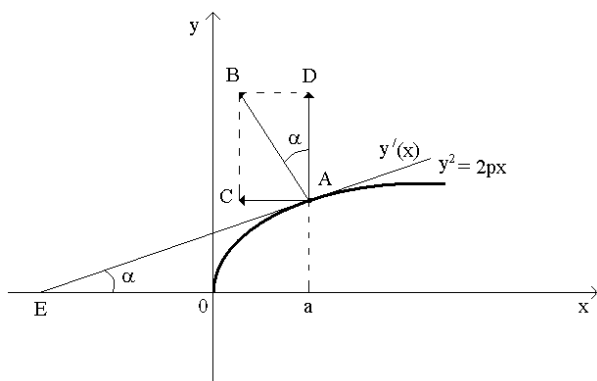


Рис. 2

В каждом элементарном усилии может быть выделена составляющая F_1 , прокалывающая кожную ткань, и составляющая F_2 , раздвигающая кожную ткань. Как видно на рис.2 (схема определения углов действующих сил): $F_1 = F \sin \alpha$, $F_2 = F \cos \alpha$, где α – угол, образуемый касательной к боковой поверхности иглы в данной точке.

$\angle AEO = \angle BAD$, так как это – углы с взаимно перпендикулярными сторонами. В зависимости от положения точки A на боковой поверхности иглы значения составляющих сил меняются от 0 до F . Тогда (рис.1) в т.О имеем $F_1 = F$; $F_2 = 0$, в т.х₁ имеем $F_1 = 0$; $F_2 = F$. Угол наклона касательной определяется через производную к образующей боковой поверхности иглы:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{dy}{dx},$$

$$y = \sqrt{2px} \rightarrow y' = \frac{dy}{dx} = \frac{\sqrt{2p}}{2\sqrt{x}} = \frac{\sqrt{p}}{\sqrt{2x}}, \quad (1)$$

$$\sin \alpha = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}}, \quad \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}}, \quad (2)$$

$$F_1 = F \sin \alpha = F \frac{y'}{\sqrt{1 + (y')^2}} = F \frac{\frac{\sqrt{p}}{\sqrt{2x}}}{\sqrt{1 + \frac{p}{2x}}} = F \frac{\sqrt{p}}{\sqrt{2x + p}}, \quad (3)$$

при $x = 0$ $F_1 = F$, при $x_1 \rightarrow \infty$ $F_1 \rightarrow 0$.

$$F_2 = F \cos \alpha = F \frac{1}{\sqrt{1 + (y')^2}} = F \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\sqrt{p}}{\sqrt{2x}}\right)^2}} = F \frac{\sqrt{2x}}{\sqrt{2x + p}}, \quad (4)$$

при $x = 0$ $F_2 = 0$; при $x_1 \rightarrow \infty$ $F_2 \rightarrow F$.

Определим среднее значение функций $\sin \alpha$ и $\cos \alpha$, для чего возьмем интеграл на интервале $[0; a]$:

$$\int_0^a \sin \alpha dx = \sqrt{p} \int_0^a \frac{1}{\sqrt{2x + p}} dx = \sqrt{p} \sqrt{2a + p} - p, \quad (5)$$

$$\overline{\sin \alpha} = \frac{1}{a} (\sqrt{p} \sqrt{2a + p} - p) = \frac{1}{a} (\sqrt{2ap + p^2} - p), \quad (6)$$

$$\int_0^a \cos \alpha dx = \int_0^a \sqrt{\frac{2x}{2x + p}} dx = \frac{1}{3} \sqrt{(2a + p)^3} - p \sqrt{2a + p} + \frac{2}{3} \sqrt{p^3}, \quad (7)$$

$$\overline{\cos \alpha} = \frac{1}{a} \left[\frac{1}{3} \sqrt{(2a + p)^3} - p \sqrt{2a + p} + \frac{2}{3} \sqrt{p^3} \right]. \quad (8)$$

Известно, что площадь боковой поверхности иглы – как тела вращения, находящейся в контакте с кожной тканью, определяется по формуле:

$$S = 2\pi \int_0^a f(x) \sqrt{1 + [f'(x)]^2} dx, \quad (9)$$

$$f(x) = \sqrt{2px}, f'(x) = \frac{\sqrt{p}}{\sqrt{2x}},$$

$$1 + [f'(x)]^2 = \frac{2x+p}{2x}, \quad (10)$$

$$S = 2\pi \int_0^a \sqrt{2px} \sqrt{\frac{2x+p}{2x}} dx =$$

$$= \frac{2\pi\sqrt{p}}{3} \left[\sqrt{(2a+p)^3} - \sqrt{p^3} \right]. \quad (11)$$

Максимальное усилие действует на иглу в тот момент, когда в кожевой ткани создается напряжение среза σ_{cp} . Тогда $\Phi = \sigma_{cp}S$, где Φ – сила сопротивления кожевой ткани в момент начала ее разрушения; S – площадь поверхности контакта иглы и кожевой ткани в момент начала ее разрушения.

Дальнейшее перемещение иглы приводит к разрушению кожевой ткани и снижению усилия, воспринимаемого силоизмерителем. Если допустить, что напряжение в кожевой ткани распределено в пер-

вом приближении по пятну контакта равномерно, тогда можно записать для $\sigma \leq \sigma_{cp}$ как $\Phi(x) = \sigma(x)S(x)$, $\Phi_1(x) = \Phi(x)\overline{\sin \alpha}$, $\Phi_2(x) = \Phi(x)\overline{\cos \alpha}$. $\Phi_1(x)$ воспринимается силоизмерителем совместно с силой трения:

$$\Phi_c(x) = \Phi_1(x) + \Phi_{тр}(x), \quad (12)$$

$$\Phi_{тр}(x) = \overline{\Phi}(x)f_{тр}, \quad (13)$$

где $\Phi_{тр}$ – сила трения; $f_{тр}$ – коэффициент трения стали по кожевой ткани.

Швейная игла полируется при изготовлении, шероховатость ее поверхности минимальна, и в первом приближении при исследовании однотипных материалов силой трения можно пренебречь.

В табл.1 – значения усилия прокола кожевой ткани пушно-меховых полуфабрикатов – приведены некоторые результаты, полученные на указанном устройстве [1].

Т а б л и ц а 1

Пушно-меховой полуфабрикат	Топографический участок	$\Phi_{с, max}$, сН	$h_{кт}$, мм
Песец	Загривок	35,7	0,52
	Хребет	37	0,54
	Огузок	39	0,57
Лисица	Загривок	40	0,59
	Хребет	30,9	0,48
	Огузок	39,2	0,58

ВЫВОДЫ

Применение данного метода позволяет измерить толщину кожевой ткани и усилие прокола ее, которое зависит от механических свойств кожевой ткани и формы поверхности измерительной иглы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент на изобретение №2182707, по заявке №2001115751 от 05.06.2001. Устройство неразрушающей оценки геометрических характеристик

ворсовых материалов, преимущественно натурального меха, и определение усилия прокола иглой. Авторы: Койтова Ж.Ю., Ломагин В.Н., Костина Е.В., Рассадина С.П., Кучерова И.А., Выскварко В.Г. Патентообладатели: Костромской государственный технологический университет, Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна. - Оpubл. 20.05.2002.- Бюл. №14.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 30.06.08.

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ОКРАСКИ ОДЕЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Е.Ю.ДОЛГОВА, Ж.Ю.КОЙТОВА, Е.Н.БОРИСОВА

**(Омский государственный институт сервиса,
Костромской государственной технологической университет)**

Устойчивость окраски к различным воздействиям является важным показателем качества материалов. Существующие в настоящее время методы оценки устойчивости окраски нельзя признать совершенными. При всей простоте визуальный метод оценки по ГОСТу 9733.0 [1] имеет ряд недостатков, главные из которых неточность и субъективность. Инструментальные методы [2...4] также не получили должного распространения по причине необходимости специального дорогого оборудования, сложности расчета, а также недостаточной надежности и воспроизводимости результатов. В связи с этим насущным требованием является разработка объективного, простого, не требующего специального оборудования, метода оценки устойчивости окраски материалов.

В последние годы получило распространение использование компьютерной техники для исследования показателей качества различных материалов, в том числе и оценки их оптических свойств. Достоинствами применения оргтехники являются распространенность и доступность компьютерного оборудования, архивирование и высокие точность и воспроизводимость результатов исследования.

Предложенный метод оценки устойчивости окраски материалов к физико-механическим воздействиям основан на обработке фотоизображений образцов материалов, полученных сканированием или фотографированием цифровым фотоаппаратом, средствами графического редактора Adobe PhotoShop. Суть метода заключается в сравнении цветовых контрастов между образцами до и после испытания с контрастами шкал серых эталонов, выраженных в условных единицах К (степени черноты) или L (степени светлоты – яркости). Предварительно проведенные исследования выявили, что наименьший разброс данных и минимальные затраты времени при достаточно высокой точности оценки

обеспечиваются при работе в черно-белом режиме изображения, при котором цвет оценивается только одним условным показателем: степенью черноты К, принимающим значение от 0 до 100 единиц.

При проведении испытаний получают фотоизображения участков образцов или изделия до и после различных воздействий (загрязнения, действия светопогоды, истирания и т.д.). В изделиях для получения контрольных изображений выбираются участки, не подвергнутые воздействиям, например, нижний воротник, подборт.

После этого определяют максимальные и минимальные характеристики К не менее чем в пяти точках изображения образца до и после воздействия, по которым рассчитываются средние арифметические значения характеристик $K_{ср}$ до и после испытаний.

Далее рассчитывается модуль разницы $\Delta K_{ср}$ (цветовой контраст) между средними значениями цветовых характеристик образцов до и после испытания:

$$\Delta K_{ср} = |K_{ср1} - K_{ср2}|, \quad (1)$$

где $K_{ср1}$ – среднее значение цифровой характеристики контрольного образца до испытания; $K_{ср2}$ – среднее значение цифровой характеристики образца после испытания.

Оценку устойчивости окраски можно проводить двумя способами: сравнительным и расчетным. По первому способу сопоставляется полученный цветовой контраст $\Delta K_{ср}$ с цветовым контрастом шкалы серых эталонов и оценивается устойчивость окраски в баллах (табл. 1). Предварительно по аналогичной схеме рассчитываются цветовые контрасты каждой пары шкал серых эталонов. При создании шкал во избежание погрешностей необходимо использовать оборудование одной конфигурации и работать в одних и тех же режимах.

Шкала для определения степени изменения первоначальной окраски									
Баллы по шкале серых эталонов	5	5-4	4	4-3	3	3-2	2	2-1	1
Значение ΔК	0	0,5	1-1,5	2	2,5-3,5	4-4,5	5-7,5	8-10	10,5 и более
Шкала для определения степени закрашивания белого материала									
Значение ΔК	0	0,5	1	1,5	2-4	4,5-6,5	7-9	19,5-26	26,5- и более

Расчетный способ. На основании анализа двух серых шкал эталонов выведены уравнения, связывающие величину цветового контраста ΔК с оценкой устойчивости окраски *n* в баллах:

для оценки изменения первоначальной окраски:

$$n = 1,1 + 3,9 e^{-\Delta K/4,1}, \quad (2)$$

для оценки закрашивания белого материала:

$$n = 1 + 2 e^{-\Delta K/16,5} + 2 e^{-\Delta K/1,5}. \quad (3)$$

Подставляя значения ΔК_{ср} в формулы (2), (3), рассчитывают устойчивость окраски *n* в баллах.

Результаты экспериментальных исследований подтвердили хорошую воспроизводимость предлагаемого метода. Относительная ошибка составила 3,1%. В целях сокращения времени и повышения точности расчета по формулам (1...3) составлена программа в среде "Delphi 5.0". Максимальное и минимальное значения цветовой характеристики образцов, зафиксированные в окне "Информация", вводятся в графы окна программы "Form1" и на экране выводится значение устойчивости окраски в баллах.

Разработанный метод сравнительно прост, не требует специальных навыков и может быть рекомендован для внедрения в практику лабораторных исследований. Измерения можно осуществлять либо на малых образцах материалов (вырезанных из основного куска, меховой шкурки и т.п.), либо непосредственно на материале без вырезания образцов. Данный метод позволяет более точно количественно оценить изменение окраски в случае, когда контраст по шкале серых эталонов имеет промежуточное значение, например, меж-

ду 3 и 2 баллами. Разработанный метод позволяет архивировать изображения и накапливать сведения по изменению окраски в процессе различных эксплуатационных воздействий.

Методика оценки устойчивости окраски одежных материалов внедрена на предприятиях химчистки для оценки степени удаления загрязнений после проведенных обработок. При этом сравнивается ухудшение окраски изделия и делаются выводы о необходимости проведения восстановительных операций по окрашиванию.

ВЫВОДЫ

Разработан инструментальный метод оценки устойчивости окраски материалов с использованием компьютерной техники. Метод отличается объективностью, не требует специальных навыков работы и сложного оборудования. По сравнению с действующим визуальным методом разработанный метод показал высокую точность оценки.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 9733.0–83. Материалы текстильные. Общие требования к методам испытания устойчивости окраски к физико-механическим воздействиям. – М.: Изд-во стандартов, 1983.
- Калонтаров И.Я. Устойчивость окрасок текстильных материалов к физико-механическим воздействиям. – М.: Легпромбытиздат, 1985.
- Беленький Л.И. Применение цветоведения в текстильной промышленности. – Ч.2. – М.: Легкая индустрия, 1970.
- Джадд Д., Вышецки Г. Цвет в науке и технике. – М.: Мир, 1978.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства КГТУ. Поступила 30.06.08.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРА СТЕБЛЕЙ В СЛОЕ ЛЬНОТРЕСТЫ

А.С. ЕФРЕМОВ, В.Н. ГОЛУБЕВ, В.Г. ДРОЗДОВ

(Костромской государственный технологический университет)

Диаметр стеблей льнотресты является одним из параметров, оказывающих существенное влияние на выход и качество получаемого длинного волокна. Диаметр стеблей имеет высокую варьированность значений как по длине одного рулона, так и между рулонами [1], [2]. Следовательно, возникает необходимость в осуществлении контроля за изменением диаметра обрабатываемых стеблей, а также в регулировании режимов обработки льнотресты в мяльно-трепальном агрегате.

Существует методика определения диаметра стеблей по ГОСТу 24383–89. Треста льняная. Требования при заготовках. Этот способ имеет недостаток, связанный с большими затратами по времени и невозможностью его использования при измерении в потоке.

Для измерения диаметра стеблей в потоке льнотресты предлагается использовать метод, основанный на обработке видеоизображения. От уже существующих методов [3], [4], отличие состоит в алгоритмах

фильтрации фона и масштабирования изображения. Изображение с видеокамеры через плату видеозахвата поступает в ЭВМ, где соответствующим образом обрабатывается, что в результате позволяет рассчитать средний диаметр стеблей.

Алгоритм расчета состоит в следующем. В ходе анализа предшествующих работ [3] и собственных экспериментальных исследований были рассмотрены фотографии всех типов тресты и сделана подборка вариантов цветов (цветовых составляющих) льнотресты и сформирована значимая цветовая палитра по составляющим RGB. Главная трудность состоит в составлении адекватной цветовой палитры. Цветовая палитра постоянно корректируется для учета всевозможных сочетаний цветовых составляющих. Следует отметить, что фотографии, использованные для составления палитры, и получение изображений в процессе работы должны вестись при равномерном освещении. Часть таблицы RGB составляющих льнотресты приведена в табл. 1.

Таблица 1

Вид тресты	R	G	B		R/G	G/B	R/B
Бурая	108	106	83		1,02	1,28	1,30
	105	107	102		0,98	1,05	1,03
	96	83	64		1,16	1,30	1,50
	140	111	79		1,26	1,41	1,77
	158	129	97		1,22	1,33	1,63
Рыжая	144	107	52		1,35	2,06	2,77
	151	112	69		1,35	1,62	2,19
	170	128	86		1,33	1,49	1,98
Зеленая	160	191	131		0,84	1,46	1,22
	119	142	98		0,84	1,45	1,21
	174	206	141		0,84	1,46	1,23
Солома	223	210	131		1,06	1,60	1,70
	127	111	60		1,14	1,85	2,12
	163	135	63		1,21	2,14	2,59
	159	131	60		1,21	2,18	2,65
	176	155	85		1,14	1,82	2,07

На основании полученных данных были взяты диапазоны изменения цветовых

составляющих и их отношения, определяющие цвет тресты. Все остальные вари-

анты сочетаний RGB будут считаться фоном. Из табл. 1 видно, что отношение зеленой составляющей к красной не превышает 1,5 для всех типов тресты. Следовательно пиксели, имеющие большее соотношение не относятся к тресте и будут отнесены к фону. К фону также будут отнесены тени, отбрасываемые стеблями, так как цвет тени имеет другие цветовые составляющие, чем пиксели, относящиеся к тресте.

Далее по подготовленному кадру (рис. 1 – обработанное изображение слоя льнотресты) определяется диаметр стеблей льнотресты.

На подготовленном кадре проводятся вертикальные сечения. И для каждого

сечения определяются следующие величины (табл. 2 – расчет диаметра стеблей льнотресты):

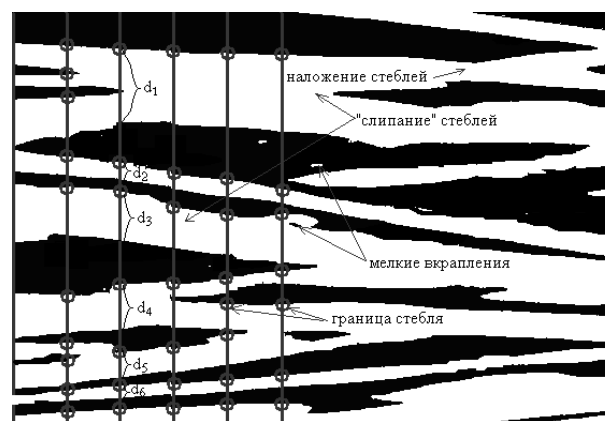


Рис. 1

Таблица 2

№	Количество переходов	d_i , пиксели	$d_{расч}$, пиксели	$d_{расч}$, мм	$d_{расч.ср}$ мм	$d_{действ}$, мм	Δ , мм	ε , %
1	10	23; 11; 37; 17; 45; 35; 10; 21; 9	10,3	3,04	3,5	3,4	0,1	2,9
2	7	67; 15; 46; 42; 24; 11	12,8	3,75				
3	7	67; 15; 39; 40; 21; 10	12,5	3,66				
4	8	68; 14; 35; 10; 23; 28; 10	11,8	3,45				
5	7	71; 12; 45; 11; 48; 11	11,5	3,37				

Расчет среднего диаметра стеблей осуществляется по следующему алгоритму. Вначале задаются значения шага проведения сечений и минимальный размер элементов, все встреченные элементы, размер которых будет меньше указанного, будут отфильтровываться. За минимальный размер взят минимально возможный диаметр тресты, пригодной для обработки. На основе обработки данных предыдущих исследователей получили, что минимальный диаметр составит 0,5 мм.

Затем определяются размеры участков стеблей в каждом сечении. Среди всех участков стеблей одного сечения определяется наименьший, происходит поиск участков с размерами, не превышающими двух минимальных для данного сечения. Рассчитывается усредненный размер отобранных участков $d_{мин.ср}$. В итоге остаются необработанными участки, на которых наблюдается эффект "слипания" стеблей.

Обработка таких участков происходит следующим образом. Величина каждого такого участка делится на величину $d_{мин.ср}$, полученный результат округляется до целого значения, что в итоге дает количество соединившихся стеблей n_j . На следующем этапе каждый участок делится на n_j , что позволяет определить диаметр стеблей на этом участке. В итоге получаем средний диаметр стеблей в сечении. Таким образом происходит расчет для каждого вертикального сечения. Затем полученные данные подвергаются усреднению по всей длине стебля (по всему кадру).

Все расчеты при обработке изображения ведутся в пикселях. На последнем этапе происходит пересчет из пикселей в миллиметры. Для осуществления этого преобразования используется специальный эталон, установленный в зоне видеосъемки. Эталон имеет фиксированный, заранее известный, размер. Цвет его подбирается также с учетом цветовых составляющих

тресты, а также фона. Цветовые характеристики эталона не должны совпадать с фоном или трестой. Кроме того, для снижения погрешности в расчетах эталон должен располагаться в фиксированной области. Это также позволит ускорить процесс обработки изображения, так как перебор пикселей происходит в строго заданной области, размер которой значительно меньше размера всего кадра. В качестве такого эталона был взят черный квадрат со стороной 20 мм, расположенный в левом верхнем углу.

Для определения размера эталона при обработке изображения подсчитываются все пиксели в верхней левой 1/6 части изображения, имеющие цветовые составляющие RGB в диапазоне от 0 до 30 единиц. Из табл. 1 видно, что наименьшее значение цветовой составляющей более 50 единиц, таким образом, перекрываются по цветовым характеристикам эталон с трестой не будут. Коэффициент, равный количеству пикселей в 1 мм, определяется по следующей формуле: $K = \sqrt{N_{\text{пикс.эт}}/a}$, где $N_{\text{пикс.эт}}$ – количество пикселей, отнесенных к эталону; a – сторона эталона в мм (в нашем случае равна 20).

Все вышеприведенные рассуждения справедливы для случая параллельных горизонтально расположенных стеблей. На практике стебли располагаются в слое под углом и имеют дезориентацию. Для реального случая с помощью приведенного алгоритма находим величину проекции диаметра на ось ординат. Для того, чтобы оп-

ределить реальное значение диаметра, необходимо полученные проекции умножить на косинус среднего угла положения стеблей $\cos(\alpha_{\text{ср}})$. Таким образом определяем действительный диаметр стеблей.

ВЫВОДЫ

Предлагаемый метод определения параметров льнотресты в потоке позволяет использовать его при создании автоматизированных систем по контролю свойств льнотресты, а также автоматизированных систем управления технологическими режимами обработки льнотресты. Кроме того, предложенный метод является бесконтактным, что позволяет избежать излишних воздействий на сырье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марков В.В., Суслов Н.Н., Трифонов В.Г., Ипатов А.М. Первичная обработка лубяных волокон. Учебник для студентов вузов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1974.
2. Дроздов Ю.В. Разработка автоматизированной системы контроля и управления положением слоя стеблей при получении трепанного льна: Дис...канд.техн.наук. – Кострома: КГТУ, 2004.
3. Виноградова А.Е. Совершенствование метода оценки качества льняной тресты: Дис...канд. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 2005.
4. Румянцева И.А., Пашин Е.Л. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №5.

Рекомендована кафедрой автоматизации и микропроцессорной техники. Поступила 30.06.08.

УДК 677.019:620.1

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ШЕРСТОЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ ПАЛЬТОВО-КОСТЮМНОГО АССОРТИМЕНТА

Е.И. МИХЕЕВА, А.Е. РУДИН

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Для изготовления мужских, женских и детских пальто и костюмов применяют чистошерстяные и полушерстяные ткани,

доля которых составляет около 80% в ассортименте материалов данного назначения.

Ежегодно швейная промышленность использует шерстяные пальтовые ткани более 400 артикулов. Примерно 25% общего объема производства шерстяных тканей составляют чистошерстяные ткани, используемые для изготовления женских и мужских пальто, остальные 75% – смешанные ткани, содержащие шерсть и химические волокна.

Основным сырьем для выпуска полшерстяных тонкосуконных тканей и драпов являются шерсть и химические волокна. В нашем случае это совершенно новые ткани с содержанием шерсти, льна, искусственных и синтетических волокон. Данные ткани – это экспериментальный продукт нового качества, разработанный на кафедре МТВМ совместно с ОАО "Невская мануфактура" в рамках госбюджетной НИР "Ресурсосберегающая технология совместной переработки модифицированных льняных волокон в смесях с шерстью" по научной программе Минобразования РФ "Новые материалы".

Образцы опытных шерстолюбных тканей выработаны сложным полутораслобным переплетением. Выбор оригинальных переплетений для тканей обусловлен результатом исследований музейных тканей из фондов Российского этнографического музея. В качестве творческого источника были использованы особенности и основные технические приемы производства русских узорных тканей, предназначенных для праздничной одежды русских крестьян второй половины XIX – начала XX веков. Подобный подход объясняется тем, что при создании новых структур отечественных тканей следует учитывать не только международные тенденции в текстильном дизайне, особенности отечественной сырьевой базы и возможности отечественного оборудования, но и принимать во внимание национальные особенности потребителя [1].

В основе тканей использована пряжа двух видов: шерстолюбная пряжа линейной плотности 100 текс (с вложением шерстяных, льняных, вискозных и полиэфирных волокон), полшерстяная пряжа линейной

плотности 200 текс (с вложением шерстяных и полиакрилонитрильных волокон).

В утке использована шерстолюбная пряжа разных плотностей: 100 и 100×2 текс (с вложением шерстяных, льняных и полиэфирных волокон).

Пряжа выработывалась по аппаратной системе прядения шерсти в производственных условиях. Выработка тканей производилась на станке СТБ-2-180, оснащенном ремизоподъемной кареткой СК-13.

В дальнейшем из экспериментальных тканей разрабатывались и изготавливались швейные изделия пальтово-костюмного ассортимента.

Перед пошивом опытных образцов одежды был исследован комплекс свойств данных тканей.

Объектами исследований были полшерстяные ткани с содержанием льна и химических волокон. Это 3-, 4- и 5-компонентные ткани, волокнистый состав которых представлен в табл. 1. В результате проведения экспертного опроса потребителей и технологов было принято решение наряду с показателями по ГОСТу 28000–2004. Ткани чистошерстяные и полшерстяные. Общие технические условия оценить следующие показатели качества: несминаемость, осыпаемость, раздвигаемость нитей в швах.

В табл. 1 и на диаграмме, изображенной (рис. 1) представлены данные показатели свойств опытных образцов тканей. Испытания на усадку и несминаемость проводились в ИЛ "Унтверс-Тест" РОСС RU.0001.ЛТ26 (Санкт-Петербург), а осыпаемость и раздвигаемость в лаборатории ООО "Центр испытаний текстильных материалов и одежды" (Санкт-Петербург). Эти показатели взяты за основу определяющих показателей при проведении добровольной сертификации швейных изделий. С помощью диаграммы (рис. 1) проведем сравнительный анализ показателей качества опытных образцов тканей. Сравниваем нормативные показатели (на окружности) с полученными показателями всех четырех образцов (по осям).

№ п/п	Наименование показателя	Номер образца			
		1	2	3	4
1	Волокнистый состав, %	Шерсть 44 Лен 28 ПЭ 28	Шерсть 55 Лен 21 ПЭ 22 ПА 2	Шерсть 44 Лен 28 ПЭ 28	Шерсть 49 Лен 27 ПЭ 16 ПА 5 Вис. 3
2	Изменение линейных размеров после замочки, %:				
	по основе	4,4	4,6	4,8	5,1
	по утку	1,7	0,9	1,4	1,7
3	Несминаемость, %	71,3	67,7	67,9	72,8
4	Осыпаемость, мм:				
	по основе	2,7	3,4	3,8	3,3
	по утку	3,9	2,5	3,4	3,2
5	Раздвижка в швах, Н:				
	по основе	7,3	5,6	7,2	8,8
	по утку	6,3	5,6	5,2	7,8

Все показатели вынесены на диаграмму (рис. 1): на линии внутренней окружности расположены идеальные значения показателей, на внешней окружности – нормативные значения, а по осям расположены значения опытных тканей. Все значения, которые находятся за пределами внешней

окружности, являются отклонением от нормы в худшую сторону, а внутри окружности – в лучшую сторону. Показатели располагаются по осям по мере уменьшения их значимости, от самой верхней по часовой стрелке [2].

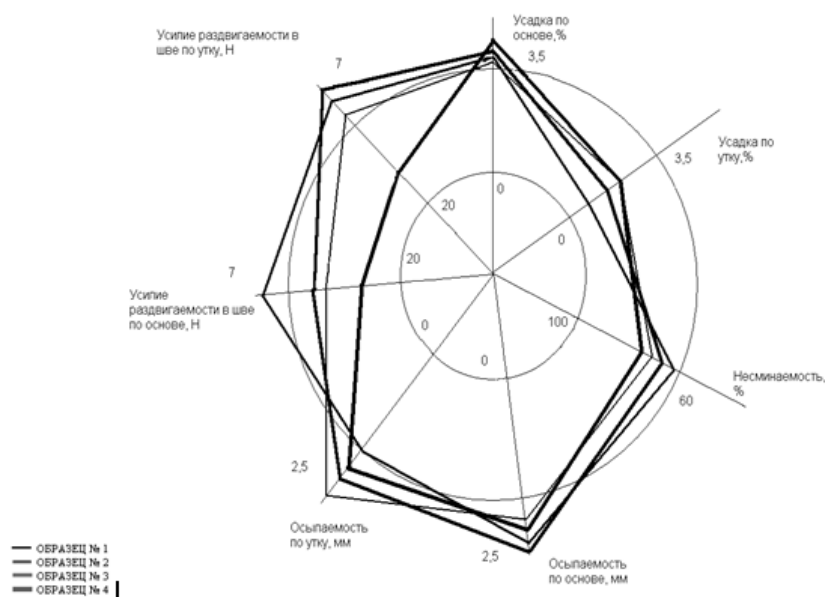


Рис. 1

Величина усадки по основе для всех образцов превышает диапазон нормы в 1,5 раза, а показатель усадки по утку находится в норме. Такое отклонение от нормативного показателя объясняется сложным переплетением, имеющим две нити в утке, и разным содержанием льна в волокнистом составе нитей основы и нитей утка.

Для снижения усадки рекомендуется

применять предварительную влажно-тепловую обработку (ВТО) ткани и дублирование определенных деталей кроя.

Сминаемость находится в пределах нормы.

Осыпаемость — важное технологическое свойство ткани, от нее зависят размеры припуска на швы, методы обработки срезов, параметры технологических опера-

ций изготовления одежды [3].

В нашем случае полушерстяные ткани относятся к неосыпающимся 0...2,5 мм, а льняные ткани относятся к среднеосыпающимся 2,5...5 мм [4]. Этот показатель сравнивается с неосыпающимися тканями; он отклоняется от нормы в 1,5 раза и относится к среднеосыпающимся 2,5...5 мм.

Для предохранения швейного изделия от осыпаемости рекомендуется применять обметывание срезов или увеличение припусков на 0,5 см.

Полушерстяные ткани относятся к среднераздвигающимся. На диаграмме (рис. 1) мы видим небольшой разброс показателей, что объясняется сложным переплетением нитей в ткани, но в среднем все показатели находятся в норме.

Для снижения раздвигаемости нитей в швах рекомендуется подбирать оптимальные номера ниток и игл, а также длину стежка.

В целом по большинству из анализируемых показателей качества опытные

шерстольняные ткани соответствуют требованиям нормативной документации.

Опытные образцы ткани были использованы при создании коллекции верхней женской одежды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Труевцев Н.Н., Аснис Л.М., Легезина Г.А. Разработка технологии получения пряжи из смесей коротковолокнистого льна с шерстью и химическими волокнами для производства тканей и трикотажа. – СПб., 1994.

2. Barella A. INdustria Textil: Del Control dela Calidad a la Fiabilidad/ A. Barella. – Ed. AITA. Barcelona, 1986.

3. Гущина К.Г. Эксплуатационные свойства материалов для одежды и методы оценки их качества. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

4. Бузов Б.А. Лабораторный практикум по материаловедению швейного производства. – М.: Легпромбытиздат, 1991.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 30.06.08.

УДК 677.072.7: 677.017.427

СРАВНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ШВЕЙНЫХ АРМИРОВАННЫХ НИТОК, ПОЛУЧЕННЫХ ПО РАЗНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Р.Р. АЛЕШИН, Л.Н. ПЕТРОВА, А.М. ЧЕЛЫШЕВ

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

Армированные нитки находят широкое применение в швейной промышленности. Ниточный способ соединения деталей одежды, изготавливаемой из ткани, кожи или кожзаменителей, остается пока одним из основных.

В настоящее время наиболее востребованными оказались армированные швейные нитки, доля производства которых составляет 80%. Наряду с большим количеством дос-

тоинств, им присущ существенный недостаток – слабое закрепление волокон обмотки на стержневой комплексной нити. Указанный недостаток приводит к забиванию ушка иглы швейной машины волокнами, образованию утолщений и обрыву. С целью исключения данного порока на предприятии ОАО "Советская Звезда" была разработана новая технология получения армированной крученой нити [1].

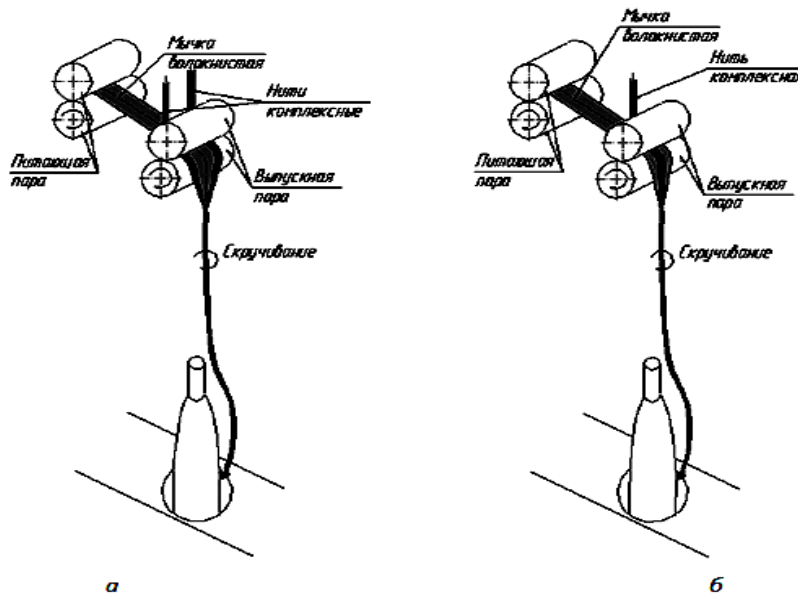


Рис. 1

Швейные армированные нитки получают скручиванием между собой нескольких стренг. На рис. 1 показаны схемы получения швейных ниток – по старой технологии – с использованием одной стренги из комплексной нити, и а – по новой технологии – с двумя стренгами из комплексных нитей. В крученых нитях, полученных по новой и старой технологиям, "работа" волокон будет различна, так как отличается способ их закрепления. По новой технологии (рис. 1-а) волокнистая мычка соединяется с двумя комплексными нитями, которые охватывают ее с двух сторон, а затем скручиваются вместе с ними, что обеспечивает лучшую связь между волокнами.

Задачей исследований являлось сравнение некоторых физико-механических

характеристик швейных армированных ниток, полученных по этим двум технологиям. С этой целью на оборудовании кафедры сопротивления материалов СПГУТД были проведены испытания швейных ниток, выработанных на предприятии ОАО "Советская Звезда", и осуществлена детальная цифровая обработка данных, позволяющая с повышенной точностью рассмотреть этапы деформирования комплексных нитей при разрыве.

Для испытания ниток, полученных по новой технологии, были отобраны образцы швейных ниток артикулов: 65 ЛЛ-бк, 95 ЛЛ-бк, 130 ЛЛ-бк, по старой технологии – артикулов: 70ЛЛ, 100ЛЛ, 150ЛЛ. Основные характеристики этих ниток приведены в табл. 1.

Таблица 1

Артикул	Линейная плотность, текс	Разрывная нагрузка, сН	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	Удлинение при разрыве, %	Регламентирующий документ
Нитки, выполненные по новой технологии					
65ЛЛ-бк	65,0	3221,1	7,5	24,33	Чельшев А.М., Каневский А.С., Полушкин А.А., Осипов М.И. Способ получения крученой армированной нити. Патент № 2286412. Оpubл. 27.10.2006 Бюл. № 30
95ЛЛ-бк	97,0	4146,8	7,5	25,41	
130ЛЛ-бк	130,0	7025,1	7,5	24,37	
Нитки, выполненные по старой технологии					
70ЛЛ	65,0	3399,84	8,5	21,88	ГОСТ 30226–93
100ЛЛ	103,0	4856,93	7,5	22,91	ТУ 8147-019-00319693–2001
150ЛЛ	154,0	6765,81	7,5	20,85	ТУ 8147-019-00319693–2001

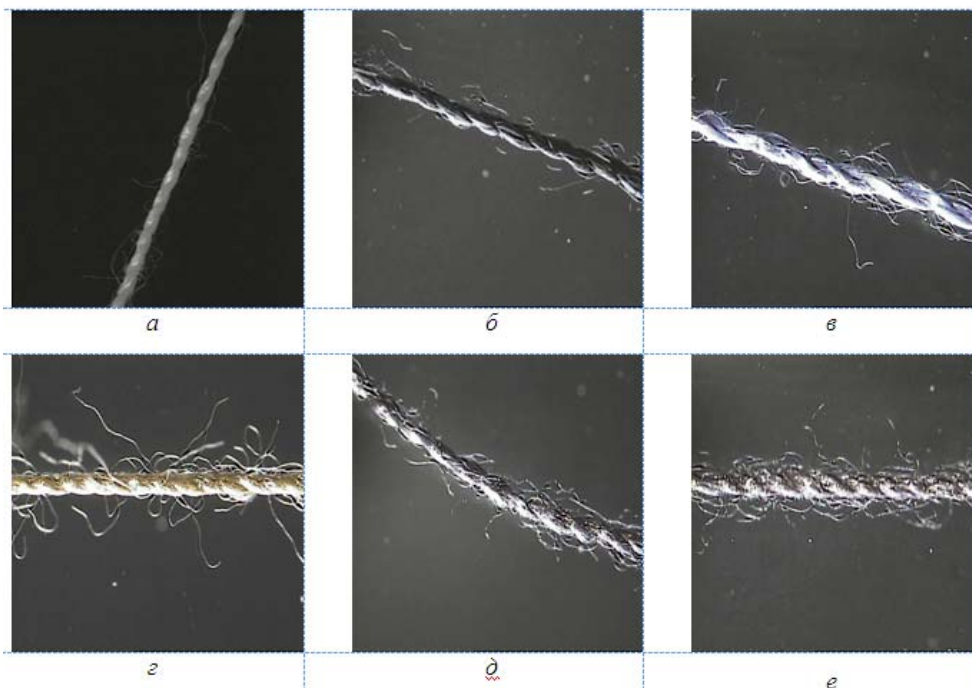


Рис. 2

Снимки макроструктуры образцов указанных артикулов с использованием цифрового микроскопа (рис. 2 – фотографии образцов швейных ниток при 20-кратном увеличении: а – 65 ЛЛ-bk; б – 95ЛЛ-bk; в – 130ЛЛ-bk; г – 70ЛЛ; д – 100ЛЛ; е – 150ЛЛ)

позволяют установить, что поверхность ниток, полученных по новой технологии, более ровная, число обвивочных волокон, выступающих за пределы тела нити, значительно меньше.

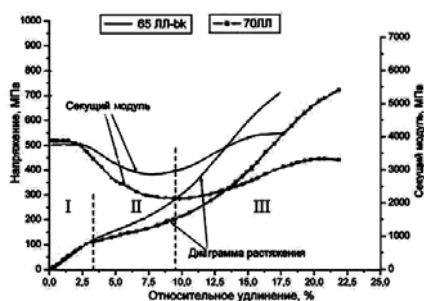


Рис. 3

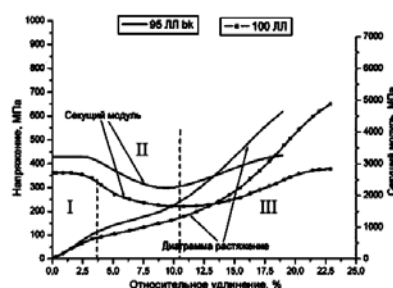


Рис. 4

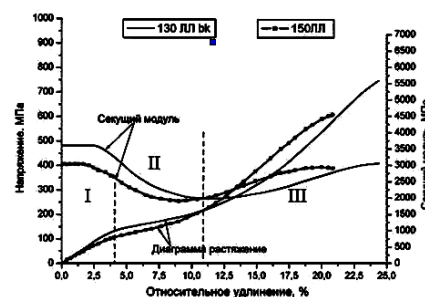


Рис. 5

Для сопоставления механических свойств всех образцов ниток были получены диаграммы растяжения на измерительном комплексе "INSTRON 1122" (рис. 3...5). На указанных рисунках представлены также графики зависимости величины секущего модуля E_c от деформации ε [2]. На каждом рисунке показаны графики для двух образцов ниток, полученных по старой и новой технологиям.

В приведенных диаграммах растяжения можно выделить три участка. Каждый из

них характеризуется своим механизмом деформирования [2], [3]. Так, на участке I наблюдается практически линейная зависимость между деформацией и напряжением. Величина относительного удлинения первого участка не более 3,5%. Здесь происходит распрямление скрученных комплексных лавсановых нитей, исполняющих роль оплетки, и, как следствие, поперечное сжатие волокнистой составляющей крученой нити.

При сопоставлении ниток артикулов 70ЛЛ и 65 ЛЛ-bk, 100ЛЛ и 95 ЛЛ-bk, 150ЛЛ и 130 ЛЛ-bk, выработанных по разным технологиям, можно отметить близкое совпадение диаграмм на первом участке. Однако нитки, полученные по новой технологии, имеют большую протяженность первого участка по сравнению с образцами, выполненными по старой технологии.

Второй участок диаграммы растяжения имеет большую длину по сравнению с первым для ниток всех артикулов, его протяженность составляет 7...8%. В этом интервале деформации наблюдается падение секущего модуля, что связано с уменьшением жесткости ниток. Величина секущего модуля (E_c) выше у ниток новой технологии. Это указывает на их большую жесткость и связано с другим механизмом работы структуры. На этом участке волокна начинают перемещаться относительно друг друга. По мере растяжения количество взаимодействующих волокон уменьшается, что приводит к снижению секущего модуля. В нитях, выполненных по новой технологии, волокна скручены с двумя комплексными лавсановыми нитями. Это обеспечивает лучшее прижатие волокон друг к другу и, как следствие, большее сопротивление растаскиванию, так как силы трения между самими волокнами и между волокнами и нитями выше. Этим можно объяснить большее значение секущего модуля у ниток, полученных по новой технологии.

Как правило, рабочий интервал деформации большинства ниток определяется первым и вторым участками, поэтому по механическим свойствам предпочтительнее образцы, выполненные по новой технологии.

Третий участок характеризуется разрушением целостности макроструктуры. Нагрузки, соответствующие данному участку, относятся к нерабочим, так как происходит разрушение образца, поэтому данный интервал не рассматривался.

1. Структура ниток, выполненных по новой технологии, обладает меньшей ворсистостью, волокна мычки лучше "упакованы".

2. Характер диаграмм растяжения всех образцов одинаков и может быть разбит на три участка, каждый из которых характеризуется своим механизмом деформирования.

3. Величина секущего модуля E_c на первом участке у ниток, полученных по новой технологии, выше, чем у ниток, полученных по старой технологии, за исключением образцов малой линейной плотности (70 ЛЛ и 65 ЛЛ-bk). Это свидетельствует о незначительном влиянии скручивания по новой технологии на механические свойства нитей с малой линейной плотностью за счет снижения участия волокон в процессе деформирования.

4. Величина E_c для ниток, полученных по новой технологии, на втором участке выше, что свидетельствует о большем участии волокон в процессе деформирования за счет более плотного их сжатия, которое происходит на первом участке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каневский А.С., Осипов М.И., Чельшев А.М. Бикомпонентные швейные нити – выбор времени // Швейная промышленность. – 2007, №1. С. 39.
2. Цобкалло Е.С., Тиранов В.Г. Деформационная жесткость синтетических нитей на различных стадиях растяжения // Вестник СПГУТД. – 2000, №4. С.84...91.
3. Труевцев Н.Н., Лагина Г.И., Петрова Л.Н., Галахов А.В. Исследования льносодержащей пряжи различных способов прядения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, №2. С. 20...22.

Рекомендована кафедрой сопротивления материалов СПбГУТД. Поступила 30.06.08.

УДК 677.11.620.1

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА МЯТЬЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЛЬНОТРЕСТЫ

Ю.В. ДРОЗДОВ, Е.Л. ПАШИН, В.Г. ДРОЗДОВ

(Костромской государственной технологической университет)

В процессе мятья наблюдаются изменения структурных параметров перемещаемого в мьяльных валках стеблевого слоя. Смещение слоя и изменения среднего угла и дезориентации стеблей приводит к существенному увеличению доли стеблей, идущих в отходы при трепании, и, как

следствие, к уменьшению показателя пригодности слоя к обработке трепанием.

Возможность оценки изменения структурных параметров слоя в процессе мятья позволила бы располагать слой оптимальным образом, чтобы обеспечить максимальный показатель пригодности слоя.

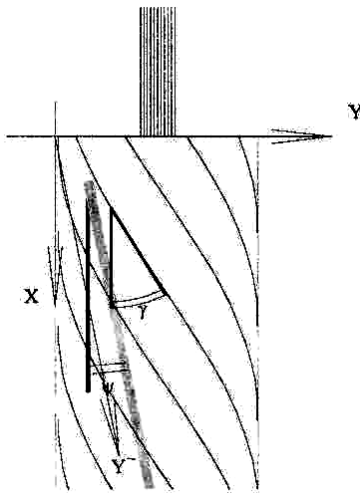


Рис. 1

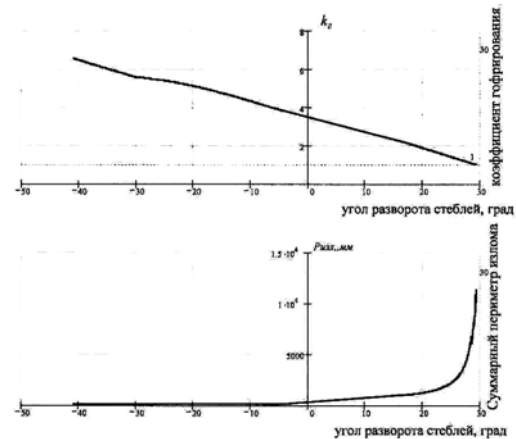


Рис. 2

Предложенный в [1] метод определения периметра излома стеблей $P_{изл}$ позволил осуществить математическое моделирование процесса мятья. Однако при поступлении сырья в мьяльные пары под углом ψ к осевой линии валков, имеющих угол наклона винтовой линии γ (рис. 1), при условии, что $\gamma \cong \psi$, периметр излома может быть сколь угодно большим, в то время как степень гофрирования стеблей в мьяльных валках будет незначительной. При этом на скорость прохождения материала через мьяльную пару будет влиять не периметр излома, а степень гофрирования ма-

териала. В связи с этим предлагаем ввести коэффициент гофрирования стеблей, определяемый как отношение периметра излома стеблей к длине участка стеблей, прошедшего за один оборот плющильных валцов, с диаметром, соответствующим расстоянию между центрами мьяльных валков:

$$k_r = \frac{P_{изл}}{P_{плющ\ изл}} = \frac{P_{изл}}{\pi H} |\sin(\psi - \gamma)|, \quad (1)$$

где H – расстояние между центрами мьяльных валков.

Из выражения (1) очевидно, что предложенный коэффициент будет равен единице, если слой стеблей не был гофрирован. Например, при поступлении слоя под углом 0° в мяльные валцы прямого рифления коэффициент гофрирования равен единице, а периметр излома будет стремиться к бесконечности.

На рис. 2 приведены расчетные значения коэффициента гофрирования, а также периметра от угла разворота стеблей в мяльной паре.

Для одностеблевого слоя скорость движения слоя с учетом коэффициента гофрирования будет определяться следующим образом:

$$v_c = k_r H \omega, \quad (3)$$

где ω – угловая скорость движения валков.

Составляющая скорости движения слоя, вызванная движением рифлей (без учета гофрирования слоя), направлена перпендикулярно углу подъема винтовой линии. По выражению (3) определен модуль вектора скорости. Проекция вектора на оси OX , OY определяется следующим образом (рис.1):

$$v_c^x = -v_c \cos(\gamma), \quad (4)$$

$$v_c^y = v_c \sin(\gamma).$$

Скорость движения слоя стеблей является основой для моделирования изменения положения совокупности стеблей в слое в процессе промина.

Для анализа процесса мятья неоднородного слоя стеблей представим его как совокупность отдельных порций стеблей, характеризующихся углом разворота и распределением толщины. Наличие внешних сил, действующих со стороны мяльной машины на слой, приводит к тому, что каждая точка слоя характеризуется определенной скоростью движения, вызванной движением мяльных валков (4) и деформацией слоя вследствие гофрирования ("стягивания" слоя к центру) (рис. 3). Величина гофрирования зависит от коэффициента гофрирования (1).

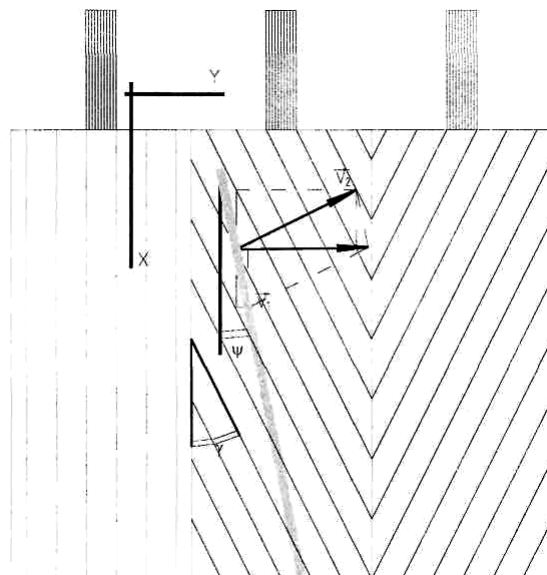


Рис. 3

Для определения этой составляющей скорости предлагается всю рассматриваемую порцию стеблей мысленно разбить на сколь угодно малые равноотстоящие друг от друга участки с координатами x_i, y_i ($i = 0, \dots, n$), шириной $\Delta x = x_i - x_{i-1}$, $\Delta y = y_i - y_{i-1} = \Delta x \cdot \operatorname{tg}(\psi)$.

Текущие координаты рассматриваемого участка порции стеблей в момент времени $t+dt$ можно вычислить с учетом коэффициента гофрирования и его координат в момент времени t следующим образом:

$$y_i^{(t+dt)} = (y_i^{(t)} - y_{i-1}^{(t)}) \frac{k_r^{(t)}}{k_r^{(t+dt)}} + y_{i-1}^{(t)},$$

$$x_i^{(t+dt)} = (x_i^{(t)} - x_{i-1}^{(t)}) \frac{k_r^{(t)}}{k_r^{(t+dt)}} + x_{i-1}^{(t)}$$

или

$$(5)$$

$$y_i^{(t+dt)} = (y_i^{(t)} - y_{i+1}^{(t)}) \frac{k_r^{(t)}}{k_r^{(t+dt)}} + y_{i+1}^{(t)},$$

$$x_i^{(t+dt)} = (x_i^{(t)} - x_{i+1}^{(t)}) \frac{k_r^{(t)}}{k_r^{(t+dt)}} + x_{i+1}^{(t)}.$$

Предположим, что в результате гофрирования стебли стягиваются к середине слоя, то есть элемент слоя с координатами, соответствующими середине слоя в результате гофрирования, не будет изменять

своих координат.

Тогда скорость, вызванная гофрированием слоя, будет определяться:

$$v_{\text{гоф}}^x = \frac{dx}{dt} = \frac{x_i^{(t+dt)} - x_i^t}{dt}, \quad (6)$$

$$v_{\text{гоф}}^y = \frac{dy}{dt} = \frac{y_i^{(t+dt)} - y_i^t}{dt}.$$

Таким образом, скорость движения каждого участка слоя с учетом (4) и (6) (рис.3) будет определяться следующим образом:

$$v^x = -v_c \cos(\gamma) + \frac{x_i^{(t+dt)} - x_i^t}{dt}, \quad (7)$$

$$v^y = v_c \sin(\gamma) + \frac{y_i^{(t+dt)} - y_i^t}{dt}.$$

Помимо влияния внешних сил, действующих на указанную порцию стеблей, существуют внутренние силы, которые приводят к тому, что слой стеблей ведет себя как единый объект, обладающий поступательной и угловой скоростью движения.

Для определения линейной и угловой скорости движения слоя воспользуемся теоремами об изменении количества движения системы и изменении кинетического момента системы.

Теорема об изменении количества движения системы [2] позволяет охарактеризовать движения системы с учетом только внешних сил:

$$mv_{\text{эКВ}} = \int v dm. \quad (8)$$

Рассмотрим участок слоя шириной Δ с углом ориентации ψ , заключенный в прямоугольнике с координатами противоположных вершин (x_0, x_1) и $(y_0, y_0 + (x_1 - x_0) \tan \psi)$ (рис.4):

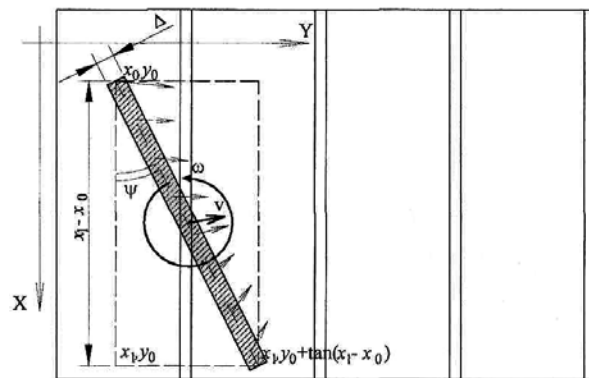


Рис. 4

$$\begin{aligned} \Delta m &= \rho dV = \rho h_3 dS, \\ \Delta S &= \frac{\Delta dx}{\cos \psi}, \\ \Delta m &= \rho \frac{\Delta}{\cos \psi} h_3 dx, \end{aligned} \quad (9)$$

где Δm , ΔS – масса и площадь участка слоя, ρ – плотность слоя.

Учитывая выражение (8), получаем:

$$v_{\text{эКВ}} = \frac{\rho \frac{\Delta}{\cos \psi} \int_{x_0}^{x_1} v(x, y) h(x, y) dx}{\rho \frac{\Delta}{\cos \psi} \int_{x_0}^{x_1} h(x, y) dx}, \quad (10)$$

$$v_{\text{эКВ}} = \frac{\int_{x_0}^{x_1} v(x, y) h(x, y) dx}{\int_{x_0}^{x_1} h(x, y) dx}, \quad (11)$$

где $v(x, y)$, $h(x, y)$ – скорость движения слоя и его толщина в точке с координатами x, y .

Или в проекциях на оси:

$$v_{\text{эКВ}}^x = \frac{\int_{x_0}^{x_1} v^x(x, y) h(x, y) dx}{\int_{x_0}^{x_1} h(x, y) dx}, \quad (12)$$

$$v_{\text{эКВ}}^y = \frac{\int_{x_0}^{x_1} v^y(x, y) h(x, y) dx}{\int_{x_0}^{x_1} h(x, y) dx}.$$

Определим момент инерции этого участка слоя относительно центра масс:

$$dm = \rho \Delta h(x, y) dx, \quad J_0 = \int x^2 dm = \rho \frac{\Delta}{\cos^2 \psi} \int h(x, y) (x - x_{\text{ц}})^2 dx, \quad (13)$$

где $x_{\text{ц}}$ – координата центра масс, вычисляемого по формуле:

$$x_{\text{ц}} = \frac{\int_{x_0}^{x_1} x h(x) dx}{\int_{x_0}^{x_1} h(x) dx}. \quad (14)$$

Определим суммарный кинематичес-

$$\omega = \frac{K}{J_0} = \frac{\int v^y (x - x_{\text{ц}}) h(x, y) dx - \int v^x (y - y_{\text{ц}}) h(x, y) dy}{\int h(x, y) (x - x_{\text{ц}})^2 dx} \cos^2 \psi. \quad (16)$$

Полученные в ходе математического моделирования скоростные параметры слоя являются основой для проектирования изменения структурных параметров слоя в процессе мятья. Это позволит оценить изменения показателя пригодности слоя к трепанию и позволит сформировать алгоритм автоматического управления положением слоя на входе в мяльно-трепальный агрегат.

ВЫВОДЫ

При моделировании изменений параметров структуры слоя стеблей в процессе их обработки на мяльной машине необходимо учитывать распределения толщины

кий момент относительно этой же точки:

$$K = \rho \Delta \left(\int v^y (x - x_{\text{ц}}) h(x, y) dx - \int v^x (y - y_{\text{ц}}) h(x, y) dy \right). \quad (15)$$

Таким образом, угловая скорость вращения относительно центра масс определяется следующим образом:

слоя по его длине, а также коэффициент гофрирования слоя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обоснование алгоритма определения периметра излома льняной тресты в мяльной паре/ Дроздов Ю.В., Пашин Е. Л.; Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке лубяных культур – Кострома, 2004. – 19 с. – 5 ил. – Библиогр.: 19 назв. – Рус. – Депон. в ВИНТИ 28.04.04, №718 – В2004

2. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики: Учебник для машиностроит. и приборостроит. спец. вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1990.

Рекомендована кафедрой автоматизации и микропроцессорной техники. Поступила 30.06.08.

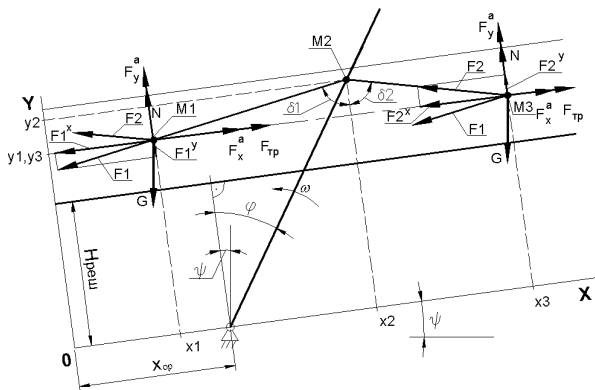


Рис. 3

– центры масс участков слоя в состоянии покоя располагаются: в поперечном направлении – по оси иглы, по высоте – на уровне середины толщины слоя h_s , в продольном направлении: а) для участков слоя, взаимодействующих с иглами – совпадают с осью иглы, б) для участков слоя, не взаимодействующих с иглами – на расстоянии, равном половине расстояния между осями гребенных валиков. В начальный момент контакта с иглой, состояние слоя принимается ненапряженным. Расстояния между центрами масс M_1 , M_2 и M_3 , $M_2 - L_0$ считаются эталонными при расчете сил упругой деформации в последующих вычислениях.

$$L_0 = \frac{L_v}{2}; \quad (1)$$

$$\frac{d^2 y_2^{\text{пол}}}{dt^2} - 2f\omega \frac{dy_2^{\text{пол}}}{dt} + (f^{\text{игл}} \varepsilon - \omega^2) y_2^{\text{пол}} = -f^{\text{игл}} g \sin(\varphi) - g \cos(\varphi) - f^{\text{игл}} \frac{\rho_v CS (\omega y_2^{\text{пол}})^2}{2m} - \frac{\rho_v CS \left(\frac{dy_2^{\text{пол}}}{dt} \right)^2}{2m} - \frac{F_1^N}{m} - \frac{F_2^N}{m} - f^{\text{игл}} \frac{F_1^t}{m} + f^{\text{игл}} \frac{F_2^t}{m}, \quad (2)$$

где $y_2^{\text{пол}}$ – смещение центра масс M_2 от оси гребенного валика; ε – угловое ускорение иглы, c^{-2} ; ω – угловая скорость иглы, c^1 ; φ – угол отклонения иглы от вертикального положения, рад; $f^{\text{игл}}$ – коэффициент трения волокна об иглу; ρ_v – плотность воздуха, $кг/м^3$; m – масса выделенного участка слоя, $кг$; S – площадь миделевого сечения комочка, $м^2$; F_1^N, F_2^N – проекция сил растяжения-сжатия слоя на нормаль к игле, $Н$;

– силы сцепления материала в слое представляются как силы упругого растяжения-сжатия материала между центрами масс участков слоя;

– движущей силой для слоя M_1 , M_2 , M_3 является воздействие иглы на центр масс участка слоя M_2 . Центры масс M_1 и M_3 перемещаются под действием упругой связи с центром масс M_2 .

Составим дифференциальные уравнения движения центров масс M_2 с учетом влияния участков слоя, не взаимодействующих с иглами M_1 и M_3 .

Рассмотрим рис.2, где показаны и обозначены силы, действующие на центр масс участка слоя M_2 : G – вес; N – реакция иглы; $F_{\text{тр}}$ – трения; F_k – Кориолиса; F_1, F_2 – упругой деформации участка слоя между точками M_1 и M_2 , M_3 и M_2 ; F_N^e, F_t^e – нормальная, тангенциальная составляющая инерции (проекции); F_N^a, F_t^a – аэродинамического сопротивления (проекции). Перемещения, в направлении, перпендикулярном игле, принимаются нулевыми, так как участок слоя насажен на иглу. Для центра масс M_2 используем полярную систему координат, жестко связанную с иглой. Смещение центра масс M_2 от оси гребенного валика $y_2^{\text{пол}}$ будет определяться уравнением:

F_1^t, F_2^t – проекция сил растяжения-сжатия слоя на ось иглы, $Н$; C – безразмерный коэффициент аэродинамического сопротивления, зависящий от формы тела (участка слоя отходов трепания).

Расчет координаты $y_2^{\text{пол}}$ производится средствами программы Mathcad, для чего уравнение (2) сводится к системе уравнений

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dy1^{пол}}{dt} = -f^{игл} g \sin(\varphi) - g \cos(\varphi) - f^{игл} \frac{\rho_b CS(\omega y2^{пол})^2}{2m} - 2f\omega y1^{пол} + (f^{игл} \varepsilon - \omega^2) y2^{пол}, \\ - \frac{\rho_b CS(y1^{пол})^2}{2m} - \frac{F1^N}{m} - \frac{F2^N}{m} - f^{игл} \frac{F1^t}{m} + f^{игл} \frac{F2^t}{m}, \\ \frac{dy2^{пол}}{dt} = y1^{пол}. \end{array} \right. \quad (3)$$

В декартовой системе координат XOY
 $y2 = y2^{пол} \cos \varphi$, $x2 = y2^{пол} \sin \varphi$.

Рассмотрим взаимодействие центров масс участков слоя M1 и M3 с M2 (рис. 3). Здесь обозначены силы, действующие на участок слоя M1, M3: G – вес; N – нормальной реакции решетки; $F_{тр}$ – трения слоя о решетку; $F1^x, F1^y, F2^x, F2^y$ – упругой

деформации участка слоя между точками M1 и M2, а также M3 и M2, соответственно (проекции); F_a^x, F_a^y – аэродинамического сопротивления (проекции).

Для центров масс M1, M3 дифференциальные уравнения движения запишутся в виде:

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} = -G \cos(\psi) - F_a^y + F1^y + F2^y, \quad (4)$$

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = G \sin(\psi) - f^{пеш} N - F_a^x + F1^x + F2^x. \quad (5)$$

Расчет координат производится средствами программы Mathcad, для чего

уравнения (4), (5) сводятся к системам уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dy'}{dt} = \left(-g \cos(\psi) - \frac{\rho_b CS(y')^2}{2m} + \frac{F1^y}{m} + \frac{F2^y}{m} \right), \\ \frac{dy}{dt} = y'; \end{array} \right. \quad (6)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx'}{dt} = \left(g \sin(\psi) - f^{пеш} \frac{N}{m} - \frac{\rho_b CS(x')^2}{2 \cdot m} + \frac{F1^x}{m} + \frac{F2^x}{m} \right), \\ \frac{dx}{dt} = x'. \end{array} \right. \quad (7)$$

Направление действия сил аэродинамического сопротивления и трения принимается противоположным движению материала.

Силы, которые действуют на выделенный элемент слоя со стороны соседних, определяются следующим образом.

Расстояния между точками M1, M2 и M2, M3 определяются по их координатам:

$$L1 = \sqrt{(y2 - y1)^2 + (x2 - x1)^2}, \quad (9)$$

$$L2 = \sqrt{(y2 - y3)^2 + (x3 - x2)^2}. \quad (10)$$

Тогда приращения расстояний между точками в сравнении с расстоянием, при котором слой находится в ненапряженном состоянии L_0 , запишутся в виде:

$$\Delta L1 = L1 - L_0, \quad (11)$$

$$\Delta L2 = L2 - L_0. \quad (12)$$

По приращениям определяются силы упругости между участками слоя:

$$F1 = c1|\Delta L|^{d1}, \quad (13)$$

$$F2 = -c2|\Delta L|^{d2}. \quad (14)$$

Если приращение положительно, применяются коэффициенты растяжения $c1$ и $d1$, если отрицательно – коэффициенты сжатия $c2$ и $d2$.

Вид зависимости для вычисления сил упругости принят из [2], коэффициенты $c1$, $c2$, $d1$, $d2$ определены нами опытным путем.

Силы упругости, действующие перпендикулярно игле, между центрами масс $M1$, $M2$ и $M2$, $M3$ определяются соответственно

$$F1^t = F1 \sin(\delta1 + \varphi), \quad (15)$$

$$F2^t = F2 \sin(\delta2 - \varphi), \quad (16)$$

а действующие параллельно игле соответственно:

$$F1^N = F1 \cos(\delta1 + \varphi), \quad (17)$$

$$F2^N = F2 \cos(\delta2 - \varphi). \quad (18)$$

Проекции сил упругости на ось X между центрами масс $M1$, $M2$ и $M2$, $M3$ определяются из выражений

$$F1^x = F1 \sin(\delta1), \quad (19)$$

$$F2^t = F2 \sin(\delta2). \quad (20)$$

Проекции сил упругости на ось Y между центрами масс $M1$, $M2$ и $M2$, $M3$ определяются из выражений

$$F1^y = F1 \cos(\delta1), \quad (21)$$

$$F2^y = F2 \cos(\delta2). \quad (22)$$

Решая совместно системы уравнений (3), (6), (7) можно рассчитать перемещения слоя

вдоль решетки, силы упругости в слое при различных параметрах процесса трясения.

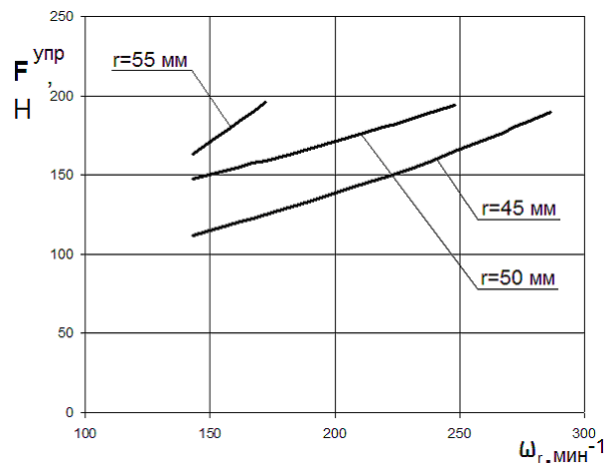


Рис. 4

Например, на рис. 4 показано изменение сил упругости между участками слоя при различных значениях радиуса кривошипа (r) и частоты вращения ведущего вала машины (ω_r). Из рис.4 видно, что вычисления прекращаются при значениях сил упругих деформаций 190 Н, когда происходит сход материала с иглы. Это может быть критерием нарушения нормального протекания процесса трясения, так как в результате схода материала с иглы в слое появляются разрывы.

ВЫВОДЫ

1. Разработанная математическая модель взаимодействия игл гребенных валиков с обрабатываемым материалом позволяет проанализировать перемещения слоя и силы упругих деформаций материала при различных параметрах процесса трясения.

2. Анализ сил упругих деформаций в слое показал, что существует ограничение интенсивности воздействий со стороны гребенных валиков, проявляющееся в виде нарушения структуры слоя. Из этого условия должны выбираться параметры приводного механизма машины, например, частота вращения ведущего вала машины, радиус кривошипа, длины поводка и иглы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарунин Ю.Н. Исследование движения материала в трясильных машинах типа ТГ-135 // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1965, №2.

2. Дьячков В.А. Проектирование машин для первичной обработки лубяных волокон: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – Кострома: Изд-во Кост-

ром. гос. технол. ун-та, 2006. – 232.

3. Ипатов А.М. Теоретические основы механической обработки стеблей лубяных культур. Учебное пособие для вузов. – М.: Легпромбытиздат, 1989.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 30.06.08.

УДК 677.11.051

О НАРУШЕНИИ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ СТЕБЛЯМИ ПРИ СЛОЕУТОНЕНИИ НА СЛОЕФОРМИРУЮЩЕЙ МАШИНЕ*

С.Е. МАЯНСКИЙ

(Костромской государственной технологической университет)

Одним из факторов, отрицательно влияющих на процесс слоеутонаения, является наличие механических связей (сцепленности) между стеблями, образующими слой. Сцепленность стеблей льна как в вершинной, так и в комлевой частях способствует росту угловой дезориентации и растянутости стеблей в слое при выходе из машины, что ведет к уменьшению выхода трепаного льна.

Для повышения эффективности способа слоеутонаения при помощи зубчатых дисков за счет уменьшения величины сцепленности между стеблями возможно использование их механических колебаний в процессе слоеутонаения [1].

Для теоретического изучения явлений, имеющих место при колебаниях стеблей, будем исходить из того, что при движении в утоняющем механизме слой стеблей примерно в середине удерживается зубчатыми дисками, на некотором расстоянии от плоскостей дисков контактирует с направляющими ползками, а концы стеблей при этом являются свободными (за исключением сцепленности друг с другом).

Исследуем, в первом приближении, собственные колебания половины одного стебля согласно схеме на рис. 1 – расчет-

ная схема собственных колебаний стебля в механизме слоеутонаения.

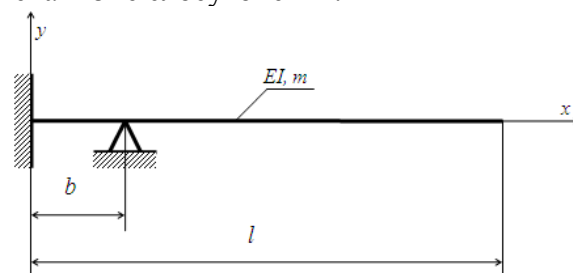


Рис. 1

В этой схеме: половина стебля условно принята за стержень длиной l с равномерно распределенной массой $m = \text{const}$ и с постоянной изгибной жесткостью $EI = \text{const}$; взаимодействие стебля с зубчатым диском рассматривается как защемление; опора соответствует линии утонаения, то есть взаимодействию стебля с направляющим ползком, отстоящим от диска на расстояние b .

Дифференциальное уравнение свободных поперечных колебаний стержня имеет вид [2]:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + \frac{EI}{m} \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = 0. \quad (1)$$

*Работа выполнена под руководством д.т.н., проф. Е.Л.Пашина

Используя метод Фурье, частное решение уравнения (1) ищем в виде произведения двух функций $y=X(x) T(t)$. В результате приходим к двум уравнениям:

$$\frac{d^2 T}{dt^2} + p^2 T = 0, \quad (2)$$

$$\frac{d^4 X}{dx^4} - \frac{mp^2}{EI} X = 0. \quad (3)$$

Первое уравнение указывает на то, что движение носит колебательный характер с частотой p . Второе уравнение определяет форму колебаний. Из него также находятся частоты собственных колебаний стержня.

Решение уравнения (3) имеет вид:

$$X = C_1 S(\alpha x) + C_2 T(\alpha x) + C_3 U(\alpha x) + C_4 V(\alpha x), \quad (4)$$

где C_1, C_2, C_3, C_4 – постоянные интегрирования; S, T, U, V – комбинации круговых и гиперболических функций, введенных А.Н.Крыловым [3]; $\alpha = \sqrt[4]{\frac{mp^2}{EI}}$ – корень уравнения частот.

Для определения собственных частот и форм колебаний используем граничные условия, учитывая, что рассматриваемый стержень имеет два участка, слева и справа от опоры.

В точках сопряжения двух участков (на промежуточной опоре) будут [4] одинаковые прогибы $X_{\text{прав}} = X_{\text{лев}}$, углы поворота касательной $X'_{\text{прав}} = X'_{\text{лев}}$, а также изгибающие моменты и пропорциональные им вторые производные от смещений $X''_{\text{прав}} = X''_{\text{лев}}$. Поперечные силы для правого и левого участков отличаются на величину опорной реакции R : $EI X'''_{\text{прав}} = EI X'''_{\text{лев}} + R$. Все условия сопряжения участков выполняются, если принять, при общем для обоих участков начале отсчета, что:

$$X_{\text{прав}} = X_{\text{лев}} + \frac{R}{\alpha^3 EI} V[\alpha(x-b)]. \quad (5)$$

Величина реакции R , как еще одна неизвестная, может быть определена из условия равенства нулю прогиба стержня над опорой.

Для определения постоянных интегрирования используем сначала граничные условия на левом (защемленном) конце балки:

$$X(0) = 0; \quad X'(0) = 0. \quad (6)$$

Из уравнения (4) находим: $C_1 = 0, C_2 = 0$, и для левого участка стержня при $x < b$ получим:

$$X = C_3 U + C_4 V. \quad (7)$$

Для правого участка в соответствии с (5) имеем (при $x > b$):

$$X = C_3 U + C_4 V + \frac{R}{\alpha^3 EI} V[\alpha(x-b)]. \quad (8)$$

Величины постоянных C_3, C_4 и реакции R определим из следующих условий: при $x=b$ (на опоре)

$$X=0; \quad (9)$$

при $x=l$ (на свободном конце)

$$X'' = 0, X''' = 0. \quad (10)$$

Подставляя (9) и (10) в (7) и (8), получаем три уравнения:

$$\begin{aligned} 0 &= C_3 U(\alpha b) + C_4 V(\alpha b), \\ 0 &= C_3 S(\alpha \ell) + C_4 T(\alpha \ell) + \frac{R}{\alpha^3 EI} T[\alpha(\ell-b)], \\ 0 &= C_3 V(\alpha \ell) + C_4 S(\alpha \ell) + \frac{R}{\alpha^3 EI} S[\alpha(\ell-b)]. \end{aligned}$$

Эта система трех однородных уравнений может иметь отличные от нуля решения только в том случае, когда ее определитель будет равен нулю:

$$D(\alpha\ell) = \begin{vmatrix} U(\alpha b) & V(\alpha b) & 0 \\ S(\alpha\ell) & T(\alpha\ell) & T[\alpha(\ell-b)] \\ V(\alpha\ell) & S(\alpha\ell) & S[\alpha(\ell-b)] \end{vmatrix} = 0. \quad (11)$$

Раскрывая определитель (11), получаем уравнение частот собственных колебаний стержня:

$$U(\alpha b)T(\alpha\ell)S[\alpha(\ell-b)] + V(\alpha\ell)V(\alpha b)T[\alpha(\ell-b)] = U(\alpha b)S(\alpha\ell)T[\alpha(\ell-b)] + S(\alpha\ell)V(\alpha b)S[\alpha(\ell-b)]. \quad (12)$$

Учитывая, что $b=k\ell$ ($0 < k < 1$), пере-

пишем (12):

$$\begin{aligned} & U(k\alpha\ell) T(\alpha\ell) S[\alpha\ell(1-k)] + V(\alpha\ell) V(k\alpha\ell) T[\alpha\ell(1-k)] = \\ & = U(k\alpha\ell) S(\alpha\ell) T[\alpha\ell(1-k)] + S(\alpha\ell) V(k\alpha\ell) S[\alpha\ell(1-k)]. \end{aligned} \quad (13)$$

Корни $(\alpha\ell)_i$ этого уравнения можно найти при помощи табулированных значений функций А.Н.Крылова [3].

Для удобства автоматизированного расчета приведем (13) к виду:

$$\begin{aligned} & [\operatorname{ch}(k\alpha) \operatorname{sh}\alpha - \cos(k\alpha) \operatorname{sh}\alpha + \operatorname{ch}(k\alpha) \sin\alpha - \cos(k\alpha) \sin\alpha] \{ \operatorname{ch}[\alpha(1-k)] + \cos[\alpha(1-k)] \} + \\ & + [\operatorname{sh}\alpha \operatorname{sh}(k\alpha) - \sin\alpha \operatorname{sh}(k\alpha) - \operatorname{sh}\alpha \sin(k\alpha) + \sin\alpha \sin(k\alpha)] \{ \operatorname{sh}[\alpha(1-k)] + \sin[\alpha(1-k)] \} = \\ & = [\operatorname{ch}(k\alpha) \operatorname{ch}\alpha - \cos(k\alpha) \operatorname{ch}\alpha + \operatorname{ch}(k\alpha) \cos\alpha - \cos(k\alpha) \cos\alpha] \{ \operatorname{sh}[\alpha(1-k)] + \sin[\alpha(1-k)] \} + \\ & + [\operatorname{ch}\alpha \operatorname{sh}(k\alpha) + \operatorname{sh}(k\alpha) \cos\alpha - \operatorname{ch}\alpha \sin(k\alpha) - \cos\alpha \sin(k\alpha)] \{ \operatorname{ch}[\alpha(1-k)] + \cos[\alpha(1-k)] \}. \end{aligned} \quad (14)$$

Частоты собственных колебаний стебля находим по формуле:

$$p_i = (\alpha\ell)_i^2 \sqrt{\frac{EI}{m\ell^4}} \quad (i = 1, 2, 3, \dots). \quad (15)$$

Проведенные исследования показывают, что частоты собственных колебаний стебля в рассматриваемом механизме слоеутонения зависят как от длины, погонной массы стебля, его изгибной жесткости, так и от расположения линии утонения.

Вместе с тем, слой стеблей представляет собой плохо организованную структуру, в которой совершенно случайным образом могут рядом оказаться стебли различной длины, жесткости и массы. В связи с этим будут отличаться не только частоты собственных колебаний стеблей, но и амплитуды их вынужденных колебаний при кинематическом или силовом возбуждении. Это, вероятно, будет способствовать на-

рушению связей (сцепленности) между стеблями в слое и улучшению процесса слоеутонения.

ВЫВОДЫ

1. Проведено, в первом приближении, обоснование возможности использования механических колебаний слоя стеблей льняной тресты непосредственно в процессе слоеутонения на слоеформирующей машине.

2. Выполнены теоретические исследования собственных колебаний стебля, находящегося в зоне утонения. Показано, что частоты собственных колебаний стеблей могут отличаться друг от друга.

3. При возбуждении вынужденных колебаний амплитуды перемещений соприкасающихся точек соседних стеблей в слое будут различны, что будет способствовать снижению сцепленности между ними.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левин В.Б. Экспериментальное исследование процесса утонения слоя льняной тресты // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1964, № 4. С.29...33.

2. Пановко Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара. – Л.: Машиностроение, 1976.

3. Ананьев И.В., Егоршева Н.И. Табулированные значения комбинаций круговых и гиперболических функций. – М.: Машиностроение, 1974.

4. Пономарев С.Д. и др. Расчеты на прочность в машиностроении. – Т. 3. – М.: Машгиз, 1959.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 30.06.08.

УДК 677.021

ИЗУЧЕНИЕ ПРИЧИН УКОРАЧИВАНИЯ ВОЛОКОН ПРИ ОЧИСТКЕ

Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Д.А. ЛЕБЕДЕВ, Е.И. ГРОМОВА

(Костромской государственный технологический университет)

Все волокна – хлопковые и особенно льняные – теряют свою длину при механических взаимодействиях с рабочими органами очистительных машин. Главными причинами обрыва волокон, а особенно

кончиков, являются высокие напряжения, возникающие в волокнах при механических взаимодействиях с активными и пассивными рабочими органами.

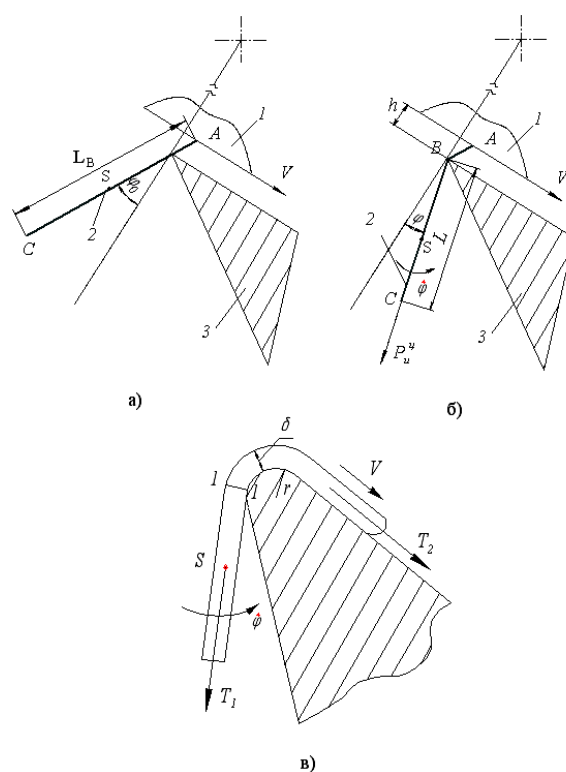


Рис. 1

Для выявления причин обрыва нами рассмотрен процесс взаимодействия волокон с колосником (рис. 1-а и б – схема

взаимодействия волокна с колосником: 1 – пильный цилиндр; 2 – прядка волокна; 3 – колосник).

Ранее нами было получено уравнение движения захваченной зубом пильного диска прядки при взаимодействии с колосником с учетом силы аэродинамического сопротивления [1]:

$$\ddot{\phi} - \frac{2}{L} \frac{dL}{dt} \dot{\phi} + \frac{g}{L} \sin\phi = \frac{-M_c}{mL^2}, \quad (1)$$

где L – длина свободной части прядки ($L=BC$); ϕ – угол поворота пряди при движении свободного конца; m – масса свободной части прядки волокна; M_c – момент от силы сопротивления воздуха при вращательном движении прядки относительно кромки колосника.

Величина L переменная и может быть определена из выражения [2]:

$$L = L_B - \sqrt{V^2 t^2 + 2Vt \operatorname{th} \phi_0 + \frac{h^2}{\cos^2 \phi_0}}, \quad (2)$$

где h – величина технологической разводки (расстояние между пильным цилиндром и колосником); ϕ_0 – угол отклонения пряди волокна от радиального направления при вращении пильного диска под действием сил аэродинамического сопротивления; V – скорость движения пильного диска; L_B – длина захваченной пряди волокна ($L_B = AC$).

Дифференциальное уравнение (1) решается численным методом. В качестве начальных условий при решении данного уравнения следует принять: при времени $t=0$ угол отклонения прядки $\phi_0 = 25$ град; длина волокна $L_B = 0,035$ м. Технологическая разводка $h = 0,001$ м; скорость движения пильного диска $V = 10$ м/с; масса прядки волокна $m = 4 \cdot 10^{-4}$ кг. Поскольку длина волокна $L_B = 0,035$ м, то время взаимодействия прядки с колосником будет не более $0,0034$ с, и поэтому исследования проводились в этом интервале времени.

Для расчета угловой скорости при заданной длине свободного участка прядки волокна применялся дискретный метод. График изменения длины прядки волокна разбивался на участки с постоянным ша-

гом $\Delta L = 2$ мм. Далее исследования проводились с допущением, что на каждом интервале времени длина свободного участка прядки практически не изменялась, и она в работе принималась как постоянная.

Расчеты угловой скорости при уменьшении длины свободной части прядки L показали значительный ее рост при приближении L к нулю. Об этом говорит и анализ уравнения (1), в котором у второго члена уравнения L находится в знаменателе.

В этой связи возникает задача качественной оценки напряжений, возникающих в сечении прядки. Для этого сделаем допущение и будем рассматривать прядку как сплошное тело цилиндрической формы, поперечный размер которого значительно меньше продольного.

В набегающем сечении волокна 1 – 1 (рис. 1-в) возникают следующие напряжения: напряжение изгиба и напряжение растяжения [3]:

$$\sigma_0 = \sigma_{\text{и}} + \sigma_{\text{р}} \leq [\sigma], \quad (3)$$

где $\sigma_{\text{и}}$ – напряжение изгиба; $\sigma_{\text{р}}$ – напряжение растяжения; $[\sigma]$ – допустимое напряжение.

Напряжение изгиба определяется как

$$\sigma_{\text{и}} = E \frac{\delta}{2r}, \quad (4)$$

где E – модуль упругости; δ – размер поперечного сечения волокна; r – радиус скругления кромки колосника.

Напряжение растяжения может быть определено из выражения

$$\sigma_{\text{р}} = \frac{m_{\text{в}} \dot{\phi}^2 L}{2F}, \quad (5)$$

где F – площадь поперечного сечения волокна; $m_{\text{в}}$ – масса волокна; $\dot{\phi}$ – угловая скорость вращения прядки волокна относительно кромки колосника.

Таким образом, оценивая выражения (3)...(5), можно отметить, что основными факторами, влияющими на величину об-

рыва, являются угловая скорость вращения

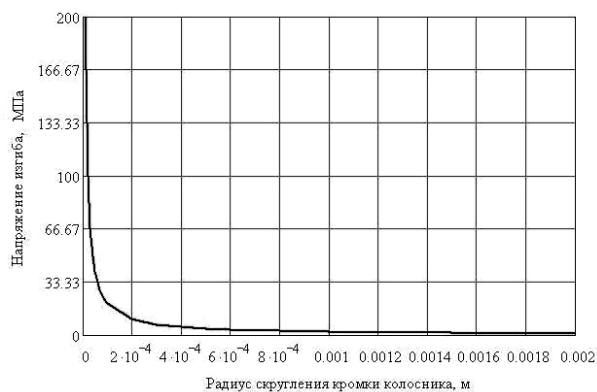


Рис. 2

ϕ и радиус кромки колосника γ .

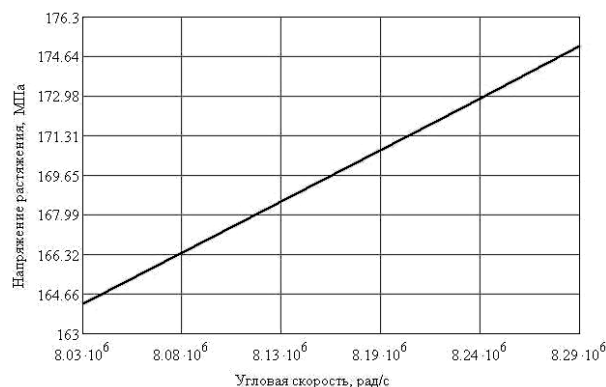


Рис. 3

На рис. 2 и 3 представлены соответственно зависимость напряжения изгиба $\sigma_{и}$ от радиуса кромки колосника γ и зависимость напряжения растяжения $\sigma_{р}$ от скорости вращения ϕ . Расчеты проводились при следующих значениях: модуль упругости E составлял $2 \cdot 10^4 \frac{H}{cm^2}$; размер поперечного сечения волокна равнялся $\delta = 2 \cdot 10^{-4}$ м; массу волокна принимали равной $m_b = 4 \cdot 10^{-8}$ кг.

Из графиков видно, что величина напряжений имеет высокое значение при малых радиусах скругления γ и возрастает с увеличением угловой скорости вращения свободного конца прядки.

Для подтверждения теоретических данных нами проведено экспериментальное исследование на базе установки, моделирующей схему взаимодействия волокна с колосниками. В ходе эксперимента определялось влияние скорости взаимодействия и формы колосников (колосники треугольной, круглой формы в поперечном сечении и плоские колосники) на укорочение комплексов льняного волокна. Образцы прядок формировались вручную длиной 50 мм. Для каждого образца записывалось одинаковое количество ударов о колосник. Скорость взаимодействия изменялась в пределах от 17,3...32,7 м/с. Что соответствует реальному процессу при очистке волокна. Радиус скругления рабочей кромки колосника треугольной формы составлял около 0,01 мм, а диаметр круглого колосника был равен 12 мм.

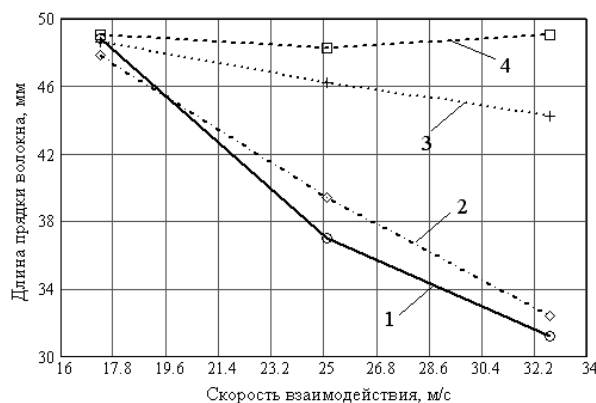


Рис. 4

На рис. 4 (изменение длины прядки волокна от скорости взаимодействия; 1 – обсека волокна при взаимодействии с колосником треугольного профиля при угле установки колосника 30 град; 2 – обсека волокна при взаимодействии с колосником треугольного профиля при угле установки колосника 60 град; 3 – обсека волокна при взаимодействии с круглым колосником; 4 – обсека волокна при взаимодействии с плоским колосником) представлены данные экспериментального исследования.

Анализ графиков показывает, что наибольшее укорочение волокна происходит при использовании колосников треугольного профиля, что подтверждает теоретические данные, изложенные выше. Обрыв волокон значительно уменьшается при использовании колосников круглого сечения и практически отсутствует при взаимодействии с поверхностью плоского колосника. Это также подтверждает, что причиной

укорочения волокна является малый радиус скругления рабочей кромки колосника.

Таким образом, увеличение площади контакта волокна с поверхностью колосника снижает нагрузку на волокно и предупреждает его обрыв. Безусловно, это не означает, что нужно отказываться от использования колосников треугольного профиля, поскольку именно они позволяют достичь наибольшей степени очистки волокна, однако радиус скругления рабочей кромки, по нашему мнению, должен быть увеличен.

ВЫВОДЫ

1. Предложена методика, позволяющая оценить напряжения, возникающие в сечении волокна, при различных технологических и конструктивных характеристиках очистительной секции.

2. На обрывность волокна в процессе очистки влияют форма колосника и скорость взаимодействия волокна с колосником. С увеличением скорости взаимодействия возникают большие инерционные нагрузки, которые приводят к обрыву волокна. Для снижения обрыва волокон не-

обходимо регулировать угловую скорость вращения ϕ , изменяя угол установки колосника.

3. Наибольшее влияние на укорачивание волокна оказывают ножевой и треугольный колосник с малым радиусом скругления рабочей кромки r . Для снижения обрыва волокна необходимо радиус скругления рабочей кромки треугольного и ножевого колосников увеличивать до 1...2 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Корабельников Р.В., Лебедев Д.А., Громова Е.И.* Взаимодействие прядки волокна с колосником в процессе очистки с учетом аэродинамического сопротивления // Научн. тр. молодых ученых КГТУ. – 2007, №8.

2. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 1.

3. *Мигушов И.И.* Механика текстильной нити и ткани: Монография – М.: Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 30.06.08.

УДК 677.021.151.2

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ БИЛ ТРЕПАЛЬНОГО БАРАБАНА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЛЬНА *

С.В. БОЙКО

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

На основе результатов теоретических исследований по изучению процесса получения волокна из недоработанного льна была установлена необходимость в дифференциации интенсивности воздействий по высоте поля трепания. Это необходимо для обеспечения более интенсивной обработки заостренных прядей вблизи их зажима и более щадящей обработки концевых свободных участков. Однако при ис-

пользовании традиционного процесса трепания и рабочих органов машин для его реализации решить указанную задачу не представляется возможным.

Было обосновано и изучено нетрадиционное решение, при котором предложено использовать активные рабочие органы бил барабана (рис. 1).

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

На каждом из бил шарнирно закрепляется коромысло, имеющее с одной стороны пластину с закругленной кромкой (параллельной кромке основного била), а с другой – тыльную планку (сплошную или в виде рамки, одна сторона которой имеет сечение в виде круглого бруса). Вылет тыльной планки по длине барабана различен (как правило, увеличивается).

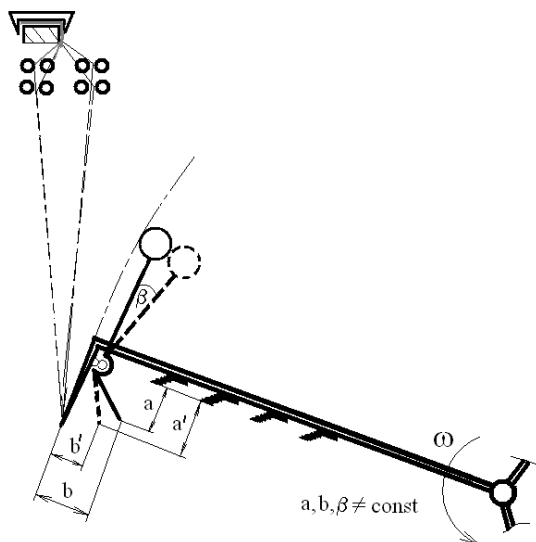


Рис. 1

При наличии такой конструкции в нижней зоне поля трепания при взаимодействии с волокнистыми пряжами кромка тыльной планки будет отклоняться к центру барабана, обеспечивая снижение сил натяжения пряжи. Одновременно с этим будет уменьшаться расстояние b (обеспечивающее уменьшение длины захлестываемого участка пряжи) и вылет кромки била – a . Изменение этих параметров снизит интенсивность обработки концевых участков пряжи. После потери контакта пряжи с кромкой била за счёт сил инерции положение коромысла возвращается до начала последующего взаимодействия в исходное.

Проверку эффективности нового решения осуществляли путем расчета значений кинетической энергии участков пряжи по ее длине и сил давления на кромку основного била (для разных вариантов исходных длин обрабатываемого льноволокна). При расчете использовали новый метод моде-

лирования процесса трепания [1]. Результаты сравнительного анализа представлены на рис. 2 – изменение кинетической энергии и сил давления по длине прядей.

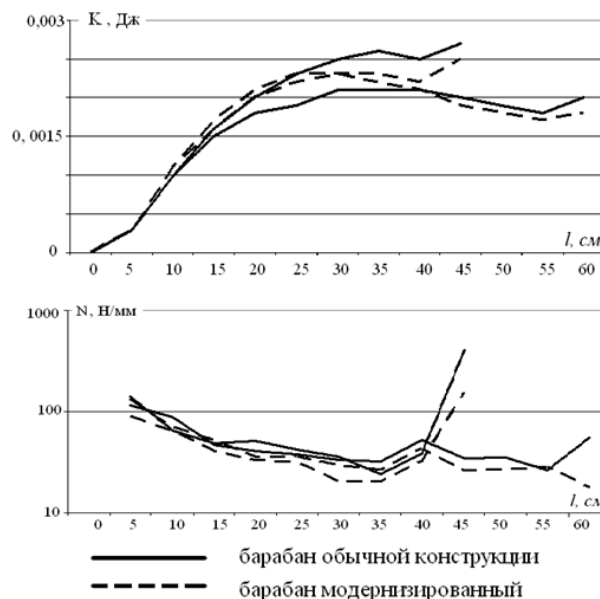


Рис. 2

Очевидны различия в распределении исследуемых параметров. При использовании рабочих органов новой конструкции кинетическая энергия участков пряжи по ее длине распределяется более равномерно: в средней зоне длины она выше, а применительно к концевым участкам – она меньше, чем в типовом случае. Особенно это проявляется при трепании длинных прядей. Примечательно существенное снижение сил давления кромок бил на свободные концевые участки волокна. Выявленные отличия должны способствовать повышению эффективности переработки льна в части снижения волокнистых отходов и остаточного содержания в трепаном волокне нецеллюлозных примесей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бойко С.В.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 6С.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов КГТУ. Поступила 30.06.08.

СИЛЫ НАТЯЖЕНИЯ ПРЯДИ ОТ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ ПОЛЯ ТРЕПАНИЯ

В.А. ДЬЯЧКОВ, Д.В. ИВАНЮК

(Костромской государственный технологический университет)

В работах Н.Н.Сулова [1], [2] показано, что природа сил сопротивления движению трепальных барабанов на холостом ходу и при взаимодействии с материалом одна и та же и эти силы определяются силами аэродинамического сопротивления. Им же было установлено, что мощность, расходуемая на преодоление сил сопротивления, пропорциональна третьей степени угловой скорости вращения трепальных барабанов. Аналогичную зависимость имеют вентиляторы и насосы. Современные математические модели процесса воздействия воздуха на пряжу [3] имеют не строго обоснованные допущения, поэтому разработка более стройной теории, описывающей силы натяжения пряжи от воздушных потоков поля трепания, является актуальной задачей.

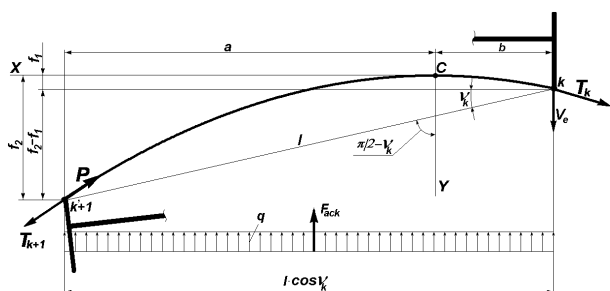


Рис. 1

На рис.1, где показано нагружение пряжи силами аэродинамического сопротивления при ее перемещении в воздушных потоках поля трепания, изображен участок пряжи, расположенный между передней кромкой бильной планки k-го била и тыльной кромкой k+1-го била. Прямая, соединяющая точки k и k+1, длиной l расположена под углом v_k к радиусу, проведенному к передней кромке k-го била. Допустим, что на участок пряжи действует линейная распределенная нагрузка q , обусловленная силами аэродинамического сопротивления перемещению пряжи в воз-

душных потоках поля трепания. Примем, что равнодействующая этой силы F_{ack} по направлению противоположна вектору скорости передней кромки k-го била, то есть расположена под углом $\psi = \frac{\pi}{2} - v_k$ к линии, соединяющей точки k и k+1, и по величине определяется из выражения [3 (7.11)].

Определим натяжение пряжи от силы аэродинамического сопротивления – T_k и T_{k+1} в точках k и k+1.

Поместим начало координат системы XOY в верхней точке пряжи C относительно линии k, k+1 и направим ось X влево, перпендикулярно направлению действия силы F_{ack} , а ось Y – вниз, вдоль силы F_{ack} .

Известно [4, §6], что под действием линейной распределенной нагрузки пряжа примет форму параболы, а силы натяжения в точках закрепления определяются из выражений:

$$T_k = \sqrt{H^2 + q^2 b^2}, \quad T_{k+1} = \sqrt{H^2 + q^2 a^2}, \quad (1)$$

где

$$H = \frac{q(\ell \cos v_k)^2}{2(\sqrt{f_1} \pm \sqrt{f_2})} \quad (2)$$

– есть минимальное натяжение пряжи в вершине параболы (точке C);

$$a = \frac{\ell \cos v_k}{2} - \frac{(f_2 - f_1)H}{q\ell}, \quad (3)$$

$$b = \frac{\ell \cos v_k}{2} + \frac{(f_2 - f_1)H}{q\ell}$$

– расстояния от вершины параболы до точек зажима пряжи, замеренные в направлении, перпендикулярном силе F_{ack} ;

$$f_1 = \frac{qa^2}{2H}, \quad f_2 = \frac{qb^2}{2H} \quad (4)$$

– провесы – расстояние от вершины параболы до точек зажима пряди, замеренные вдоль направления действия силы F_{ack} .

Эти зависимости указывают на то, что силы натяжения в точках закрепления – T_k и T_{k+1} зависят, в том числе, и от величин провесов f_1 и f_2 , а их различие – от положения вершины параболы – координат a и b или от направления воздушных потоков относительно пряди (угла ψ).

Примем, что в точке k прядь жестко закреплена, а в точке $k+1$, обращенной к концу пряди, удерживается лишь при равенстве сил P и T_{k+1} (рис.1). При превышении силами натяжения пряди от воздуха T_{k+1} сил натяжения P в сбегающей с тыль-

ной кромки $k+1$ -го била ветви пряди произойдет ее скольжение по кромке, при этом увеличится провес пряди до такой величины, при которой сила, удерживающая прядь P , сравняется с силой натяжения от воздушных потоков T_{k+1} . Обоснуем сказанное.

Определим натяжение пряди H в вершине параболы (точке C) по известной силе натяжения в сбегающей ветви пряди с $k+1$ -й кромки – T_{k+1} . Из (1), с учетом равенства $f_2 - f_1 = \ell \sin v_k$ (рис.1), в выражении для b (3) имеем:

$$H^2 = T_{k+1}^2 - q^2 \left(\frac{\ell}{2} \cos v_k - \frac{H}{q} \sin v_k \right)^2.$$

После преобразований получаем квадратное уравнение вида

$$(1 + \sin^2 v_k) H^2 - (\ell q \sin v_k \cos v_k) H + \left[\left(\frac{q\ell}{2} \cos v_k \right)^2 - T_{k+1}^2 \right] = 0$$

с корнями

$$H = \frac{\ell q \sin v_k \cos v_k \pm \sqrt{(\ell q \sin v_k \cos v_k)^2 - 4(1 + \sin^2 v_k) \left[\left(\frac{q\ell}{2} \cos v_k \right)^2 - T_{k+1}^2 \right]}}{2(1 + \sin^2 v_k)}.$$

Зная H , можно вычислить силы натяжения пряди в сбегающей и набегающей

ветвях T по выражениям (1) и провесы пряди f по выражениям (4).

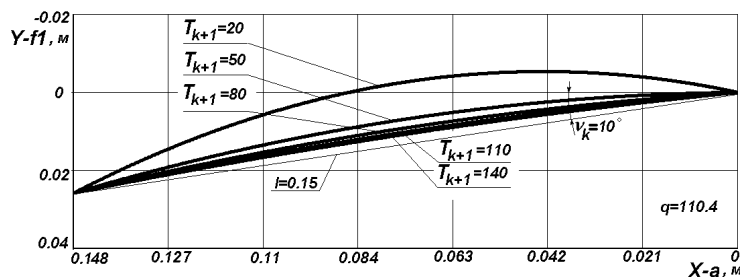


Рис. 2

На рис.2, построенном с помощью программы "Mathcad", показан профиль пряди, на которую действует линейная распределенная нагрузка от воздушных потоков поля трепания $q=110,4$ Н/м. Прядь

удерживается в точке $k+1$ силой $P=T_{k+1}=20, 50, 80, 110, 140$ Н. Этот рисунок иллюстрирует зависимость провесов f пряди от удерживающей силы P .

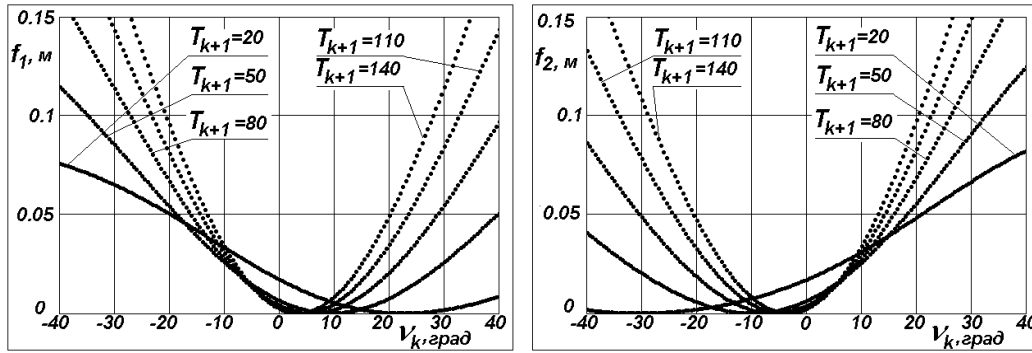


Рис. 3

Графики на рис. 3 (провесы пряжи) и 4 (силы натяжения пряжи) указывают, что силы натяжения пряжи от воздушных потоков определяются провесами и какой бы интенсивной ни была бы линейная распределенная нагрузка от воздушных потоков в

поле трепания q , сила натяжения пряжи T_k при встрече с набегающей кромкой (в точке k) будет определяться силой $T_{k+1}=P$, удерживающей пряжу на тыльной кромке $k+1$ -го била и величиной провесов f .

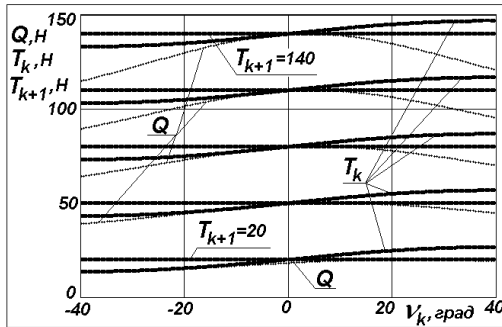


Рис. 4

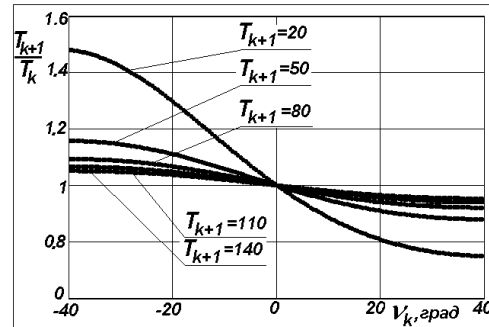


Рис. 5

Графики на рис. 4 и 5 показывают, что соотношение сил натяжения пряжи в сбегающей и набегающей ветвях (T_{k+1} и T_k) рис. 5), а также соотношение провесов f_1 и f_2 (рис. 4) зависят от направления воздушных потоков относительно пряжи (угла ψ).

При более интенсивных воздушных потоках отличие в натяжении в точках закрепления пряжи от воздуха, а также влияние направления воздушных потоков становятся менее существенными.

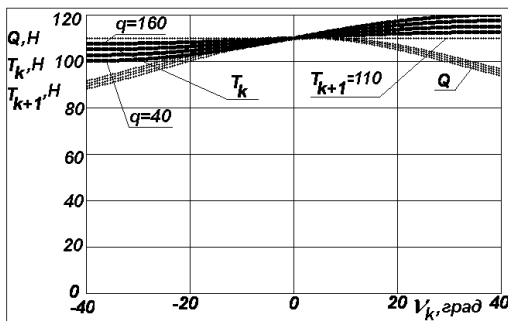


Рис. 6

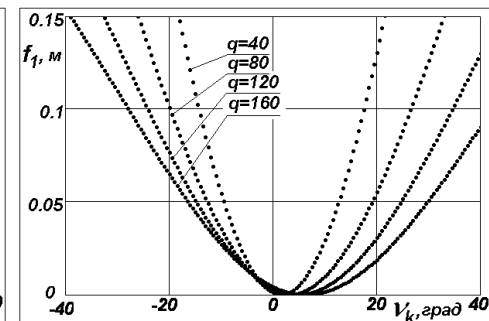


Рис. 7

На рис. 6 и 7 показаны графики сил натяжения пряжи (рис. 6) и ее провесы f_1 при

различной линейной распределенной нагрузке от воздуха q (рис. 7). Влияние ин-

тенсивности воздушных потоков на силу T_k нивелируется провесами пряди. Так, при $v_k = 40^\circ$ изменение q в 4 раза (с 40 до 160) приводит к изменению T_k с 112 до 120Н.

ВЫВОДЫ

1. Полученная математическая модель позволяет анализировать влияние интенсивности и направления воздушных потоков поля трепания на силы натяжения пряди в точках контакта пряди с кромками трепального барабана.

2. Влияние интенсивности воздушных потоков на силу натяжения пряди нивелируется провесами пряди. При возрастании интенсивности воздушных потоков отличие в натяжении в точках закрепления пряди от сопротивления воздуха, а также влияние

направления воздушных потоков становятся менее существенными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сулов Н.Н. Исследование воздушных потоков в зоне трепания льняных машин двустороннего действия // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 1958, №3.
2. Сулов Н.Н. Исследование процесса трепания льна: Дис....докт. техн. наук.– М.:МТИ, 1961.
3. Дьячков В.А. Проектирование машин для первичной обработки лубяных волокон: Учебник – 2-е изд., перераб. и доп. – Кострома: Изд-во Костром. гос. технол. ун-та. 2006.
4. Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах: Учеб. пособие для вузов. В 3-х т. Т.1. Статика и кинематика.– 9-е изд., перераб. –М.: Наука, 1990.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 30.06.08.

УДК 667.051

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ФОРМЫ И ПОЛОЖЕНИЯ РАБОЧИХ ЛОПАТОК УСТРОЙСТВА ДЛЯ СЕПАРАЦИИ КОСТРОВОЛОКНИСТОЙ СМЕСИ*

С.В. ЖУКОВА, С.Н. РАЗИН

(Костромской государственный технологический университет)

Для повышения эффективности производства лубяных волокон требуются совершенные системы их очистки от неволоконистых примесей. Особенно это касается процессов, связанных с обескостриванием короткоштапельного непараллизованного льна или пеньки. Их получение, например, может происходить в результате прядей сырца [1] или механической модификации волокнистого продукта, сформированного в ленту (слой) [2]. В этом случае образуемая в процессе обработки костроволокнистая смесь совместно с воздухом выделяется из рабочих зон с достаточно большой скоростью (до 25 м/с), причем значительная доля костры в этой смеси находится в насыпном состоянии. Эти обстоятельства и предлагается использовать

для сепарации (разделения на фракции) костроволокнистой смеси.

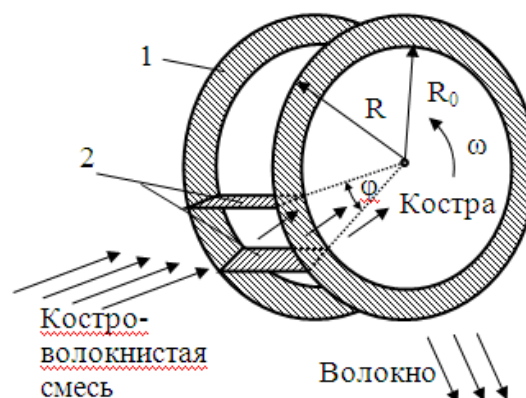


Рис. 1

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

Возможны различные решения для сепарации упомянутой смеси [3], [4]. Их сравнительный анализ позволил предложить с целью изучения устройство для сепарации в виде барабана (1), который приводится во вращение принудительно (рис. 1). Особенностью его конструкции являются активные рабочие органы с радиально расположенными лопатками (2). Принцип работы предложенного устройства заключается в том, что волокна необходимой длины оседают на лопатках барабана и сбрасываются за счет центробежных сил в зоне сбора волокна, а костра, проникая вовнутрь барабана, удаляется из него. В конструкции может быть предусмотрено и не радиальное расположения лопаток, они могут иметь криволинейную форму.

Решение последней задачи может быть осуществлено из условия безударного прохождения костры вовнутрь барабана.

Определим форму планок сепарирующего устройства. Задачу решаем при следующих допущениях: угловая скорость вращения барабана не изменяется, размерами костры пренебрегаем и считаем, что она движется с постоянной скоростью \bar{V} , направленной вдоль радиуса барабана. Постоянство скорости движения костры предполагается осуществлять за счет отсасывающего устройства, установленного внутри барабана и предназначенного для сбора удаленной костры и удаления выделенного из рабочей камеры воздуха.

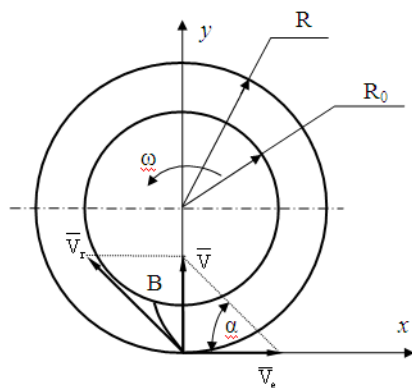


Рис. 2

Для того, чтобы костра попала вовнутрь барабана без соударения с лопастями сепарирующего устройства, необходимо их выполнить так, чтобы скорость движения ко-

стры относительно барабана была направлена по касательной к плоскости лопатки, то есть ее форма должна совпадать с траекторией движения костры (рис.2 – схема взаимодействия с лопатками барабана).

Воспользуемся теоремой о сложении скоростей при сложном движении точки:

$$\bar{V} = \bar{V}_e + \bar{V}_r, \quad (1)$$

где \bar{V} , \bar{V}_e , \bar{V}_r – соответственно абсолютная, переносная и относительная скорости движения костры (в дальнейшем будем называть ее точкой).

Спроектировав уравнение (1) на оси координат, будем иметь:

$$\begin{cases} 0 = -V_r \cos \alpha + V_e, \\ V = V_r \sin \alpha. \end{cases} \quad (2)$$

Учитывая, что $V_e = \omega(R - y)$, после несложных преобразований получим:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{V}{\omega(R - y)}. \quad (3)$$

Учитывая, что $\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg}(\pi - \alpha) = -\operatorname{tg}(\alpha)$,

запишем дифференциальное уравнение, описывающую форму планки:

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{V}{\omega(R - y)}. \quad (4)$$

Проинтегрировав уравнение (4) один раз, найдем:

$$-\frac{(R - y)^2}{2} + \frac{R^2}{2} = -\frac{V}{\omega} x. \quad (5)$$

Разрешив уравнение (5) относительно переменной y , получим:

$$y = R \left(1 \pm \sqrt{1 + \frac{2Vx}{\omega R^2}} \right).$$

Решение со знаком + перед радикалом нас не интересует, поскольку в этом случае

$y > R$, поэтому окончательно уравнение, описывающее форму планки, обеспечивающую движение костры без соударений, имеет вид:

$$y = R \left(1 - \sqrt{1 + \frac{2Vx}{\omega R^2}} \right). \quad (6)$$

Решив совместно систему уравнений:

$$\begin{cases} y = R \left(1 - \sqrt{1 + \frac{2Vx}{\omega R^2}} \right), \\ x^2 + (y - R)^2 = R_0^2, \end{cases}$$

можно определить координату x точки B , принадлежащей окружности радиуса R_0 :

$$x = -\frac{V}{\omega} + \sqrt{\left(\frac{V}{\omega}\right)^2 + R_0^2 - R^2}. \quad (7)$$

Подставив это выражение в (6), найдем и координату y .

Анализ формулы (7) показывает, что при $\frac{V}{\omega} \geq R$ решение существует, в противном случае все зависит от соотношения R и R_0 .

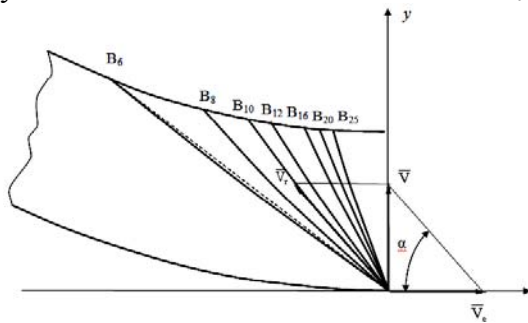


Рис. 3

На рис. 3 изображены проекции плоскостей лопатки сепарирующего устройства в зависимости от скорости движения костры – V . Графики построены при следующих режимно-конструктивных параметрах устройства: угловая скорость барабана $\omega=30 \text{ с}^{-1}$, внешний радиус барабана $R=0,3 \text{ м}$, внутренний радиус барабана $R_0=0,25 \text{ м}$. Нижний индекс буквы B соот-

ветствует скорости движения костры.

Анализ полученных результатов позволяет сделать заключение о том, что форма лопатки при выбранных режимно-конструктивных параметрах устройства мало отличается от прямолинейной. На рис.3 штриховой линией показана прямолинейная форма лопатки, соответствующая скорости костры 6 м/с.

Угол наклона (в градусах) прямолинейной планки к горизонту можно определить по формуле: $\alpha = \arctg\left(-\frac{y_B}{x_B}\right) \frac{180}{\pi}$. Аппрокси-

мируя полученные значения полиномом второго порядка, была найдена функция, описывающая зависимость угла наклона планки к горизонту от скорости движения костры:

$$\alpha = 13,76 + 4,53 V - 0,09 V^2. \quad (8)$$

Сравнивая полученные значения угла α , рассчитанные по формуле (8), со значениями, определенными по формуле (3), при $0 < y < 0,05$ можно отметить, что отклонение составляет не более $3,5^\circ$.

ВЫВОДЫ

Для обеспечения безударного прохождения костры вовнутрь сепарирующего устройства его лопатки можно выполнить плоскими, а угол их наклона к горизонту рассчитать по формуле (8).

ЛИТЕРАТУРА

1. Живетин В. В., Гинзбург Л. Н., Ольшанская О. М. Лен и его комплексное использование. – М.: Информзнание, 2002.
2. Пашин Е.Л., Разин С.Н. Способ механического штапелирования льняного волокна в ленте//Патент на изобретение РФ № 2250942, МКИ D 01 G 1/00, 37/00. – Оpubл. 27.04.05. Бюл. № 12.
3. Левитский И.Н. Создание экологически чистой обстановки на льно- и пенькозаводах. – Кострома, 1993.
4. Разин С.Н. Развитие теории и технологии механической модификации короткого льняного волокна: Дис...докт. техн. наук. – Кострома, 2005.

Рекомендована отделом технологии и оборудования безотходных производств ВНИИЛК. Поступила 30.06.08.

УДК 677-486.8

О ПЛОТНОСТИ НАМОТКИ ЛЬНЯНОЙ РОВНИЦЫ ПРИ КОЛЬЦЕВОМ СПОСОБЕ ЕЕ ФОРМИРОВАНИЯ*

Г.Ю. МУРАВЬЕВА

(Костромской государственной технологической университет)

В Костромском государственном технологическом университете ведется разработка кольцевого способа получения льняной ровницы. Он предполагает отказ от рогуллек и использование пары кольцо-бегунок. Для наматывания используется веретено крутильного типа Ø 176 мм. Наматывание ровницы происходит на стандартную 2-фланцевую катушку с радиусом ствола и фланцев соответственно 33 и 78,5 мм. При наматывании на катушку наибольшее натяжение ровницы возникает между бегунком и катушкой. Для определения натяжения на этом участке был разработан и изготовлен стенд, позволяющий определять натяжение ровницы.

Стенд представляет собой жестко закрепленную кольцевую планку с кольцом крутильного типа, бегунок и вращающееся веретено. В движение веретено приводится при помощи бесконечной тесьмы от электродвигателя постоянного тока, что дает возможность плавной регулировки его частоты вращения. На веретене закреплен тензодатчик, состоящий из плоской пружины с наклеенными на боковые поверхности тензорезисторами. Тензорезисторы включены по полумостовой схеме и с помощью трех проводников соединены с токосъемными кольцами. Сигнал тензодатчика с токосъемных колец, вращающихся на веретене, через скользящий контакт передается на подпружиненные неподвижные токосъемные пластины и в дальнейшем поступает на вход тензоусилителя измерительной схемы. Сигнал с выхода тензоусилителя поступает

на вход АЦП, который осуществляет преобразование поступающего на него напряжения постоянного тока (пропорционального величине измеряемого параметра) в цифровой код, воспринимаемый в дальнейшем ЭВМ. Кодированный сигнал ЭВМ преобразует в цифровую форму в виде целых чисел. На стенде предусмотрено изменение положения тензодатчика, за счет чего можно имитировать различные радиусы наматывания на катушку. К тензодатчику при помощи нити крепится бегунок, установленный на кольце.

Установка позволяет проводить за секунду до 1000 замеров. Измерения натяжения нити на участке бегунок-катушка проводились на 15 разных бегунках, 4-х радиусах наматывания. Частота вращения веретена изменялась от 800 до 1100 об/мин. Полученные результаты представлены на рис. 1.



Рис. 1

*Работа выполнена под руководством проф. В.Б. Симонова.

В результате проведения исследований установлено, что натяжение ровницы на участке бегунок–катушка при увеличении частоты вращения катушки и массы бегунка возрастает. Наибольшее изменение натяжения наблюдается при радиусе наматывания 50 мм. При увеличении радиуса наматывания влияние частоты вращения веретена на натяжение ровницы несколько уменьшается.

Для процесса химической обработки большое значение имеет структура намотки льняной ровницы на катушку. Основными параметрами намотки являются: плотность и равномерность плотности намотки в радиальном направлении и структура расположения витков ровницы относительно друг друга по высоте катушки.

Для наматывания ровничной паковки кольцевым способом использовалась цилиндрическая намотка с переменным шагом витков. Цилиндрическая намотка позволяет производить процесс наматывания с меньшими динамическими воздействиями на ровницу, так как в сравнении с конической намоткой при наработке одного слоя скорость бегунка остается все время постоянной и реже изменяется направление движения кольцевой планки. Вследствие этого ровница укладывается на катушку равномернее и с меньшей обрывностью.

В результате проведения предварительных опытов по наработке ровницы

кольцевым способом [1] было установлено, что плотность намотки катушки в радиальном направлении не постоянна. Для изучения распределения плотности намотки внутри паковки и определения влияния на нее частоты вращения катушки и массы бегунка были проведены дополнительные эксперименты.

Плотность наматывания катушек определялась весовым методом при разматывании паковок с ровницей 800 и 645 текс. Последовательно на стенде изменялась частота вращения катушки (815...1300 мин⁻¹) и номер бегунка (№418, 550, 582). Число повторностей по каждому варианту – 15. Нарботанные паковки снимали с машины и взвешивали, при этом фиксировали радиус каждой паковки, затем с них сматывали ровницу, после чего снова взвешивали. Для исключения ошибки смотанную ровницу также взвешивали и сравнивали суммарный вес отмотанной и оставшейся ровницы с первоначальным.

В результате проведения экспериментов было установлено, что при повышении частоты вращения катушки и массы бегунка плотность намотки ровничной паковки увеличивается. Значения плотности намотки при увеличении частоты вращения катушки представлены в табл. 1 (влияние частоты вращения катушки и массы бегунка на плотность наматывания ровничной паковки).

Т а б л и ц а 1

п катушки, мин ⁻¹ № бегунка	815	898	1017	1090	1196	1300
Т ров = 800 текс						
418	0,2175	0,216	0,2303	0,2384	0,2594	0,2845
550	0,2665	0,274	0,2864	0,3025	0,335	0,3675
582	0,3088	0,323	0,35	0,3756	0,396	0,4146
Т ров = 645 текс						
418	0,2714	0,282	0,3085	0,3411	0,3624	0,394
550	0,2936	0,3155	0,339	0,3728	0,4151	0,455
582	0,3353	0,364	0,388	0,421	0,454	0,499

Было подтверждено, что плотность паковки изменяется в радиальном направлении. При увеличении радиуса наматывания

плотность намотки ровницы на катушку снижается. Полученные значения представлены на рис.2.



Рис. 2

При сопоставлении кривых на рис. 1 и 2 установлено, что при равных частотах вращения катушки и радиусах наматывания кривые аналогичны. Следовательно, можно говорить о том, что изменение натяжения на участке бегунок – катушка изменяет плотность намотки ровницы на паковку.

УДК 677.057:532.5

О ВЛИЯНИИ РАЗБРОСА ПАКОВОК ПО ПРОНИЦАЕМОСТИ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА СУШКИ

Н.В. КИСЕЛЕВ

(Костромской государственной технологической университет)

Известно, что проблемы повышения качества крашения не в последнюю очередь связаны с качеством намотки. Распространенные на отечественных предприятиях машины мягкой мотки ММ-150 не обеспечивают качественной намотки даже в отношении стабильности размеров и формы паковок, не говоря уже об их проницаемости. Стандарты [1], [2] допускают отклонение средней плотности намотки $\pm 5\%$ (то есть $\pm 0,035 \text{ г/см}^3$) и плотности намотки по слоям $\pm 5\%$ от средней, что, по сути, отражает фактические показатели данных машин при хорошем техническом состоянии их. Однако даже при равномерной средней плотности намотки пряжи на паковке $0,35 \text{ г/см}^3$ разброс по плотности $0,03 \text{ см}^3$ вызывает разницу в проницаемо-

сти 1,48 раза. На практике же, по данным автора, паковки льняной пряжи в пределах одной партии (420 штук) могут отличаться по проницаемости в 3...5 раз при коэффициенте вариации по этому показателю 20...35 %.

Разброс паковок по проницаемости приводит к разнооттеночности и непрокрасу, заставляет увеличивать время и температуру на операции крашения, для кубовых красителей использовать длительный суспензионно-восстановительный способ. Кроме того, резко увеличивается время сушки партии в аппаратах СКД.

Для уточнения степени влияния разброса паковок по проницаемости на время сушки производилось моделирование процесса сушки отдельного столба паковок на

ВЫВОДЫ

1. Натяжение ровницы на участке бегунок–катушка возрастает при увеличении частоты вращения катушки и массы бегунка.
2. При увеличении радиуса наматывания натяжение и плотность намотки ровницы на катушку уменьшаются.
3. При увеличении натяжения ровницы на участке бегунок–катушка плотность намотки паковки увеличивается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Симонов В.Б., Головкин Ф.А. Получение ровницы кольцевым способом // Льняное дело. – 1995, №1. С.30

Рекомендована кафедрой прядения натуральных и химических волокон. Поступила 30.06.08.

патронах М-150-1,3-12А в программе DRYING1 [3] с формированием коэффициентов сопротивления паковок столба в каждом вычислительном эксперименте по закону нормального распределения с заданным математическим ожиданием и коэффициентом вариации, с последующим определением математического ожидания времени сушки и его среднеквадратического отклонения при 100 повторностях. Начальная влажность паковок столба находилась в диапазоне 100...140%, температура воздуха составляла 95 и 115°C, избыточное давление 0,3 МПа. Для льняной пряжи среднее значение коэффициента сопротивления паковки составляло

3,5 кг/(с·дм³) (пряжа 50 текс, плотность намотки 0,29 г/см³), для хлопчатобумажной – 124 кг/(с·дм³) (пряжа 50 текс, плотность намотки 0,35 г/см³). Поскольку время сушки партии, определяемое по моменту высыхания последней паковки, в данных условиях является случайной величиной, определялось его значение, гарантирующее отсутствие недосушенных паковок с вероятностью 95% (по правилу двух сигм). Оценивалось относительное время сушки, представляющее отношение расчетного времени сушки при заданном значении коэффициента вариации по проницаемости ко времени сушки при нулевом значении данного коэффициента.

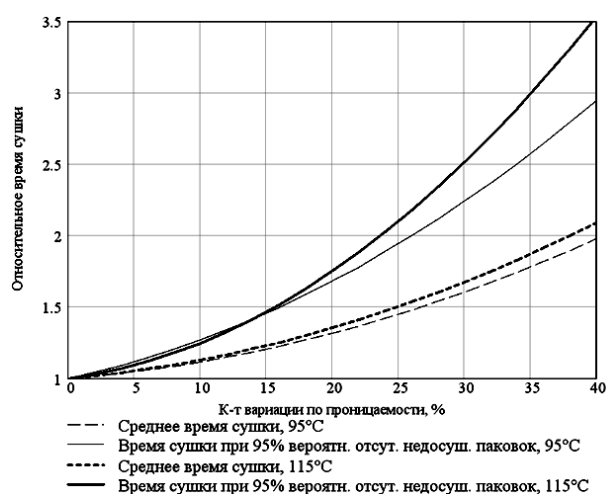


Рис. 1

Результаты моделирования, представленные на рис.1 (увеличение времени сушки для льняной пряжи) и 2 (увеличение времени сушки для хлопчатобумажной пряжи), позволяют заключить, что повышение температуры сушильного агента при наличии разброса паковок по проницаемости приводит к увеличению относительного времени сушки. Это можно объяснить тем, что при повышении скорости сушки увеличивается и неравномерность ее. Например, при коэффициенте вариации по проницаемости 30% для льняной пряжи максимальная разность по влажности среди паковок столба при температуре сушки 95°C достигает 121% абс., а при 115°C – 124%. Можно также отметить, что рост относительного времени сушки при

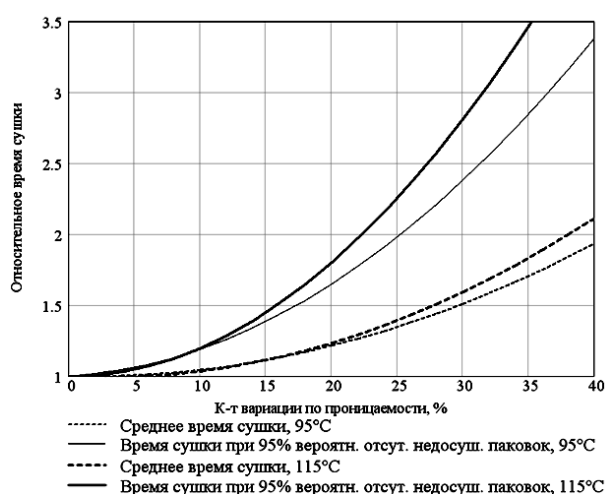


Рис. 2

увеличении разброса паковок по проницаемости более выражен для хлопчатобумажной пряжи, что объясняется более сильной зависимостью коэффициента сопротивления паковки от влажности (рис.3). Зависимости, приведенные на рис.3, получены экспериментально.

Из графиков рис. 1 и 2 следует, что при коэффициенте вариации 20...35% среднее время сушки пряжи увеличивается в 1,2...1,8 раза, а время сушки, обеспечивающее полное высыхание партии с вероятностью 95% – в 1,7...3,5 раза. Таким образом, уменьшение разброса паковок по проницаемости является значительным реальным резервом повышения эффективности и качества сушки паковок в аппаратах СКД.

Ранее отмечалось, что для снижения вредного влияния разброса паковок по проницаемости можно увеличивать коэффициент сопротивления перфорации патронов ξ . Произведем оценку влияния коэффициента сопротивления перфорации патронов на время сушки столба паковок

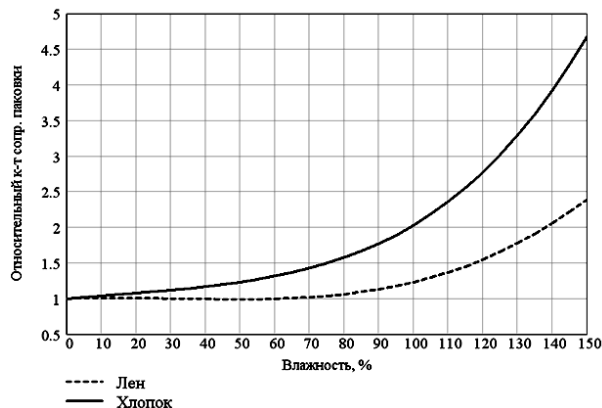


Рис. 3

Расчеты показывают, что для аппарата СКД-6, с учетом гидравлической характеристики его циркуляционного контура [4] и напорной характеристики турбокомпрессора ТВ-125-5,5, наименьшее время сушки, гарантирующее отсутствие недосушенных паковок с вероятностью 95% достигается при $\xi=520000$. Меньшие значения не обеспечивают удовлетворительной компенсации разброса по проницаемости, при больших – время сушки возрастает из-за уменьшения производительности турбокомпрессора при повышении сопротивления патронов. При указанном значении ξ гидравлическое сопротивление паковок достигает лишь 22% от общего сопротивления циркуляционной системы. На рис. 4 также показано относительное время сушки при отсутствии разброса по проницаемости. Данная зависимость показывает, что повышение ξ до определенного предела уменьшает время сушки за счет некоторого выравнивания расхода воздуха по высоте столба при неравномерной начальной влажности паковок. Таким образом, при увеличении ξ до 520000 даже при коэффициенте вариации по проницаемости паковок 30% для хлопчатобумажной пряжи можно уменьшить относительное вре-

путем моделирования процесса в программе DRYING1 для хлопчатобумажной пряжи с коэффициентом сопротивления паковки $124 \text{ кг}/(\text{с}\cdot\text{дм}^3)$ при температуре 115°C и коэффициенте вариации по проницаемости 30%. Результаты расчетов приведены на рис.4.

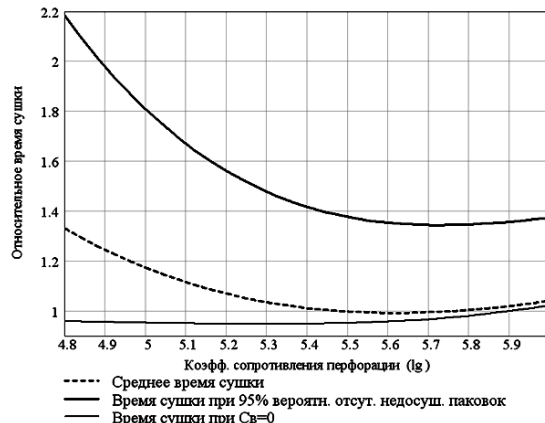


Рис. 4

мя сушки столба паковок с 2,81 до 1,34, то есть в 2,1 раза.

Для льняной пряжи с коэффициентом сопротивления паковки $3,5 \text{ кг}/(\text{с}\cdot\text{дм}^3)$ расчетное оптимальное значение ξ составляет 130000, при этом относительное время сушки, гарантирующее отсутствие недосушенных паковок с вероятностью 95%, составляет 1,13. Однако для снижения затрат предприятия на оснастку целесообразно как хлопчатобумажную, так и льняную пряжу обрабатывать на патронах с $\xi=520000$, что приведет к росту данного показателя до 1,18. Таким образом, при коэффициенте вариации по проницаемости паковок 30% для льняной пряжи можно уменьшить относительное время сушки столба паковок с 2,52 до 1,18, что означает снижение его в 2,13 раза. Приведенные данные по снижению времени сушки столба паковок могут рассматриваться как минимальные оценки для партии в целом, так как при повышении сопротивления патронов снижается также и неравномерность сушки, обусловленная неравномерным распределением воздуха между столбами паковок носителя материала.

ВЫВОДЫ

1. Произведена оценка влияния разброса паковок по проницаемости на время сушки и показано, что при коэффициенте вариации паковок по проницаемости 20...35% время сушки столба паковок в аппарате СКД-6 возрастает в 1,7...3 раза для льняной и в 1,8...3,5 раза для хлопчатобумажной пряжи.

2. Рассчитаны оптимальные значения коэффициента сопротивления перфорации патронов, обеспечивающие минимальное время сушки в аппарате СКД-6.

3. Установлено, что при оптимальном значении коэффициента сопротивления перфорации патронов расчетное снижение времени сушки столба паковок с коэффи-

циентом вариации по проницаемости 30% составит 2,1 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 10078–85. Пряжа чистольняная, льняная и льняная с химическими волокнами. Общие технические условия.

2. ГОСТ Р 51703–2001. Пряжа смешанная из смеси хлопкового, льняного и химических волокон.

3. *Киселев Н.В.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 4С.

4. *Каравайков В.М., Солодов Ю.В.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995, №5.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 30.06.08.

УДК 677.11.051.151

РЕАЛИЗАЦИЯ СПОСОБА СКОЛЬЗЯЩЕГО ИЗГИБА ВОЛОКОН ПРИ ЧЕСАНИИ ТРЕПАНОГО ЛЬНА

В.И.ЖУКОВ, В.В.ИВАНИЦКИЙ

(Костромской государственный технологический университет)

Процесс чесания трепаного льна [1], применяемый в настоящее время, заключается в прокалывании гребнями свисающей части зажатой горсти трепаного льна и последующем их перемещении вдоль волокон к их концам. В льночесальных машинах используется несколько (16...18) таких переходов гребней с нарастающей плотностью от 2 до 120 игл на 10 см [2]. Дальнейшего повышения качества чесаного льна можно было бы ожидать за счет интенсификации процесса чесания, которая напрямую связана с повышением плотности игл на гребнях. Однако бесконечно повышать плотность насадки игл на гребне невозможно вследствие технологических трудностей при их изготовлении и других обстоятельств, поэтому можно сделать вывод о том, что используемый в настоящее время способ чесания трепаного льна гребнями достиг своего технологического

предела и без принципиальных изменений способа чесания дальнейшее повышение качества чесания трепаного льна невозможно.

В Костромском государственном технологическом университете разработан способ чесания трепаного льна с использованием метода скользящего изгиба волокон. Данный метод известен давно. Однако технически реализовать его для чесания трепаного льна удалось лишь в настоящее время. Скользящий изгиб является высокоэффективным средством для решения поставленных задач – дробления технических льняных волокон в продольном направлении и очистки волокон от костры. Эффективность этого метода в решении поставленных задач объясняется тем, что при скользящем изгибе технические волокна льна подвергаются многократным деформациям изгиба. При этом различные

части горсти – слои волокон испытывают также деформацию растяжения и сжатия. Все это активно способствует разрушению

связей между элементарными волокнами льна и связей костры с волокнами.

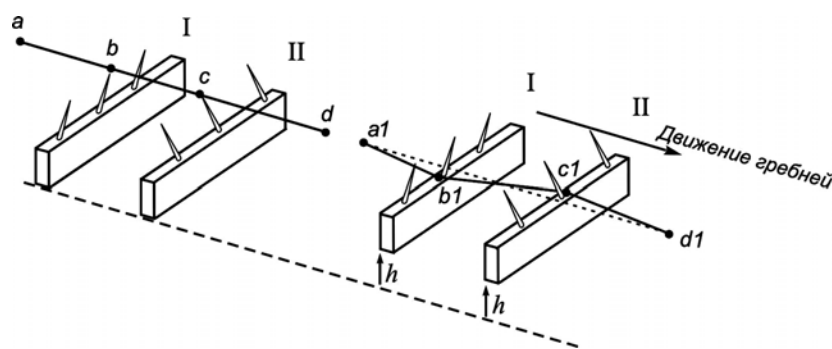


Рис. 1

Реализацию способа чесания методом скользящего изгиба иллюстрирует рис. 1 на примере одиночного волокна и двух гребней. Чесание осуществляется чередующимися гребнями I и II с параллельными иглами, имеющими разный наклон в соседних гребнях в направлениях, перпендикулярных направлению движения гребней относительно волокон. Например, гребень I имеет условно наклон игл "вправо", а иглы гребня II – "влево". Попеременный сдвиг волокон в противоположные стороны относительно осевой линии происходит при прокалывании горсти волокон иглами, имеющими наклон к основанию.

В исходном состоянии (рис.1-а) волокно a-d находится в некотором натянутом состоянии, а гребни I и II находятся вне волокнистого материала и лишь касаются волокна в точках b и c соответственно. При введении игл гребней внутрь волокнистого материала на некоторую величину h (рис.1-б) волокно будет скользить по боковым поверхностям игл и в результате изменит свою конфигурацию. В новом положении точками касаний будут точки b1 и c1 — волокно примет форму a1-b1-c1-d1.

Движение гребней относительно волокна приведет к тому, что при чесании волокно по всей длине будет испытывать знакопеременные изгибающие деформации в поперечных направлениях. Это приводит к нарушению внутренних связей между отдельными элементарными волокнами, что обеспечит улучшение процесса дробления волокна в продольном направ-

лении. Если же на волокне имеется сорная примесь, например, костра, то в точке взаимодействия с очередной иглой костра будет интенсивно отделяться от волокна за счет своей большей жесткости по сравнению с жесткостью волокна [3], [4].

Процесс чесания и очистки от сорных примесей может осуществляться как гребнями, расположенными с одной стороны от волокнистого материала, так и при расположении гребней с двух сторон относительно обрабатываемых волокон.

Для оценки интенсивности чесания трепаного льна существующего способа используется формула [2, с.112], которая определяет количество воздействий игл в процессе чесания, приходящихся на единицу массы волокна:

$$И = 2 \sum_{i=1}^n \frac{1000 V_{гр.п} t_{ц} \ell_n}{pt(q - q_i)} \text{ игл/г}, \quad (1)$$

где $V_{гр.п}$ – скорость гребенных полотен, м/мин; $t_{ц}$ – время полного цикла движения каретки, мин; ℓ_n – рабочая длина гребенной планки, мм; p – шаг игольных планок в гребенном полотне, мм; t – шаг игл на гребенной планке, мм; q – масса прочесываемого волокна в горсти или ее части, г; q_i – количество волокна, выделившегося в очесы на соответствующем переходе гребенных полотен, г.

Поскольку чесание с использованием метода скользящего изгиба производит при тех же гребнях дополнительное воз-

действие, то данная формула не способна характеризовать интенсивность чесания по новому способу. Для оценки интенсивности чесания с использованием метода скользящего изгиба волокон предлагается следующая формула:

$$I_{\text{н}} = 2 \sum_{i=1}^n \frac{1000V_{\text{гр.п}} t_{\text{и}} \ell_n R_i}{pt(q - q_i)} \quad \text{игл/г}, \quad (2)$$

где $R = \frac{\varphi_{\text{new}}}{\varphi}$ – коэффициент, учитывающий отношение угла обхвата игл волокном в гребнях с иглами, имеющими наклон к основанию φ_{new} , к углу обхвата игл гребней с иглами, перпендикулярными основанию φ на каждом i -м переходе.

Угол обхвата φ рассчитывается согласно геометрическим размерам гребней и игл:

$$\varphi = 2 \arctg \left(\frac{d}{P} \right), \quad (3)$$

где d – диаметр игл; P – шаг гребней в гребенном полотне.

Угол обхвата φ_{new} для волокна, находящегося в прядке в пределах одного шага игл (данное расположение волокон образуется при последовательном введении игл соседних гребней в горсть волокон), рассчитывается по формуле:

$$\varphi_{\text{new}} = 2 \arctg \left(\frac{2h}{P \text{tg} \alpha} \right), \quad (4)$$

где h – перпендикуляр, проведенный из вершины иглы к ее основанию; α – угол наклона иглы к основанию гребня.

Как видно из формулы (2), при увеличении коэффициента R_i интенсивность чесания $I_{\text{н}}$ возрастает, так как $\varphi_{\text{new}} > \varphi$. Из формулы (3) видно, что φ зависит от d , а так как диаметр игл на Ч-302-Л по перехо-

дам уменьшается, то и интенсивность (связанная с углом обхвата) процессов дробления волокон в продольном направлении и очистка их от костры также будет уменьшаться. Значение же φ_{new} в формуле (4) зависит не от диаметра иглы d , а от угла наклона ее к основанию α и от размера h , которые, в свою очередь, задаются и, как правило, по переходам не изменяются. Так, для $h = 17$ мм и $\alpha = 75^\circ$ угол обхвата будет величиной постоянной для каждого перехода и равен $\varphi_{\text{new}} \approx 15^\circ$. Данное обстоятельство позволяет в большей степени влиять на процесс чесания для повышения качества волокна без уменьшения его выхода.

ВЫВОДЫ

Использование гребней с иглами, имеющими наклон к основанию, обеспечивает реализацию чесания методом скользящего изгиба и позволяет увеличить интенсивность чесания за счет увеличения угла обхвата игл волокном.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург Л.Н. Прядение лубяных и химических волокон и производство крученых изделий: Учебник для вузов / Л.Н. Гинзбург, В.Г. Комаров, В.А. Забелин, И.М. Дверницкий. – М.: Легкая индустрия, 1971.
2. Прядение льна и химических волокон: Справочник/Под ред. Л.Б.Карякина, Л.Н.Гинзбурга.–М.: Легпромбытиздат. 1991.
3. Жуков В.И., Иваницкий В.В. Оценка гибкости лубяных волокон и костры /Мат. 59-й научн.-техн. конф. студентов и магистрантов (Тезисы) // Вестник ярославского государственного технического университета.– ЯГТУ, 2006.
4. Иваницкий В.В., Жуков В.И. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 6С. С.58...60.

Рекомендована кафедрой прядения натуральных и химических волокон. Поступила 30.06.08.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ НЕКРУЧЕНОЙ РОВНИЦЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННОГО ВОДНОГО РАСТВОРА*

С.Г. СМЕРНОВА, А.П. СОРКИН, В.Л. ПЕТРОВ, А.Б. ГАВРИЛОВА

(Костромской государственной технологической университет)

В прядильном производстве ровница является полуфабрикатом для получения пряжи на кольцевых прядильных машинах. На существующих ровничных машинах она вырабатывается из ленты путем вытягивания с последующим кручением и наматыванием на катушки.

Способы формирования ровницы, основанные на увлажнении мычки, без придания ей действительной крутки представляются наиболее перспективными в льняном производстве, так как не требуют сложных устройств для формирования продукта и в то же время обеспечивают получение тонкой льняной ровницы (до 250 текс). Такая ровница позволяет без существенного увеличения вытяжки на прядильной машине получить пряжу с линейной плотностью 20 текс и ниже, удовлетворяющую требованиям по неровноте и разрывной нагрузке.

При получении крученой ровницы традиционным способом управление прочностью производится за счет изменения крутки. При получении некрученой ровницы мокрым способом этот фактор не может быть использован.

Основными технологическими параметрами суровой ровницы, влияющими на качество получаемой из нее пряжи, являются: качественные показатели волокна, неровнота по линейной плотности, прочность ровницы.

Качественные показатели волокна, такие как длина, гибкость, линейная плотность комплексов, способность к дроблению, формируются селекцией и режимами обработки на льнозаводах и в льночесании. Эти показатели практически не зависят от

параметров формирования ровницы, поэтому нами не рассматриваются.

Прочность некрученой мокрой ровницы обеспечивается рядом факторов, определяемых технологическим процессом ее формирования.

1. Силой поверхностного натяжения воды, прижимающей волокна друг к другу. При смачивании мычки жидкостью образуются «пленочки», которые прижимают отдельные волокна друг к другу, обеспечивая целостность продукта. Поверхностное натяжение в пленках создает силу нормального давления волокон друг на друга, которая, в свою очередь, приводит к возникновению сил трения между ними, составляющими определенную долю общей прочности ровницы [1].

2. Пектиновыми веществами, входящими в состав льняного волокна. Эти вещества при увлажнении образуют клеящий состав, который склеивает отдельные элементарные технические волокна в пучки [2].

3. Обвивочными волокнами, расположенными на поверхности мычки. При определенных режимах формирования ровницы концы волокон, расположенных на поверхности мычки, могут обвиваться вокруг нее (эти волокна будем называть обвивочными, а волокна мычки можно рассматривать как волокнистый сердечник). Это приводит к возникновению дополнительного давления со стороны обвивочных волокон на волокна сердечника и, следовательно, обеспечивает упрочнение связей между волокнами сердечника [3].

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №08-08-99047.

Суммарное действие названных выше факторов обеспечивает определенную прочность ровницы, которая, с одной стороны, должна быть достаточной, чтобы обеспечить наматывание на ровничной машине и сматывание в питающей рамке прядильной машины, а с другой стороны – должна обеспечить стабильность протекания технологического процесса вытягивания. Если прочность излишняя, то происходит не продольное дробление волокон, а их разрывы в поперечном направлении, в результате чего качество пряжи существенно снижается.

В существующей технологии для обеспечения стабильного процесса вытягивания используется химическая обработка ровницы, которая обеспечивает ослабление связей между комплексами волокон. В результате в процессе вытягивания происходит дробление технических волокон на более тонкие элементарные волокна и их комплексы. Чем тоньше комплексы, из которых формируется пряжа, тем она ровнее, прочнее и меньше рвется в процессах прядения и при дальнейшей переработке.

Химическая обработка производится в водных растворах. Применяемые в настоящее время режимы обработки энергоемки, продолжительны и используют химикаты, содержащие едкие вещества. Вследствие этого представляет интерес замена традиционной химической обработки ровницы менее затратным и экологически более безопасным способом.

Известен способ подготовки лубоволокнистого материала [4], в котором для разъединения лубоволокнистого материала до элементарных волокон используется электрохимически активированный водный раствор (ЭХР) с окислительно-восстановительным потенциалом от минус 1380 мВ до плюс 1380 мВ кислотностью 2...14 рН при температуре 16...40°С.

Поскольку формирование некрученой ровницы мокрым способом также производится в жидкой среде, то процессы формирования ровницы и химической обработки можно совместить.

В рамках исследования проверялось

влияние раствора ЭХР (католита) с окислительно-восстановительным потенциалом $E_H = +900$ мВ и водородным показателем анолита (кислотностью) $pH=10$ ед при комнатной температуре 18...20°С на прочность льняной ровницы, полученной мокрым способом. Обработка мычки растворами осуществлялась в камере доувлажнения ровничной машины РБ-4-ЛЮ. В процессе экспериментов нарабатывались три катушки с ровницей, при формировании которой использовались: раствор ЭХР (католит); раствор ЭХР со смачивателем (концентрация 0,8%); вода. Ровница, наработанная при использовании воды в качестве рабочего раствора, принималась за контрольный вариант. Образцы ровницы с зажимной длиной 10 см подвергались растяжению до разрыва на динамометре РМ-3-1. Испытания на прочность ровницы каждого варианта проводились с 50 кратной повторностью. Испытания образцов по каждому варианту проводились через 30 ± 5 , 90 ± 5 и 150 ± 5 мин после наработки, таким же было и время воздействия соответствующего раствора на ровницу.

Результаты испытаний по средним значениям разрывной нагрузки для каждого варианта обработки приведены на рис. 1 – влияние времени воздействия растворов на прочность ровницы.

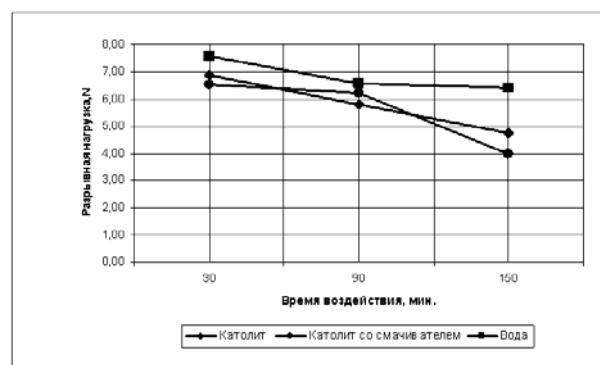


Рис. 1

Анализ рис. 1 показывает, что с увеличением времени воздействия на ровницу как ЭХР (католита), так и воды прочность ее уменьшается. При этом ЭХР оказывает более существенное влияние на снижение прочности ровницы во времени. Введение смачива-

теля в ЭХР оказывает незначительное влияние на процесс изменения прочности.

На дальнейших этапах исследования необходимо определить, какие параметры раствора и какое время воздействия раствора на ровницу будут оптимальными для получения пряжи малой линейной плотности, а также для обеспечения стабильного протекания процесса вытягивания ее в вытяжном приборе прядильной машины.

ВЫВОДЫ

1. С увеличением времени воздействия раствора ЭХР на некрученную ровницу, сформированную на бескруточной ровничной машине, прочность ее уменьшается, причем при воздействии в интервале от 30 до 150 мин обеспечивается практически линейный закон изменения разрывной нагрузки, что позволяет обеспечить лучшую управляемость процессом в условиях реального производства.

2. Актуальной является задача исследования возможности создания совмещенного процесса формирования ровницы и подготовки ее к прядению, а также определения соответствующих технологических режимов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ямщиков А.В. Разработка технологии и устройств для формирования мокрой некрученной ровницы изо льна: Дис.... канд. техн. наук. – Кострома, 2003.

2. Еремина К.И., Борухсон Б.В. Текстильные волокна, их получение и свойства. – М.: Легкая индустрия, 1971.

3. Рудовский П.Н., Смирнова С.Г. Влияние сил поверхностного натяжения на скольжение нити по цилиндру // Вестник КГТУ №15. – Кострома, 2007.

4. Алексов Н.В., Петров В.А. Способ подготовки лубо-волокнистого материала. Патент РФ №2139374. Оpubл. 11.12.1998.

Рекомендована кафедрой вычислительной техники. Поступила 30.06.08.

УДК 677.053.23

**ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ПЕРЕМАТЫВАНИЯ
НА НАТЯЖЕНИЕ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРЯЖИ**

А.Б. БРУТ-БРУЛЯКО, А.Н. СТУПНИКОВ, Ю.А. ПОПОВЕЦКАЯ

(Костромской государственной технологической университет)

Натяжение пряжи при перематывании обеспечивает получение необходимой плотности намотки в бобине, создание заданной формы намотки бобины и определяет уровень обрывности. Натяжение перематываемой пряжи зависит от натяжения ее в баллоне, от скорости перематывания, от величины заправочного расстояния входящей паковки до баллоноограничителя, трения о направляющие и трения в нитенатяжителе.

В последние десятилетия довольно часто используется пневмомеханическая хлопчатобумажная пряжа, которая поступает на ткацкую фабрику в солнечных или цилиндрических бобинах.

В работах [1...3] рассматривается формула Н.П. Исакова, которая позволяет оценить натяжение нити в вершине баллона с учетом скорости перематывания:

$$F = F_0 e^{f\psi} + mV^2 + 0,5mV^2 r^2, \quad (1)$$

где F_0 – величина сопротивления отделения нити от намотки, сН; f – коэффициент трения при скольжении нити по поверхности намотки; ψ – угол обхвата намотки отрезком нити при сматывании, рад; m – масса единицы длины нити, кг·с²/м; V – линейная скорость перематывания, м/с; r – радиус бобины в точке сматывания, м.

По данной формуле произведен расчет натяжения хлопчатобумажной пряжи 29

текс для трех скоростей перематывания 100, 500 и 900 м/мин. С целью расчетов примем экспериментальные исходные данные: $F_0 = 0,4$ сН; $f = 0,3$; $\psi = 45^\circ$; $r = 0,22$ м. После выполнения расчетов получаем, что при скорости перематывания 100 м/м натяжение в вершине баллона составляет 0,46 сН; при скорости 500 м/м натяжение равно 2,45 сН; при скорости 900 м/м натяжение равно 7,08 сН.

Для проверки влияния скорости перематывания на натяжение в вершине баллона на кафедре ткачества был спроектирован стенд, который состоял из натяжного устройства с мотальной машины М-2М. Натяжное устройство состоит из двух шайбовых тормозных зон. Транспортирующее устройство на базе двигателя постоянного тока с регулированием скорости движения нити имеет приводной шкив и прижимной обрезиненный ролик. Бобинодержатель устанавливался на расстоянии 275 мм от баллоноограничителя. Перед баллоноограничителем устанавливался тензодатчик для контроля натяжения нити. Контроль натяжения нити осуществлялся с помощью аппаратного комплекса "Тумаг", разработанного на кафедре ткачества КГТУ [4].

Результаты замера натяжения хлопчатобумажной пряжи 29 текс в вершине баллона в зависимости от скорости при перематывании на стенде приведены в табл. 1.

Скорость перематывания V, м/мин	100	200	300	400	500	600	700	800	900
Натяжение F, сН	0,53	1,07	1,59	4,47	4,78	5,62	6,5	7,26	7,88
Среднее квадратическое отклонение σ , сН	0,06	0,14	0,29	0,84	0,94	0,91	1,26	1,36	1,38
Коэффициент вариации C, %	11,1	13,1	18,2	18,8	19,6	16,2	19,4	18,7	17,5

Результаты, приведенные в табл. 1, показывают, что при увеличении скорости перематывания в девять раз натяжение хлопчатобумажной пряжи 29 текс в вершине баллона увеличивается примерно в 15 раз. Среднее квадратическое отклонение увеличивается в 23 раза, а коэффициент вариации находится в диапазоне от 11 до 19,6 %. Сравнивая результаты аналитического расчета натяжения в вершине баллона и экспериментальные данные, можно отметить, что результаты расчета близки к экспериментальным данным. Следовательно, формула (1) позволяет с достаточной точностью прогнозировать натяжение в вершине баллона для хлопчатобумажной пряжи в зависимости от скорости перематывания.

В результате аппроксимации экспериментальных данных натяжения хлопчатобумажной пряжи 29 текс в вершине балло-

на в зависимости от скорости перематывания получено уравнение:

$$F = 0,0098V - 0,5, \quad (2)$$

где V – скорость перематывания, м/мин.

Относительная ошибка аппроксимации составляет 0,51 % при доверительной вероятности $P_d = 0,95$.

Натяжение пряжи в вершине баллона в зависимости от скорости перематывания увеличивается за счет инерционного сопротивления.

Натяжение в зоне наматывания пряжи зависит от трения ее о направляющие прутки и трения о грузовые тарелочки натяжного устройства. Оценивая взаимодействие направляющих элементов и работу натяжного устройства, была получена математическая модель натяжения нити после двухзонного натяжного прибора с учетом натяжения нити в баллоне [5]:

$$F = F_0 \exp[f_1(\alpha + \beta + \gamma)] \exp[f_2(\delta + \varphi)] + f_2 Q \exp[f_1(\beta + \gamma)] \exp[f_2(\delta + \varphi)] + 2f_2 Q \exp[f_1\gamma] \exp[f_2(\delta + \varphi)] + f_2 Q \exp[f_2(\delta + \varphi)], \quad (3)$$

где F_0 – натяжение нити в вершине баллона, сН; f_1 – коэффициент трения нити о стальной прутки; f_2 – коэффициент трения о стальную шайбу; $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varphi$ – углы огибания направляющих прутков и стояков грузовых зон, рад.; Q – масса шайбовой нагрузки в каждой тормозной зоне устройства, сН.

Из приведенного выражения видно, что только первый член уравнения изменяется в зависимости от скорости, однако его влияние очень существенно на выходной параметр.

По формуле (3) проведен расчет величины натяжения для скоростей перематывания 100, 500, 900 м/мин. Для расчета приняты следующие экспериментальные исходные данные: $f_1=0,22$; $f_2=0,2$; $\alpha=90^\circ$; $\beta=55^\circ$; $\gamma=20$; $\delta=30^\circ$; $\varphi=30^\circ$; Q=24 сН. После выполнения расчетов получили, что при скорости перематывания 100 м/мин натяжение после натяжного устройства составляет 27,45 сН; при скорости 500 м/мин натяжение равно 31,8 сН; при скорости 900 м/мин натяжение равно 43,4 сН.

На разработанном стенде после натяжного устройства устанавливался тензодатчик и с помощью аппаратного комплекса "Тумаг" записывалось натяжение перематываемой хлопчатобумажной пряжи 29

текс. Результаты замеров приведены в табл. 2 (натяжение хлопчатобумажной пряжи 29 текс после натяжного прибора в зависимости от скорости).

Т а б л и ц а 2

Скорость перематывания V, м/мин	100	200	300	400	500	600	700	800	900
Натяжение F, сН	22,6	25,2	28,9	31,4	34,1	36,8	39,9	43,0	45,2
Среднее квадратическое отклонение σ , сН	2,12	1,39	2,14	2,7	4,2	4,3	4,79	4,57	5,21
Коэффициент вариации C, %	9,4	5,5	7,38	8,6	12,3	11,7	12,0	10,6	11,5

Результаты, приведенные в табл. 2, показывают, что при увеличении скорости перематывания в девять раз натяжение хлопчатобумажной пряжи 29 текс увеличивается в 2 раза. Среднее квадратическое отклонение увеличивается в 2,45 раза, а коэффициент вариации находится в диапазоне от 5,5 до 12,3 %. Сравнивая результаты аналитического расчета натяжения по полученной формуле после натяжного прибора с экспериментальными данными, можно отметить, что результаты расчета достаточно близки к экспериментальным данным. Полученная формула (3) позволяет с хорошей точностью рассчитать натяжение пряжи после двухзонного натяжного прибора на мотальной машине М-2М.

В результате аппроксимации экспериментальных данных натяжения хлопчатобумажной пряжи 29 текс после натяжного прибора в зависимости от скорости перематывания получено уравнение:

$$F = 19,86 + 0,0285V, \quad (4)$$

где V – скорость перематывания, м/мин.

Относительная ошибка полученного уравнения составляет 0,29 % при доверительной вероятности $P_d = 0,95$.

График влияния скорости перематывания на натяжение хлопчатобумажной пряжи 29 текс после натяжного прибора представлен на рис. 1.

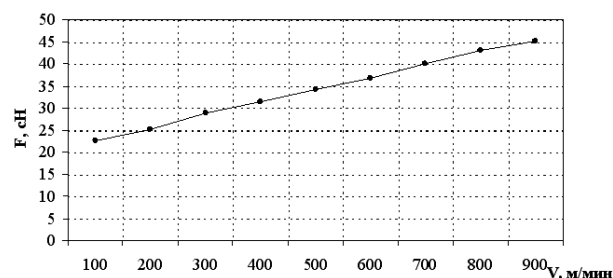


Рис. 1

В Ы В О Д Ы

На основании проведенных исследований можно заключить следующее.

1. Формулы (1), (3), предложенные для определения натяжения нити при перематывании, позволяют с хорошим приближением определять натяжение хлопчатобумажной пряжи.

Обязательным условием использования этих формул является необходимость экспериментального определения некоторых входящих параметров.

2. В результате проведенных экспериментов выявлено, что при увеличении скорости перематывания хлопчатобумажной пряжи 29 текс от 100 до 900 м/мин натяжение в вершине баллона увеличивается в 15 раз, а после натяжного прибора в 2 раза.

3. На увеличение натяжения пряжи в процессе перематывания в зависимости от скорости основное влияние оказывает инерционная составляющая натяжения.

4. Получены аналитические зависимости влияния скорости перематывания на натяжение хлопчатобумажной пряжи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хлопчаткачество: справочник / П.Т. Букаев, Э.А. Оников, Л.А. Мальков и др. – М.: Легпромбытиздат, 1987.
2. Гордеев В.А., Волков П.В. Ткачество. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
3. Николаев С.Д., Сумарукова Р.И., Юхин С.С., Власов П.В. Теория процессов, технология и оборудование подготовительных операций ткачества. – М.: Легпромбытиздат, 1993.
4. Патент № 2128326 РФ. Устройство для оперативной записи информации / В.Г. Кравченко,

А.Н. Ступников, А.Б. Брут-Бруляко. – Оpubл. 27.03.1999. Бюл. № 4.

5. Брут-Бруляко А.Б., Поповецкая Ю.А. Натяжение нити после двухзонного натяжного устройства на машине МЛМ-2 // Вестник КГТУ, №5. – Кострома, 2002. С. 44...46.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 30.06.08.

УДК 677.054

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ТКАНЕЙ С ПЕРЕМЕННОЙ ПЛОТНОСТЬЮ ПО УТКУ НА СТАНКЕ СТБ С ТОВАРНЫМ РЕГУЛЯТОРОМ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

В.Ю. СЕЛИВЕРСТОВ, А.П. ГРЕЧУХИН

(Костромской государственной технологической университет)

Модернизированный товарный регулятор станка типа СТБ, представленный в работе [1], позволяет сначала отводить ткань из зоны формирования, а затем подавать ее навстречу берду. Величина обратной подачи ткани совместно с параметрами заправки станка определяет плотность ткани по утку [2].

Вследствие этого, управляя величиной обратной подачи ткани во время работы станка, можно получать ткани с переменной плотностью по утку [3].

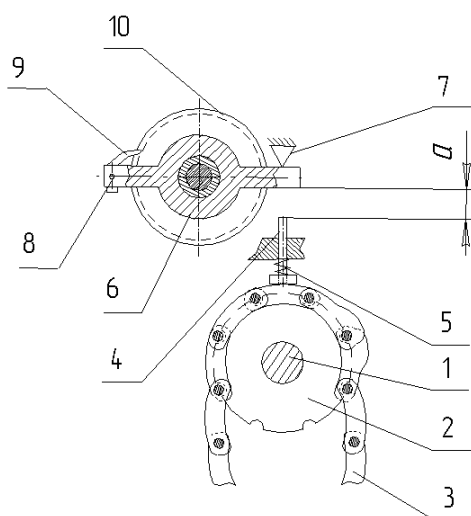


Рис. 1

Устройство для формирования тканей с переменной плотностью по утку бесчелночного ткацкого станка с товарным регулятором периодического действия представлено на рис. 1.

На валу 1 (расположенном параллельно наборному валу станка) жестко посажена шайба 2 механизма смены утка станка СТБ, имеющая 8 выступов. Шайба несет металлические звенья 3 (механизма смены утка). С поверхностью звеньев взаимодействует разборный шток 4, подпружиненный пружиной 5. Шток ограничивает поворот двуплечего рычага 6, который может взаимодействовать с упором 7. На одном из плеч рычага 6 расположена ось 8, на которую свободно посажены собачки 9. Собачки взаимодействуют с храповиком 10, определяющим величину обратной подачи ткани.

Шайба 2 получает движение от наборного вала станка через систему зубчатых передач с передаточным отношением 16:1.

Передаточное отношение между главным валом и наборным валом – 1:1.

Следовательно, за один оборот главного вала шайба повернется на 1/16 оборота. Так как шайба имеет 8 выступов (один выступ на одно звено металлической пластины), то за оборот главного вала под штоком 4 пройдет 1/2 звена 3, то есть одной уточной прокидке будет соответствовать половина звена.

Металлические звенья выполняют функцию программносителя. Суть работы данного механизма – изменение угла качания двуплечего рычага 6 во время работы станка, что приводит к изменению плотности по утку.

Для двухуточного механизма смены утка предусмотрено 3 типа звеньев: узкие, широкие и переходные. Перепад величины обратного хода для узких и широких звеньев составляет 4 мм (возможна установка любых по профилю звеньев).

Изменяя длину штока, количество звеньев и передаточное отношение регулятора, можно в широком диапазоне изменять плотность по утку в полосах, а также количество нитей в полосах по утку.

Для проверки работоспособности кон-

струкции по предложенному способу формирования тканей с переменной плотностью по утку был проведен эксперимент, в ходе которого контролировалось натяжение нитей основы.

Момент заступа устанавливался как наиболее благоприятный для наиболее уплотненной полосы ткани по утку.

Место установки пружины на рычаге основного регулятора устанавливалось по рекомендациям [4].

Расчетная ширина полос по утку составляла 1,5 см для каждой плотности. Количество нитей в полосах для плотностей по утку 120 и 210 н/см составило 20 и 32 соответственно.

Количество нитей в полосах ткани подобрано таким образом, чтобы ширина полосы по утку были приблизительно одинаковыми.

Вырабатывалась ткань на станке СТБ 2-180, натяжение контролировалось при помощи системы ТУМАГ-А [5].

Тензограмма натяжения нитей основы при выработке ткани с переменной плотностью по утку представлена на рис. 2.

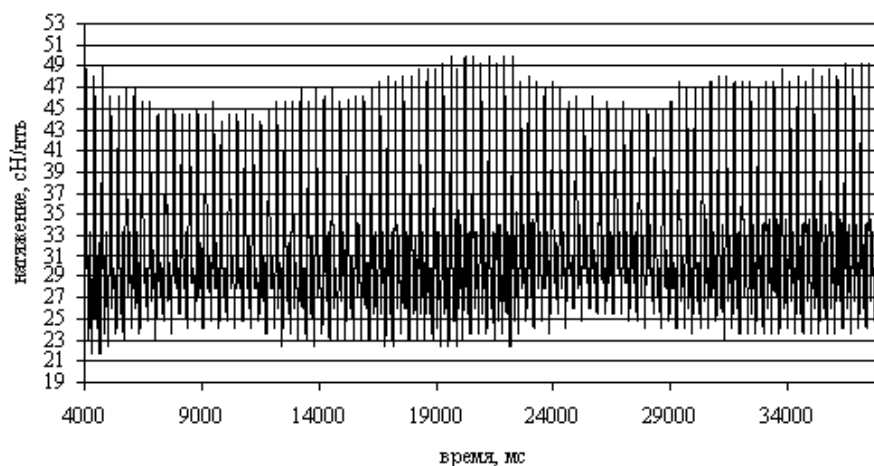


Рис. 2

Как показывает анализ тензограммы натяжения и структура полученной ткани, переход от одной плотности к другой в полосках по утку происходит постепенно, так как опушка ткани занимает положение для формирования необходимой плотности не сразу, а спустя некоторое количество уточин. Основной регулятор также реагирует на изменение плотности с запозданием.

Таким образом, возможен плавный переход от одной плотности к другой.

Четкий переход возможен с использованием звеньев цепи, которые обеспечили бы смещение опушки ткани за один цикл работы товарного регулятора в сторону большего уменьшения плотности, если происходит ее уменьшение, или большего увеличения, если происходит ее увеличение.

Для обеспечения четкого перехода к уплотненной полосе ткани в случае большой разницы плотностей в полосах ткани с переменной плотностью по утку (большой разницы в поверхностном заполнении) возможна остановка вальяна после прокидки последней уточины разряженного

участка на некоторое количество уточин уплотненного участка (в зависимости от структуры полосок ткани с переменной плотностью по утку).

На рис. 3 показана тензограмма натяжения нитей основы при выработке ткани с переменной плотностью по утку.

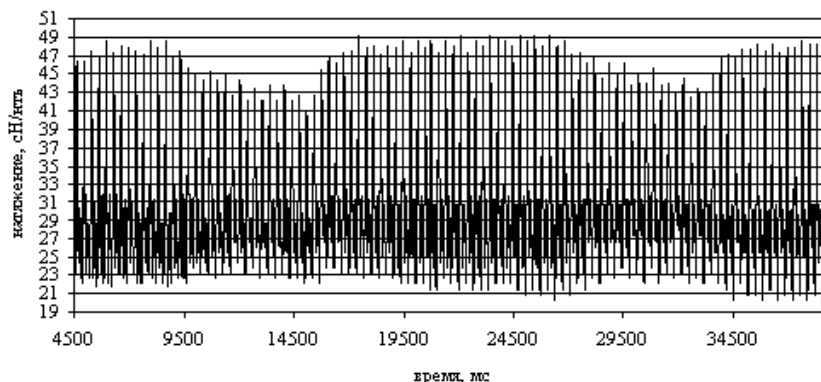


Рис. 3

Из рис. 3 видно, что переход к уплотненной полосе во втором случае выражен более четко по сравнению с первым вариантом.

Статистические характеристики натяжения в обоих вариантах представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели натяжения	Четкий переход	Плавный переход
Среднее значение, сН/нить	48,0	47,2
Среднее квадратическое отклонение, сН/нить	1,2	1,9
Максимальное значение, сН/нить	49,2	50,1
Минимальное значение, сН/нить	42,7	43,7
Квадратическая неровнота, %	2,5	3,9
Дисперсия, сН ² /нить	1,5	3,4

Из табл. 1 видно, что дисперсия и квадратическая неровнота натяжения за время выработки уплотненной полосы ткани значительно ниже в случае использования переходных звеньев, что говорит о большей равномерности и стационарности натяжения и плотности ткани по утку.

ВЫВОДЫ

1. Разработан способ формирования тканей с переменной плотностью по утку

для товарного регулятора периодического действия станка типа СТБ [3].

2. Предложены настройки товарного регулятора при выборе режима перехода плотности в полосках ткани с переменной плотностью по утку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Селиверстов В.Ю., Гречухин А.П. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 6С. С.98...101.
2. Гречухин А.П., Селиверстов В.Ю., Тягунов В.А. Расчет плотности ткани по утку, выработанной на станке с модернизированным товарным регулятором // Научн. тр. молодых ученых КГТУ. – Вып. 7 – Кострома, 2006.
3. Селиверстов В.Ю., Гречухин А.П., Тягунов В.А. Товарный регулятор ткацкого станка // Патент РФ № 1384625, D 03 D 49/60; заявл. 23. 01. 2006; опубл. 27. 10. 2007.
4. Дружинина Р.Д., Брут-Бруляко А.Б., Иванова И.М. и др. Льготкачество: Справочник / Под ред. Р. Д. Дружининой. – М.: Легпромбытиздат, 1985.
5. Брут - Бруляко А. Б. Разработка технологических и конструктивных решений по нормализации параметров переработки льняной пряжи в ткацком производстве: Дис....докт. техн. наук. – Кострома, КГТУ, 2006.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 30.06.08.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ШЛИХТОВАНИЯ НА ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ

М.Н. ЕРОХОВА, М.С. БОГАТЫРЕВА, Н.В. ГОЛУБЕВА

(Костромской государственный технологический университет)

Согласно математической модели процесса шлихтования (1) на величину деформации (вытяжки) льняной пряжи влияют: уровень натяжения на шлихтовальной машине, скорость прохождения пряжи по зонам машины, температурно-влажностные условия, в которых находится пряжа в процессе шлихтования. Влияние температурно-влажностных условий отражается в параметрах, характеризующих вязкоупругие свойства пряжи: модуль упругости, время релаксации, спектр релаксации [1]:

$$\varepsilon_i = \left[\frac{\sigma_i}{E_i} + \frac{\sigma_i}{E_i} \frac{1-\alpha}{\alpha} \left(1 - e^{-\alpha \left[\frac{t_i}{2V_i} \right]^\alpha} \right) \right] \cdot 100, \quad (1)$$

где ε_i – относительная деформация, %; σ_i – напряжение, МПа; E_i – модуль упругости, МПа; α – спектр релаксации; t_i – время нахождения пряжи в зоне; V_i – время релаксации; i – номер технологической зоны шлихтовальной машины.

При традиционной технологии шлихтования горячая шлихта ($t_{\text{шл}} = 70 \dots 80^\circ\text{C}$), высокая температура поверхности сушильных барабанов ($t_c = 100 \dots 120^\circ\text{C}$) приводят к тому, что льняная пряжа существенно деформируется, вытягивается, то есть уменьшается запас ее деформационных свойств, необходимый для нормального протекания процесса ткачества.

В настоящее время химики-текстильщики разрабатывают новые составы шлихты, позволяющие внести изменения в технологию шлихтования: обрабатывать пряжу в клеильном аппарате раствором шлихты с температурой $20 \dots 25^\circ\text{C}$ с последующей сушкой. Так называемая "холодная" технология приводит к снижению затрат на приготовление шлихты и сушку пряжи.

С помощью разработанной модели шлихтования (1) нами проведены исследования изменения деформации льняной пряжи Б 50 текс СрЛ в процессе шлихтования по традиционной и новой технологии с использованием раствора шлихты пониженной температуры.

Для оценки деформирования пряжи в процессе шлихтования мы условно разделили заправочную длину нитей на шлихтовальной машине на шесть зон. Выделение зоны сушильных барабанов обусловлено тем, что в этой зоне пряжа находится максимальное время. Для определения величины напряжения нитей в каждой зоне машины нами были измерены величины натяжения с помощью тензометра Т-2Н системы ЦНИИЛКА.

Исходные данные для расчета деформации по зонам шлихтовальной машины ШБ-11/180-2 при традиционном шлихтовании представлены в табл. 1, а исходные данные для расчета деформации по зонам шлихтовальной машины ШБ-11/180-2 при технологии "холодного" шлихтования представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 1

Параметры	1 зона (снов. валы)	2 зона (тян. вал – отжимные)	3 зона (отжим- ные валы – суш.)	4 зона (зона суш. бара-	5 зона (суш. барабаны –	6 зона (вып. вал – ткац-
-----------	------------------------	---------------------------------	------------------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------------------

	– тян. вал)	валы)	барабаны)	банов)	вып. вал)	кий навой)
Напряжение σ , МПа	2,28	4	8,65	9	16,7	16,7
Время нахождения пряжи в зоне t , с	6,27	2	2,6	36	7,2	2
Модуль упругости E , МПа	10950	6713	6713	7773	17230	17230
Спектр релаксации α	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Время релаксации B , с	2151	120	120	10	3300	3300

Примечания. 1. Значения напряжения определяли по экспериментально установленным значениям натяжения пряжи по зонам шлихтовальной машины. 2. Значения модуля упругости E , времени релаксации B и спектра релаксации α определяли по экспериментальным кривым релаксации пряжи, находившейся в условиях, моделирующих процесс шлихтования.

Таблица 2

Параметры	1 зона (снов. валы – тян. вал)	2 зона (тян. вал – отжимные валы)	3 зона (отжимные валы – суш. барабаны)	4 зона (зона суш. барабанов)	5 зона (суш. барабаны – вып. вал)	6 зона (вып. вал – ткацкий навой)
Напряжение σ , МПа	2,28	4	8,65	9	16,7	16,7
Время нахождения пряжи в зоне t , с	6,27	2	2,6	36	7,2	2
Модуль упругости E , МПа	10950	7373	7373	8644	16000	16000
Спектр релаксации α	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Время релаксации B , с	2151	214	214	20	21720	21720

В результате расчета по формуле (1) относительная деформация пряжи в зоне клеильного аппарата при традиционной технологии составила 0,092%, общая относительная деформация пряжи составила 0,65%, потери деформационных свойств составили 86%. Для технологии "холодного" шлихтования получены следующие деформационные характеристики: относительная деформация пряжи в зоне клеильного аппарата – 0,084%, общая относительная деформация пряжи – 0,6%, потери деформационных свойств составили 82%.

Сравнивая полученные данные, мы установили, что при технологии "холодного" шлихтования относительная деформация пряжи в зоне клеильного аппарата снизилась на 8,7%, общая относительная деформация пряжи снизилась на 7,7%, потери деформационных свойств снизились на 4,6%. Таким образом, наша модель показала, что деформационные свойства льняной пряжи, обработанной шлихтой низкой температуры, должны улучшаться.

Далее в условиях ОАО "Льнообъединение им. И.Д. Зворыкина" было проведено шлихтование льняной пряжи Б 50 текс

СрЛ по традиционной и "холодной" технологии. Величина истинного приклея пряжи после "холодного" шлихтования составила 3%.

Для оценки физико-механических свойств льняной пряжи, ошлихтованной двумя способами, провели испытания на разрыв на машине РМ-3М. В каждой серии опытов было проведено по 100 испытаний. Объемы измерений обеспечили достоверную вероятность 0,95 при ошибке среднего не более 5%. В результате испытаний было отмечено, что величина разрывной нагрузки пряжи после шлихтования по традиционной технологии увеличилась на 30%, после шлихтования по "холодной" технологии – на 34%. Разрывное удлинение пряжи, ошлихтованной по традиционной технологии, снизилось на 27%, по "холодной" технологии – на 9,2%.

Сохранение деформационных свойств пряжи позволило уменьшить уровень обрывности пряжи в процессе ткачества. Величина обрывности основной пряжи, ошлихтованной по традиционной технологии, составила 1,55 обрывов на 1 м ткани, величина обрывности основной пряжи, ошлих-

тованной по новой технологии, составила 1,08 обрывов на 1 м ткани, что соответствует снижению уровня обрывности льняной основной пряжи в процессе ткачества на 30%.

ВЫВОДЫ

1. Математическая модель шлихтования позволяет прогнозировать изменение деформационных свойств льняной пряжи в процессе обработки и сравнивать разные технологии шлихтования.

2. Применение новых синтетических шлихтовальных препаратов позволяет проводить обработку льняной пряжи рас-

твором низкой температуры, что предупреждает излишнее вытягивание пряжи и потерю деформационных свойств и приводит к снижению уровня обрывности основной пряжи в ткачестве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ерохова М.Н., Богатырева М.С., Брут-Бруляко А.Б. Изменение вязкоупругих свойств пряжи в процессе шлихтования / Сб. научн. тр. молодых ученых КГТУ. – Вып. 3 – Кострома: Изд. КГТУ, 2002. С.61...67.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 30.06.08.

УДК 677.024

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПОСТРОЕНИЕ МАТРИЦЫ ДВИЖЕНИЯ РЕМИЗ ДЛЯ РАСЧЕТА НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ ОСНОВЫ

М.В. ИСАЕВА

(Костромской государственной технологической университет)

При моделировании натяжения нитей учитывают проборку нитей основы в ремизы и направление движения ремиз в пределах раппорта переплетения ткани, вырабатываемой на ткацком станке, то есть матрицу подъема и опускания ремиз. Большинство исследований в этом направлении проводится на примере ткани полотняного переплетения, хотя на практике ассортимент вырабатываемых тканей включает в себя более широкий спектр переплетений. Известен способ ручной организации матрицы подъема и опускания ремиз, описанный в работе [1], где она представляется значениями +1 и -1. Метода для автоматизированного построения матрицы движения ремиз и практических рекомендаций по ее разработке нет.

В настоящей работе предлагается метод формирования матрицы движения ремиз в цикле работы ткацкого станка в зависимости от переплетения вырабатываемой ткани и проборки нитей основы в ремизы, а

также методика расчета натяжения нитей основы, учитывающая полученную матрицу.

Метод основан на использовании матричного исчисления. Матрица переплетения ткани (P) записывается в виде совокупности значений: 0 соответствует уточному перекрытию и 1 – основному. Строки в матрице совпадают с нумерацией уточных нитей (i1) снизу вверх, принятой для ткацких переплетений. Нумерация столбцов соответствует номеру нити основы (i). В матрице проборки нитей основы в ремизы (R), состоящей также из совокупности значений: 0 и 1, строки соответствуют номеру ремизы (j1), в которую пробрана основная нить, столбцы – номеру нити основы (i). Для получения матрицы движения ремиз в цикле работы ткацкого станка (K) используется следующая зависимость:

$$K^T = PR^T, \quad (1)$$

где K^T – матрица движения ремиз, в которой столбцы соответствуют уточным нитям, начиная с последней.

Рассмотрим два варианта формирования матрицы движения ремиз: а) для ткани полотняного переплетения и рассыпной

проборки нитей в ремизы; б) для ткани атласного переплетения 7/3 и рядовой проборки в ремизы.

Для указанных вариантов тканей матрицы P и R заполняются следующим образом:

$$\begin{aligned}
 \text{а)} \quad P &= \begin{bmatrix} 0101 \\ 1010 \\ 0101 \\ 1010 \end{bmatrix} & R &= \begin{bmatrix} 0001 \\ 0100 \\ 0010 \\ 1000 \end{bmatrix} \\
 \text{б)} \quad P &= \begin{bmatrix} 1101111 \\ 1111011 \\ 1111110 \\ 1011111 \\ 1110111 \\ 0111111 \end{bmatrix} & R &= \begin{bmatrix} 0000001 \\ 0000010 \\ 0000100 \\ 0001000 \\ 0010000 \\ 0100000 \\ 1000000 \end{bmatrix}, \quad (2)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{а)} \quad R^T &= \begin{bmatrix} 0001 \\ 0100 \\ 0010 \\ 1000 \end{bmatrix} & \text{б)} \quad R^T &= \begin{bmatrix} 0000001 \\ 0000010 \\ 0000100 \\ 0001000 \\ 0010000 \\ 0100000 \\ 1000000 \end{bmatrix}. \quad (3)
 \end{aligned}$$

В соответствии с зависимостью (1) получим матрицу K^T , после транспонирования

и перемещения столбцов которой матрица движения ремиз K примет вид:

$$\begin{aligned}
 \text{а)} \quad K^{T'} &= \begin{bmatrix} 1100 \\ 0011 \\ 1100 \\ 0011 \end{bmatrix} & K &= \begin{bmatrix} 0101 \\ 0101 \\ 1010 \\ 1010 \end{bmatrix} \\
 \text{б)} \quad K^{T'} &= \begin{bmatrix} 1111011 \\ 1101111 \\ 0111111 \\ 1111101 \\ 1110111 \\ 1011111 \\ 1111110 \end{bmatrix} & K &= \begin{bmatrix} 1111011 \\ 1011111 \\ 1111101 \\ 1101111 \\ 1111110 \\ 1110111 \\ 0111111 \end{bmatrix}. \quad (4)
 \end{aligned}$$

В матрице K значения, отличные от нуля, соответствуют движению j 1-й ремизы в i 1-й прокидке вверх. Нумерация прокидок соответствует нумерации столбцов матрицы K слева направо.

Для программной реализации этого метода разработана подсистема, состоящая из БД переплетений и стандартных проборок

и позволяющая, используя зависимость (1), формировать матрицу движения ремиз (K), которая в частном случае может служить картоном ремизоподъемного механизма для ткацкого станка с кареткой. В подсистеме для представления исходных данных использован графический способ, в котором матрицы переплетений и проборки

нитей в ремизы задаются в виде черных (основное перекрытие) и белых (уточное

перекрытие) ячеек.

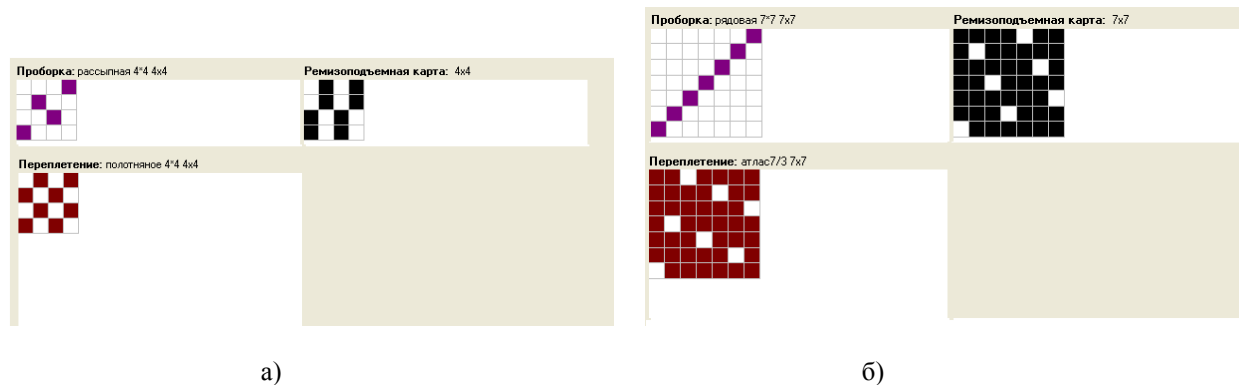


Рис. 1

На рис.1-а и б представлены матрицы движения ремиз, полученные с использованием предлагаемого метода при выработке тканей вариантов а) и б).

Полученная матрица движения ремиз в дальнейшем используется при моделировании натяжения нитей основы в цикле работы ткацкого станка. В основу предлагаемой методики расчета натяжения нитей основы положены зависимости, приведенные в [1], где натяжение нити основы определяется как сумма натяжений нити в каждом технологическом переходе.

Учитывая это, натяжение i -й нити основы, пробранной в j -ю ремизу, опреде-

ляется при движении ремизы вверх ($F_{v_{i,j}}$) и движении ремизы вниз ($F_{n_{i,j}}$). Тогда натяжение ($F_{i,i}$) i -й нити основы в пределах раппорта вырабатываемой ткани (в i -й прокидке, соответствующей i -й уточной нити, проложенной в зеве) рассчитывается с учетом матриц переплетения ткани и движения ремиз и описывается зависимостью:

$$F_{i,i} = \begin{cases} F_{v_{i,j}}, P_{i,i} = 1 \cap K_{j,i} = 1, \\ F_{n_{i,j}}, P_{i,i} = 0 \cup K_{j,i} = 0. \end{cases} \quad (5)$$

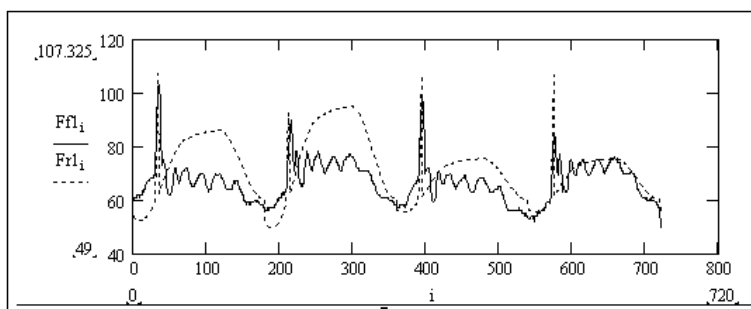


Рис. 2

С использованием зависимости (5) смоделировано натяжение нити основы, пробранной в первую ремизу для ткани варианта а), график которого в сравнении с фактическим натяжением представлен на рис. 2. Оценка точности моделирования проведена с помощью коэффициента несовпадения Тейла, значение которого со-

ставляло 0,079, что говорит о хорошей степени имитации.

Из представленных графиков видно, что расчетное натяжение нити при движении ремиз вверх и вниз соответствует переплетению ткани (натяжение при выстое ремиз вверх меньше натяжения при выстое ремиз вниз) в цикле работы ткацкого

станка), что подтверждается и фактической тензограммой.

Таким образом, с помощью разработанной методики возможно моделировать натяжение нитей основы для различного ассортимента однослойных тканей.

ВЫВОДЫ

Предложен метод автоматизированного формирования матрицы движения ремиз, а также методика, позволяющая по известной матрице проборки нитей в ремизы и сформированной матрице движения ремиз

в пределах раппорта вырабатываемых тканей, рассчитывать натяжение нитей основы в цикле работы ткацкого станка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лустгартен Н.В. САПР технологических режимов ткацкого производства/ Т.М. Глотова, Е.А. Смирнов. – М.: Легпромбытиздат, 1993.

Рекомендована кафедрой вычислительной техники. Поступила 30.06.08.

УДК 677-487.5.23.275

ЗАВИСИМОСТЬ УПРУГИХ ПАРАМЕТРОВ СЛОЯ НАМОТКИ ОТ УСЛОВИЙ ЕГО ФОРМИРОВАНИЯ*

М.Н. НУРИЕВ

(Азербайджанский государственный экономический университет)

Для реализации методики измерения упругих параметров слоя намотки, приведенной в [1], разработано и изготовлено специальное нагрузочное приспособление, схема которого представлена на рис. 1.

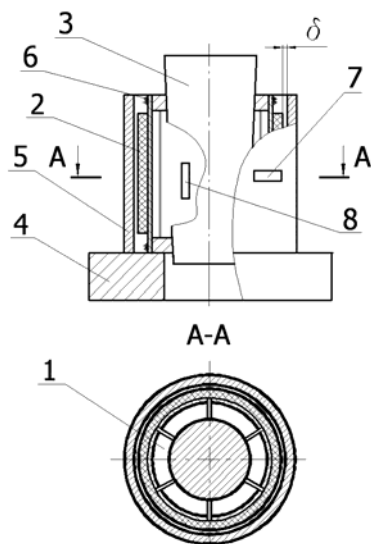


Рис. 1

Приспособление состоит из шестилепестковой цанги 1, которая является патроном для намотки испытываемого слоя намотки 2, конуса 3, разжимающего цангу, опорной втулки 4 и трубчатой оправки 5. Трубчатая оправка имеет достаточную толщину для того, чтобы ее деформацией в процессе испытаний можно было пренебречь. Для регистрации давления на цангу и трубчатую оправку на их поверхность, не контактирующую с намоткой, наклеены тензорезисторы 7 и 8 соответственно.

Устройство работает следующим образом. Цанга 1 устанавливается в специальный бобинодержатель мотального механизма. При этом лепестки цанги поддерживаются пружинами 6, которые охватывают цангу по ее краям.

С помощью мотального механизма на цангу наматывается тонкий слой намотки 3 мм. Он является образцом для испытаний.

*Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук П.Н. Рудовского.

После снятия цанги с мотального механизма определяются следующие парамет-

ры:

– ℓ – ширина намотки;

– $2a_0$ – диаметр внутренней поверхности образца на начало первого этапа испытаний совпадает с наружным диаметром сжатой цанги;

– $2b_0$ – диаметр наружной поверхности образца на начало первого этапа испытаний определяется замером длины окружности наружной поверхности тела намотки с последующим пересчетом;

– устанавливается ноль на датчике силы давления на цангу для последующего определения изменения давления, вызванного деформацией образца.

После замера указанных параметров в цангу 1 вставляется конус 3 и они помещаются в трубчатую оправку 5, установленную на опорную втулку 4. Собранный таким образом приспособление помещается на стол машины для испытания материалов на сжатие. При надавливании пуансона машины на конус 3 он перемещается вниз, раздвигая лепестки цанги 1 и оказывая давление на внутреннюю поверхность слоя намотки. Наружная поверхность образца при этом остается свободной от давлений. Таким образом, в испытываемом образце создается первое напряженное состояние. Наружный диаметр тела намотки при этом увеличивается. Когда зазор δ будет выбран и поверхность намотки коснется внутренней поверхности трубчатой оправки 5, первый этап испытаний (при первом напряженном состоянии) считается завершенным. В этот момент с измерительного приспособления снимаются следующие данные:

– P_1 – сила давления на внутреннюю поверхность намотки со стороны цанги определяется по показаниям датчика, в состав которого входит тензорезистор 8,

– $2a_1$ – диаметр внутренней поверхности образца на конец первого этапа испытаний определяется по перемещению конуса, которое регистрируется средствами испытательной машины,

– $Q_1=0$ – давление на наружной поверхности образца равно нулю,

– $2b_1$ – диаметр наружной поверхности образца на конец первого этапа испытаний равен внутреннему диаметру трубчатой оправки.

Результаты измерений обрабатываются в следующем порядке.

1. Рассчитывается давление на внутреннюю поверхность намотки со стороны цанги:

$$P_1 = \frac{P_1}{2\pi a_1 \ell}. \quad (1)$$

2. Принимается в первом приближении значение коэффициента анизотропии $k=1$, $q_1=0$ и $\rho = \frac{a+b}{2}$, после чего по формулам

(1) и (2) [1] рассчитывают окружное σ_θ^I и радиальное σ_r^I давления на среднем радиусе слоя намотки на конец первого этапа нагружения.

3. Соответствующие деформации рассчитываются по формулам:

$$\begin{aligned} \varepsilon_\theta^I &= \frac{(2b_1 + 2a_1) + (2b_0 + 2a_0)}{2b_0 + 2a_0}, \\ \varepsilon_r^I &= \frac{(2b_1 - 2a_1) + (2b_0 - 2a_0)}{2b_0 - 2a_0}. \end{aligned} \quad (2)$$

После снятия показаний нагружение образца продолжается, то есть конус перемещается дальше, до погружения на глубину, установленную методикой проведения эксперимента. После полного погружения конуса заканчивается второй этап испытаний (образец находится во втором напряженном состоянии). Для определения характеристик его напряженного состояния с испытательного приспособления снимаются следующие первичные данные:

– P_{II} – сила давления на внутреннюю поверхность намотки со стороны цанги по показаниям датчика, в состав которого входит тензорезистор 8,

– $2a_2$ – диаметр внутренней поверхности образца на конец второго этапа испытаний определяется по перемещению конуса, которое регистрируется средствами испытательной машины,

– Q_{II} – сила давления на наружной поверхности образца по показаниям датчика, в состав которого входит тензорезистор 7,

– $2b_2$ – диаметр наружной поверхности

образца на конец первого этапа испытаний равен внутреннему диаметру трубчатой оправки.

Результаты измерения обрабатываются в следующем порядке.

1. Рассчитывается давление на внутреннюю поверхность намотки со стороны цанги:

$$P_{II} = \frac{P_{II}}{2\pi a_2 \ell}. \quad (3)$$

2. Рассчитывается давление на наружную поверхность намотки со стороны цанги:

$$Q_{II} = \frac{Q_{II}}{2\pi b_2 \ell}. \quad (4)$$

3. Принимается в первом приближении значение коэффициента анизотропии $k=1$ и $\rho = \frac{a+b}{2}$, после чего по формулам (1) и (2)

[1] рассчитывают окружное σ_{θ}^{II} и радиальное σ_r^{II} давления на среднем радиусе слоя намотки на конец второго этапа нагружения.

4. Соответствующие деформации рассчитываются по формулам:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\theta}^{II} &= \frac{(2b_2 + 2a_2) + (2b_1 + 2a_1)}{2b_1 + 2a_1}, \\ \varepsilon_r^{II} &= \frac{(2b_2 - 2a_2) + (2b_1 - 2a_1)}{2b_1 - 2a_1}. \end{aligned} \quad (5)$$

После этого по формулам (5) [1] рассчитывают упругие параметры тела намотки E_{θ} , E_r , $\mu_{r\theta}$, $\mu_{\theta r}$. Зная их, по формуле (3) [1] уточняют коэффициент анизотропии и сравнивают его с принятым ранее значени-

ем. Если расхождение составляет менее 5%, то полученные значения упругих параметров тела намотки E_{θ} , E_r , $\mu_{r\theta}$, $\mu_{\theta r}$ считаются определенными. В противном случае принятое значение коэффициента анизотропии увеличивается на единицу и расчеты повторяются снова. Как показывают предварительные результаты обработки экспериментальных данных, требуемая точность определения упругих параметров тела намотки достигается после не более чем 30 итераций.

По описанной методике проводились измерения упругих параметров слоя намотки из хлопчатобумажной пряжи кольцевого прядения с линейной плотностью 15,4 и 50 текс, а также для пряжи 25×2 текс, полученной на прядильно-крутильной машине ПК-100М3. Целью эксперимента было выяснение зависимостей модулей упругости слоя намотки от условий его формирования – линейной плотности наматываемой нити, намоточного натяжения и диаметра намотки, а также оценка погрешности от использования формул Лямэ для анизотропного тела, применявшихся в подобной методике [4] при определении напряжений в образце.

Намотка осуществлялась на стенде, который позволял наматывать образцы на специальных патронах в виде шестилепестковой цанги с наружным диаметром 56, 80 и 100 мм. Наименьший диаметр цанги принимался равным диаметру патрона пневмомеханических прядильных машин, имеющих широкое распространение на отечественных прядильных предприятиях. Толщина слоя намотки во всех повторностях эксперимента составляла 3 мм. Натяжение при наматывании устанавливалось с помощью грузовых шайб и контролировалось тензометром Агат.

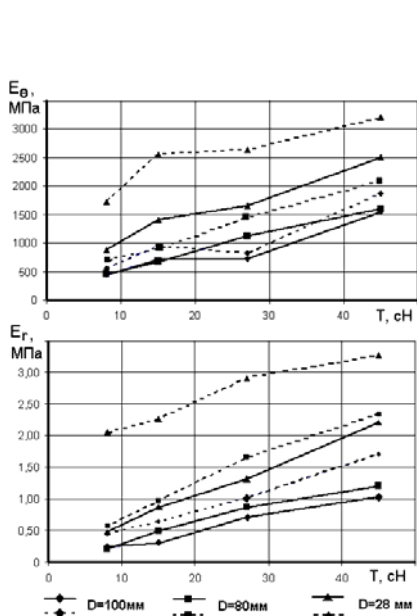


Рис. 2

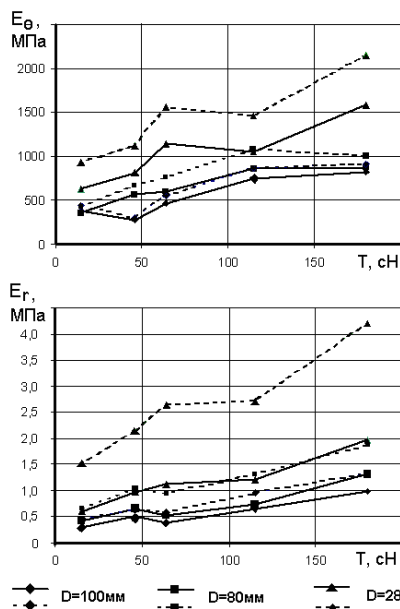


Рис. 3

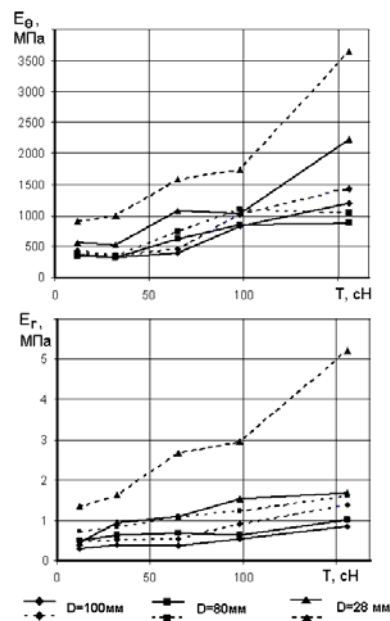


Рис. 4

Результаты измерения радиального E_r и тангенциального E_θ модулей упругости приведены на рис. 2...4. Пунктиром на графиках представлены зависимости модулей упругости тела намотки от – диаметра наматывания и намоточного натяжения для хлопчатобумажной пряжи: рис. 2 – 15,4; рис. 3 – 50 и рис. 4 – 25×2 текс, полученные при расчете напряжений в образце по формулам Лямэ. Такой метод расчета напряжений использовался в описанной ранее методике [3]. Как видно из графиков, расчет напряжений без учета анизотропии образца вносит в результаты эксперимента существенные погрешности, которые нарастают при уменьшении диаметра намотки.

Анализ графиков показывает, что как радиальный, так и тангенциальный модули упругости в значительной мере зависят от междуслойных давлений. Действительно, согласно [2] давление нити на поверхность намотки равно:

$$p = \frac{T}{R}, \quad (6)$$

где T – натяжение нити; R – радиус тела намотки.

Таким образом, давление нитей на поверхность тела намотки, а значит и между-

слойное давление увеличиваются с увеличением натяжения нити и уменьшением радиуса наматывания. Такая же тенденция, как видно из графиков, прослеживается и в отношении модулей упругости слоя намотки. Полученные значения модулей упругости слоя намотки можно использовать для расчета междуслойных давлений и давлений на патрон.

ВЫВОДЫ

1. Апробирована методика экспериментального определения модулей упругости слоя намотки с учетом его анизотропии.
2. Показано, что применение формул Лямэ для определения напряжений в образце приводит к существенным погрешностям при расчете модулей упругости слоя намотки.
3. Показано, что давление между витками является наиболее существенным фактором, влияющим на упругие параметры слоя намотки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нуриев М.Н. Методика определения упругих параметров слоя намотки // Вестник КГТУ, № 17. – Кострома, 2007.
2. Минаков А.П. Основы теории наматывания и сматывания нити // Текстильная промышленность. – 1944, № 10. С.11...12.

3. Палочкин С.В., Нуриев М.Н., Рудовский П.Н. Методы и средства контроля основных параметров текстильных паковок: Монография. – М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2006.

4. Лехницкий С.Г. Теория упругости анизотропного тела. – М.: Наука 1977.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов КГТУ. Поступила 30.06.08.

УДК 62-83:621.313

РЕГУЛИРОВАНИЕ НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ ОСНОВЫ НА ТКАЦКИХ СТАНКАХ

В.В. РОМАНОВ, С.Н.ТИТОВ, И.С. НИКИФОРОВ

(Костромской государственный технологический университет)

Многочисленные эксперименты по измерению натяжения нитей основы за один оборот главного вала для наиболее массовых на предприятиях России ткацких станков СТБ показывают значительные колебания этого параметра (рис. 1)[1].

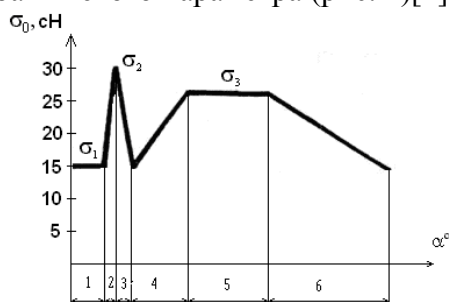


Рис. 1

Как видно из графика на рис. 1, изменение напряжения (натяжения) нитей характеризуется двумя участками:

– с постоянным напряжением:

$$\sigma(t) = \sigma_1 = \text{const},$$

– с постоянной скоростью нагружения:

$$\sigma(t) = \sigma_1 + vt,$$

где $\sigma(t)$ – напряжение нити в момент времени t ; σ_1 – постоянное напряжение нити; v – скорость изменения напряжения нити; t – время нагружения нити.

Напряженно-деформированное состояние нитей основы на ткацком станке за

один цикл можно оценить, используя критерий длительной прочности, основанный на формулах С.Н. Журкова и Бейли.

Для участка с постоянным напряжением нити коэффициент повреждаемости определяется по формуле:

$$\eta_0 = \int_0^{t_0} \frac{dt}{\tau_0 e^{\left[\frac{U_0 - j\sigma_0}{RT} \right]}} = \frac{t_0}{e^{\left[\frac{U_0 - j\sigma_0}{RT} \right]}}, \quad (1)$$

для участка с постоянной скоростью нагружения нити – по формуле:

$$\eta_0 = \int_0^{t_{\text{ПР}}} \frac{dt}{\tau_0 e^{\left[\frac{U_0 - j(\sigma_0 + vt)}{RT} \right]}} = \frac{e^{\left[\frac{jvt_{\text{ПР}}}{RT} \right]} - 1}{\tau_0 \left[\frac{U_0 - j\sigma_0}{RT} \right] jv}. \quad (2)$$

Общая повреждаемость основы за 1 оборот главного вала:

$$\eta_{\text{ИЦ}} = \sum \eta_0 + \sum \eta_{\text{ПР}}, \quad (3)$$

а общая повреждаемость нитей основы на ткацком станке:

$$\eta = \eta_{\text{ИЦ}} n, \quad (4)$$

где n – количество циклов, которые испытывает основа на ткацком станке; σ_0 –

напряжение нити; T – температура по шкале Кельвина; R – постоянная Больцмана; τ_0 – период тепловых колебаний атомов в твердом теле около положения равновесия; U_0 – энергия активации при разрушении тела; j – структурный коэффициент (параметрам τ_0 , j и U_0 придается определенный физический смысл) [1]; $t[\sigma(\tau)]$ – время, в течение которого образец находится под

нагрузкой; в случае изменения напряжения по какому-либо закону – величина, определяемая экспериментально.

Расчет напряженности заправки ткацкого станка по зонам тензограммы, соответствующим процессам формирования ткани – зевобразованию, приборю и т.д., приведен в табл. 1.

Таблица 1

Номер зоны	Повреждаемость за один оборот	Повреждаемость за период нахождения под нагрузкой
1	$4,093 \cdot 10^{-6}$	0,021
2	$3,187 \cdot 10^{-6}$	0,017
3	$3,187 \cdot 10^{-6}$	0,017
4	$2,832 \cdot 10^{-5}$	0,149
5	$3,748 \cdot 10^{-4}$	0,197
6	$4,024 \cdot 10^{-4}$	0,211
Итого	$1,165 \cdot 10^{-4}$	0,612

Частота вращения главного вала ткацкого станка равна 240 об/мин. Величина угла заступа равнялась 40° оборота главного вала; заправочное натяжение 16 сН; натяжение при приборю 30 сН; натяжение основы при полном открытии зева 28 сН.

Наибольшая величина повреждаемости нитей основы приходится на процесс зевобразования, несмотря на то, что натяжение нитей в этот период (участки 4-5-6) меньше, чем при приборю уточной нити к опушке ткани. То есть, более интенсивное разрушение нити происходит не тогда, когда она испытывает максимальные напряжения и деформации.

При оценке степени разрушения существенную роль играет время разрушения. В данном случае процесс зевобразования оказывает значительно большее влияние, так как он более длительный по сравнению с процессом приборю.

Поскольку снижение натяжения в момент приборю отрицательно скажется на качестве ткани, целесообразно реализовать кинематику ткацкого станка такой, чтобы в период зевобразования натяжение нитей основы снижалось, по крайней мере, до заправочного.

Следовательно, желаемой можно считать зависимость $\sigma(t)$, представленную на рис. 2.

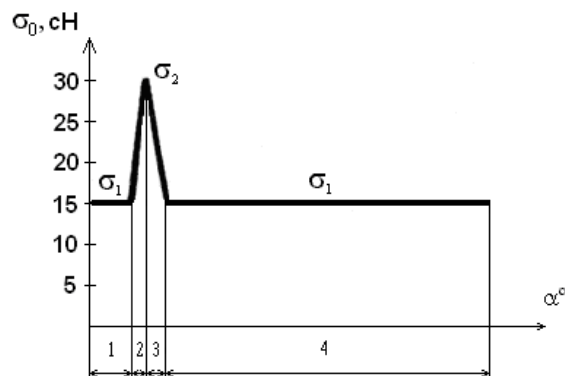


Рис. 2

Динамика привода ткацкого навоя в момент зевобразования должна обеспечивать отпуск основы на величину открытия зева.

Определим абсолютную деформацию нитей основы.

При отсутствии компенсации со стороны регулятора она равна [2]:

$$\lambda = \sqrt{l_1^2 + h^2} + \sqrt{l_2^2 + h^2} - (l_1 - l_2), \quad (5)$$

где h – высота верхней или нижней части зева.

Подкоренные выражения можно разложить в ряд Маклорена. Взяв два первых члена ряда, получим:

$$\lambda = \ell_1 \sqrt{1 + \frac{h^2}{\ell_1^2}} + \ell_2 \sqrt{1 + \frac{h^2}{\ell_2^2}} - (\ell_1 + \ell_2) = \frac{h^2 L}{2\ell_1 \ell_2}. \quad (6)$$

Для компенсации деформации нитей в период зевобразования навоя должен совершать возвратно-вращательное движение по законам "а", "b" или "с" (рис. 3). Исходя из предложенного закона и длительности фаз тканеобразования определяются динамические характеристики, предъявляемые к электроприводу и составляется программа управления им. Например, для варианта "с" скорость "доворота" навоя для отпуска основы должна составить $V_1 = \frac{\lambda}{t_4}$, а скорость обратного хода – для натяжения основы $V_3 = \frac{\lambda}{t_6}$.

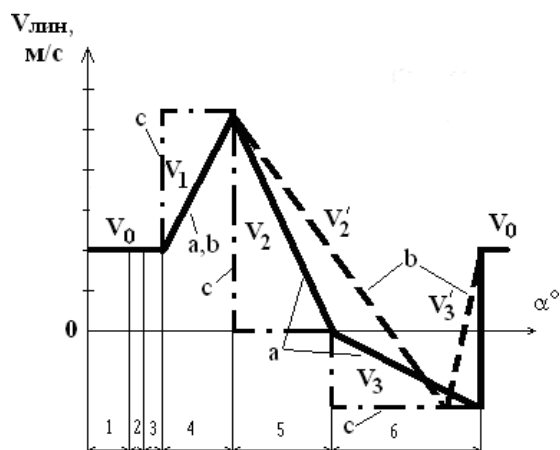


Рис. 3.

Реализация такого закона натяжения возможна с использованием автономного регулируемого электропривода навоя вместо существующих основных регуляторов.

Векторное управление двигателем переменного тока с параметрами (7) с помощью проекции тока статора i_{1d} обеспечит потокосцепление ротора, а с помощью проекции i_{1q} можно независимо и безынерционно управлять частотой ротора ω_2 [3]:

$$\Psi_{2d} = i_{1d} \frac{L_m}{(1 + pT_2)}, \quad \omega_2 = i_{1q} \frac{L_m}{T_2 \Psi_{2d}}, \quad (7)$$

где T_2 – постоянная времени ротора; L_m – основной магнитный поток.

ВЫВОДЫ

1. На основе критерия длительной прочности Бейли создана модифицированная аналитическая модель тензограммы натяжения нити за цикл тканеобразования.
2. Предложены кинематическая и динамическая модели привода вращения навоя, обеспечивающие снижение усталостного разрушения нитей основы при зевобразовании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев А.С., Оников Э.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, № 2. С.83...86.
2. Лукачева А.А. Разработка метода расчета параметров зевобразования на современных ткацких станках и пути снижения напряженности их заправов: Дис...канд. техн. наук. – М., МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2003.
3. Усольцев А.А. Векторное управление асинхронными двигателями. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный институт точной механики и оптики (технический университет), 2002.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроения. Поступила 30.06.08.

УДК 677.072.612.017.428

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВЯЗАНИЯ
НА ЖЕСТКОСТЬ КОМБИНИРОВАННОЙ НИТИ***И.А. КОРЖЕВА, И.Л. ВЕРНЯЕВА***(Костромской государственный технологический университет,
Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)**

Известно, что в процессе производства трикотажных изделий механические свойства перерабатываемых нитей изменяются [1]. При изготовлении армирующих трикотажных полотен из термостойких нитей (стекла, базальта, углерода, металлических монопнитей), отличающихся сочетанием высокой жесткости с низкой изгибной прочностью, возникает вероятность повреждения и разрушения нити в ходе технологического процесса.

При отработке технологии углеродно-вольфрамовых армирующих трикотажных полотен выявлена потеря углеродного компонента [2]. Это приводит к изменению процентного состава компонентов в составе армирующего материала, снижению линейной плотности комбинированной нити и поверхностной плотности трикотажа. При создании особо ответственных конструкций необходимо обеспечить постоянные параметры материала. Повреждение углеродного компонента также приводит к снижению физико-механических характеристик трикотажных материалов. На основании вышеизложенного необходимо провести исследование изменения свойств комбинированных нитей в процессе вязания.

В работе исследовалось влияние технологического процесса вязания на характеристики жесткости комбинированных нитей. Исследование проводилось на основе определения жесткости комбинированной

нити на растяжение до и после технологического процесса вязания. Для экспериментально-аналитического определения жесткостей нити на растяжение был использован метод свободных колебаний (вертикальный подвес) – как наиболее простой при исследовании многокомпонентных нитей сложных структур.

Жесткость на растяжение определяется по формуле:

$$C = (2\pi T)^2 ML,$$

где L – длина образца, м; M – масса груза, кг; T – период колебаний, равный условному периоду, $T = 2\pi/\omega$ – условный период затухающих колебаний, определенный из экспериментальных записей.

Исследовались комбинированные нити трех вариантов, различной линейной плотности, содержание вольфрамового компонента оставалось постоянным 45%. Исследовалась жесткость исходной нити и нити после процесса вязания трикотажных полотен переплетениями фанг, полуфанг, ластик. Результаты эксперимента представлены в табл. 1 (жесткость при растяжении комбинированных нитей до и после вязания) и на диаграмме изменения относительной жесткости нити на растяжение для переплетений ластик, фанг, полуфанг (рис. 1).

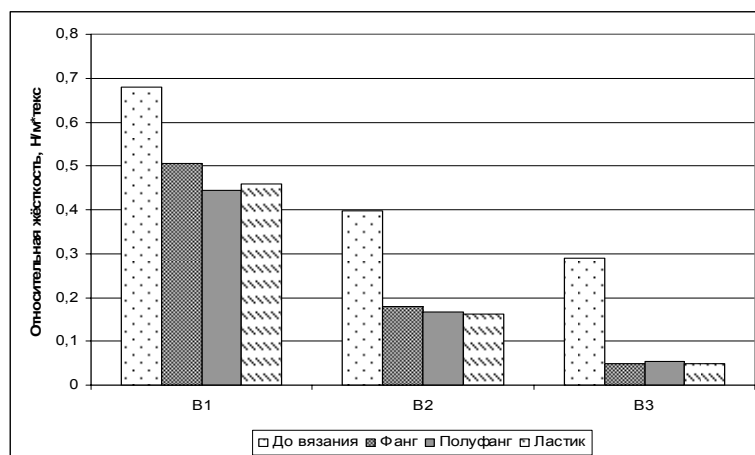


Рис. 1

Таблица 1

Переплетение Варианты	Полуфанг			Фанг			Ластик		
	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
1. Линейная плотность комбинированной нити, текс	505,6	901,1	1322	505,6	901,1	1322	505,6	901,1	1322
2. Жесткость исходной нити, Н/м	345,2	358,6	383,3	345,2	358,6	383,3	345,2	358,6	383,3
3. Относительная жесткость, Н/текс	0,68	0,398	0,29	0,68	0,398	0,29	0,68	0,398	0,29
4. Линейная плотность комбинированной нити после вязания, текс	484,5	860	1243	476	861,5	1267	463	860	1279
5. Жесткость нити после вязания, Н/м	214,6	142,5	68,8	241,1	153,9	62,2	211,9	139	62,06
6. Относительная жесткость нити после вязания, Н/текс	0,443	0,166	0,055	0,506	0,179	0,049	0,458	0,162	0,049
7. Отклонение относительной жесткости на растяжение после вязания от номинальной, %	34,8	58,3	81,0	25,59	55,03	83,1	32,6	59,3	83,1

В результате эксперимента установлено:

– с увеличением линейной плотности исходной комбинированной нити в 2,6 раза ее жесткость на растяжение до вязания увеличивается на 11%, однако относительная жесткость уменьшается в 2,34. Данный вывод вполне закономерный, так как изменение линейной плотности осуществлялось при постоянном процентном содержании компонентов и на продольные деформации значительного влияния не оказывает;

– как абсолютная, так и относительная жесткость комбинированной нити после вязания резко уменьшаются с увеличением линейной плотности, соответственно абсолютная – в 3,1...3,9 раза и относительная – в 8...10,3 раза, что свидетельствует о серьезных разрушениях комбинированных нитей в процессе вязания.

Трикотаж вырабатывался на одной ма-

шине без изменения ее класса, а следовательно, нить большей линейной плотности находится в более экстремальных условиях, то есть соотношение диаметров поверхности рабочих органов и диаметра нити приближается к критическому значению. Рекомендуется при переработке комбинированных нитей большой линейной плотности снижать до минимально возможного класс трикотажной машины.

С увеличением линейной плотности комбинированной нити увеличивается ее жесткость. Следовательно, процесс кулирования требует большее усилие оттяжки. Это, в свою очередь, увеличивает нагрузку на саму нить и вызывает большую остаточную деформацию и, как следствие, "перерезание" вольфрамовым компонентом углеродной нити и ее потерю. После роспуска трикотажа нить приобретает свойства пружины. С увеличением линейной

плотности эти свойства имеют более ярко выраженный характер.

Наибольшая потеря жесткости наблюдается у трикотажа ластичного переплетения. В процессе вязания ластика нить претерпевает больший изгиб, по сравнению с прессовыми переплетениями (фанг), у которых глубина кулирования меньше, поэтому наиболее жесткие нити рекомендуется перерабатывать с использованием прессовых переплетений.

ВЫВОДЫ

1. Определение предельных значений падений жесткости нити при растяжении позволит прогнозировать поведение нити и установить оптимальные технологические параметры заправки трикотажного оборудования.

2. Метод позволяет судить не только о жесткости комбинированных нитей, но и дает возможность прогнозировать поведе-

ние комбинированной нити той или иной структуры при изгибающих нагрузках (жесткости при изгибе) во время процесса вязания.

3. Метод дает сравнительную характеристику при исследовании возможности использования различных нитей в трикотажном производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Согр Т.И.* Оценка изменения механических свойств нитей в процессе производства трикотажных полотен: Дис...канд. техн. наук. – Благовещенск, 1998.

2. *Коржева И.А.* Влияние технологического процесса вязания на разрывные характеристики комбинированной нити // Сб. научн. тр. молодых ученых КГТУ. – Кострома, КГТУ. Вып. 2, 2006.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов КГТУ. Поступила 30.06.08.

УДК 687.256:531.78

РАЗРАБОТКА КЛАССИФИКАЦИИ КОРСЕТНЫХ ИЗДЕЛИЙ*Н.Л. КОРНИЛОВА***(Ивановская государственная текстильная академия)**

Основной функцией корсетных изделий является придание определенной формы телу потребителя. Так, применение корсетных изделий бельевого назначения обусловлено стремлением придания телу женщины модного силуэта, ортопедического назначения – придания определенной формы торсу с целью достижения определенного лечебного эффекта. Таким образом, основным функциональным признаком, характеризующим корсетные изделия всех видов, можно считать достижение заданного корректирующего эффекта.

Существующая классификация корсетных изделий [1] подразделяет их на две группы: косметические и лечебно-бандажные. Косметические, в свою очередь, подразделяются на поясные и бюстгальтерные. Далее перечисляются виды изделий. Такая классификация не дает полного представления о конструктивных особенностях изделий разных видов и областях их использования.

В то же время каждое корсетное изделие отличается от других не только модельными особенностями (количеством линий членения, оформлением верхнего и нижнего краев, расположением застежки), но, в первую очередь, наличием обязательных элементов конструкции, присущих данному конкретному виду изделий и предназначенных для реализации конкретной корректирующей функции. Таким образом, в основу классификации корсетных изделий должен быть положен реализуемый корректирующий эффект и обеспечивающие его конструктивные элементы, выявление которых возможно на основе

изучения структурно-функционального построения корсетных изделий.

Структурный анализ корсетных изделий с позиций обеспечения корректирующего эффекта проведен по схеме: назначение изделия – корректируемый недостаток фигуры – метод коррекции – участок торса, на который направлена коррекция – корригирующий элемент конструкции – опорный элемент конструкции (предназначен удерживать корригирующий элемент в заданном положении) (рис. 1 – схема структурного анализа).

Из данной схемы видно, что каждому подлежащему коррекции корсетным изделием недостатку соответствует свой метод коррекции, который может быть охарактеризован как требуемый корректирующий эффект. По виду оказываемого воздействия корсетные изделия могут быть разделены на корригирующие, ограничивающие, поддерживающие, моделирующие и маскирующие. Набор конструктивных элементов характерен для каждого вида изделий и определяется видом воздействия и предполагаемой областью коррекции. При этом определенные виды изделий, такие как корсет, грация, могут иметь не одну, а несколько корректируемых областей за счет сочетания различных конструктивных элементов (например, стропа + чашка). Представленная схема может быть использована для разработки конструктивных решений корсетов, обеспечивающих достижение различных, в том числе комбинированных, корректирующих эффектов.

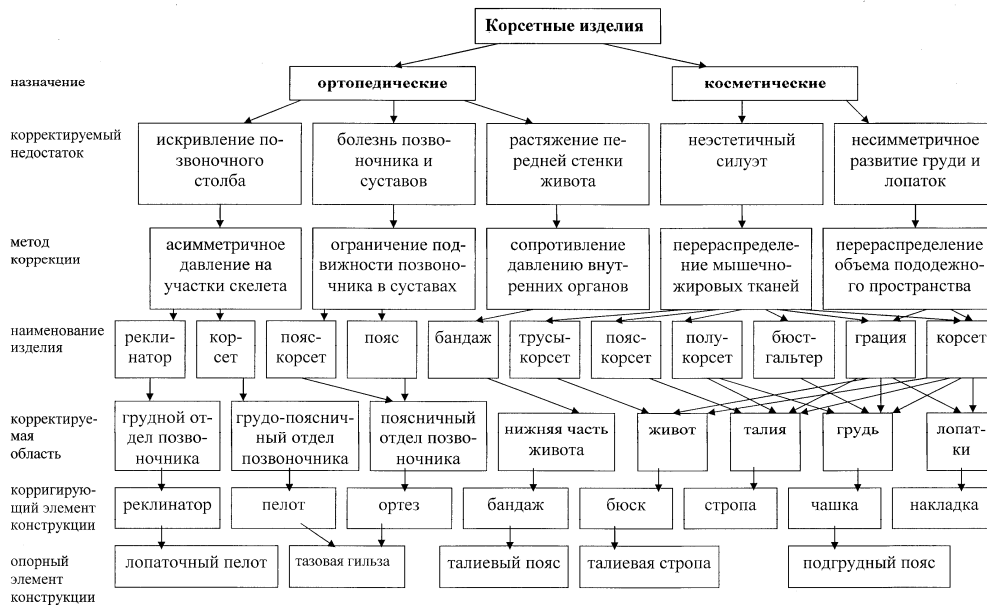


Рис. 1

Таким образом, основными классификационными признаками корсетных изделий являются корректирующий эффект и

область направления корректирующего воздействия.

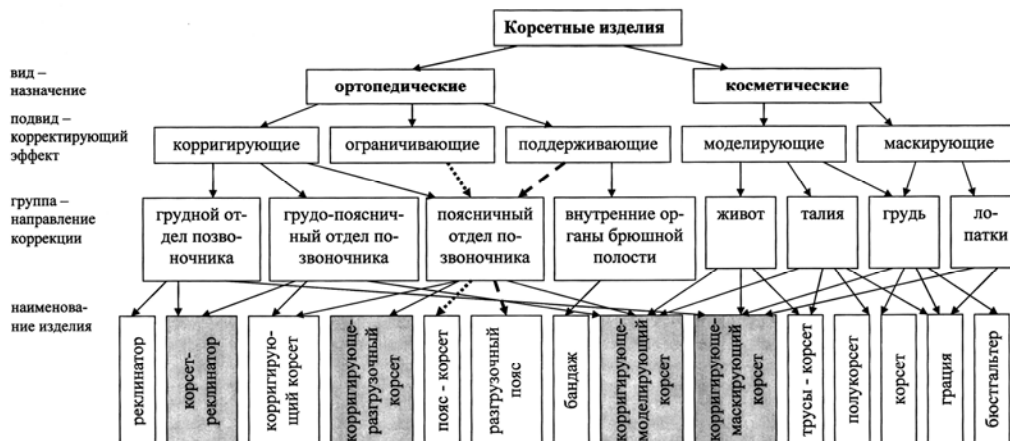


Рис. 2

Схематическое изображение предлагаемой классификации корсетных изделий представлено на рис.2. Данная схема может быть положена в основу алгоритма выбора корсетного изделия для реализации заданного набора корректирующих эффектов и открывает возможности для проектирования новых конструкций корсетных изделий с комбинированными функциями (на рисунке выделены цветом).

ВЫВОДЫ

Разработана классификация корсетных изделий с позиций обеспечения коррек-

рующего эффекта, основанная на анализе видов воздействия и конструктивных элементов. Ее использование открывает возможности для проектирования новых конструкций корсетных изделий с комбинированными функциями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипова А.И. Технология и конструирование корсетных изделий. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

Рекомендована кафедрой технологии швейных изделий. Поступила 30.06.08.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОСТЮМНЫХ ТКАНЕЙ

О.Г.ЕФИМОВА, Г.В.КОЛОТИЛОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

Текстильные материалы с использованием полиуретановых нитей (ПУ) и текстурированных нитей обладают широкой ассортиментной предназначенностью и необходимы практически для всех групп современной одежды. Кроме того, способность растяжимых нитей к варьированию в широком спектре заданных параметров (различной усадочности, структуры поверхности, визуальных эффектов, способности перерабатываться с разными волокнами) открывает неограниченные перспективы для мобильного реагирования на изменение моды.

Целью работы является исследование технологических свойств костюмных тканей с эффектом эластичности и составление рекомендаций для швейных предприятий по учету свойств эластичных тканей в процессе переработки.

Первоначально была разработана и предложена экспертам к ранжированию номенклатура технологических свойств материалов с эффектом эластичности, которая включала 18 показателей. Наиболее значимые технологические свойства материалов с эффектом эластичности приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование свойства	Коэффициент весомости
Изменение линейных размеров после многократных ВТО	0,117
Волокнистый состав тканей	0,099
Эластичность (упругая + эластическая доли деформации)	0,099
Изменение линейных размеров после ВТО	0,099
Соотношение долей деформации при одноцикловом растяжении	0,090
Плотность ткани	0,081
Стягивание шва строчкой (уработка)	0,072
Раздвижка эластичных нитей в шве	0,072

Исследование технологических свойств тканей с эффектом эластичности проводилось на образцах тканей, предоставленных

ЗАО "Фронт", г. Можайск, и ЗАО "Александрия", г. Краснодар, характеристика которых представлена в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Номер образца	Поверхностная плотность, г/м ²	Волокнистый состав нитей	Линейная плотность нитей, текс		Число нитей на 10 см	
			по основе	по утку	по основе	по утку
1	313	НПэф текстурированные	31,4	42,0	659	257
2	226	НПэф текстурированные	22,0	20,4	687	365
3	212	НПэф текстурированные	26,5	27,7	429	356
4	244	НПэф текстурированные НПУ монопнити ПрВВис	32,5	64,2	276	240
5	228	НПэф текстурированные	79,4	40,5	158	254
6	230	НПэф текстурированные НПУ монопнити	30,9	26,5	450	343
7	246,5	НПэф текстурированные НПУ монопнити	31,7	26,0	471	374
8	264,0	Пр: ВШрс70%+ ВНитр30%	47,0	48,5	201	252

Примечание. НПэф – нити полиэфирные, НПУ – нити полиуретановые, Пр – пряжа, ВШрс – волокна шерстяные, ВНитр – волокна нитроновые.

На начальном этапе исследований по органолептической оценке образцы 8 и 5 было принято считать обычными (неэластичными), а остальные – в той или иной степени эластичными.

Для испытаний были использованы как

известные [2], так и новые [3] средства измерений – эластомер МК. В табл.3 приведены результаты испытаний механических свойств образцов тканей по основным и уточным нитям.

Т а б л и ц а 3

Номер образца	Направление исследования	Удлинение при разрыве, %	Общая деформация растяжения, %	Относительный показатель эластичности, %
1	о	76,3	4,6	15,3
	у	68,3	14,3	25,3
2	о	69,3	7,3	15,5
	у	57,5	6,9	16,2
3	о	108,7	16,0	23,3
	у	109,8	20,8	22,5
4	о	123,3	24,6	62,7
	у	33,3	5,5	13
5	о	61,0	4,2	13,7
	у	62,0	7,8	16
6	о	117,7	26,3	50,8
	у	88,0	22,8	35,8
7	о	133,7	25,7	45,5
	у	85,5	24,9	38,8
8	о	43,7	3,7	13,5
	у	41,5	6,18	14,3

П р и м е ч а н и е. о – основа, у – уток.

Данные табл. 3 показывают наличие зависимости между общей деформацией растяжения материалов, удлинением при разрыве и удлинением, полученным на эластомере МК. Эластомер – МК позволяет быстро и объективно оценить растяжимость испытуемых тканей.

На следующем этапе были проведены исследования по оценке изменения линейных размеров (ИЛР) в процессе однократной и многократной ВТО в соответствии с [1]. Полученные результаты представлены в табл.4.

Т а б л и ц а 4

Номер образца	Значения ИЛР (%) после ВТО			
	однократной		многократной	
	по основе	по утку	по основе	по утку
4	-3,10	-0,90	-5,35	-1,60
1	-0,50	-0,85	-1,00	-1,70
3	-1,20	-0,45	-2,80	-1,15
5	-0,45	-0,05	-0,75	-0,20
2	-0,10	-0,15	-0,80	-0,85
7	-0,65	-0,40	-1,50	-0,90
6	-0,45	-0,35	-1,00	-0,80
8	-0,85	-0,75	-1,75	-1,30

Кроме этого дополнительно проведены исследования по оценке ИЛР после тепловой обработки (термодублирования) трех образцов эластичных тканей 1, 7, 8 в соответствии с [1]. Полученные результаты представлены в табл.5.

Анализ полученных результатов выявил, что одноцикловая ВТО выбирает

50% возможной усадки эластичных материалов (и по основе, и по утку), а тепловая обработка – по основе в среднем 40%, по утку 37%. При разработке рекомендаций к технологическому процессу наибольший интерес представляет ВТО ввиду более динамического устранения усадки материалов при ее осуществлении.

Таблица 5

Номер образца	Направление исследования	ИЛР после однократной ТО, %	ИЛР после многократной ТО (%) при циклах		
			одном	двух	трех
1	о	-0,82	-1,27	-1,64	-1,80
	у	-1,00	1,55	-2,14	-2,41
7	о	-0,41	-0,68	-0,45	-1,14
	у	-0,13	-0,27	-0,50	-0,60
8	о	-0,50	-0,86	-1,05	-1,32
	у	-0,50	-0,77	-0,91	-1,05

Примечание. о – основа, у – уток.

С целью исследования растяжимости эластичных тканей, прошедших многократную ТО, были взяты пробы двух об-

разцов и для них определены одноцикловые характеристики. Результаты испытаний приведены в табл. 6.

Таблица 6

Номер образца	Направление исследования	Значения характеристик, %				
		$\epsilon_{\text{общ}}$	$\epsilon_{\text{д}}$	$\epsilon_{\text{э}}$	$\epsilon_{\text{л}}$	$\epsilon_{\text{т}}$
4	о	23,50	19,75	0,38	3,38	20,13
	у	6,25	2,60	1,38	2,25	3,98
7	о	25,40	16,50	2,45	6,12	19,25
	у	23,0	14,60	3,50	4,90	18,10

Примечание. о – основа, у – уток.

Образцы 4 и 7 были выбраны в связи с тем, что в своей структуре содержат ПУ нити. По основе у обоих образцов наблюдается изменение характера растяжения: упругая деформация уменьшилась в два раза, а пластическая увеличилась на 0,33. По утку картина осталась неизменной.

Результаты проведенных исследований показали, что после ТО общая деформация практически не меняется. Доля ее упругой компоненты по основе уменьшается, а эластического и пластического – возрастает, так как под воздействием тепла наблюдается снижение упругих свойств материала, содержащего ПУ нити. Таким образом, многократное тепловое воздействие приводит к ухудшению свойств эластичных тканей: снижению эластичности, изменению цвета.

Для проведения испытаний по уработке материала в строчке были выбраны образцы материалов, относящиеся к первой, второй и третьей группам растяжимости. Из третьей группы были взяты два образца материалов: образец 4 – эластичный в одном направлении, образец 6 – биэластичный.

Из каждого образца материалов вырезаны пробы размером 380x90 и 380x130 и стачаны по длинным сторонам с частотой четыре стежка в 1 см и с частотой пять стежков в 1 см в направлении основы и утка на универсальной швейной машине 1022 класса. Для каждой пробы в направлении основы и утка были рассчитаны посадка и стягивание материала, результаты испытаний которых представлены в табл. 7.

Таблица 7

Номер образца	Испытание в направлении	Значение характеристик					
		четыре стежка в 1 см			пять стежков в 1 см		
		посадка, %	стягивание верхнего материала, %	стягивание нижнего материала, %	посадка, %	стягивание верхнего материала, %	стягивание нижнего материала, %
1	2	3	4	5	6	7	8
4	основа	2,40	-1,80	0,50	2,10	-2,00	0,10
	уток	1,20	-0,15	1,10	1,20	-0,30	1,10
6	основа	3,60	-1,70	1,85	1,60	-1,10	0,50
	уток	1,70	-0,80	1,00	2,10	-0,80	1,30
1	основа	2,30	0,15	2,40	1,70	0,70	2,40
	уток	3,70	-1,45	2,25	3,30	-1,10	2,20
8	основа	1,50	0,50	2,05	1,50	0,40	2,00
	уток	1,20	-0,05	1,15	1,20	0	1,40

Исходя из результатов испытания образцов по уработке материала в шве видно, что уработка растяжимых материалов в шве (и при наличии эластановых нитей в структуре ткани – образцы 4 и 6, и при наличии текстурированных нитей в ткани – образец 1) превышает уработку материалов, относящихся к нерастяжимым – образец 8.

При выполнении строчки с частотой четыре стежка в 1см уработка по всем образцам выше, чем при выполнении строч-

ки с частотой пять стежков в 1 см, то есть увеличение числа стежков на 1см строчки приводит к снижению уработки материала в шве.

Для оценки раздвигаемости нитей в швах использовалась стандартная методика [2]. Характеристикой устойчивости ткани к раздвигаемости нитей в шве принято усилие, вызывающее сдвиг нитей в шве на 4 мм (по 2 мм с двух сторон шва). Результаты испытаний представлены в табл.8.

Т а б л и ц а 8

Номер образца	Направление исследования	Усилие, вызывающее сдвиг нитей в шве на четыре мм, даН	Оценка
4	о	21,9	нераздвигаемы
6	о	23,3	нераздвигаемы
	у	23,8	

П р и м е ч а н и е. о – основа, у – уток.

При проведении испытаний раздвижки нитей в швах ("уход эластановых нитей") не наблюдается. В нормативной документации отсутствуют регламентированные значения по раздвижке нитей в швах, однако в научной литературе рекомендуемые значения указаны в [2] и соответствуют следующим величинам: менее 7 кг (~ 7 даН) – раздвигаемы; более 7 кг (~ 7 даН) – нераздвигаемы.

Результаты испытаний показали, что исследуемые образцы материалов устойчивы к раздвижке, так как усилие, вызывающее сдвиг нитей в шве, гораздо больше 7 даН.

ВЫВОДЫ

1. Разработана номенклатура технологических свойств материалов с эффектом эластичности.

2. Одноцикловая ВТО выбирает 50% возможной усадки эластичных материалов (и по основе, и по утку), а один цикл тепловая обработка – в среднем 40%.

3. Многократное тепловое воздействие приводит к ухудшению свойств эластичных тканей: снижению эластичности, изменению цвета.

4. Увеличение числа стежков на 1см строчки приводит к снижению уработки материала в шве.

ЛИТЕРАТУРА

1. ОСТ 17-790–85. Материалы текстильные. Метод определения изменения линейных размеров после влажно-тепловой обработки.

2. Бузов Б.А. Практикум по материаловедению швейного производства: Учеб. пособие для студентов высших учебных заведений/ Б.А.Бузов, Н.Д.Алыменкова, Д.Г.Петропаловский. – М.: Издательский центр "Академия", 2003.

3. Колотилова Г.В., Ефимова О.Г., Маранина М.А., Коротина О.А. Исследование технологических свойств костюмных тканей с эффектом эластичности // Сб. мат. Междунар. научн.-техн. конф.: Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс-2005). Часть 1. – Иваново: ИГТА, 2005.С.185...186.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения. Поступила 30.06.08.

УДК 677.052 + 621.85.01

**О ПЕРСПЕКТИВАХ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛОСКОРЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ
В БЫСТРОХОДНОЙ ЧАСТИ ПРИВОДА
ПРЯДИЛЬНОЙ САМОКРУТОЧНОЙ МАШИНЫ***

Р.Н. ЦВЕТКОВ, Г.М. ГОРЯЧКИН

(Костромской государственной технологической университет)

В работе [1] показана актуальность проблемы по замене высокоскоростных зубчатых передач привода прядильных самокруточных машин на менее шумные, например, передачи зубчатым ремнем. Однако приведенный анализ геометрической точности и жесткости элементов головной передачи машины ПСК-225-ШГ2 показал, что реализация данной концепции в рамках существующей конструкции опор валов практически невозможна.

Работы, выполненные за прошедшие годы на кафедре ДМ и ПТУ Костромского государственного технологического университета, позволяют вернуться к идее создания малошумной и значительно менее трудоемкой конструкции головной передачи. Для этого имеется следующее основание.

Разработанный компактный и малошумный привод 1 (рис. 1 – схема плоскоременной передачи к рабочим валам) рабочих цилиндров вытяжного прибора обеспечивает постоянство передаточных отношений в зоне вытягивания волокнистого продукта [2], [3]. В связи с этим на первый план встает задача создания механической передачи гибкой связью между выпускным 2, тянущим 3 и мотальным 4 валами, обеспечивающими нагон в зоне формирования крутки аэродинамическим крутильным устройством (АКУ) и необходимое натяжение пряжи в зоне намотки. Конечно, при условии выполнения рекомендаций [1] здесь возможно использовать и передачу зубчатым ремнем. Однако исследования, выполненные совместно с ООО "Костромское СКБТМ", показали, что приемлемая надежность привода достигается лишь при применении зубчатых ремней с достаточно крупным модулем зуба, равным 2,5...3,0 мм. Кинематические расчеты показывают, что такое решение не позволит, изменяя на один зуб число зубьев шкивов, обеспечить паспортные, технологически заданные интервалы регулирования значений нагона в зоне формирования крутки (не более 1%) и натяжения в зоне намотки (не более 0,8%).

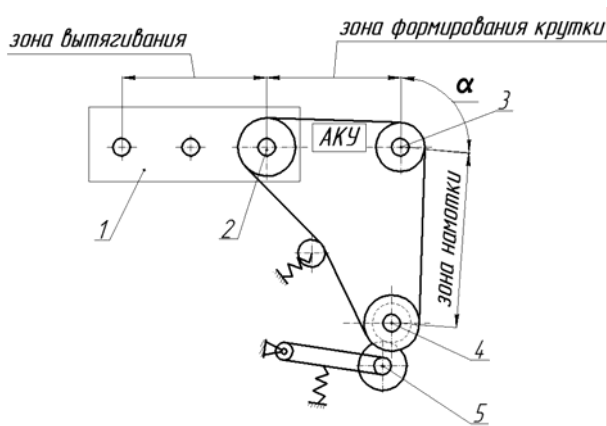


Рис. 1

*Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук А.А. Телицына.

Вследствие этого целью данной работы является анализ возможностей применения во вновь проектируемом оборудовании в качестве гибкой связи плоского ремня, поскольку это решение позволяет обеспечивать любой интервал регулирования номинальных значений нагона и натяжения за счет установки сменных шкивов любого необходимого диаметра.

Использование такого технического решения возможно и на действующем оборудовании. В настоящее время предприятием, широко использующим в технологической цепочке производства объемной пряжи самокруточный способ формирования, является ЗАО "Суворовская нить". Здесь в двухсменном режиме эксплуатируются более 400 машин ПСК-225-ШГ2, вырабатывающих потенциально объемную самокрученную пряжу со скоростью выпуска 175 метров в минуту. Передача вращения к быстроходным рабочим валам на этих машинах осуществляется при помощи чередующихся стальных и пластмассовых зубчатых колес. Недостаточная долговечность пластмассовых зубчатых колес приводит к значительным затратам на изготовление новых и к простоям

оборудования. Применение передачи плоским ремнем позволит устранить эту проблему. Однако для принятия такого решения следует сначала убедиться в том, что замена передач, обеспечивающих постоянство передаточных отношений (зубчатых) на ременные, не обладающие этим свойством, не отразится на качественных показателях вырабатываемой пряжи. Для этого нами был проведен эксперимент в условиях действующего производства ЗАО "Суворовская нить". Вырабатывалась самокрученная пряжа из полиакрилонитрильных волокон линейной плотностью 27 текс × 2. при параметрах заправки согласно утвержденным "Нормам технологического режима". Переменным фактором явилось значение нагона в зоне формирования крутки. Контролировались значения абсолютной разрывной нагрузки пряжи (P, сН) и крутки (K, кручений на 1 м длины самокрученной пряжи). С целью обеспечения дополнительного влияния на процесс давление сжатого воздуха в крутильных (p_1 , МПа) и нитеформирующих (p_2 , МПа) камерах аэродинамического крутильного устройства (АКУ) устанавливалось на 3 уровнях.

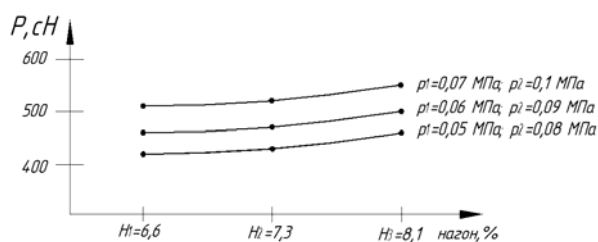


Рис. 2

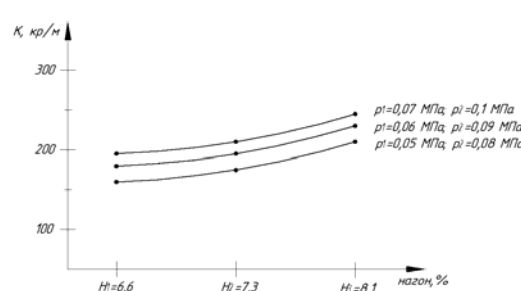


Рис. 3

Анализ полученных графических зависимостей, приведенных на рис. 2 (зависимость прочности пряжи от нагона) и рис. 3 (зависимость крутки пряжи от нагона), показывает, что при изменении величины нагона на 1,5% максимальное изменение разрывной нагрузки P составляет не более 40 сН, а максимальное изменение крутки - не более 60 кручений на метр, причем из графиков видно, что

эти отклонения от заданных номинальных (средних) величин могут быть легко устранены корректировкой значений давлений в крутильных и нитеформирующих камерах АКУ. Это позволяет считать величину проскальзывания ремня не более 1,5% приемлемой для технологического процесса. Разумеется, для модернизации машин планируется использовать современные плоские ремни

нового поколения, например, CHIORINO, HABASIT, AMMERAAL [4]. Они обладают высокой стойкостью к истиранию, обеспечивают высокий и постоянный коэффициент трения. Тяговая способность обеспечивается эластомерным покрытием. Данные ремни предназначены, в том числе, и для работы с несколькими шкивами. Все это дает основание полагать, что ремни нового поколения повысят надежность головной передачи, а упругое проскальзывание, во всяком случае, не превысит приемлемые 1,5 %.

Относительно обеспечения требуемого качества цилиндрической паковки 5 (рис.1), на которое наибольшее влияние оказывает недостаточное натяжение в зоне намотки, однозначного вывода сделать пока нельзя, так как для этого, по большому счету, требуется проведение натурного эксперимента в производственных условиях с контролем прохождения технологического процесса на последующих переходах (терморелаксация потенциально-объемной пряжи и перемотка в конические бобины на мотальном автомате). Тем не менее, риск возникновения проблемы возможно минимизировать уже на стадии проектирования. Из рис.1 видно, что наиболее "проблемным" является шкив, установленный на тянущем валу 3, так как при установке плоскоремненной передачи на серийную машину ПСК-225-ШГ2 угол обхвата его ремнем (α) составляет немногим более 90° .

Однако если приводным сделать мотальный вал 4, то "отставание" шкива установленного на валу 3, приведет к увеличению нагона в зоне формирования крутки с одновременным увеличением натяжения в зоне намотки. С другой стороны, известно, что при увеличении нагона растет крутка пряжи в зоне формирования; это приводит к

увеличению упругого удлинения пряжи и, как следствие, к необходимости повышения значения натяжения в зоне намотки. Таким образом, особенности технологического процесса формирования-наматывания позволяют частично уменьшить влияние кинематической погрешности, вызванной повышенным проскальзыванием плоского ремня относительно шкива, расположенного на тянущем валу.

ВЫВОДЫ

1. Использование плоского ремня в высокоскоростной части привода прядильной самокруточной машины не приведет к ухудшению качества самокрученной пряжи по показателям разрывной прочности и крутки.

2. Для уменьшения влияния проскальзывания ремня на качество приемной паковки приводной шкив должен быть установлен на мотальном валу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Телицын А.А., Королев М.В., Горячкин Г.М. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995, №3.С.95...97.
2. Патент РФ 2068889 . Привод вытяжного прибора текстильной машины/ Телицын А.А., Выскварко В.Г., Филатова Н.И., Телицына Т.Н.– Оpubл. 1996.
3. Патент РФ 2155248 . Привод вытяжного прибора высокоскоростной текстильной машины / Телицын А.А., Миндовский С.К., Немцова Е.А., Горячкин Г.М., Филатова Н.И. – Оpubл. 2000.
4. Рекламные материалы ООО "ЕВРОТЭК" (г. Подольск).

Рекомендована кафедрой деталей машин и подъемно-транспортных устройств. Поступила 30.06.08.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТ И ФОРМ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ ВАЛОВ ДВУХВАЛКОВОГО МОДУЛЯ О-180

А.В. ПОДЪЯЧЕВ, Р.В. ЗАЙЦЕВ

(Костромской государственной технологической университет)

Динамические исследования собственных частот и форм свободных колебаний были проведены для валкового модуля отжимной машины О-180 с покрытием вала различной твердости при различных конструктивных исполнениях, а также при изменении усилия прижима валов с помощью специально разработанного алгоритма и программного обеспечения [1]. 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.

Анализ результатов спектра критических частот и форм свободных колебаний позволяет определить, когда возникают резонансные явления при различных исходных технологических и конструктивных параметрах.

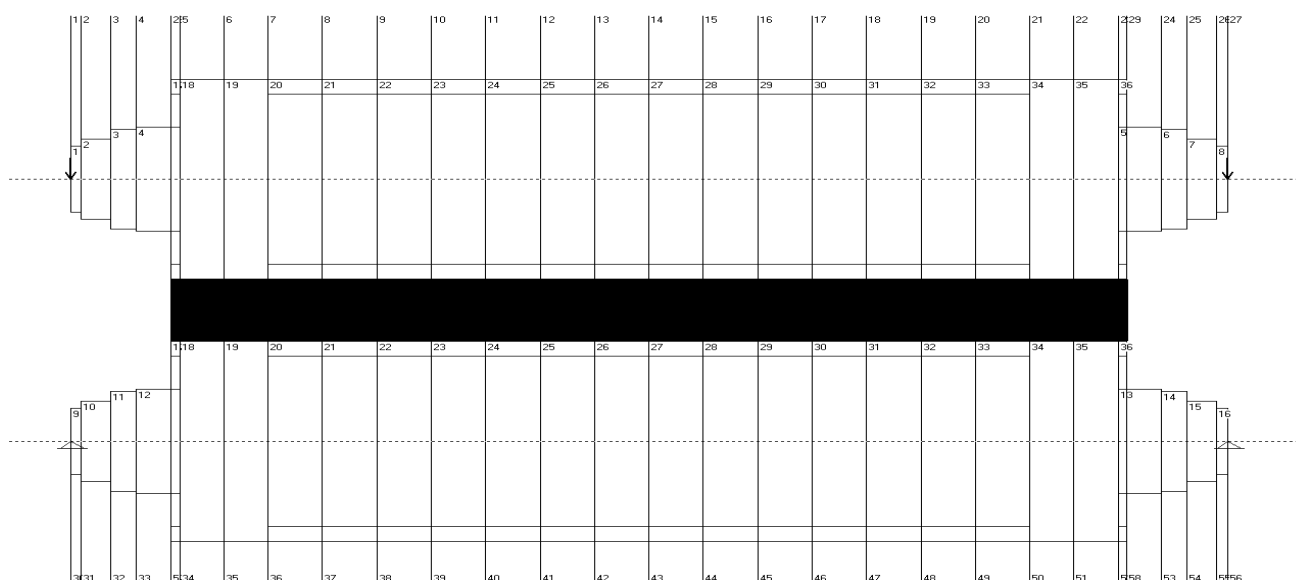


Рис. 1

Для исходного валкового модуля О-180 (рис. 1) проведен анализ частот свободных колебаний при изменении коэффициентов деформационного уравнения сложного упругого слоя:

$$q = A\delta^m, \quad (1)$$

где q – интенсивность нагрузки в жале

kH/m ; δ – сближение осей валов, мм; A и m – коэффициенты, зависящие от параметров эксперимента.

Изменяем коэффициенты уравнения (1) A – от 1 до 30 и m – от 1 до 4, а также изменяем нагрузку H на каждую из опор от 10000 до 20000 Н. Результаты представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

A	m	H	Конструктивное исполнение О-180	1-я частота, (об/мин)	2-я частота, (об/мин)
1	2,5	15000	Исходный О-180	1546	1827
			Измененный О-180 (увел. внутр. диаметра на 15 мм)	1653	1984
30	2,5	15000	Исходный О-180	3031	3231
			Измененный О-180 (увел. внутр. диаметра на 15 мм)	3160	3576
15	1	15000	Исходный О-180	2506	2677
			Измененный О-180 (увел. внутр. диаметра на 15 мм)	2609	2729
15	4	15000	Исходный О-180	2903	3093
			Измененный О-180 (увел. внутр. диаметра на 15 мм)	3208	3717
15	2,5	10000	Исходный О-180	2419	2548
			Измененный О-180 (увел. внутр. диаметра на 15 мм)	2635	2687
15	2,5	15000	Исходный О-180	2765	2772
			Измененный О-180 (увел. внутр. диаметра на 15 мм)	2905	3034
15	2,5	20000	Исходный О-180	2933	3045
			Измененный О-180 (увел. внутр. диаметра на 15 мм)	3063	3360

При изменении коэффициента деформационного уравнения сложного упругого слоя А – от 1 до 30 с шагом 1 (при средних значениях других технических параметров – $m = 2,5$ и нагрузки $H = 15000$ Н на каждую из опор) 1-я собственная частота увеличивается на 96 % и на 76,8 % – вторая. Анализ также показал, что частоты растут неравномерно, то есть если при начальных А увеличение частот происходит на 100...150 оборотов на каждом шаге, то на конечных А – на 20...30 оборотов при равномерном увеличении коэффициента А.

При изменении коэффициента деформационного уравнения сложного упругого слоя m – от 1 до 4 с шагом 0,1 (при средних значениях других технических параметров – $A = 15$ и нагрузки $H = 15000$ Н на каждую из опор) 1-я собственная частота увеличивается на 15,8 % и на 15,5 % – вторая. Анализ также показал, что частоты растут равномерно (на 20...30 оборотов на каждом шаге) при равномерном увеличении коэффициента m .

При изменении нагрузки H на каждую из опор от 10000 до 20000 Н с шагом 500 Н (при средних значениях других технических параметров – коэффициентов деформационного уравнения сложного упругого

слоя $A = 15$ и $m = 2,5$) 1-я собственная частота увеличивается на 21,2 % и на 19,5 % – вторая. Анализ также показал, что частоты растут равномерно (на 20...30 оборотов на каждом шаге) при равномерном увеличении нагрузки H .

При изменении конструктивных параметров, в частности, увеличение внутреннего диаметра рубашки валов на 15 мм, проведены аналогичные исследования. Результаты численного метода расчета спектра собственных частот свободных колебаний для измененного валкового модуля представлены в табл. 1.

При изменении коэффициента деформационного уравнения сложного упругого слоя А – от 1 до 30 с шагом 1 (при средних значениях других технических параметров – $m = 2,5$ и нагрузки $H = 15000$ Н на каждую из опор) получено, что критические режимы у измененного О-180 находятся выше на 5...10 % при таком же неравномерном росте на каждом шаге.

При изменении коэффициента деформационного уравнения сложного упругого слоя m – от 1 до 4 с шагом 0,1 (при средних значениях других технических параметров – $A = 15$ и нагрузки $H = 15000$ Н на каждую из опор) получено, что критиче-

ские режимы у измененного О-180 находятся выше на 5...10 % при таком же равномерном росте на каждом шаге.

При изменении нагрузки N на каждую из опор от 10000 до 20000 Н с шагом 500 Н (при средних значениях других технических параметров – коэффициентов деформационного уравнения сложного упругого слоя $A = 15$ и $m = 2,5$) получено, что критические режимы у измененного О-180 находятся выше на 5...10 % при таком же равномерном росте на каждом шаге.

Для исходного валкового модуля (рис. 1) проведен анализ форм свободных колебаний при изменении коэффициентов деформационного уравнения сложного упругого слоя A – от 1 до 30 и m – от 1 до 4, а также при изменении нагрузки N на каждую из опор от 10000 до 20000 Н. Резуль-

таты качественного изменения 1 и 2-й форм свободных колебаний представлены в табл. 2, 3.

При изменении коэффициента деформационного уравнения сложного упругого слоя A – от 1 до 30 с шагом 1 (при средних значениях других технических параметров – $m = 2,5$ и нагрузки $N = 15000$ Н на каждую из опор) качественного изменения форм (рис. 2, 3) не происходит.

При изменении коэффициента деформационного уравнения сложного упругого слоя m – от 1 до 4 с шагом 0,1 (при средних значениях других технических параметров – $A = 15$ и нагрузки $N = 15000$ Н на каждую из опор) качественного изменения форм также не происходит. Все комбинации форм свободных колебаний валов показаны на рис. 2 и 3.

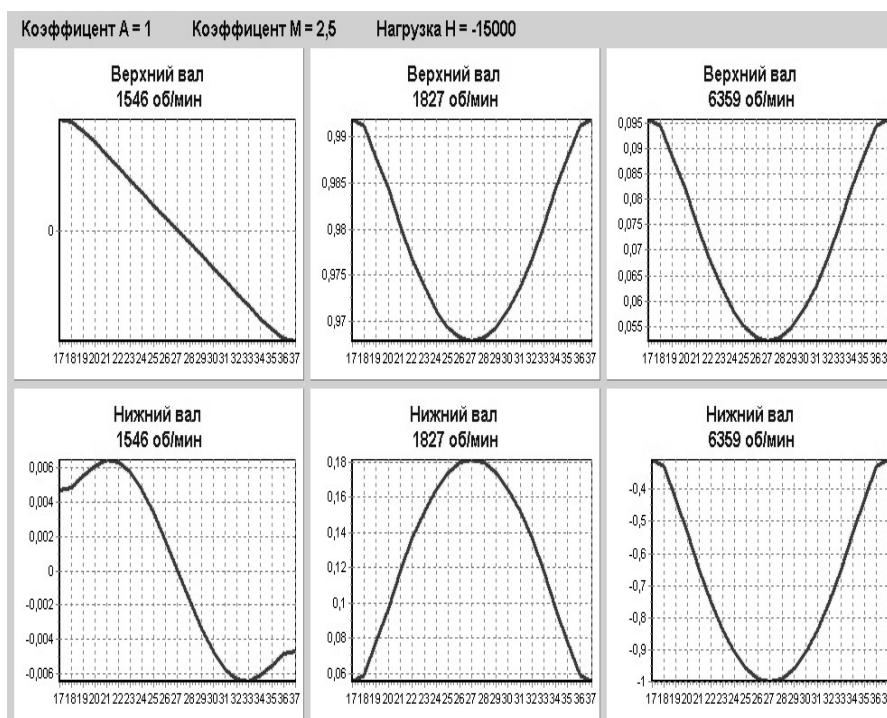


Рис. 2

При изменении нагрузки N на каждую из опор от 10000 до 20000 Н с шагом 500 Н (при средних значениях других технических параметров – коэффициентов деформационного уравнения сложного упругого слоя $A = 15$ и $m = 2,5$) формы свободных

колебаний не изменяются. Все комбинации видов форм показаны на рис. 2 и 3.

В табл. 2 показано качественное изменение 1-й формы свободных колебаний валов двухвалкового модуля отжимной машины О-180.

Таблица 2

A	m	H	Качественное изменение 1-й формы, об/мин	A	m	H	Качественное изменение 1-й формы, об/мин
9	2,5	15000	2471	15	3,5	15000	2971
10	2,5	15000	2528	15	3,8	15000	3043
11	2,5	15000	2582	15	4	15000	3093
14	2,5	15000	2723	15	2,5	10500	2458
15	2,5	15000	2765	15	2,5	11500	2532
17	2,5	15000	2843	15	2,5	14000	2702
15	2,1	15000	2694	15	2,5	14500	2734
15	2,7	15000	2803	15	2,5	16000	2825
15	2,9	15000	2842	15	2,5	18000	2939
15	3	15000	2863	15	2,5	19500	3019
15	3,4	15000	2949	15	2,5	20000	3045

В табл. 3 показано качественное изменение 2-й формы свободных колебаний

валов двухвалкового модуля отжимной машины О-180.

Таблица 3

A	m	H	Качественное изменение 2-й формы, об/мин	A	m	H	Качественное изменение 2-й формы, об/мин
15	2,5	15000	2772	15	2,6	15000	2779
18	2,5	15000	2840	15	2,9	15000	2802
20	2,5	15000	2879	15	2,5	15500	2791
22	2,5	15000	2915	15	2,5	16500	2826
30	2,5	15000	3031	-	-	-	-

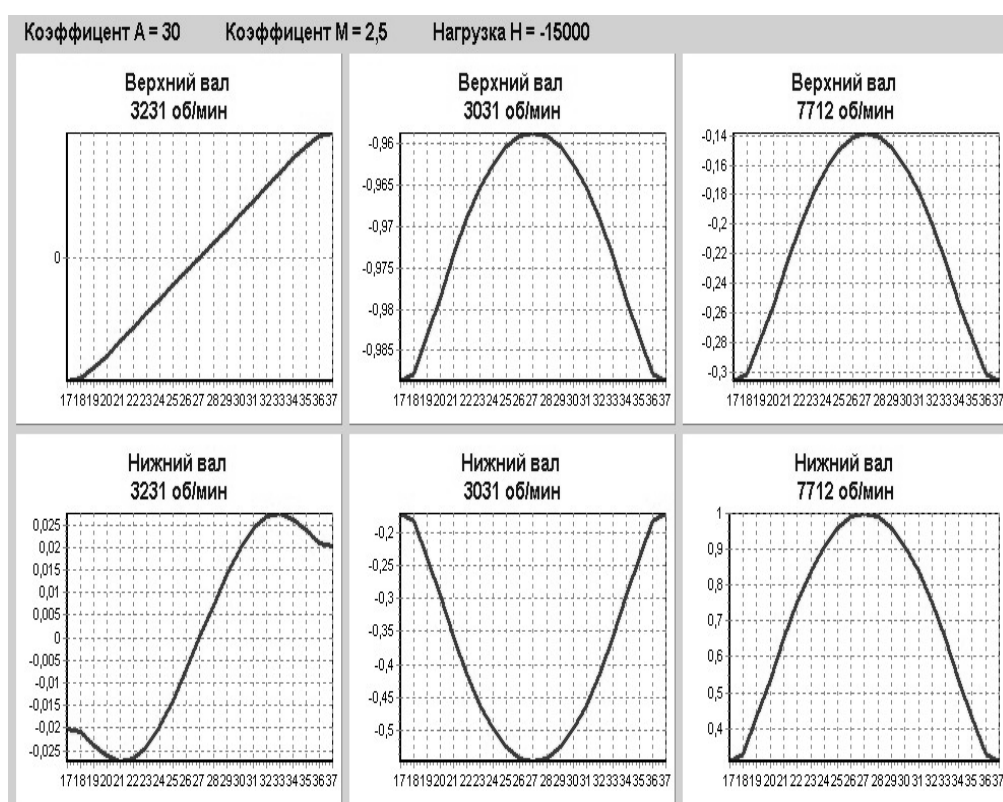


Рис. 3

При изменении конструктивных параметров валкового модуля, в частности, увеличение внутреннего диаметра рубашки валов на 15 мм, проведены аналогичные исследования. Формы, а также качественное изменение форм у измененного валкового модуля идентичны начальному О-180.

ВЫВОДЫ

1. При анализе результатов расчетов спектра частот свободных колебаний выявлено, что увеличение жесткости покрытия оказывает первостепенное влияние на изменение критической частоты валов двухвалкового модуля вне зависимости от конструктивного оформления валкового модуля.

УДК 677 05.11

КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ МЕХАНИЗМОВ НАГРУЖЕНИЯ ВЫТЯЖНЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА

В.В. СМЕЛЬСКИЙ, Ф.И. ГРУЗДЕВ

(Костромской государственный технологический университет)

На прядильно-приготовительном оборудовании для переработки льняного волокна применяются следующие типы систем нагружения на нажимные валики вытяжных приборов: грузовая система – на ровничных машинах типа "Мэки", на раскладочных машинах РП-500-Л, на головках чесальных машин Ч-600-Л; пружинная система – на ровничных машинах РН-216-Л, РОН-216-Л; пневматическая система – на ровничных машинах Р-216-Л, Р-216-ЛО и РМ-216-Л, на льняных ленточных машинах марок ЛЧ-4,3,2-Л1 и ЛЦ-3,2,1-Л. На питающих цилиндрах применяются обычно грузовые валики, которые осуществляют прижим перерабатываемой ленты за счет собственного веса [1].

На современных прядильных машинах мокрого прядения применяют два типа систем нагружения: пружинная – на

2. Конструктивное исполнение валов неоднозначно влияет на критические режимы, что говорит о целесообразности продолжения работ по совершенствованию конструкций валов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мартышенко В.А., Подъячев А.В., Зайцев Р.В.* Алгоритм расчета спектра частот и форм свободных колебаний валов двухвалкового модуля // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №4С.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 30.06.08.

ются рифлеными на прядильных машинах для увеличения контактной зоны взаимодействия с ровницей. Нажимные валики на вытяжных цилиндрах имеют эластичное покрытие, за счет чего обеспечивается лучший контроль элементарных волокон в

поле сил трения вытяжной пары.

Во всех случаях нагрузка на ось нажимного валика той или иной машины передается через систему рычагов и тяг, то есть через механизм нагружения.

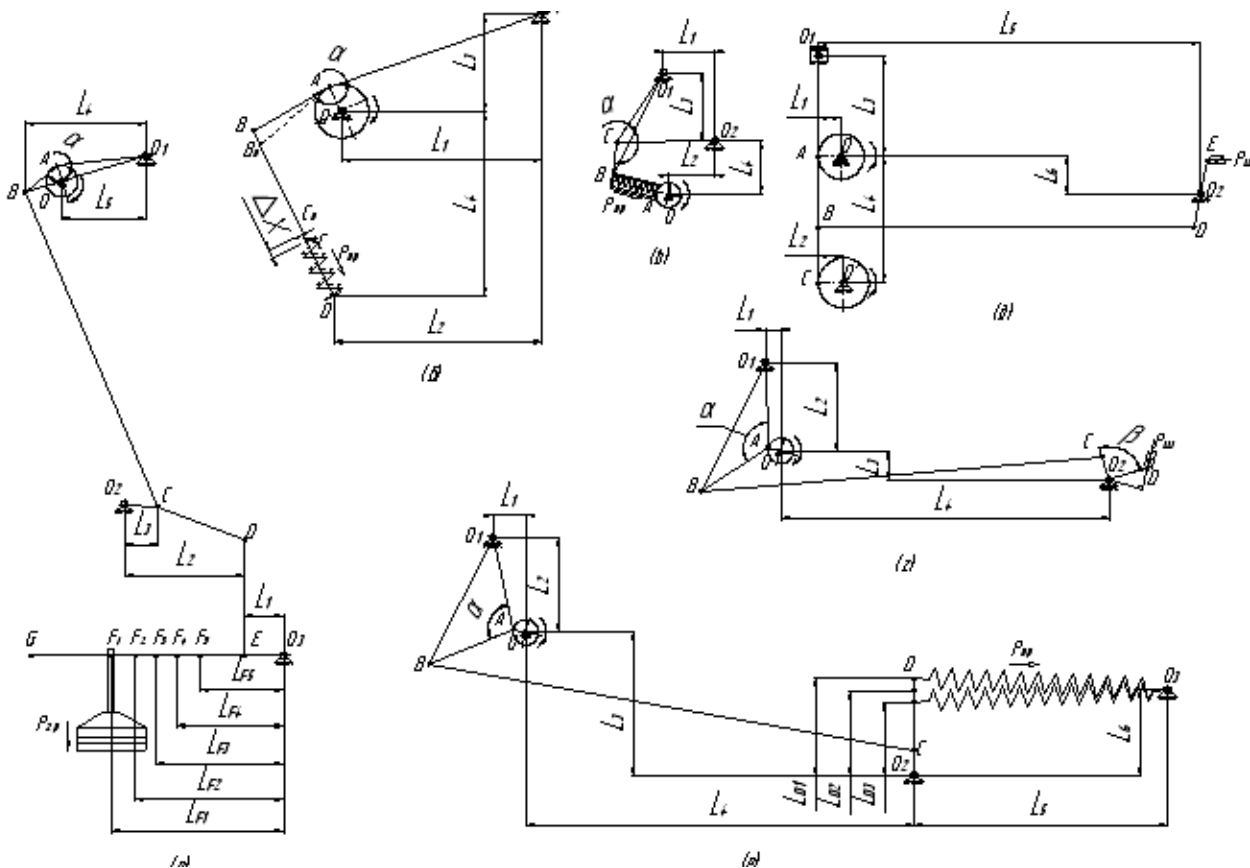


Рис. 1

Приведем основные кинематические схемы рычажных систем механизмов нагружения вытяжной пары (рис. 1: а) – на выпускной головке Ч-460-Л1; б) – на ровничной машине РОН-216-Л3; в) – на нажимной валик питающего цилиндра ПМ-88-Л5/8/10; г) – на нажимной валик выпускного цилиндра ПМ-88-Л8; д) – на нажимной валик выпускного цилиндра ПМ-114-Л8; е) – на нажимной валик выпускного цилиндра ПМ-88-Л10). По классификационным параметрам все механизмы можно отнести к шарнирно-рычажно-кулачковым механизмам с подвижным кулачком.

В каждом случае в точке О на всех схемах располагается ось нажимного валика.

Для удобства последующего анализа работы механизма примем, что перемещение звена O_1A (рис. 1-а) осуществляется за счет вращения "кулачка" эллипсной формы вокруг одного из его полюсов, совпадающих с центром оси нажимного валика. При этом величина перемещения оси, вызванная поворотом "кулачка" равна реальной величине его перемещения, вызванная износом покрытия, эллипсностью формы валика, формой рифлей цилиндров и другими указанными факторами.

При наличии одного или нескольких указанных условий в механизме появляются колебания оси нажимного валика, вследствие чего нагрузка на нажимной валик меняется, что сказывается на самом

процессе вытягивания и увеличении неравномерности выходящего продукта по линейной плотности [3].

По данной классификации представленных схем возможен расчет кинетостатических характеристик систем нагружения при использовании программ трехмерного твердотельного моделирования, с помощью которых находятся инерционные характеристики звеньев механизмов, и визуального проектирования плоских механизмов, с помощью которых возможно получить значения ускорений крайних точек звеньев и точек центра масс. Целью данного расчета является теоретическое определение изменения отклонения оси нажимного валика и сравнение с расчетом нагрузки в статическом состоянии без учета инерционных характеристик и перемещения системы нагружения, то есть по данным такого расчета можно определить теоретический разброс нагрузки в зависимости от конкретного значения отклонения оси валика относительно оси цилиндра. Также можно сделать выводы о влиянии каждой системы нагружения на существующие отклонения и провести расчеты отклонения нагрузки при колебаниях нажимных валиков.

Перемещение оси нажимного валика

негативно сказывается на процессе вытягивания, поэтому нами были проведены экспериментальные исследования действительного отклонения оси нажимного валика при упругой системе нагружения (рис. 1-б) от первоначального положения при перемещении механизма нагружения ровничной машины РОН-216-ЛЗ при различной нагрузке без прохождения продукта. Для измерений использовался специальный кронштейн, который 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 сектора, по которой фиксировался угол поворота валика при исследованиях и проверялись показания индикатора.

Путем изменения величины нагрузки получены графические зависимости колебаний оси нажимного валика при нагрузке 60, 75, 90, 105, 120 и 135 Н на 1 см ширины валика (рис. 2 – графические зависимости колебания оси нажимного валика ровничной машины РОН-216-ЛЗ при различной нагрузке). Построены 10 зависимостей и среднее значение для каждой величины нагружения.

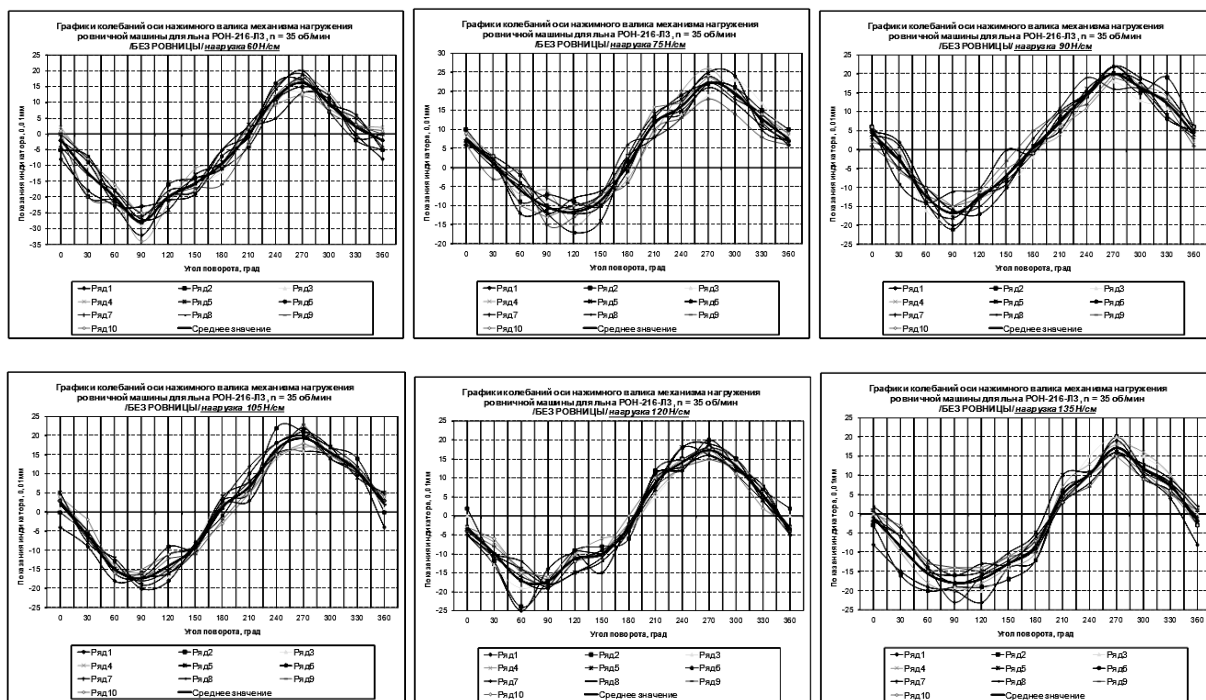


Рис. 2

Построенные графики колебаний подтверждают периодичность и полигармоничность функции перемещения оси нажимного валика. Из рисунка видно, что среднее значение нагружения в пределах 90...105 Н/см является наиболее рациональным для данной машины, поскольку разброс значений колебаний при данной нагрузке является наименьшим.

ВЫВОДЫ

Разработана классификация основных систем механизмов нагружения нажимных валиков вытяжных приборов для переработки льняного волокна. Экспериментальными исследованиями подтверждены колебания в системе в результате перемещения оси нажимного валика, что приводит к

УДК677.052

изменению величины нагрузки на перерабатываемый продукт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов Л.Н., Эфрос В.Л. Ленточные, ровничные и раскладочные машины для переработки льна. – М.: Легпромбытиздат, 1990.
2. Груздев Ф.И., Моденов А.А., Козырева Н.А. Модернизация механизмов нагружения нажимных валиков прядильных машин мокрого прядения // Научн. тр. молодых ученых. – Кострома: КГТУ, 2007. Вып.8. Ч. 1. С.36...42.
3. Груздев Ф.И. // Изв. вузов Технология текстильной промышленности. – 2007, №6С. С.111...115.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 30.06.08.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧ ДВУХМЕСТНОГО ПРЯДИЛЬНОГО МОДУЛЯ В СТАЦИОНАРНОМ РЕЖИМЕ

Н.И. ФИЛАТОВА, А.А. ТЕЛИЦЫН, С.К. МИНДОВСКИЙ, Д.А. КОЖЕВНИКОВ

(Костромской государственной технологической университет)

В работе [1] аналитически показано, что при параметрах движения и нагружения, характерных для самокруточного прядения, в модифицированной червячной передаче ZT-профиля с искусственно созданным сужающимся клиновым зазором возможно возникновение эффекта жидко-

стного трения. Поэтому для проведения стендовых испытаний высокоскоростная червячная передача 1, 2 была заключена нами в герметичный корпус 3 (рис. 1 – червячно-цилиндрическая передача вытяжного прибора).

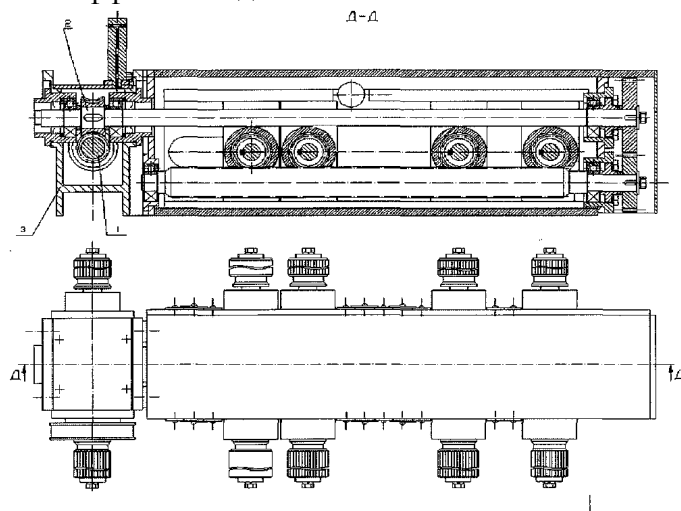


Рис. 1

Для проверки положений, приведенных в [1], нами были проведены сравнительные экспериментальные исследования по определению долговечности (срока службы) червячных передач ЗА и ЗТ при стационарном режиме, соответствующем реальным условиям работы самокруточного прядильного модуля. Испытания проводились на специально созданном стенде (рис.2 – общий вид стенда для испытаний редуктора) для двух вариантов общей вытяжки.

1. $OB=30$. При этом варианте передача наименее нагружена.

2. $OB=8$. При этом варианте передача наиболее нагружена.

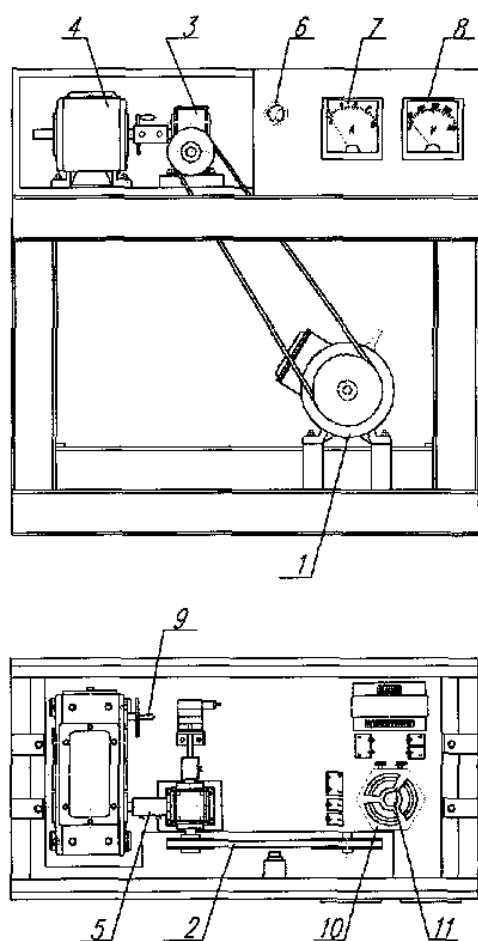


Рис. 2

Стенд работает следующим образом: вращение от электродвигателя 1 передается на вал червяка испытуемого редуктора 3 посредством ременной передачи 2. Вал червячного колеса с помощью муфты 5 соединен с нагружающим устройством –

цепным вариатором 4, передаточное отношение которого можно изменять регулятором 9. Регулирование частоты вращения электродвигателя осуществлялось маховичком 11 автотрансформатора 10, расположенного на верхнем ярусе рамы. Частота вращения червяка определялась по данным тахометра 6. Вся мощность, проходящая через испытуемый редуктор, поглощалась в нагружающем устройстве – цепном вариаторе 4. На передней правой стороне панели стенда были закреплены амперметр 7 и вольтметр 8 для определения мощности, потребляемой двигателем.

Для проведения тарировки вариатора нами была применена система нагружения, состоящая из колодки, изготовленной из капрлона В и прикрепленной к рычагу, который был соединен с рамой стенда. На вал червячного колеса насаживалась втулка, и для сообщения вала необходимого момента на конец рычага подвешивался груз, обеспечивающий момент $T_{стат}$, реально возникающий на валу червячного колеса при стационарном режиме работы модуля. Стенд запускался в работу. Затем снимались показания амперметра и вольтметра. После этого система нагружения демонтировалась, и к установке подключался вариатор 4 (рис.2). Стенд вновь запускался в работу. Регулятором передаточных отношений цепного вариатора 9 устанавливался ток в обмотках двигателя, соответствующий требуемому моменту $T_{стат}$. В процессе исследований контролировались следующие параметры: частота вращения вала червяка; напряжение; ток; температура масла в редукторе и температура окружающей среды.

Величина износа зубьев колес определялась методом искусственных баз. После приработки передачи на боковую рабочую поверхность зубьев червячного колеса сверлом, имеющим конус под углом 120 ± 7 , наносились 4 конические углубления. Контроль диаметра конуса осуществлялся периодически с помощью инструментального микроскопа БМИ с точностью до $0,001$ мм в начале и в конце испытаний. По мере износа зубьев колеса диаметр конуса углубления уменьшался. Ре-

зультаты исследований приведены в табл. 1 (значение суммарной величины из-

носа $\Delta\delta_c$ зубьев червячных колес при стационарном режиме работы станда).

Т а б л и ц а 1

Тип зацепления	Время работы станда t_c , ч	Величина износа $\Delta\delta_c$, мм	Общая вытяжка (ОВ)	Вращающий момент на червячном колесе $T_{стат}$, Н·м	Температура масляной ванны, град	Скорость износа J_c , мм/ч	К.п.д. Передачи η
Колесо ZT-профиля	800	0,049	30	0,988	32...34	0,0000612	0,976
		0,056	8	1,564	36...40	0,0000700	0,970
Колесо ZA-профиля		0,100	30	0,988	58...60	0,000125	0,89
		0,142	8	1,564	67...70	0,000177	0,87

Так, при стационарном режиме работы станда после $t \sim 800$ часов работы у пары ZA при общей вытяжке ОВ=30 износ зуба колеса составил $\Delta\delta_c = 0,100$ мм, в то время как у пары ZT $\Delta\delta_c = 0,049$ мм. Сравнительные испытания редукторов показали, что при стационарном режиме нагружения ресурс работы пары ZT в 2,6...3,2 раза превышает ресурс работы ZA. Выполненные замеры температуры масляной ванны редуктора при одинаковых режимах нагружения показали, что температура масляной ванны у червячной пары ZT значительно ниже, чем у передачи ZA. Для определения к.п.д. 5-й червячной передачи ZT (η_{ZT}) был проведен тепловой расчет, который показал, что расчетное значение η_{ZT} близко значению к.п.д. для жидкостного трения. Это позволяет сделать вывод о том, что в быстроходной червячной передаче ZT в приводе высокоскоростного модуля дейст-

вительно возникает режим жидкостного трения.

По рекомендации, данной в работе [2], предельным допустимым износом зуба червячного колеса выпуклого профиля можно считать

$$\Delta\delta = K_{SE} m,$$

где K_{SE} – относительная толщина зуба колеса, $K_{SE} = 0,62$ [2]; m – модуль червячной передачи, $m = 2,5$ мм.

Для червячной передачи ZT допустимая величина износа зуба колеса составит $\Delta\delta = 0,62 \cdot 2,5 = 1,55$ мм.

Срок службы T_r червячной передачи в годах рассчитывался при двухсменном режиме работы и 265 рабочих днях в году. Значения срока службы в часах и в годах приведены в табл. 2 (расчетные значения срока службы червячных колес).

Т а б л и ц а 2

Тип зацепления	Общая вытяжка ОВ	Допустимый износ колеса $\Delta\delta_{max}$, мм	Срок службы T_0 , ч	Срок службы T_r , лет
Колесо ZT-профиля	30	1,55	25326	5,97
	8		22142,86	5,22
Колесо ZA-профиля	30	1,185	9480	2,23
	8		6694,92	1,58

ВЫВОДЫ

1. Проведенные экспериментальные исследования подтвердили возникновение эффекта жидкостного трения в модифицированной червячной передаче ZT в стационарном режиме работы прядильного

самокруточного модуля, при этом к.п.д. передачи составил $\eta_{ZT} = 0,97$.

2. Прогнозируемый срок службы модифицированной червячной передачи ZT составит около 6 лет при двухсменном режиме работы оборудования.

3. Авторы рекомендуют модифицированную червячную передачу ZT к применению в приводе вытяжных приборов самокруточного прядильного модуля.

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

Рекомендована кафедрой деталей машин и подъемно-транспортных устройств. Поступила 30.06.08.

ЛИТЕРАТУРА

1. Филатова Н.И., Телицын А.А., Шастин В.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №6С. С.89...92.

УДК 677.057.1.:681.3.06.001.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ РАСЧЕТЕ ВАЛКОВЫХ МЕХАНИЗМОВ

А.Н.КИСЕЛЕВ, В.А.МАРТЫШЕНКО

(Костромской государственной технологической университет)

Созданию методов расчета валковых механизмов отделочного оборудования на протяжении многих лет уделяется большое внимание. Их реализация на ПК позволяет получить полную картину состояния валкового модуля с валами произвольного конструктивного оформления с точки зрения прочности и жесткости, значительно сократить сроки проектирования оборудования, уменьшить затраты на изготовление опытного образца, проводить исследования по модернизации существующего и созданию нового эффективного оборудования.

Однако до настоящего времени автоматизированный расчет напряженно-деформированного состояния валов с покрытием производился лишь при квази-плоской постановке задачи, когда валы рассматривались как балки на упругом основании [1]. Определяемые при этом удельные погонные нагрузки в жале валов не дают реальной картины контактного взаимодействия валков с тканью или друг с другом, которое происходит не по линии, а по поверхности, и не позволяют учесть трение в зоне контакта.

Для решения контактной задачи в пространственной постановке при расчете двухвалкового модуля О-180 использова-

лась САЕ-система ANSYS, реализующая метод конечных элементов (МКЭ). Схема нагружения и закрепления валов О-180 при пробном расчете представлена на рис.1.

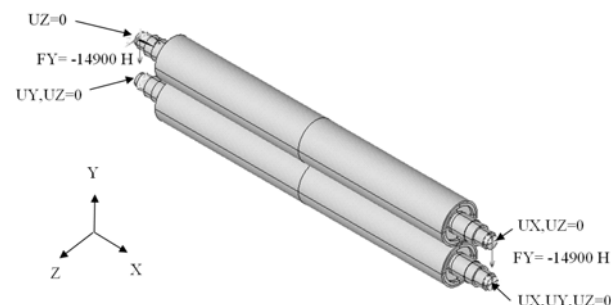


Рис. 1

Модуль упругости 1-го рода материала валов $1,93 \cdot 10^5$ МПа, коэффициент Пуассона 0,29. Покрытие валов: модуль упругости 16 МПа, коэффициент Пуассона 0,3, коэффициент трения скольжения 0,2. Конечно-элементная сетка состояла из 495000 элементов (в том числе 5184 контактных элемента на каждой поверхности контакта) и 306000 узлов. Для большей точности расчета сетка в объеме покрытия выполнялась в полуавтоматическом режиме и состояла из гексагональных 8 узлов

вых конечных элементов, в остальных конструктивных элементах валов сетка генерировалась в автоматическом режиме с использованием тетраэдрических конечных элементов. Для решения системы уравнений МКЭ использовался итерационный решатель, реализующий метод сопряженных градиентов, что ограничило объем используемой им памяти до 756 Мбайт. Время счета для ПК на базе Athlon 64 X2 5000 составило 57 мин, в том числе 43 мин времени центрального процессора. В результате расчета определялось распре-

деление контактного давления (Па) по площади пятна контакта (сжато по X) (рис. 2), а также в его продольном и поперечном (на конце вала) сечениях (рис. 3).

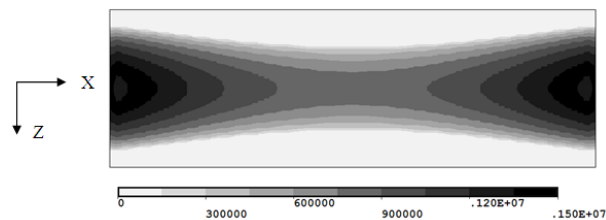


Рис. 2

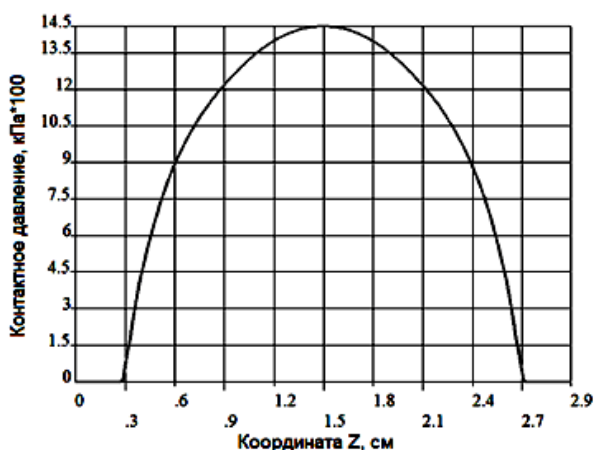
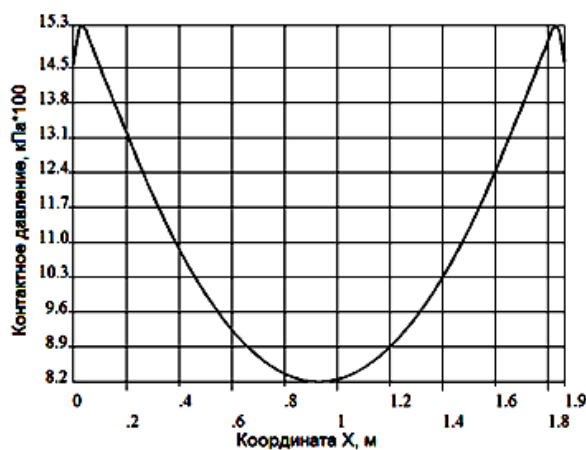


Рис. 3

Параллельно произведен расчет удельной погонной нагрузки программой ASDVM [1] при квазиплоской постановке задачи. Для сопоставления результатов контактное давление, рассчитанное в ANSYS, приводилось к удельной погонной нагрузке путем интегрирования эпюры контактного давления по ширине площадки контакта в каждом сечении. Для нахождения коэффициентов нагрузочной характеристики упругого покрытия валов, необходимых для расчета в программе ASDVM, производились вычислительные эксперименты по нагружению модели с указанными выше упругими параметрами покрытия (модуль упругости и коэффициент Пуассона) и расчету величины сближения валов. Полученная табличная зависимость аппроксимировалась степенной функцией.

Сравнение результатов расчета удельной погонной нагрузки в жале валов О-180 (рис. 4) показывает, что при числе узлов

сетки по ширине пятна контакта, равном 51, расхождение не превышает 4%, что можно считать удовлетворительным.

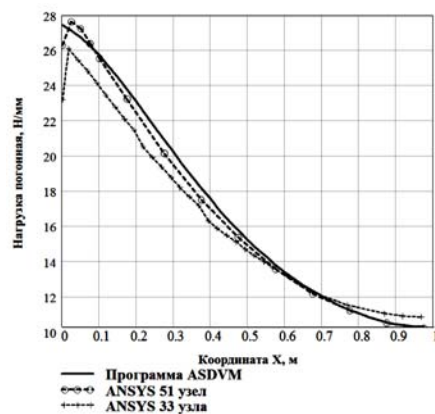


Рис. 4

На рис. 4 виден также краевой эффект уменьшения давления на конце вала, воспроизводимый только в пространственной модели. Расхождение интеграла погонной нагрузки по длине линии контакта (пло-

щадь под кривой на рис.4) с величиной нагрузки на валы для программы ASDVM составляет 1,1%, для модели ANSYS – 0,5%, что позволяет говорить о большей точности решения в последнем случае. Также следует отметить, что неравномерность погонной нагрузки, определяемая при решении квазиплоской задачи (2,7), дает сильно завышенную оценку реальной неравномерности по контактному давлению в продольном сечении (рис.3), не превышающей 1,87.

ВЫВОДЫ

1. Проведен сравнительный расчет распределения удельной погонной нагрузки в жале валов О-180 с упругим покрытием при квазиплоской и пространственной постановке задачи.

2. Показано, что расхождение по удельной погонной нагрузке не превышает 4% на всей длине, причем решение задачи в пространственной постановке обеспечивает более точные результаты при приемлемых значениях времени счета.

3. Неравномерность погонной нагрузки, рассчитываемая при решении квазиплоской задачи, является сильно завышенной оценкой реальной неравномерности по контактному давлению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Подъячев А.В. Теоретические и прикладные аспекты проектирования валковых модулей машин текстильного отделочного производства: Дис... докт. техн. наук. – Кострома, 2003.

Рекомендована кафедрой сопротивления материалов. Поступила 30.06.08.

УДК 677.064

ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ГЛАВНОГО ВАЛА ТКАЦКОГО СТАНКА*

С.М. КЛОПОВ

(Костромской государственной технологической университет)

Попытки точного измерения неравномерности вращения главного вала путем варьирования различных датчиков предпринимались неоднократно [1]. Однако многообразие технических средств исследований не позволяло сделать эту процедуру универсальной и оптимальной. В КГТУ изготовлен стенд, который включает плату сопряжения PCL-833 производства фирмы Advantech и фотоимпульсный датчик (энкодер) ROD-426E производства фирмы Heidenhein, соединенный с главным валом ткацкого станка СТБ 2-175. Для определения средней скорости обычно измеряется перемещение за некоторый фиксированный интервал времени. Но возможен также и обратный способ, когда измеряется время прохождения некоторого фиксированного пути. По первому способу подсчитывается количество импульсов, генерируемых энкодером при вращении.

Показания счетчика прямо пропорциональны угловой скорости вращения главного вала ω , значение которой можно вычислить по формуле (1):

$$\omega = \frac{\Delta Z 2\pi}{Z \Delta t}, \quad (1)$$

где ΔZ – показания счетчика; Z – константа датчика; Δt – интервал таймера, с.

Для оценки точности данного метода проведены эксперименты на ткацком станке СТБ2-175. Для частоты вращения главного вала $n_{\text{вращ}}=300 \text{ мин}^{-1}$ и $Z=2500$ выполнены оценочные расчеты (3)...(8) с целью построения зависимости погрешности $\eta_{\text{изм}}$ и угловой дискретности измерений $\delta_{\text{изм}}$ от интервала таймера Δt , который принимался равным $10^{-4}, 10^{-3}, 10^{-2}, 10^{-1}, 10^0$ с.

*Работа выполнена под руководством доц., канд. техн. наук В.В. Романова.

Период обращения главного вала, с:

$$T_{\text{вращ}} = \frac{60}{n_{\text{вращ}}}, \quad (2)$$

где $n_{\text{вращ}}$ – частота вращения главного вала, мин^{-1} .

Период следования импульсов с фотоимпульсного датчика, с:

$$T_{\text{имп}} = \frac{T_{\text{вращ}}}{Z}. \quad (3)$$

Количество импульсов за интервал таймера:

$$Z_{\text{инт}} = \frac{\Delta t}{T_{\text{имп}}}. \quad (4)$$

Количество измерений на один оборот:

$$N_{\text{изм}} = \frac{T_{\text{вращ}}}{\Delta t}. \quad (5)$$

Погрешность измерений, %:

$$\eta_{\text{изм}} = \frac{1}{Z_{\text{инт}}} \cdot 100\%. \quad (6)$$

Угловая дискретность измерений, %:

$$\delta_{\text{изм}} = \frac{1}{\frac{N_{\text{изм}}}{N_{\text{изм}}^{\text{max}}} \cdot 100\%}. \quad (7)$$



Рис. 1

Из расчетов следует, что для получения максимального количества отсчетов угловой скорости (наименьшей дискретности) период следования сигналов таймера должен быть минимальным. Однако уменьшение интервала времени в равной мере сокращает точность этих измерений (рис.1).

Для разрешения этого противоречия необходимо использовать умножающие режимы счета или использовать дорогостоящие энкодеры с большей разрешающей способностью. Оптимальным можно считать интервал таймера порядка 0,01 с. При таком интервале достигается компромисс между точностью и угловой дискретностью измерений.

На рис.2 показана динамика изменения частоты вращения главного вала с постоянным интервалом времени измерения $\Delta t = 0,013$ с.

По второму способу частота вращения валов механизмов может быть получена в результате анализа сигналов оптического преобразователя круговых перемещений, импульсы от которого связаны с текущим временем, то есть помечены моментами времени.

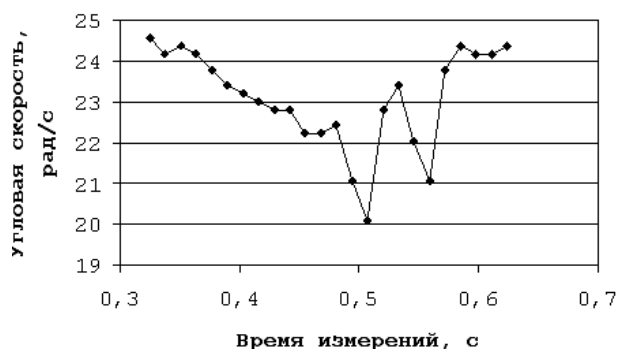


Рис. 2

Если фронтам двух соседних импульсов, формируемых преобразователем круговых перемещений, соответствуют моменты времени t_1 и t_2 , то частота вращения вала в пределах этого интервала может быть найдена по формуле:

$$\omega = \frac{\Delta \varphi}{t_2 - t_1} = \frac{2\pi}{N(t_2 - t_1)}, \quad (8)$$

где $\Delta\varphi$ – угловой шаг маски преобразователя; N – число импульсов, формируемых преобразователем за один оборот.

Такой способ измерения скорости имеет очевидное преимущество перед предыдущим в том, что за один оборот главного вала можно получить число отсчетов угловой скорости, равное числу импульсов на оборот используемого энкодера. Кроме того, есть возможность жесткой привязки полученных значений угловой скорости к

реальной угловой координате главного вала по нулевой метке, что имеет существенное значение для диагностики контролируемого механизма.

Для оценки ресурсов этого метода измерения проведены эксперименты на основе принципиально отличающейся схемы подключения датчика и значительно переработанного программного обеспечения (рис. 3).



Рис. 3

Сравнение результатов измерений частоты вращения, выполненных различными способами (рис. 2 и 3), показывает хорошее количественное и качественное совпадение результатов измерения при очевидных преимуществах второго метода за счет практически неограниченной точности.

Измерение неравномерности частоты вращения представляет интерес как с точки зрения оптимизации конструкции станка, так и для диагностики состояния его узлов и механизмов. Традиционно в качестве диагностического признака используется спектральный анализ функции $\omega(\alpha)$, то есть зависимости угловой скорости

главного вала от угла его поворота. Эта задача может быть также решена с использованием ресурсов среды программирования LabVIEW. На рис. 4 показан фрагмент "виртуального прибора", производящий преобразование Фурье входного сигнала – угловой скорости. Полученные в результате анализа данные показывают, что более перспективным следует считать разложение в спектр не абсолютного значения частоты вращения, а ее отклонения от некоторого эталона. Для получения эталонного значения неравномерности хода станка необходимо создание его комплексной математической модели.

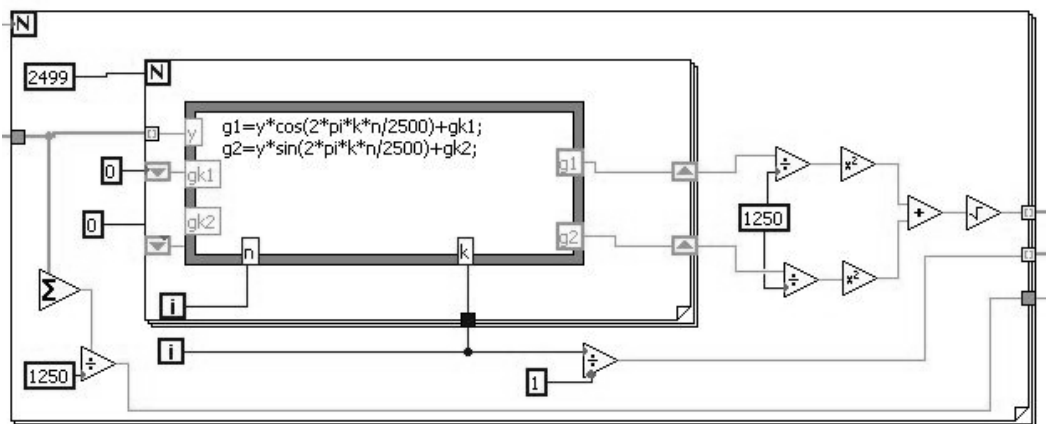


Рис.4

ВЫВОДЫ

1. Использование режима прерываний, позволяющее фиксировать временные интервалы между импульсами энкодера, значительно повышает точность измерений.

2. Использование частоты вращения в качестве диагностического признака станка целесообразно применять в сравнении с ее теоретической моделью.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Сигачева В.В.* Возможность определения общего технического состояния ткацкого станка по изменению динамических характеристик главного вала / В кн.: Автоматизация оборудования и технологических процессов текстильной промышленности. – Л.: ЛИТЛП, 1987. С.93...99.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроения. Поступила 30.06.08.

УДК 677.11.021.1:681.5

ПОСТРОЕНИЕ ЗАМКНУТЫХ И РАЗОМКНУТЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ТРЕПАНИЯ НА ОСНОВЕ АППАРАТА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ*С.М. ВИХАРЕВ, Н.М. ФЕДОСОВА***(Костромской государственной технологической университет)**

Для решения проблемы конкурентоспособности отечественного льняного волокна и продукции из него в настоящее время разработан комплекс мер по повышению эффективности предприятий льняного комплекса [1], одним из положений которого является дифференциация процесса обработки с учетом изменяющихся свойств исходного сырья.

Возможным вариантом достижения этой цели является автоматизация процесса переработки льняного сырья. Автоматизированные и автоматические контроль и управление процессом получения длинного волокна позволят осуществлять плавную, дифференцированную настройку технологического оборудования.

Имеется ряд разработок в области автоматизации управления процессом трепания [2...4], в основу которых заложены измерения свойств слоя тресты в начале линии получения длинного волокна: группа цвета, влажность, положение относительно транспортера. Управление режимами обработки и параметрами положения слоя осуществляется с учетом полученных результатов. Наиболее существенным с точки зрения теории управления недостатком этих работ является то, что имеющиеся модели динамики объекта в переходных режимах получены с большим количеством допущений и основаны на процедуре предварительного поиска оптимумов технологических настроек [4]. Однако для этой процедуры применяются существенно

разнородные входные данные, подверженные в процессе трепания значительным изменениям.

Более простые системы управления, например, позиционные [5], имеют известные недостатки в виде колебательного характера движений и возможности возникновения при определенных условиях режимов автоколебаний [6].

В настоящее время для решения задач, в которых исходные данные являются ненадежными и слабо формализованными, а также при отсутствии простых математических моделей, описывающих технологический процесс, все чаще используются системы с нечеткой логикой (фаззи-логикой) [6]. Она позволяет решать сложные технические задачи с использованием многоуровневого представления физических величин и утверждений, когда кроме двух крайних уровней имеются и промежуточные с не резким переходом от одного уровня к другому, как в позиционных системах, а с перекрытием соседних уровней.

На наш взгляд, аппарат нечеткой логики может быть применен для управления процессами первичной обработки как для создания замкнутых, так и разомкнутых и смешанных систем управления. В первом случае входными параметрами фаззи-регулятора будут являться характеристики поступающего на обработку сырья (отделемость, плотность слоя, положение слоя относительно зажимных транспортеров и

т.п.), во втором случае – параметры выходящего длинного волокна (выход, массовая доля недоработки, массовая доля костры), а в третьем – соответственно параметры обеих этих групп.

Работа фаззи-регулятора определяется набором нечетких правил, заложенных в него на основании представления управляемого процесса в лингвистических переменных – термах. Нами был рассмотрен наиболее распространенный вариант такого регулятора – с двумя входными параметрами и одним управляющим воздействием. В первом случае в качестве входных

параметров использовались отделяемость и плотность входящего сырья, а в качестве выходного воздействия – частота вращения трепальных барабанов [3], [4], то есть проектировалась разомкнутая система управления, изменяющая настройки трепальной машины в зависимости от входных параметров. Во втором случае разрабатывался вариант для смешанной системы, в качестве входных параметров регулятора которой рассматривались отделяемость тресты и массовая доля недоработки.

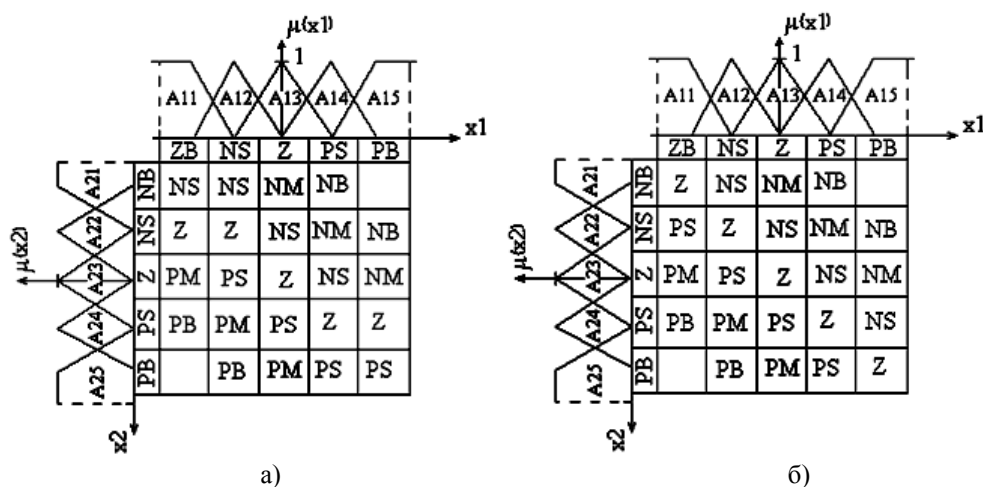


Рис. 1

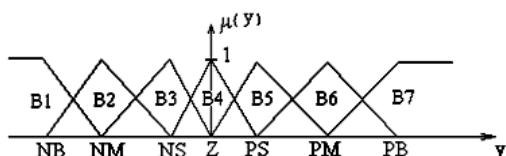


Рис. 2

Свод правил в табличном представлении приведен на рис. 1, 2. Рис. 1 – табличное представление алгоритма фаззи-регулирования: а) – разомкнутой системы по координатам: отделяемость (x_1) и плотность слоя (x_2); б) – смешанной системы по координатам: отделяемость (x_1) и массовая доля недоработки (x_2). Линейная плотность слоя тресты на входе в мяльно-трепальный агрегат изменяется в довольно широком диапазоне – от 400 до 1900 г/м [7]. Что касается отделяемости, то по этому показателю тресту разделяют на недолежалую с отделяемостью 4,1 и ниже; перележалую – с отделяемостью 6 и выше и

тресту нормальной степени вылежки – с отделяемостью 4,1...6 ед [8]. В зависимости от типа сырья необходимо устанавливать оптимальный для него режим работы оборудования с тем, чтобы получить максимально возможный выход длинного волокна наилучшего качества.

Выход регулятора по управлению (интенсивность механических воздействий) в обоих случаях разбивался на семь термов, включающих кроме уже указанных в табл. 1 (качественная и количественная оценка используемых логических переменных) положительно среднюю (PM) и отрицательно среднюю (NM) оценку логических переменных) (рис. 2 – термы управляющего воздействия). Крайние значения изменения этого параметра задаются технологом с учетом характеристик оборудования.

Качественная оценка для логических переменных	Логические переменные		
	линейная плотность слоя, г/м	степень вылежки	массовая доля недоработки, %
NB – отрицательная большая	400...700	существенно недолежалая	25...30
NS – отрицательная малая	700...1000	недолежалая	20...25
Z – нулевая	1000...1300	нормальной степени вылежки	15...20
PS – положительная малая	1300...1600	перележалая	10...15
PB – положительная большая	1600...1900	существенно перележалая	до 10

Для реализации данных алгоритмов была разработана программа в среде Конграф на языке функциональных блоковых диаграмм. Кроме стандартных блоков фаз-

зификации и дефаззификации синглтонами основную роль в работе регулятора играет блок логического заключения (рис. 3).

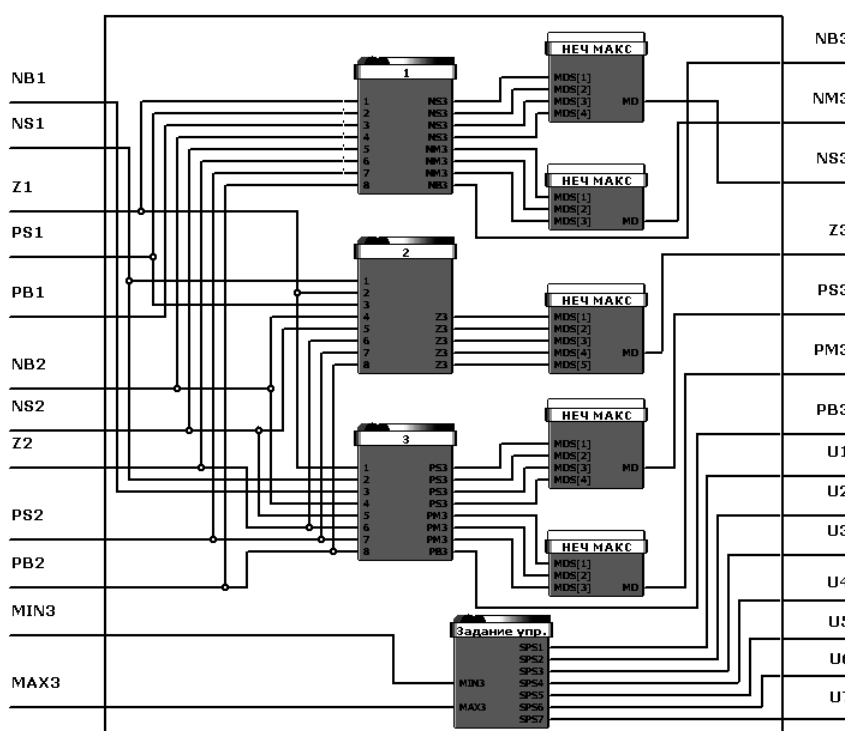


Рис. 3

Предложенные алгоритмы фаззи-управления наиболее соответствуют существующей технологической ситуации на льнозаводах, так как их достоинством является отсутствие жестких требований к точности модели объекта. Это особенно важно в отношении льняной тресты, отличающейся значительной вариацией отдельных качественных показателей, большая часть которых на практике определяется органолептически. Таким образом, внедрение в производственную практику

нечетких регуляторов не потребует создания сложных средств измерений.

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрены вопросы построения разомкнутых, замкнутых и смешанных систем регулирования на основе аппарата фаззи-логики.

2. Предложены своды нечетких правил для разомкнутой системы управления по

координатам степень вылежки тресты – плотность слоя и смешанной системы по координатам степень вылежки – массовая доля недотрепа.

3. Предложенные правила фаззи-управления реализованы средствами языка среды Конграф для контроллеров комплекса «Контар».

ЛИТЕРАТУРА

1. *Круглий И.И., Пашин Е.Л.* Направления повышения эффективности работы предприятий по переработке льна в АПК / Состояние и перспективы производства льна-долгунца в России // Междунар. научн.-практ. конф.: Наука, сельское хозяйство и промышленность – пути развития и ожидаемые результаты. – Вологда, 2008. С.13...14.

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. *Петров С.С.* Управление режимом работы мяльно-трепального агрегата по показателю отде-

ляемости льнотресты: Дис....канд. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 2007.

4. *Катков А.А.* Управление режимом работы мяльно-трепального агрегата в зависимости от влажности льнотресты: Дис....канд. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 2008.

5. *Вихарев С.М.* Проблемы автоматизации получения длинного льняного волокна. Депон. в ВИНИТИ, 26.03.2007, №311 – В2007.

6. *Терехов В.М., Осипов В.И.* Системы управления электроприводов. – М.: Academia, 2006.

7. *Вихарев С.М., Федосова Н.М., Халиуллин Ш.И.* Контроль эффективности процесса мятья // Мат. межвуз. научн.-практ. конф. "ПОИСК-2008". – Иваново: ИГТА, 2008.

8. *Храмцов В.Н.* Справочник по заводской первичной переработке льна. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

Рекомендована кафедрой автоматизации и микропроцессорной техники. Поступила 30.06.08.

УДК 658.6:378

**САМООЦЕНКА СМК ВУЗА НА ОСНОВЕ ТРЕБОВАНИЙ
СТАНДАРТОВ И ДИРЕКТИВ ENQA**

Н.В. ЕВСЕЕВА, В.Е. КАРАУЛОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

В настоящее время основной тенденцией в области гарантий качества высшего профессионального образования становится перенос центра тяжести с процедур внешнего контроля качества деятельности вузов на базе национальных систем аттестации и аккредитации в сторону внутренней самооценки на основе тех или иных моделей управления качеством. Это обеспечивает перенос ответственности за качество в вузы. "Стандарты и Директивы для гарантии качества высшего образования в

Европейском регионе" (далее – стандарты и директивы ENQA), разработанные ассоциацией ENQA (European Network for Quality Assurance in Higher Education — Европейская ассоциация гарантий качества в высшем образовании), декларируют, что самооценка вузов – это отправная точка для эффективной гарантии качества.

По материалам Интернета наиболее часто используемые формы оценки качества образования в государствах представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Формы	США	Германия	Велико-британия	Испания	Словения	Польша	Австралия	Казахстан	Россия
Самооценка	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Аттестация									+
Аккредитация:		+							
государственная		+		+	+			+	+
общественная	+		+			+	+	+	+
международная	+	+	+	+		+	+	+	+
Стандарты СМК (ИСО и др.)	+	+			+	+		+	+

Из анализа табл.1 заметно смещение процедур оценки качества образования в сторону негосударственных форм. Особое внимание во всех странах уделяется самооценке вузов. При этом, если в США, Великобритании и ряде других стран самооценка составляет основу управления качеством образования, то в России ее результаты пока лишь учитываются при

прохождении вузом других процедур оценки.

Эффективная система качества образования в вузе, основанная на самооценке, сама по себе обеспечивает объективную оценку и доверие к деятельности вуза и приводит к существенной экономии материальных и временных ресурсов, выделяемых на проведение внешней экспертизы.

Результаты самооценки становятся, с одной стороны, механизмом постоянного внутреннего улучшения системы качества, с другой – могут представляться внешним проверяющим для их выборочной проверки.

Не следует путать методы самооценки с самой моделью системы менеджмента качества (СМК). Основой самооценки является повышение результативности СМК, без наличия которой невозможно успешное прохождение государственной и общественной аккредитации.

В качестве моделей, используемых вузами при создании СМК, могут выступать как системы качества на основе международных стандартов ISO серии 9000, Стандартов и Директив ENQA, так и другие модели.

С 2006 г. в рамках Федеральной целевой программы развития образования на 2006-2010 гг. ведутся работы по созданию типовой модели системы качества образовательного учреждения. В соответствии с решением Совета по координации управления качеством высшего профессионального образования от 19.12.2007 результаты работы и методические материалы рекомендованы к использованию и внедрению в высших и средних учебных заведениях.

В основу типовой модели СМК образовательного учреждения положены:

– требования государственных органов по лицензированию, аттестации и государственной аккредитации образовательных учреждений;

– "Стандарты и директивы для гарантии качества Высшего профессионального образования в Европейском регионе" ENQA;

– требования и рекомендации международных стандартов ISO серии 9000 (ГОСТ Р ИСО 9001-2001 "Системы менеджмента качества. Требования", ГОСТ Р ИСО 9004-2001 "Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности");

– модель "Совершенствования деятельности вуза" (СПбГЭТУ "ЛЭТИ") [1].

В соответствии с приказом Рособнадзора № 1938 от 30 сентября 2005 г. показатель государственной аккредитации 1.2.3

"Эффективность внутривузовской системы обеспечения качества образования" включен в число используемых при комплексной оценке вуза. В своей работе по его оценке эксперты-аудиторы должны руководствоваться [2].

В основу концепции оценки системы менеджмента качества вуза положена проверка степени соответствия СМК требованиям "Стандартов и директив ENQA), а также проверка уровня зрелости СМК вуза, которая определяется уровнем зрелости ее процессов (рис. 1).

Извлечение из Стандартов и директив ENQA, используемых при оценке СМК вуза, включают следующие разделы.

1. Политика и процедуры оценки качества.

2. Утверждение, мониторинг и периодические проверки программ и квалификаций.

3. Оценка студентов.

4. Гарантии качества преподавательского состава.

5. Ресурсы для обучения и поддержка студентов.

6. Информационные системы.

7. Общественная информация.

Под уровнем зрелости СМК вуза понимается степень, с которой деятельность вуза и ее результаты определены, измеряемы и воспроизводимы, способны быть устойчивыми к нежелательным воздействиям, эффективны и гибки при изменении внешних условий и требований потребителей, а также других заинтересованных сторон. При этом уровень зрелости СМК вуза определяется зрелостью (совершенством) процессов инвариантного ядра типовой модели СМК вуза, которая оценивается по шкале зрелости СМК.

Процессы инвариантного ядра типовой модели СМК вуза – это процессы, наличие которых предполагается в любом вузе и проверка зрелости которых обязательна при оценке СМК экспертами-аудиторами. В [2] приведен реестр типовых процессов и видов деятельности вуза, соответствующих типовой модели СМК. При этом процессы инвариантного ядра типовой модели отмечены звездочками "*".

В соответствии с принятой концепцией оценка СМК проводится последовательно по двум шкалам (рис. 1):

– шкале, уровни которой связаны со степенью выполнения Стандартов и ди-

ректив ENQA;

– шкале зрелости СМК, которая определяется уровнем зрелости (развития) процессов СМК.

Оценка СМК вуза на соответствие Стандартам и директивам ENQA				
Шкала ENQA ⇨		Баллы по результатам экспертизы на соответствие ENQA		
1.1 Политика и процедуры оценки качества		≤ 12	12-24	
1.2 Утверждение, мониторинг и периодические проверки программы и квалификаций		≤ 12	12-24	
1.3 Оценка студентов		≤ 11	11-21	
1.4 Гарантия качества преподавательского состава		≤ 10	10-18	
1.5 Ресурсы обучения и поддержка студентов		≤ 6	6-12	
1.6 Информационные системы (ИС)		≤ 12	12-24	
1.7 Общественная информация		≤ 6	6-12	
		СМК вуза в целом не удовлетворяет Стандартам и директивам ENQA		СМК вуза в целом не удовлетворяет Стандартам и директивам ENQA, возможно выполнение показателя 1.2.3 государственной аккредитации

Оценка развития СМК вуза по шкале зрелости				
Шкала зрелости СМК вуза ⇨		Баллы по результатам экспертизы на зрелость СМК вуза для каждого уровня шкалы		
Проверка по чек-листу "Определенность"		Проверка по чек-листу "Воспроизводимость" при наличии зрелости СМК уровня I	Проверка по чек-листу "Способность" при наличии зрелости СМК уровня II	Проверка по чек-листу "Эффективность" при наличии зрелости СМК уровня III
< 10 баллов Уровень 0 СМК вуза	10-18 баллов Уровень I СМК вуза	13-21 балл Уровень II СМК вуза	12-18 баллов Уровень III СМК вуза	16-24 балла Уровень IV СМК вуза
Выполнение аккредитационного показателя 1.2.3				
Аттестация СМК вуза в реестре Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки				
ЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ В СВОЕМ КЛАССЕ				

Рис. 1

В процессе оценки для каждой шкалы используются соответствующие чек-листы. Баллы, указанные на рис. 1 для различных шкал, определяются в соответствии с правилами, которые содержатся непосредственно в чек-листах.

Шкала соответствия Стандартам и директивам ENQA имеет два уровня:

– "СМК вуза в целом не удовлетворяет Стандартам и директивам ENQA";

– "СМК вуза в целом удовлетворяет Стандартам и директивам ENQA, возможно выполнение показателя 1.2.3 государственной аккредитации".

Шкала зрелости СМК вуза имеет пять уровней:

– "неопределенность СМК вуза" (нулевой уровень);

– "определенность СМК вуза" (I уровень);

– "воспроизводимость СМК вуза" (II уровень);

– "способность СМК вуза" (III уровень);

– "эффективность СМК вуза" (IV уровень).

При этом каждый последующий уровень зрелости (за исключением первого уровня) включает признаки зрелости всех предыдущих уровней. Таким образом, при оценке СМК вуза должны рассматриваться последовательно все уровни, и выход на следующий, более высокий уровень допускается при документальном подтверждении вузом выполнения требований всех предыдущих уровней.

ВЫВОДЫ

Рассмотренная концепция оценки СМК вуза позволяет:

– осуществить проверку СМК вуза на ее соответствие Стандартам и директивам ENQA;

– осуществить проверку выполнения показателя государственной аккредитации 1.2.3 – "Эффективность внутривузовской

системы обеспечения качества образования";

– в случае оценки зрелости СМК вуза уровнем "Воспроизводимость" и выше провести аттестацию СМК с последующим включением данного вуза в "Реестр образовательных учреждений с аттестованной системой качества" Рособнадзора;

– предоставить вузу информацию о путях дальнейшего совершенствования его системы качества [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические рекомендации по внедрению типовой модели системы качества образовательного учреждения /В.В.Азарьева, В.И.Круглов, Д.В.Пузанков и др. – СПб.: ПИФ.com, 2007.

2. Методика проведения оценки СК ОУ экспертами-аудиторами при проведении аттестации и государственной аккредитации / В.В. Азарьева, В.И. Круглов, Д.В. Пузанков и др. – СПб.: ПИФ.com, 2007.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения. Поступила 30.06.08.

УДК 677.021

О ФОРМИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ ДЛЯ КОТОНИЗАЦИИ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА*

С.Н. ВИХАРЕВ, А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ

(Костромской государственный технологический университет)

В настоящее время для получения котонизированного льняного волокна используются различные технологические линии. Отечественные технологические линии, как правило, представляют собой опытные образцы, содержащие несколько переходов, на которых используется оборудование, изначально предназначенное для других целей (чесальные машины, очистители волокна и т.д.) [1]. Из зарубежного оборудования наибольшее распространение получила линия для котонизации производства французской фирмы Ларош. Эта линия состоит из нескольких ступеней так называемых котонизаторов, которые представляют собой модернизированные устройства для разволокнения вторичного текстильного сырья [1]. В современной литературе нет исследований, посвященных анализу изменения качественного состава котонизируемого волокна по переходам обработки.

Вообще, для получения котонизированного льняного волокна, пригодного к прядению в смеси с хлопком или другими волокнами, необходимо укоротить комплексы льняного волокна до длины, соразмерной со средней длиной волокна других компонентов смеси. Затем очистить волокно от сорных примесей и разрушить грубые технические комплексы волокон таким образом, чтобы достигнуть максимально возможной степени утонения котонизированного волокна при сохранении штапельного состава, полученного на первом этапе, и при сохранении целостности основной массы элементарных волокон.

Применение для котонизации неспециализированного оборудования ведет к неоправданным энергетическим затратам и снижению качества получаемого волокна, поскольку не учитываются особенности процесса разрушения льняных волокнистых комплексов во время котонизации.

* Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации МД-502.2007.8.

Технологическая линия для производства короткоштапельного льняного волокна должна содержать основное оборудование для укорочения, утонения и очистки комплексов льняного волокна.

Качественная работа основных устройств должна обеспечиваться вспомогательным оборудованием, в частности, машинами для ориентации волокнистых комплексов (например, упрощенная чесальная машина), машинами для предварительной подготовки волокна, которые обеспечат его более интенсивное дробление при переработке на основном оборудовании, различного рода раскладчиками ленты волокна и др.

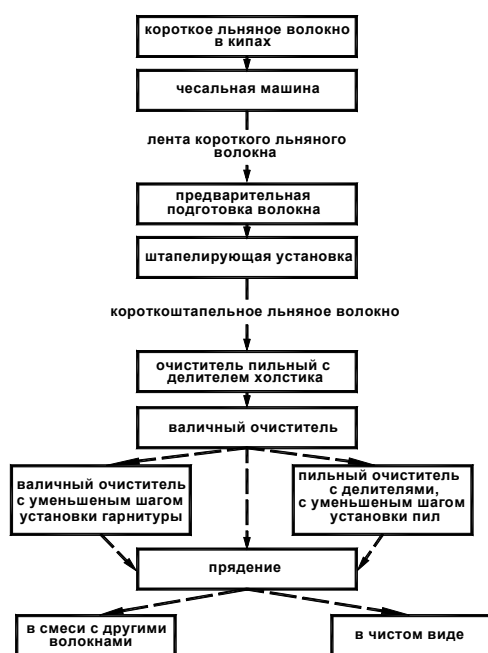
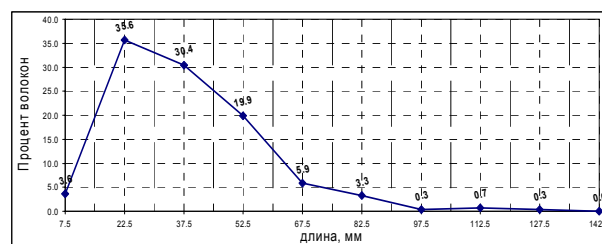


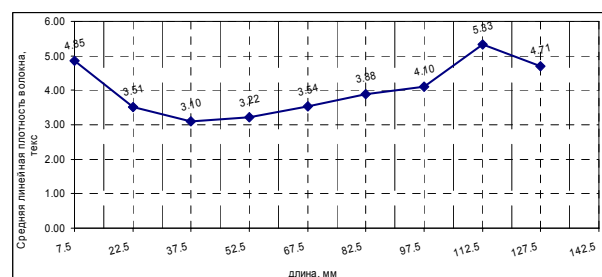
Рис. 1

Нами разрабатывается технологическая линия для получения высококачественного короткоштапельного льняного волокна [2]. Состав технологической цепочки, сформированной по предлагаемому нами принципу, показан на рис. 1. Укорочение комплексов льняного волокна происходит на первом этапе. Здесь применяется машина для штапелирования методом контролируемого разрыва. Этот метод позволяет разрушать волокнистые комплексы, не разрушая элементарных волокон, и регулировать среднюю длину получаемого волокна [2]. Сырьем для этой машины могут

служить горсти короткого волокна, однако наиболее высокое качество и равномерность по длине наблюдаются при переработке ленты короткого волокна. Средняя линейная плотность короткого льняного волокна в ленте составляет 4...5 текс.



а)



б)

Рис. 2

На рис.2 (а – штапельный состав волокна после обработки на штапелирующей машине; б – линейная плотность волокна по классам длин) представлены диаграммы, показывающие процентное содержание волокон определенной длины (классов) после штапелирования и среднюю линейную плотность каждого класса.

Как видно из рисунка, волокно интенсивно укорачивается во время обработки на штапелере, а линейная плотность практически не меняется и остается достаточно высокой.

После штапелирования волокно необходимо подвергнуть очистке и разрыхлению, для этого предлагается применять пильный очиститель с делителями холстика. Во время обработки на очистителе значительно уменьшается засоренность (очистительный эффект очистителя – около 60%, засоренность волокна после обработки – не более 2,5%), изменяется линейная плотность, слабо меняется средняя длина волокна (изменяется количество длинных волокон, практически не меняется количество волокон с

длиной менее 15 мм) (рис. 3, где а – штапельный состав волокна после обработки на очистителе с делителями холсти-

ка; б – линейная плотность волокна по классам длин).

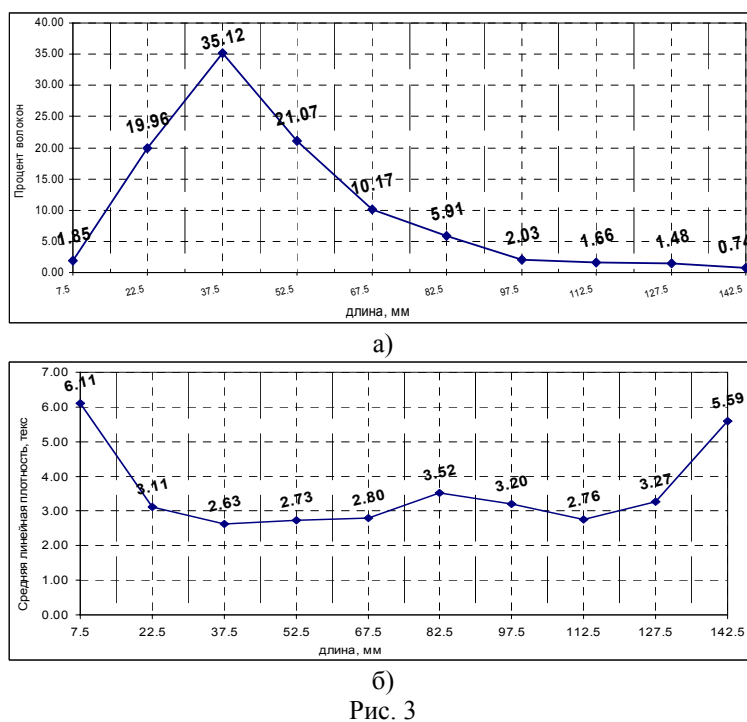


Рис. 3

Разрыхленное и очищенное волокно подается на валичный очиститель-котонизатор, назначение которого утонить волокнистые комплексы и дополнительно

очистить их [2]. Для более интенсивного утонения волокна его можно подвергнуть повторной обработке на валичном очистителе с более мелкой гарнитурой.

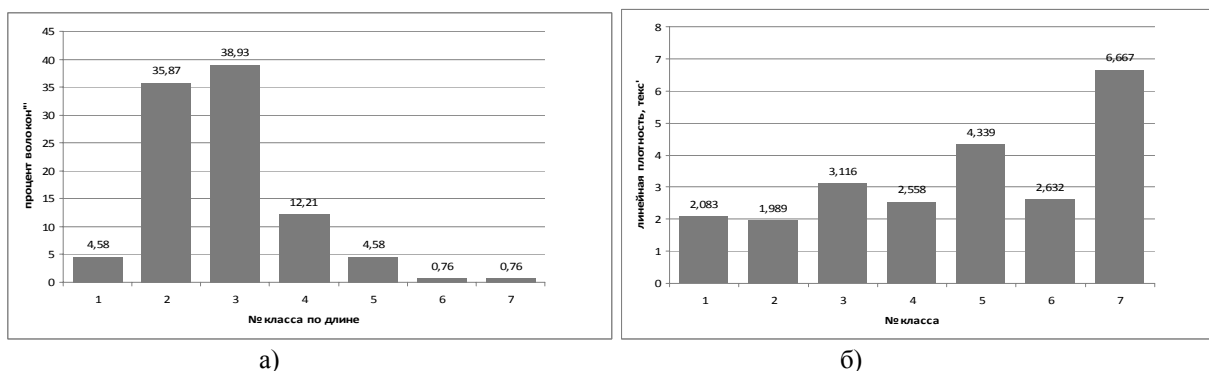


Рис. 4

На рис. 4 (а – штапельный состав волокна после обработки на очистителе – котонизаторе; б – линейная плотность волокна по классам длин) представлены диаграммы, показывающие качественные показатели получаемого волокна после однократной обработки на очистителе-котонизаторе. Здесь 1-й класс соответствует волокнам с длиной от 0 до 15 мм, 2-й класс – волокнам с длиной от 15 до 30 мм,

3-й класс – волокнам с длиной от 30 до 45 мм и т.д.

Как видно из полученных данных, применение очистителя-котонизатора способствует интенсивному утонению комплексов льняного волокна, при этом количество коротких волокон (1-й класс) возрастает незначительно. Засоренность волокна уменьшается до 1,5%.

Таким образом, волокно, полученное на предлагаемой нами линии, сформированной по вышеизложенному принципу с применением специально спроектированного оборудования, имеет те же или более высокие качественные показатели, что и волокно, полученное на существующих линиях [1]. При этом для получения такого волокна использовалось меньшее число переходов, а следовательно, волокно будет иметь меньшую себестоимость.

ВЫВОДЫ

Предложен принцип формирования технологических линий для получения котонина, на основе которого разработана структура технологической линии для по-

лучения котонина с использованием специализированного оригинального оборудования. Волокно, полученное на такой линии, будет иметь меньшую себестоимость за счет меньшего количества переходов обработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Живетин В.В., Гинзбург Л.Н., Ольшанская О.М. Лен и его комплексное использование. – М., 2004.
2. Корабельников А.Р. Развитие теории и технологии получения короткоштапельного льняного волокна: Монография. – Кострома: КГТУ, 2005.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 30.06.08.

УДК 624.01

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МАШИННОГО АГРЕГАТА ДВУХБАРАБАННОГО ПИТАТЕЛЯ

Д.М. МУХАММАДИЕВ

(Институт механики и сейсмостойкости сооружений АН Республики Узбекистан)

В общий комплекс установки джинирования входит питатель, обеспечивающий равномерную подачу хлопка-сырца в рабочую камеру джина, тщательное разрыхление и дополнительную очистку его от сорных примесей перед процессом джинирования. В связи с этим нахождение закона изменения частоты и неравномерности вращения ротора электродвигателя и колкового барабана в зависимости от упруго-диссипативных параметров ременной передачи, момента инерции электродвигателя, момента инерции колкового барабана и момента сопротивления колкового барабана при их различных значениях с использованием уравнения движения машинного агрегата двухбарабанного питателя является актуальной задачей. Наряду с этим необходимо изучить динамические характеристики и нахождение рациональных параметров привода питателя и установить пути снижения неравномерности вращения колковых барабанов и потребляемой мощности электродвигателя питателя.

При составлении дифференциальных уравнений питателя воспользуемся уравнением Лагранжа второго рода.

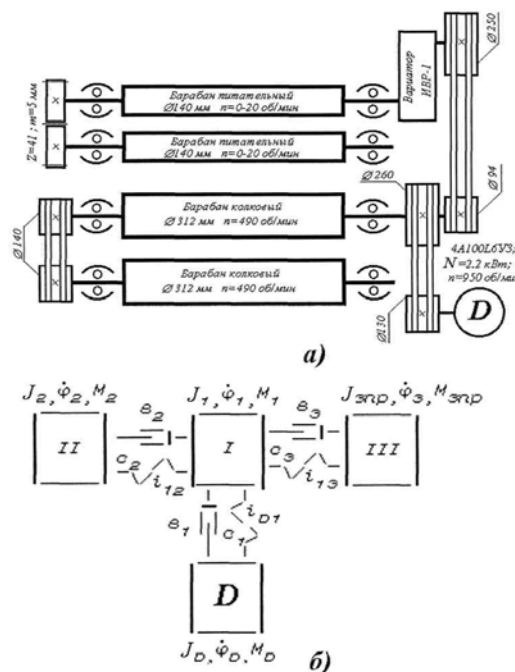


Рис. 1

Кинематическая схема двухбарабанного питателя (а) и динамическая модель машинного агрегата (б) представлены на рис. 1, где $J_D, J_1, J_2, J_{3пр}$ - соответственно моменты инерции вращающихся масс, кг·м²; $M_D, M_1, M_2, M_{3пр}$ - соответственно моменты нагрузок, действующих на вращающиеся валы электродвигателя и барабанов питателя, Н·м; c_1, c_2, c_3 - жесткость ременной передачи, Н·м/рад; v_1, v_2, v_3 - коэффициенты диссипации ременной передачи, Н·м·с/рад; $\dot{\varphi}_D, \dot{\varphi}_1, \dot{\varphi}_2, \dot{\varphi}_3$ - угловые скорости вращающихся масс системы, с⁻¹; i_{D1}, i_{12}, i_{13} - передаточные отношения ременной передачи.

Привод двухбарабанного питателя пильного джина состоит из зубчатых и ременных передач. Для привода питателя справедливы следующие кинематические соотношения:

$$i_{D1} = \dot{\varphi}_D / \dot{\varphi}_1, \quad i_{12} = \dot{\varphi}_1 / \dot{\varphi}_2, \quad i_{13} = \dot{\varphi}_1 / \dot{\varphi}_3. \quad (1)$$

За обобщенные координаты принимаем угловые перемещения вращающихся масс питателя $\dot{\varphi}_D, \dot{\varphi}_1, \dot{\varphi}_2, \dot{\varphi}_3$.

Подставив определенные члены уравнений Лагранжа, получим дифференциальные уравнения движения машинного агрегата питателя в общем виде:

$$\left. \begin{aligned} J_D \ddot{\varphi}_D &= M_D - c_1(\varphi_D - i_{D1}\varphi_1) - v_1(\dot{\varphi}_D - i_{D1}\dot{\varphi}_1), \\ J_1 \ddot{\varphi}_1 &= c_1 i_{D1}(\varphi_D - i_{D1}\varphi_1) + v_1 i_{D1}(\dot{\varphi}_D - i_{D1}\dot{\varphi}_1) - c_2(\varphi_1 - i_{12}\varphi_2) - \\ &\quad - v_2(\dot{\varphi}_1 - i_{12}\dot{\varphi}_2) - c_3(\varphi_1 - i_{13}\varphi_3) - v_3(\dot{\varphi}_1 - i_{13}\dot{\varphi}_3) - M_1, \\ J_2 \ddot{\varphi}_2 &= c_2 i_{12}(\varphi_1 - i_{12}\varphi_2) + v_2 i_{12}(\dot{\varphi}_1 - i_{12}\dot{\varphi}_2) - M_2, \\ J_{3пр} \ddot{\varphi}_3 &= c_3 i_{13}(\varphi_1 - i_{13}\varphi_3) + v_3 i_{13}(\dot{\varphi}_1 - i_{13}\dot{\varphi}_3) - M_{3пр}. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

При исследовании машинных агрегатов важно правильно выбрать характеристики двигателя. В настоящее время используются статическая, линеаризованная динамическая, уточненная динамическая и динамическая механическая характеристики асинхронных электродвигателей. Одним из наиболее перспективных направлений является приближенное рассмотрение электромагнитных переходных процессов, протекающих в двигателе, и их математическое описание системой дифференциальных уравнений. В связи с этим при исследовании динамических параметров питателя мы использовали динамическую механическую характеристику асинхронного электродвигателя. Эта характеристика учитывает как электромагнитные переходные процессы пуска, так и установившееся движение, описываемое системой дифференциальных уравнений, содержащих составляющие вектора потокосцеплений статора и ротора при синхронной скорости вращения осей координат.

Далее определяем паспортные пара-

метры и коэффициенты асинхронного двигателя 4А100Л6УЗ [1]: $N=2,2$ кВт – номинальная мощность двигателя; $n=950$ об/мин – номинальное число оборотов ротора двигателя; $M_K=44,22$ Н·м – критический момент на валу ротора двигателя; $M_H= M_K/2=22,11$ Н·м – номинальный момент на валу ротора двигателя; $f_c=50$ Гц – частота сети; $U_m=220$ В – номинальное фазное напряжение; $\eta=0,82$ – КПД двигателя; $\cos\varphi=0,65$ – номинальный коэффициент мощности двигателя; $\omega_o=104,731$ с⁻¹ – синхронная частота вращения ротора двигателя; $\omega_H=99,49434$ с⁻¹ – номинальная частота вращения ротора двигателя; $S_H=(\omega_o - \omega_H)/\omega_o=0,05$ – номинальное значение скольжения двигателя; $S_K=0,1866$ – критическое значение скольжения двигателя; $P=3$ – число пар полюсов; $I_{H,\phi}=6,2539$ А – номинальный фазный ток.

Моменты инерции вращающихся масс определяли методом разгона, применяемого для определения момента инерции тел вращения. В результате экспериментов для рабочих органов получены следующие мо-

менты инерции: питающих валиков, приведенных к валу вариатора ИВР-1 $J_{зпр}=0,2547 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; ротора двигателя со шкивом $J_D=0,158 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ и колковых барабанов со шкивами $J_1=4,469 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ и $J_2=3,562 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

Жесткость и коэффициенты демпфирования ременных передач определяем по [2], [3]:

- а) первого для сечения ремня (сечение В) $c_1=61,948 \text{ Н}\cdot\text{м}/\text{рад}$; $v_1=0,3636 \text{ Н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}/\text{рад}$;
- б) второго для сечения ремня (сечение

- Б) $c_2=41,472 \text{ Н}\cdot\text{м}/\text{рад}$; $v_2=0,2138 \text{ Н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}/\text{рад}$;
 - в) третьего для сечения ремня (сечение А) $c_3=24,048 \text{ Н}\cdot\text{м}/\text{рад}$; $v_3=0,1596 \text{ Н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}/\text{рад}$;
- Результаты измерений потребляемой мощности электродвигателей двухбарабанного питателя с измерительным комплектом К-50 (при производительности питателя по хлопку 1587 кг/ч) представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование	U, V	Холостой ход (без нагрузки)		С нагрузкой	
		I, A	N, кВт	I, A	N, кВт
Питающие валики (двигатель – тип В63В4У2; N=0,37 кВт; n=1410 об/мин)	380	0,8	0,17	0,825	0,19
Колковые барабаны (двигатель – тип 4А90Л4У3; N= 2,2 кВт; n= 1423 об/мин)	380	4,66	1,9	4,46	1,92

$M=N_n/\omega_n=1920 \text{ Вт}/149,032 \text{ с}^{-1}=12,88 \text{ Н}\cdot\text{м}$ – средняя нагрузка, действующая на вращающийся вал колковых барабанов ($M_1=M_2=6,44 \text{ Н}\cdot\text{м}$) и $M_{зпр}=190 \text{ Вт}/147,6549 \text{ с}^{-1} =$

$=1,287 \text{ Н}\cdot\text{м}$ – средняя нагрузка, действующая на вращающийся вал питающих валиков, приведенная к валу вариатора ИВР-1 при производительности по хлопку 1587 кг/ч.

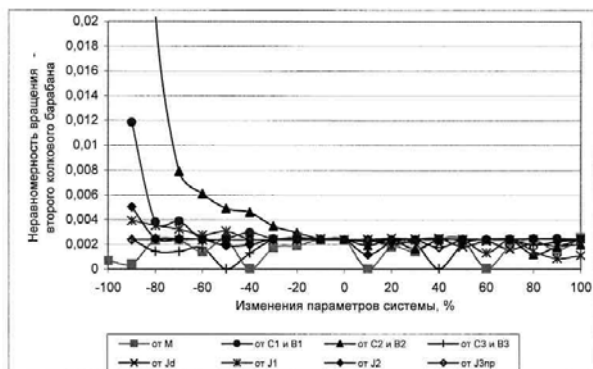


Рис. 2

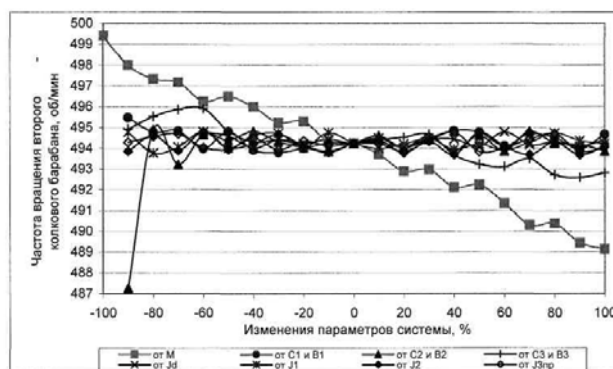


Рис. 3

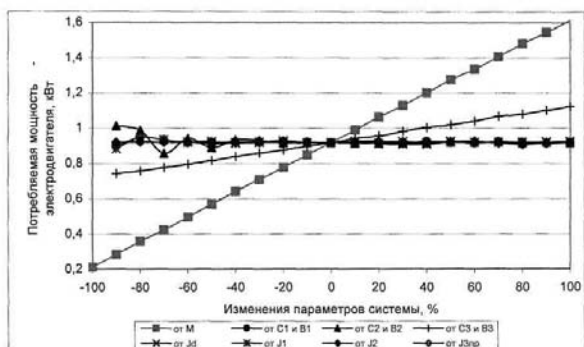


Рис. 4

Система нелинейных дифференциальных уравнений (2) исследована на ЭВМ. В результате проведенных исследований по-

строены графики изменения неравномерности вращения (рис. 2), частоты вращения колковых барабанов (рис. 3) и ведущего вала вариатора ИВР-1, а также потребляемой мощности электродвигателя (рис. 4) в зависимости от следующих действительных параметров системы $M, \ell, J_d, J_1, J_2, J_{зпр}$ (0,%) соответственно: момента сопротивления; упругодиссипативных параметров ременных передач, момента инерции электродвигателя, первого и второго колковых барабанов и питающих валиков, приведенных к валу вариатора ИВР-1, при уменьшении (-100%) и увеличении (100%) действительных параметров питателя пильно-

го джина.

Исследования уравнения движения двухбарабанного питателя с использованием найденных исходных параметров позволили установить следующие показатели:

- неравномерность вращения колковых барабанов $0,002375$ и $0,002376$;
- частота вращения колковых барабанов $51,788$ и $51,756 \text{ с}^{-1}$;
- частота вращения ротора электродвигателя $103,503 \text{ с}^{-1}$;
- потребляемая мощность электродвигателя $0,9178 \text{ кВт}$.

Результаты анализа (рис. 2...4) показывают, что:

– с увеличением упругодиссипативных параметров первой и второй ременных передач от -90 до -10% неравномерность вращения первого и второго колковых барабанов и ведущего вала вариатора ИВР-1 уменьшается соответственно на $26,7 \div 31,2$; $3,9 \div 20,4$ и $12,5 \div 32,6\%$, а далее с небольшими отклонениями остаются постоянными;

– с увеличением упругодиссипативных параметров третьей ременной передачи от -90 до 100% потребляемая мощность электродвигателя увеличивается с $0,742$ до $1,123 \text{ кВт}$, а частота вращения колковых барабанов и ведущего вала вариатора ИВР-1 уменьшается соответственно с $495,9$ до $492,5 \text{ мин}^{-1}$ и с $186,3$ до $185,5 \text{ мин}^{-1}$;

– с увеличением момента сопротивлений от -90 до 100% частоты вращения колковых барабанов и ведущего вала вариатора ИВР-1 уменьшаются соответственно от $498,14$ до $489,41 \text{ мин}^{-1}$, от $497,99$ до $489,12 \text{ мин}^{-1}$ и от $187,33$ до $183,94 \text{ мин}^{-1}$;

– с увеличением упругодиссипативных параметров первой и второй ременных передач, моментов инерции ротора электродвигателя, колковых барабанов и ведущего

вала вариатора ИВР-1 от -90 до -10% изменение потребляемой мощности электродвигателя находится в пределах $0,856 \div 1,012 \text{ кВт}$, а далее с небольшими отклонениями остается постоянным и составляет $0,9068 \div 0,9274 \text{ кВт}$;

– с увеличением момента сопротивлений на колковых барабанах от -90 до -10% неравномерность вращения колковых барабанов и ведущего вала вариатора ИВР-1 с небольшими отклонениями остается постоянной и находится в пределах $0,0000202 \div 0,00286$, а далее при 100% – $0,002368$, $0,002374$ и $0,000954$.

ВЫВОДЫ

1. Составлены уравнения движения машинного агрегата, изучены динамические характеристики и найдены рациональные параметры привода питателя.

2. Установлено, что для снижения потребляемой мощности электродвигателя с $0,9178$ до $0,8384 \text{ кВт}$ неравномерность вращения колковых барабанов снизится с $0,00237$ до $0,00128$ при частотах вращения колковых барабанов $494,3 \text{ мин}^{-1}$ ($51,76 \text{ с}^{-1}$). В связи с этим необходимо уменьшить упругодиссипативные параметры третьей ременной передачи питателя на 40% (с $24,048$ до $14,429 \text{ Н·м/рад}$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кравчик А.Э. и др. Асинхронные двигатели серии 4А. – М.: Энергоиздат, 1982.
2. Ривин Е.И. Динамика привода станков. – М.: Машиностроение, 1966. С.19...22.
3. Справочник. Динамика машин и управления машинами/ Под ред. Крейнина Г.В. – М.: Машиностроение, 1983. С.39...42.

Поступила 01.02.08.